

Klimaschutz auf Biobetrieben

Steckbrief

Schon heute tragen Biobäuerinnen und Biobauern zum Klimaschutz bei. Zahlreiche Regelungen von Bio Suisse kommen dem Klima zugute: Das Flugimportverbot, die Einschränkung im Kraftfuttereinsatz, der sorgfältige Umgang mit dem Boden, der Verzicht von Kunstdünger usw.

Dieses Merkblatt informiert über den Zusammenhang zwischen Klimawandel und Landwirtschaft und zeigt für Biobetriebe zusätzliche Massnahmen, welche der Reduktion von Treibhausgasemissionen dienen.



Inhalt

| | Seite |
|---|-------|
| Biolandbau und Klimaschutz | 1 |
| Hauptemissionen aus Landwirtschaft | 3 |
| Schweizer Landwirtschaft und Klimaschutz | 4 |
| Mögliche Folgen der Klimaerwärmung..... | 6 |
| Anpassungsmöglichkeiten an den Klimawandel..... | 7 |
| Bio Suisse Richtlinien mit Klimabezug..... | 8 |
| Massnahmenliste..... | 9-19 |
| Massnahmen für | |
| alle Betriebe..... | 9 |
| Viehbetriebe..... | 12 |
| Acker-,Gemüse-, Obst-und Rebbau | 17 |
| Hintergrund zur Pilotstudie..... | 20 |
| Ausblick..... | 21 |
| Literatur..... | 21 |
| Impressum..... | 22 |

Biolandbau und Klimaschutz

Landwirtschaft und Klimawandel sind stark miteinander verbunden. Auf der einen Seite wird die Landwirtschaft durch die Klimaerwärmung bedroht: Steigende Temperaturen, zunehmende Trockenheit, aber auch vermehrte extreme Niederschläge und Erosion bringen die Lebensmittelproduktion weltweit in Schwierigkeiten. Andererseits trägt die Landwirtschaft weltweit mit 10 bis 15 Prozent zu den gesamten Treibhausgasemissionen bei. Berücksichtigt man die Emissionen aus der Zulieferindustrie (Dünger, Pestizide), von Transporten, Lagerung, Kühlung und aus der Abholzung von Wäldern für den Ackerbau, beträgt der Anteil sogar bis zu 30 Prozent.

Weltweit werden zurzeit pro Jahr 125 Millionen Tonnen Stickstoffdünger industriell hergestellt. Das führt zu etwa 800 Millionen Tonnen CO₂-Emissionen (entspricht zirka 2 Prozent der weltweiten Emissionen). Alleine durch das Düngermanagement im Biolandbau werden pro Hektare 50 bis 150 kg synthetische Stickstoffdünger eingespart, welche mithilfe nicht erneuerbarer Brennstoffe produziert werden.

Ziel

Diese Publikation gibt einen Überblick über die wichtigsten klimarelevanten Prozesse in der Landwirtschaft und erklärt mögliche Auswirkungen des Klimawandels für die Bewirtschaftung. Zudem wird die Rolle des Klimaschutzes im Biolandbau besprochen. Der zweite Teil umfasst eine Liste von möglichen Massnahmen, die geeignet

sind, die Entstehung von Treibhausgasen (THG) auf einem landwirtschaftlichen Betrieb zu reduzieren. Mit dem Merkblatt soll das Bewusstsein für die Klimaproblematik auf den Biobetrieben geschärft, und es soll ausserdem aufgezeigt werden, was gegen den Klimawandel unternommen werden kann.

Handlungsbereiche, um Treibhausgasemissionen aus der Landwirtschaft zu vermindern

Tierhaltung



Düngermanagement



Bodenbewirtschaftung



Energie



Weltweit gesehen erhöhen Biolandwirte durch die gezielte Rückführung von organischer Substanz (Kompost, Mist) den Humusgehalt ihrer Böden. Eine aktuelle Auswertung von 74 internationalen Studien ergab, dass die Kohlenstoffvorräte in biologisch bewirtschafteten Böden durchschnittlich um 3,5 Tonnen pro Hektare höher sind als in Böden unter konventioneller Bewirtschaftung (1). Ausserdem zeigte sich, dass biologisch bewirtschaftete Böden bis zu 450 kg mehr atmosphärischen Kohlenstoff pro Hektare und Jahr speichern können.

Treibhauseffekt

Durch die Treibhausgase Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄), Lachgas (N₂O) und weiteren wird die Rückstrahlung der Wärmestrahlen der Sonne ins Weltall verhindert. Die Erdatmosphäre erwärmt sich. Dieser natürlich ablaufende Prozess ermöglicht Temperaturen, bei denen Leben auf der Erde erst möglich ist.

Der Anteil der Treibhausgase in der Atmosphäre hat sich aber in den letzten Jahrzehnten deutlich erhöht (2). Damit verbunden steigen die Temperaturen und das Klima verändert sich.

Das Erwärmungspotenzial der Treibhausgase ist unterschiedlich. Um eine gesamthafte Aufstellung der Treibhausgase zu ermöglichen, werden Methan und Lachgas gemäss ihrem Erwärmungspotenzial in CO₂-Äquivalente (CO₂-eq) umgerechnet.

Die beobachtete Humusanreicherung lässt sich dabei vor allem durch zwei typische Elemente des Biolandbaus begründen: Die konsequente Rückführung der Hofdünger und der Anbau von mehrjährigen Futterleguminosen im landwirtschaftlichen Gemischtbetrieb. Dabei wird das Treibhausgas CO₂ über die Assimilation der Pflanzen im Humus des Bodens zurückgebunden (Kohlenstoffsequestrierung).

Die Biolandwirtschaft spart also durch den Verzicht auf synthetische Düngemittel CO₂ ein und verringert dieses klimaschädliche Gas in der Atmosphäre zusätzlich durch Einbau in die organische Bodensubstanz.

Biolandbau sorgt ausserdem für geringere Lachgasemissionen aus den Böden und höhere Methanrückbindung aus der Atmosphäre. Dies zeigt eine aktuelle Auswertung von Daten aus 19 Versuchen, die biologische und konventionelle Anbausysteme verglichen haben (3). Dieses Ergebnis lässt sich vor allem auf den deutlich geringeren N-Input im Biolandbau zurückführen.

Werden THG-Emissionen dagegen auf die funktionelle Einheit eines Lebensmittels bezogen (z.B. 1 kg Getreide oder 1 Liter Kuhmilch), so schneidet die Bioproduktion nicht in jedem Fall besser ab. Das liegt zum Teil an dem niedrigeren Ertragsniveau im Biolandbau, aber auch daran, dass die Modelle zur Berechnung der THG-Emissionen die Bioproduktion nicht umfassend abbilden. Studien, die dagegen versuchen die Komplexität der innerbetrieblichen Stoffflüsse auf Biobetrieben weitgehend zu integrieren, zeigen, dass Bioprodukte eine gleiche oder sogar eine bessere Wirkung auf das Klima haben als konventionell erzeugte Produkte (4).

Hauptemissionen der Landwirtschaft

Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden (N₂O)

Weltweit ist die Landwirtschaft mit dem hohen Einsatz von Stickstoffdünger die Hauptquelle für Lachgas. Im Biolandbau entsteht dieses Gas vor allem nach dem Ausbringen von Hofdünger. Auch nach dem Einarbeiten von Klee gras oder Zwischenfrüchten kommt es durch mikrobiologische Bodenprozesse (Nitrifikation/Denitrifikation) zur Lachgasfreisetzung aus Böden. Die Klimawirkung des Lachgases (N₂O) ist 298-fach höher als die von CO₂.

Die Lachgasfreisetzung ist besonders dann ausgeprägt, wenn die Kulturpflanzen witterungsbedingt nur wenig Stickstoff aufnehmen und Frost-/Tau-Zyklen die Freisetzung zusätzlich begünstigen. Die produzierte Lachgasmenge ist von unterschiedlichen Faktoren abhängig, wie zum Beispiel von der Sauerstoffverfügbarkeit, der Temperatur oder dem Bodenwassergehalt. Auch bei der Lagerung von Stallmist und bei der Kompostaufbereitung wird Lachgas gebildet.

Indirekte Emissionen fallen vor allem in Form von Ammoniak (NH₃) an. Ammoniakverluste entstehen hauptsächlich im Stall und im Laufhof sowie bei der Lagerung und beim Ausbringen von Hofdünger. Im Nitrifikationsprozess wird Ammoniak über Nitrit zu Nitrat umgeformt. Nitrat wird über die Luft in Naturräume (Wälder, Moore, Gewässer) verfrachtet und wirkt dort unerwünscht als Dünger. Nitrat wird aber auch mikrobiell zu N₂O denitrifiziert und damit als Treibhausgas wirksam.

Emissionen aus der Rinderhaltung (CH₄)

Weltweit stammt die Hälfte der Methan-Emissionen aus der Landwirtschaft. Methan entsteht bei anaerober Fermentation. Für die Landwirtschaft relevant sind hier vor allem die Verdauungsprozesse in den Wiederkäuermägen, die flüssige Hofdüngerlagerung und die Nassreisproduktion. Raufutterbasierte Fütterung kann mit verschiedenen Managementvorteilen die erhöhte Methanbildung kompensieren. Methan weist das 25-fach höhere Erwärmungspotenzial auf als CO₂.

Durch die anaerobe Vergärung pflanzlicher Bestandteile (Zellulose) im Pansen der Wiederkäuer entsteht der Hauptanteil der landwirtschaftlichen Methanemissionen. Dabei beeinflusst die Fütterung die Gasbildung sehr stark: Je mehr Kraffutter gefüttert wird, umso geringer ist die Methanbildung. Eine solche Fütterung bedeutet aber häufig auch reduzierte Faserverdauung und damit Verschiebung der Vergärung von nur teilweise zersetztem Pflanzenmaterial in die Gülle, das dort wiederum zu Methan abgebaut wird. Zudem werden die lokal vorhandenen Grünlandressourcen schlecht genutzt. Aktuelle Daten für die Schweiz zeigen (5), dass raufutterbasierte Milch- und Fleischproduktion nicht schlechter, sondern zum Teil (Mast) sogar besser abschneiden als

laut der Schätzwerte der IPCC (6) zu erwarten wäre. Besonders günstig werden die Prognosen, wenn durch den Einsatz von Zweinutzungsrasen oder geeigneten Gebrauchskreuzungen Milch- und Rindfleischproduktion eng aneinander gekoppelt sind (5). Dadurch sinkt die Anzahl der Muttertiere und damit auch die mit der Verringerung des Viehbestandes einhergehenden Methan- und Lachgasemissionen.

In der Fütterung werden auch unterschiedlichste Futterzusätze zur Methanhemmung getestet; die auf Biobetrieben realistischste Option wären Futterpflanzen mit erhöhten Gehalten an Tanninen und Phenolen zum Beispiel Esparsette (7). Diese Massnahmen sind aber noch nicht praxisreif.

Genetisch bedingte individuelle Unterschiede in der Methanemission auf Seiten der Tiere sind nicht ausgeschlossen, aber derzeit noch nicht systematisch erforscht.

Die grössten, steuerbaren Einflüsse auf die Methanemissionen bleiben damit im Management: gute Balance zwischen Milch- und Fleischproduktion, effiziente Grünlandnutzung und wo möglich Festmistwirtschaft mit Kompostierung statt reine Güllewirtschaft.



Bei Zweinutzungsrasen ist die Klimabilanz besser als bei einseitigen Milch- oder Fleischrasen.

Emissionen durch den Verbrauch von Brenn- und Treibstoffen

CO₂ gilt als das Treibhausgas. CO₂ entsteht bei der Verbrennung von fossilen Treib- und Brennstoffen und durch Abbauprozesse im Boden. Bei den CO₂-Emissionen, die weltweit den grössten Anteil der THG-Emissionen ausmachen, spielt die Landwirtschaft nur eine Nebenrolle: Weltweit stammen direkt aus der Landwirtschaft nur 1.2 Prozent der Kohlendioxid-Emissionen. Die grössten CO₂-Verursacher sind Industrie, Verkehr, Privathaushalte. Ein Teil der Emissionen aus der Industrie stammen aber aus der Herstellung von Düngern und Pestiziden für die Landwirtschaft.

Die Zahlen in Klammern beziehen sich auf das Literaturverzeichnis Seite 21.

Merkblatt Klimaschutz auf Biobetrieben, Bestellnummer 1552, Ausgabe Schweiz © FiBL 2013
Diese Publikation ist kostenlos abrufbar unter www.shop.fibl.org

Nicht nur die Landwirtschaft

Auch im Konsum und in der Lebensmittelverarbeitung besteht noch ein grosses Potenzial, die THG-Emissionen zu reduzieren. Dadurch, dass 18 Prozent der globalen Treibhausgasemissionen aus der Fleischproduktion stammen (für Europa liegen die Emissionen noch höher), würde eine Ernährung hin zu weniger tierischen Produkten eine deutliche Reduktion von THG-Emissionen bewirken. Mit einer bewussten Ernährung könnte der Ausstoss der Treibhausgase Methan und Lachgas aus der Landwirtschaft bis 2055 um 80 Prozent reduziert werden, errechneten Klimaforscher des PIK-Potsdamer Institut für Klimafolgenforschung (8).

Produkte von Rind, Schaf und Ziege werden aufgrund der Methanfreisetzung aus dem Pansentrakt immer wieder als klimaschädlich dargestellt, jedoch darf dabei nicht vergessen werden, dass die Wiederkäuer wertvolle Leistungen erbrin-

gen, indem sie für den Menschen unverdauliche Zellulose aus Gras in wertvolle Lebensmittel (Milch und Fleisch) umwandeln. Anders als bei Schwein und Geflügel wird dadurch eine direkte Nahrungskonkurrenz mit dem Menschen vermieden.

Grundsätzlich ist den Konsumentinnen und Konsumenten zu empfehlen:

- Vermeiden von Überkonsum und Abfall.
- Reduktion des Konsums von tierischen Produkten.
- Bei Fleisch- und Milchprodukten auf die Grasland-basierte Fütterung achten.
- Kauf von saisonal, regional und biologisch produzierten Produkten.
- Auf Energieeffizienz und Treibhausgase bei der Lebensmittelbeschaffung (z.B. Velo statt Auto) und im Haushalt achten.

Schweizer Landwirtschaft und Klimaschutz

Jedes Land erhebt nach einem weltweit abgestimmten Verfahren jedes Jahr die Gesamtemission der Treibhausgase und ordnet sie verschiedenen Verursachern zu. Dieses sogenannte Treibhausgasinventar bildet die Grundlage für die Schweizer Klimapolitik.

Von all diesen Emissionen verursachte die Schweizer Landwirtschaft im Jahr 2011 11.2 Prozent (6.16 Mio. t CO₂-eq/Jahr) der gesamten Schweizer THG-Emissionen. Deutlich mehr Emissionen kamen aus Verkehr (16.31 Mio t CO₂-eq/Jahr), Industrie (10.53 Mio t CO₂-eq/Jahr) und den privaten Haushalten (9.16 Mio t CO₂-eq/Jahr) (2).

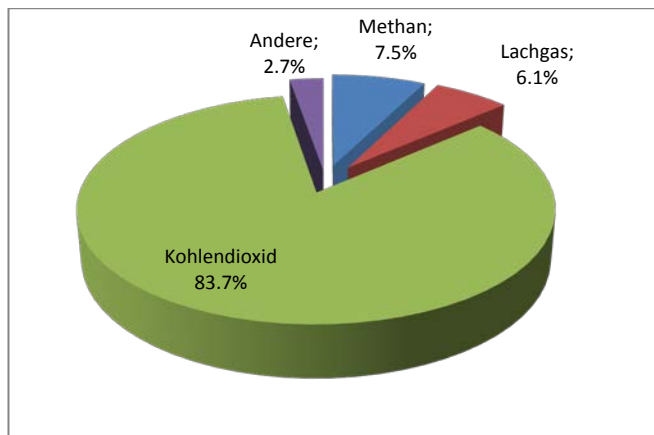


Abbildung 1: Treibhausemissionen in der Schweiz

Dabei machen Methan (CH₄) aus der Fermentation in Wiederkäuermägen 45 Prozent (2.51 Mio. t CO₂-eq/Jahr) und Lachgas (N₂O) aus den Böden 38 Prozent (2.11 Mio. t CO₂-eq/Jahr) der landwirtschaftlichen Emissionen aus. Der CO₂-Ausstoss der Landwirtschaft aus der Verbrennung fossiler Energie (z.B. Maschinennutzung) macht einen vergleichsweise kleinen Anteil von zirka 1 Prozent aus.

Quellen der jährlichen Treibhausgasemissionen in der Schweiz, total 50.01 Mio. t CO₂-eq

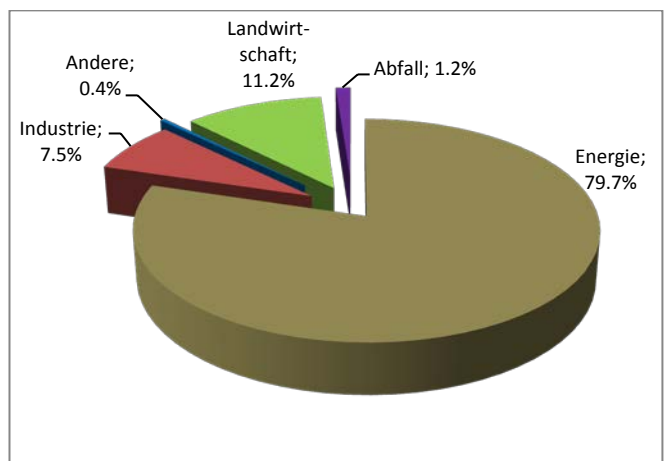


Abbildung 2: Treibhausgasinventar für das Jahr 2011 gemäss Klimakonvention (3)

Bei diesen Zahlen sind weder die so genannten grauen Emissionen aus der Herstellung synthetischer Düngemittel und anderer Hilfsstoffe, weder die Emissionen der Landnutzungsänderungen (Abholzung von Wäldern und Savannen für Weiden oder Ackerbau; Umnutzung von Weideland zu Ackerland), noch die durch Kraftfutterimporte versuchten Emissionen berücksichtigt. Letztere sind jedoch im Inventar des jeweiligen Landes aufgeführt, wo die Kraftfuttermittel hergestellt werden, so dass global betrachtet die Bilanz stimmig ist.

Das Bundesamt für Landwirtschaft hat eine Klimastrategie entwickelt, welche zum Ziel hat, die Landwirtschaft an die Klimaveränderung anzupassen und die Treibhausgasemissionen um 30 Prozent zu reduzieren (9). Im Bereich Lebensmittelproduktion und Konsum sollen bis ins Jahr 2050 insgesamt zwei Drittel der Treibhausgas-Emissionen eingespart werden.

Handel mit Klimazertifikaten

Die gesetzlichen Grundlagen zur Minderung des Klimawandels sind auf internationaler Ebene durch die Klimarahmenkonvention und das Kyoto-Protokoll gegeben. Während in der Klimakonvention keine Reduktionsziele erwähnt werden, gibt es im Kyoto-Protokoll verbindliche Vorgaben bis 2012. Das Kyoto-Protokoll wird zurzeit von den UNO-Mitgliedstaaten überarbeitet und ab 2015 werden die neuen Ziele für die Reduktion von THG verhandelt.

Mit der Ratifikation des Kyoto-Protokolls im Juli 2003 hat sich die Schweiz verpflichtet, die THG-Emissionen (Kohlendioxid, Methan, Lachgas und synthetische Gase) im Zeitraum 2008 bis 2012 um 8 Prozent unter das Niveau von 1990 zu senken.

Dieses Ziel wurde 2012 erreicht, auch weil ergänzend zu inländischen Massnahmen Emissionsminderungszertifikate angerechnet wurden, die durch die Realisierung von Klimaschutzprojekten im Ausland generiert wurden. Das Kyoto-Protokoll erlaubt zusätzlich die Anrechnung der Senkenleistung des Schweizer Waldes für die Erfüllung des Reduktionsziels.

Im neuen Schweizer CO₂-Gesetz sind die Reduktionsziele bis 2020 weiter konkretisiert. Neu sollen in der Schweiz 20 Prozent weniger THG-Emissionen als 1990 entstehen. Das Gesetz betrifft die fossilen Brenn- und Treibstoffe, erfasst aber neu neben CO₂ auch andere wichtige Treibhausgase. Das Ziel soll mit einer Reduktion der Emissionen und mit der Kompensation der entstehenden Emissionen in anderen

Bereichen erreicht werden. Die Treibstoffimporteure müssen bis 2020 1.5 Mio. Tonnen CO₂ mit inländischen CO₂-Zertifikaten kompensieren. Bei einem anzunehmenden Preis von 120 Franken entspricht dies einer Nachfrage von 180 Mio. Franken, welche grundsätzlich auch mit Projekten aus der Landwirtschaft gedeckt werden kann. Es erhalten jedoch nur vom Bundesamt für Umwelt (BAFU) zugelassene Projekte/Massnahmen Zertifikate. Das Zulassungsverfahren ist sehr aufwändig und kann nicht von einzelnen Betrieben bewältigt werden: Direktlink oder www.bafu.admin.ch > Themen > Klima > Klimapolitik der Schweiz ab 2013 > Kompensation von CO₂-Emissionen. > Inländische Kompensationsprojekte.

Die ersten Zertifikate haben zirka 50 landwirtschaftliche Biogasanlagen gemeinsam mit Ökostrom Schweiz erhalten. Diese Betriebe generieren bereits heute substanziell zusätzliches Einkommen mit dem Verkauf der CO₂-Zertifikate. Die Treibstoffimporteure haben zur Erfüllung ihrer Pflichten die Stiftung KLIK gegründet. Diese kauft für die Mineralölgesellschaft die Zertifikate (www.klik.ch).

Die Landwirtschaft könnte im Rahmen der Kompensationen von CO₂-Emissionen also eine Rolle spielen. Es wird sich in den nächsten Jahren zeigen, ob es gelingt, für weitere landwirtschaftliche Projekte vom BAFU eine Anerkennung zu erhalten. Eine branchenweite Zusammenarbeit macht hier sicher Sinn. Bio Suisse arbeitet in diesem Bereich neben dem FiBL insbesondere auch mit AgroCleanTech zusammen (siehe Kasten Seite 6).

Situation der Landwirtschaft im Zusammenhang mit dem Klimawandel:

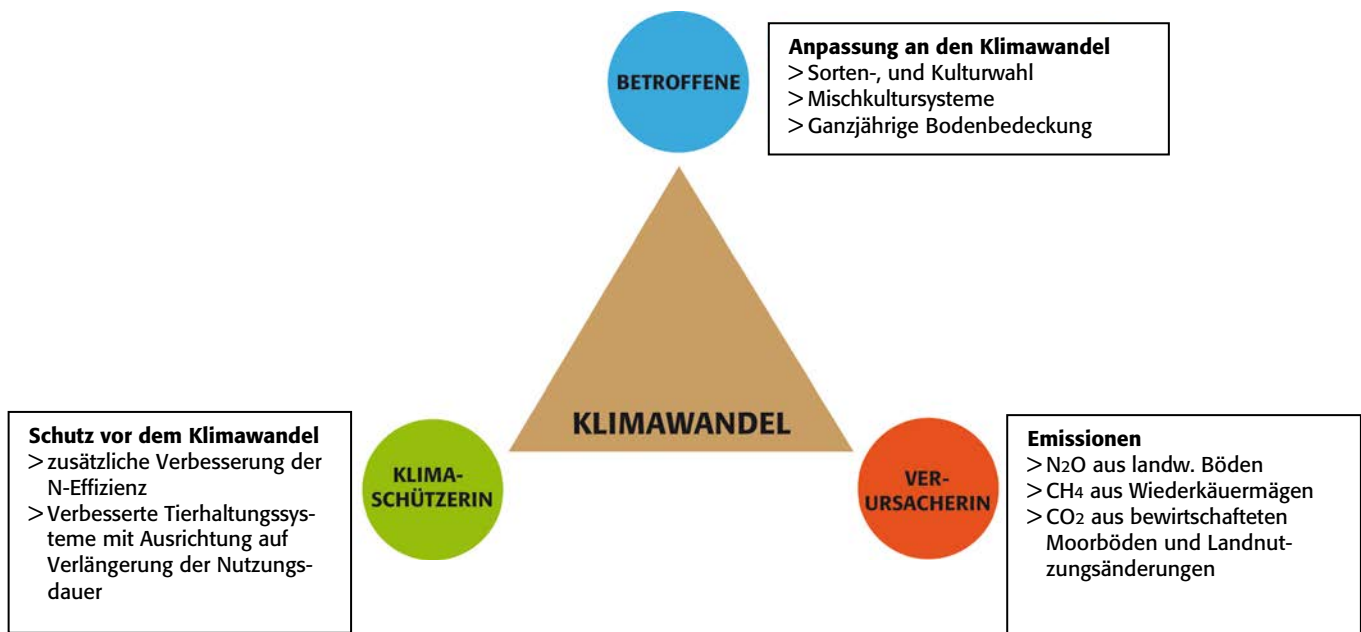


Abbildung 3: nach Flessa 2008, angepasst durch Claudia Kirchgraber

Neue Geschäftsfelder für die Landwirtschaft?

Die mit der landwirtschaftlichen Produktion verbundenen Umsetzungsprozesse des Kohlenstoff- und Stickstoffkreislaufs führen zu THG-Emissionen, die sich nicht vollständig vermeiden lassen. Zudem handelt es sich bei den landwirtschaftlichen Emissionen um diffuse Einträge, die in ihrer Höhe stark von den jeweiligen technischen, natürlichen und klimatischen Bedingungen abhängen und daher schwer zu erfassen sind. Schliesslich sind viele der Klimaschutzmassnahmen, die in der Landwirtschaft umgesetzt werden können, teuer. Dies trifft vor allem im Vergleich zu Massnahmen in der Energie- und Gebäudewirtschaft zu. Dies ist auch ein Grund dafür, warum es seitens der Politik noch keine verbindlichen Vorgaben zur Minderung von landwirtschaftlichen THG-Emissionen gibt.

Eindeutige Zahlen aus der Forschung sind auch eine Voraussetzung, um am internationalen Handel mit CO₂-Zertifikaten teilnehmen zu können. Der Beitrag zum Klimaschutz, den die biologische Landwirtschaft heute schon weltweit erbringt, könnte dann für die Bauern zusätzlich finanzielle Vorteile bringen.

Auch das neue Schweizer CO₂-Gesetz, das die Anrechnung von CO₂-Einsparungen in der Landwirtschaft durch Einführung von definierten und nachweisbar klimaschonenden Praktiken ermöglicht (Seite 5), könnte für die Biolandwirtschaft finanzielle Vorteile bringen.

Neben diesem staatlich geregelten Handel mit Treibhausgaszertifikaten gibt es noch den privaten Handel.

AgroCleanTech

Zusätzliche Impulse für mehr Klimaschutz und Energieeffizienz geht von der Initiative AgroCleanTech (ACT) aus. Gesellschafter von ACT sind: Schweizerischer Bauernverband, Ökostrom Schweiz, Ernst Basler+Partner und Agridea. ACT will mit Beratung, spannenden Projektideen, Finanzierungshilfen und kompetenten Partnern den erneuerbaren Energien, der Energieeffizienz und dem Klimaschutz in der Landwirtschaft zum Durchbruch verhelfen. Für den Landwirt soll sich das auch finanziell lohnen!

Die Plattform ACT schafft die Voraussetzungen dafür, dass die Landwirtschaft ihre Rolle wahrnehmen und einen wichtigen Beitrag zu den Energie- und Klimazielen der Schweiz leisten kann. ACT liefert Antworten auf folgende Fragen:

- Wie können erneuerbare Energien, Energieeffizienz und Klimaschutz in der Landwirtschaft gewinnbringend umgesetzt werden?
- Welche aktuellen Projekte, Förderprogramme und Vermarktungsmöglichkeiten können heute bereits genutzt werden?
- Wo haben andere bereits Erfolge erzielt?

Vom Landwirt zum Energiewirt, über den eigenen Teller rand sehen, langfristiges Denken, innovative Ideen verwirklichen, die eigene Verantwortung wahrnehmen und selbst eine zentrale Rolle spielen - das ist die Motivation, die ACT antreibt. Bio Suisse ist seit Frühjahr 2013 aktiver Partner von ACT. (weitere Informationen unter www.agrocleantech.ch)

Mögliche Folgen der Klimaerwärmung für die Landwirtschaft

Gemäss einer Studie des beratenden Organs für Fragen der Klimaänderung (10) ist in der Schweiz bis 2050 ein **mittlerer Temperaturanstieg von 2° C im Winter und 3° C im Sommer** wahrscheinlich. Mögliche Folgen:

- Zunahme der Niederschläge im Winter um 10 Prozent.
- Abnahme der Niederschläge im Sommer um 20 Prozent. Extreme Niederschlagsereignisse im Winter sowie Trockenperioden im Sommer.
- Die Frühsommertrockenheit in den letzten Jahren hat schon verschiedene Probleme aufgezeigt, wie neben Trockenstress bei den Kulturpflanzen auch die geringe N-Nutzungseffizienz von organischen Düngern.

Bei einer mässigen **Erwärmung von weniger als 2°-3°C** ist mit folgenden Konsequenzen zu rechnen:

- Verlängerte Vegetationsphase und erhöhte Jahresproduktion von Grünland und Kulturpflanzen.

- Abnehmende Wasserverfügbarkeit.
- Zunahme von Schädlingen und Krankheiten.
- Extreme Niederschlagsereignisse im Winter und Trockenperioden im Sommer.

Bereits wenige Tage stark erhöhter Temperaturen vor der Blütezeit führen zum Beispiel bei Winterweizen zu signifikanten Ertragseinbussen. Die Hitzeperioden belasten zudem die Nutztiere.

Weltweit wird erwartet, dass sich die Vegetationszonen nach Norden verschieben und die Trockengebiete sich weiter ausdehnen. Tief liegende Gebiete, oft dicht besiedelt und mit guten landwirtschaftlichen Böden, werden überflutet. Die Erträge werden aufgrund von Hitzestress, Wasserknappheit oder Überflutung zunehmend schwanken und in den am stärksten betroffenen Erdteilen werden die Nahrungsmittel knapper.

Anpassungsmöglichkeiten an den Klimawandel

Kohlenstoffspeicherung durch Humusanreicherung

Aufbau und Erhalt von Humus ist ein Kernprinzip des biologischen Landbaus. Das Humusmanagement gewährleistet eine langfristige Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit und eine optimale Grundlage zur Ernährung der Kulturpflanzen. Durch die Fotosynthese der Pflanzen wird der Atmosphäre Kohlendioxid entnommen und in oberirdischen und unterirdischen Pflanzenteilen gespeichert. Das Zusammenwirken komplexer Bodenorganismengemeinschaften baut den in Pflanzenstreu, Wurzelresten und -ausscheidungen und Hofdünger gespeicherten Kohlenstoff in die organische Bodensubstanz ein und schafft dadurch eine stabile Speicherungsform: den Dauerhumus. (Abb. 4)

Strategien zur Anpassung

Auf die erwarteten Auswirkungen des Klimawandels (extreme Niederschläge, Trockenheitsperioden, vermehrtes Auftreten von Schädlingen und Krankheiten) muss sich auch die biologische Landwirtschaft vorbereiten. Von Bedeutung für das Bewirtschaftungssystem sind:

- Bodenfruchtbarkeit
- Tiergesundheit
- Biodiversität
- Betriebliche Diversität (Betriebszweige)

Erhalt und Steigerung der Bodenfruchtbarkeit sind im Biolandbau zentral. Der Aufbau von Humus führt zu einer verbesserten Bodenstruktur. Diese kann bei starkem Regen mehr Wasser zurückhalten, ist weniger anfällig auf Verschlämmung (11) und hilft Trockenphasen besser zu überstehen. Neben einem oft höheren organischen Kohlenstoffgehalt (2) weisen die biologisch bewirtschafteten Böden auch eine erhöhte mikrobielle Biomasse, mehr Regenwürmer und Laufkäfer auf (12). Dies führt zu einer generell verbesserten Pflanzengesundheit mit entsprechend reduzierter Anfälligkeit auf Schädlinge und Erkrankungen. Diese Eigenschaften ermöglichen eine optimale Anpassung an veränderte klimatische Bedingungen. Die Weiterentwicklung und Züchtung robuster oder sogar resistenter Sorten oder Rassen ist sowohl im Pflanzenbau wie in der Tierhaltung eine wichtige Anpassungsstrategie. Die erhöhte Diversifizierung der Biobetriebe durch verschiedene Betriebszweige führt zudem zu einer verbesserten Anpassung durch die Verteilung der Produktionsausfallrisiken.

Humusbildung durch

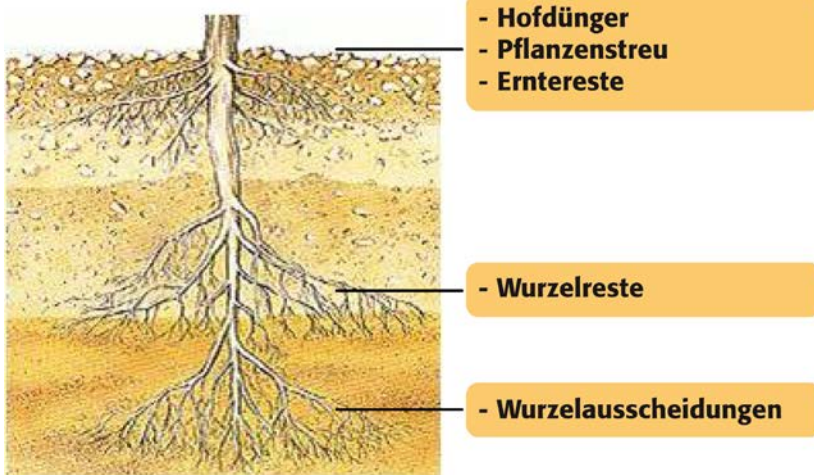


Abbildung 4: Humusbildung in Böden durch die Fotosynthese der Pflanzen und Bodenbewirtschaftung.

Grafik: A Gattinger, FiBL

Bio Suisse Richtlinien mit Klimabezug

Grünlandanteil und Bodenbedeckung

Richtlinien Teil II, Artikel 2.1.2 und 2.1.3

Zur Erhaltung und Steigerung der Bodenfruchtbarkeit soll eine möglichst hohe Bodenbedeckung entweder durch mehrjährige Kunstwiesen oder Zwischenfrüchte zwischen den Hauptkulturen erreicht werden.

Leistung für das Klima:

- › Steigerung der Bodenfruchtbarkeit durch dauerhafte Bodenbedeckung und Humusanreicherung (Kohlenstoffspeicherung).

Nährstoffversorgung und Hofdünger

Richtlinien Teil II, Artikel 2.4.2 und 2.4.3

Die Düngung soll das Bodenleben fördern und dem Prinzip der Kreislaufwirtschaft folgen. Die Düngung erfolgt ausschliesslich mit organischen bzw. mineralischen Düngern, die nicht chemisch synthetisiert wurden.

Leistung für das Klima:

- › Reduktion von Nährstoffüberschüssen, dadurch Reduktion von Lachgas- und Ammoniakemissionen.
- › Humusaufbau und Kohlenstoffspeicherung durch organische Düngung.
- › Transportbegrenzung für Hofdünger, dadurch Reduktion der Emission aus Treibstoffen.
- › Einsparung von CO₂ und Reduzierung von Energie durch das Verbot chemisch-synthetischer Dünger.

Erden und Substrate

Richtlinien Teil II, Artikel 3.1.1, 3.6.2, 3.7.3

Zur Humusanreicherung der Böden darf kein Torf eingesetzt werden. Bei den Jungpflanzen ist der Torfverbrauch möglichst zu reduzieren (aktuell 70 Prozent). Bei Kräutern und Topfpflanzen ist je nach Kategorie max. 0 – 50 Prozent Torfanteil im Substrat erlaubt.

Leistung für das Klima:

- › Einschränkung des Torfgebrauchs: Verminderung der Emissionen, die durch die Trockenlegung und Degradierung von Hochmoorökosystemen anfallen.

Klima und Torf

Durch die Trockenlegung von Torf zur Gewinnung von gärtnerischen Erden und Brennstoffen werden Kohlenstoff speichernde Hochmoorökosysteme nachhaltig gestört. Für den Abbau ist eine tiefgründige Entwässerung von Hochmooren notwendig, was den aeroben Abbau von Torf zu Kohlendioxid in Gang setzt. Dadurch können jährlich bis zu 1.2 Tonnen C pro Hektare und Jahr freigesetzt werden (13). Das entspricht einer Strecke von über 29'000 km, die mit einem Mittelklassewagen (150 g CO₂/km) zurückgelegt werden kann.

Futtermangement und Tiergesundheit

Richtlinien Teil II, Kapitel 4.2, 4.2.3, 5.1.2ff

Es wird eine hohe Lebensleistung, aber keine Jahres-Spitzenleistung angestrebt. Die Tiere sollen hauptsächlich mit betriebseigenem Futter versorgt werden. Bei den Wiederkäuern muss mindestens 90 Prozent des Futters mit biologisch erzeugtem Raufutter abgedeckt werden (Anteil an der Trockensubstanz).

Leistung für das Klima:

- › Reduktion des Energieaufwandes für Transporte.
- › Verminderung der Emissionen zur Kraftfuttermittelherstellung (graue Emissionen).

Zusatznutzen

Minimale direkte Nahrungskonkurrenz zum Mensch, da statt Kraftfutter (Soja, Getreide) vor allem Gras verfüttert wird.

Energieverbrauch

RL Teil III und V (Verarbeitung und Handel; Import)

Es werden nur Erzeugnisse über Land- oder Seewege zertifiziert (Verbot von Flugtransporten).

Leistung für das Klima

- › Reduktion des CO₂-Ausstosses

Richtlinien Teil II, Kapitel 2.2 (Arten und Sortenwahl)

Als Voraussetzung für eine optimale Pflanzengesundheit werden standortangepasste, widerstandsfähige Arten und Sorten gewählt.

Leistung für das Klima:

- › Reduktion des Energieaufwandes: Geringerer Einsatz von organischen Pflanzenschutzmitteln.

Energieeffizienz

Richtlinien Teil II, Kapitel 2.7

Gut isolierte Gewächshäuser dürfen während der Wintermonate auf maximal 10 °C geheizt, weniger gut isolierte nur frostfrei gehalten werden, ausser sie werden mit erneuerbarer Energie geheizt.

Leistung für das Klima:

- › Reduktion des energiebedingten CO₂-Ausstosses: Limitierte Gewächshausheizung, Heizen mit erneuerbarer Energie.

Massnahmenliste

Mit den hier beschriebenen Massnahmen können Biobetriebe die Klimawirkung verbessern. Zusätzlich zum Reduktionspotenzial können einzelne Massnahmen auch zur Kohlenstoffspeicherung (zum Beispiel Agroforstsysteme) oder zu einer Anpassung an die erwarteten klimatischen Bedingungen bzw. Witterungsereignisse beitragen (zum Beispiel Humusaufbau als Erosionsschutz).

Anhand von zwei Schweizer Modellbetrieben wurde ein Teil der Massnahmen auf das Reduktionspotential und die Wirtschaftlichkeit untersucht. Die Wirkung der Umstellung auf Bio wurde nicht berücksichtigt. In jedem Kapitel sind zuerst die berechneten und anschliessend die nicht berechneten Massnahmen aufgeführt. Details und Hintergrund zur Studie siehe Seite 20.

Mögliche Massnahmen auf allen Betrieben

Hofdüngerkompostierung



CO₂-Einsparung

●●● Hoch bis sehr hoch*

Wirtschaftlichkeit

○○○ Negativ
Jedoch ökonomisch interessant in Kantonen mit Beiträgen für die Mistkompostierung.*

Was ich tun kann

- › Kompostierung von Hofdünger und Biomasse zur Stabilisierung der organischen Substanz.

Beitrag zum Klimaschutz

- › Verminderung der (v.a. CH₄-) Emissionen aus dem anaeroben Abbau von Hofdünger (14).
- › Humusanreicherung (1), (14).
- › Je nach Qualität und Anwendungszweck kann Kompost als Torfersatz verwendet werden.

Zusatznutzen

- › Krankheitsunterdrückende Wirkung im Boden entfalten.
- › Bessere Speicherung von Bodenwasser (Klima-Anpassung).
- › Wirkt als Pflanzendünger und Bodenverbesserer.

* Details Seite 20

Erneuerbare Energie



CO₂-Einsparung

●●● Hoch*

Wirtschaftlichkeit

●●● Fotovoltaik hoch, dank KEV (kostendeckende Einspeisung)*

Was ich tun kann

- › Standortangepasste Erzeugung von erneuerbarer Energie (Fotovoltaik, Solarthermie, Windenergie, Biogas).
- › Nutzung vorhandener Energiequellen wie Thermalwasser und Erdwärme.

Beitrag zum Klimaschutz

- › Verminderung des CO₂-Ausstosses durch Einsparung fossiler Rohstoffe.
- › Umwandlung des Methans in CO₂ (bei der Verbrennung) im Fall von Biogasanlagen.

Maschineneffizienz



CO₂-Einsparung

●○○ Gering bei einzelner Massnahme, insgesamt relevant.*

Wirtschaftlichkeit

●○○ Gering bis mittel (wenn Massnahmen kombiniert werden.*

Was ich tun kann

- › Übermotorisierung vermeiden! Absprache bei Neuanschaffung von Maschinen mit Nachbarn.
- › Traktoren und Maschinen mit geringerem Energieverbrauch bevorzugen.
- › Einsatz von Maschinen überprüfen und optimieren.
- › Maschinen regelmässige warten.
- › Ökologische und ökonomische Fahrweise (Eco-drive).
- › Vergrösserung der Arbeitsbreiten führt zu einer Verminderung von Überfahrten.

Beitrag zum Klimaschutz

- › Einsparung fossiler Treibstoffe bei Herstellung und Nutzung der Maschinen.

Mögliche Massnahmen auf allen Betrieben (Fortsetzung)

Isolation



*

Was ich tun kann

- › Mit der Isolation des Wohnhauses kann Heizenergie (Holz, Öl oder Gas) gespart werden.

Beitrag zum Klimaschutz

- › Verminderung des CO₂-Ausstosses durch Einsparung fossiler Brennstoffe.

Zusatznutzen

Für die Sanierung der Gebäudehülle gibt es in der ganzen Schweiz Fördergeld aus dem Gebäudeprogramm.

* Die CO₂-Einsparung und Wirtschaftlichkeit wurden für diese Massnahme wegen mangelnder Datenlage oder zu hohem Aufwand nicht berechnet.

Energie sparen



*

Was ich tun kann

- › Potenzial für die Reduktion des Energieverbrauches auf dem Betrieb nutzen: Heiztemperatur reduzieren; Heizung abschalten; Warmwasserboiler, Heizungen im Stall, Heubelüftung, Beleuchtung ersetzen.
- › Geräte mit geringem Energieverbrauch verwenden. Vor dem Kauf Empfehlungen von www.topten.ch beachten.
- › Nutzung vorhandener Energiequellen: Rückgewinnung der Wärme bei der Kühlung von Milch oder Lagerräumen für die Warmwasseraufbereitung, die Trocknung oder das Heizen (z.B. Gewächshäuser).

Beitrag zum Klimaschutz

- › Verminderung des CO₂-Ausstosses durch Einsparung fossiler Brennstoffe.

Pflanzkohle (Biochar)



*

Pflanzkohle ist von Bio Suisse (Knospe) bisher nicht zugelassen.

Was ich tun kann

- › Ausbringung von Pflanzkohle zur Bodenverbesserung durch Humusaufbau (15), Erhöhung der Nährstoffnutzungseffizienz (16), Wasserhaltefähigkeit (17), etc.
- › Durch Verwendung von Baumschnitt und Schwachholz zur Verkohlung kann Konkurrenz mit Flächen zur Nahrungsmittelerzeugung deutlich reduziert werden.

Beitrag zum Klimaschutz

- › Potenzial zur Kohlenstoffspeicherung durch Stabilisierung der organischen Bodensubstanz (18).
- › Verringerung der bodenbürtigen N₂O-Emissionen und Erhöhung der N-Nutzungseffizienz (19), (16)

Mögliche Massnahmen auf allen Betrieben (Fortsetzung)

Biogasanlage



*

Was ich tun kann

- › Die Gewinnung von Methanogas als Energieträger aus Biomasse (Gülle usw.) kann eine effektive Verminderungsmassnahme von Methanemissionen während der Lagerung und Ausbringung von Hofdüngern sein (inkl. Erzeugung erneuerbarer Energie als Alternative zu fossilem Brennstoff). Jedoch sind folgende Aspekte bezüglich Nachhaltigkeit und Umweltwirkung zu beachten:
- › Restsubstrat einer Nachgärung unterziehen, um mögliche Methanfreisetzung auf landwirtschaftlichen Flächen auszuschliessen.
- › Das Restsubstrat enthält hohe Ammoniumgehalte.
- › Ausbringen möglichst mit Schleppschlauch.
- › Nach Ausbringung mit Güllefass eine zügige Einarbeitung zur Vermeidung von Ammoniakemissionen sicherstellen.

Zu beachten:

- › Bio Suisse Richtlinien Teil II, Kap. 2.4. Nährstoffversorgung.

* Die CO₂-Einsparung und Wirtschaftlichkeit wurden für diese Massnahme wegen mangelnder Datenlage oder zu hohem Aufwand nicht berechnet.

Waldbewirtschaftung



*

Was ich tun kann

- › Topografisch angepasste, wirtschaftliche und nachhaltige Bewirtschaftung der Wälder
- › Primär Produktion von Wertholz im Wald und Brennholz mit Weidebäumen.

Beitrag zum Klimaschutz

- › Potenzial zur Kohlenstoffspeicherung (oberirdisch und unterirdisch) durch Baumkulturen.
- › Einsparung/Substitution fossiler Rohstoffe durch klimaneutrale Holzheizung.

Zusatznutzen

Senkenleistung des Waldes erhalten und durch Nutzung fördern.

Mögliche Massnahmen auf Viehbetrieben

Tiergesundheit und Langlebigkeit



CO₂-Einsparung

●●● Hoch bis sehr hoch*

Wirtschaftlichkeit

Nicht berechnet.

Was ich tun kann

- › Tierwohl und artgerechtes Haltungsverfahren führen zu einer Verbesserung der Tiergesundheit und Langlebigkeit.
- › Züchtung auf Langlebigkeit bringt eine Erhöhung der Laktationszahl pro Tier; Maximum der Milchleistung tritt in der fünften bis sechsten Laktation ein (20). Folge ist eine niedrigere Remontierungsrate, so dass die Emissionen der Aufzuchtphase auf eine längere Nutzungsdauer verteilt werden (gibt auch niedrigere Aufzucht-kosten).
- › Bei der Rassenwahl und Zucht: Selektion auf Effizienz und Weidetauglichkeit berücksichtigen.

Beitrag zum Klimaschutz

- › Niedrigere Gesamtemission pro Tier und Produkteinheit durch längere Nutzungsdauer und leistungsfähigere und langlebige Tiere (10).

Grünland: Vollweide



CO₂-Einsparung

●●● Hoch*

Wirtschaftlichkeit

●●● Hoch*

Was ich tun kann

- › Standortangepasste Umstellung auf Vollweide.
- › Nutzungsintensität und Düngung anpassen, so dass hochwertige Futterstruktur gewährleistet ist.
- › Weideplanung gemäss Futterangebot und Futterqualität.
- › Gute Weidefläche möglichst in Stallnähe.
- › Umtriebsweiden statt Standweiden.

Beitrag zum Klimaschutz

- › Verminderung der Emissionen für die Futterbeschaffung und Hofdüngerausbringung.
- › Intensive Wurzelbildung und CO₂ Bindung im Grasland durch Nutzung (21)
- › Erhöhte Düngung und Schnittnutzung führen tendenziell zu einer verbesserten N-Ausnutzung und höheren C-Speicherung als bei Extensivgrünland ohne Düngung (22).

Zweinutzungsrasen und Kreuzungsstiere



CO₂-Einsparung

●●● Hoch bis sehr hoch*

Wirtschaftlichkeit

Nicht berechnet.

Was ich tun kann

- › Zweinutzungsrasen bei Kühen bevorzugen und fördern. Bei der Doppelnutzung sind weniger Tiere für die Produktion gleicher Mengen Fleisch und Milch nötig. Dies bedeutet auch geringeren Futteraufwand. Geeignete Zuchtrassen: z.B. Swiss Fleckvieh, Simmentaler, Original Braunvieh. Für Details siehe Zuchtverbände.

Beitrag zum Klimaschutz

- › Dank Koppelprodukt (Fleisch/Milch) Minderung der Emissionen (23).

* Details Seite 20

Mögliche Massnahmen auf Viehbetrieben (Fortsetzung)

Schattenbäume fürs Vieh



CO₂-Einsparung

- Abhängig von der Anzahl Bäume.*

Wirtschaftlichkeit

- Mittel.
Je nach Art, Anzahl und Kontext ökonomisch interessant.*

Was ich tun kann

- › Pflanzen von z.B. Hochstammbäumen auf Weideland (Agroforst). Kann den Tieren im Sommer als Schatten-spender dienen.

Beitrag zum Klimaschutz

- › Potenzial zur Kohlenstoffspeicherung (oberirdisch und unterirdisch) durch Baumkulturen.
Das Speicherungspotenzial der Bäume ist dabei abhängig von standort-spezifischen Faktoren wie Klima, Boden und Management, (24) sowie der Holznutzungsart. Wird das Holz verbaut, wird am meisten CO₂ gebunden.

Zusatznutzen

- › Anpassung der Tierhaltung an veränderte klimatische Bedingungen, wie z.B. Hitzeextreme.
- › Beiträge der öffentlichen Hand für Landschaftsbäume/Streuobstwiesen etc.

Krafftutterreduktion



CO₂-Einsparung

- Bio gering, weil generell wenig Krafftutter eingesetzt wird.*

Wirtschaftlichkeit

- Nicht berechnet. Gemäss anderen Studien ist die Krafftutterreduktion wirtschaftlich.

Was ich tun kann

- › Die Grundfutterproduktion ist bei Dauergrünland oder Kunstwiese mit weniger Emissionen verbunden als bei der Krafftutterproduktion.
- › Grundfutterqualität mit angepasstem Nährstoffgehalt führt zu besserer Futtermittelumsetzung.
Ein ausgewogenes Gräser-Kräuter-Leguminosen –Verhältnis beträgt 70 : 10 : 20 Prozent.
- › Zuchtziel: Gute Grundfutterverwertung und Weidetauglichkeit.

Beitrag zum Klimaschutz

- › Weniger Emissionen aus der Krafftuttererzeugung durch erhöhte Grundfutterausnutzung (23).

Zusatznutzen

- › Verbesserte Faserverdauung und Grundfutterverwertung.
- › Stoffwechsellastung der Tiere.

Wärmerückgewinnung aus der Milchkühlung



CO₂-Einsparung

- Gering*

Wirtschaftlichkeit

- Mittel*

Was ich tun kann

- › Milchkühlungssysteme mit Wärmerückgewinnung verwenden.
- › Vorkühlung der Milch mit Kaltwasser.
- › Aufwärmen des Tränkwassers mit Wärme aus der Milch.
- › Anlage nicht überdimensionieren.
- › Milchlagerraum in kühlem Gebäudeteil einrichten und nicht beheizen.

Beitrag zum Klimaschutz

- › Einsparung fossiler Brennstoffe (25).

Zu beachten:

- Ob die Wärmerückgewinnungsanlagen sich rechnen hängt von der produzierten Milchmenge ab. Vorher abklären, ob sich der Einsatz lohnt.

* Details Seite 20

Mögliche Massnahmen auf Viehbetrieben (Fortsetzung)

Morgen- oder Nachtweide



*

Was ich tun kann

- › Hohe Umgebungstemperaturen erhöhen die Ammoniakfreisetzung aus tierischen Exkrementen. Bei der Kombination Stallhaltung tagsüber und Nachtweide werden diese Emissionen reduziert.

Beitrag zum Klimaschutz

- › Verminderung der NH₃-Emissionen aus Harn und Kot im Vergleich zur Stallhaltung (26).
- › Anpassung der Tierhaltung an veränderte klimatische Bedingungen, wie z.B. Hitzeextreme.

Zusatznutzen

- › Weidegang über Nacht oder am Morgen hilft Hitzestress und Belästigung durch Insekten reduzieren.

* Die CO₂-Einsparung und Wirtschaftlichkeit wurden für diese Massnahme wegen mangelnder Datenlage oder zu hohem Aufwand nicht berechnet.

Hofdünger: Aufbereitung



*

Was ich tun kann

- › Gülle verdünnen (bis 1:1) vermindert Ammoniakverluste und verbessert die Stickstoff-Ausnutzungseffizienz, erhöht aber die Emissionen und Kosten der Ausbringung.
- › Nach dem Rühren von Flüssigmist diesen möglichst rasch ausbringen.

Beitrag zum Klimaschutz

- › Verminderung der Emissionen aus Hofdünger.

Hofdünger: Abdeckung



*

Was ich tun kann

- › Güllagerung mit Schwimmfolie.
- › Geschlossene Jauchegrube.
- › Eine stabile Schwimmschicht erfüllt diesen Zweck in ähnlichem Ausmass.

Beitrag zum Klimaschutz

- › Verminderung der Emissionen bei der Lagerung von Hofdünger (27).
- › Das Abdecken der Gülle ist im Ressourcenprogramm des BLW aufgenommen und wird entschädigt: www.blw.admin.ch > Themen > Nachhaltige Ressourcennutzung

Mögliche Massnahmen auf Viehbetrieben (Fortsetzung)

Hofdünger: Austausch



*

Was ich tun kann

- › Bei Hofdüngerüberschuss Austausch von Hofdünger gegen Raufutter (Kleegrasaufwuchs) mit viehschwachen oder viehlosen Betrieben.

Beitrag zum Klimaschutz

- › Austausch Kleegrasaufwuchs gegen Hofdünger sorgt für eine bessere N-Verwertung auf den beteiligten Betrieben und dadurch weniger gasförmige N-Verluste (28).

* Die CO₂-Einsparung und Wirtschaftlichkeit wurden für diese Massnahme wegen mangelnder Datenlage oder zu hohen Aufwandes nicht berechnet.

Hofdünger: Verteilung



*

Was ich tun kann

- › Gezielte und bedarfsgerechte Hofdüngerverteilung auf allen Flächen.
- › Überversorgung vermeiden.
- › Bei Gemüsekulturen mit hohem Stickstoffbedarf die Düngergaben möglichst in mehrere kleine Gaben unterteilen.

Beitrag zum Klimaschutz

- › Verminderung des Verlustes von pflanzenverfügbarem Stickstoff und damit Reduktion der Lachgas-Emission.

Hofdünger: Ausbringung



*

Was ich tun kann

- › Emissionen hängen von Temperatur, Witterung, Luftfeuchtigkeit ab, sowie Art und Zusammensetzung des Hofdüngers.
- › Optimaler Ausbringungszeitpunkt: kühl, feucht, windstill, abends. Wenn möglich im Frühling und im Herbst.
- › Bodenzustand und Witterungsbedingungen berücksichtigen (Befahrbarkeit /Aufnahmefähigkeit), dadurch Bodenverdichtungen vermeiden, welche die N₂O-Bildung begünstigen.
- › Ausbringung mit Schleppschlauch.
- › Auf Acker flach einarbeiten sobald die Bodenbedingungen es zulassen.

Beitrag zum Klimaschutz

- › Verminderung der NH₃- und N₂O-Emissionen beim Ausbringen und Verbesserung der Stickstoffausnutzung (27).

Zusatznutzen

- › Verschiedene Kantone (BL, BE, ZH) unterstützen den Schleppschlauch. Neu auch der Bund im Rahmen des Ressourcenprogramms.

Mögliche Massnahmen auf Viehbetrieben (Fortsetzung)

Mischkultursysteme



*

Was ich tun kann

- › Ertragssicherung (Erhöhung der Standfestigkeit) durch Stützfrucht für anspruchsvolle Kulturen wie zum Beispiel Eiweisserbsen mit Sommergerste oder Triticale mit Wintererbsen.

Beitrag zum Klimaschutz

- › Durch Mischkultursysteme wird die Ertragssicherheit von heimischen Leguminosen, wie z.B. Erbsen deutlich verbessert, was den Import von Proteinfuttermitteln aus Drittstaaten verringert (Transportemissionen).
- › Durch Verbesserung der Produktivität bei Proteinträger werden die anbaubedingten Emissionen pro Proteineinheit gesenkt.
- › Diversifizierung von Anbaukulturen erhöhen die Widerstandsfähigkeit gegenüber Wetterextremen.

* Die CO₂-Einsparung und Wirtschaftlichkeit wurden für diese Massnahme wegen mangelnder Datenlage oder zu hohen Aufwandes nicht berechnet.

Grünland: Naturwiese



*

Was ich tun kann

- › Dauergrünland ausdehnen, denn es hat verglichen mit Kunstwiese eine ausgedehntere Wurzelmasse mit erhöhtem C-Speicherpotenzial.
- › Umwandlung von Ackerland in Hanglagen und auf Moorböden in Dauergrünland reduziert Erosion und C-Verluste (13).
- › Ausdehnung des Grünlandes durch Sömmerung.

Beitrag zum Klimaschutz

- › Deutlich höhere Kohlenstoffspeicherung im Boden unter Dauergrünland als unter Ackernutzung (29).
- › Artenreicheres Grünland leistet einen höheren Beitrag zur Kohlenstoffspeicherung als artenarmes Grünland. Deshalb intensive Wurzelbildung durch Vielfalt erzielen (30).

Zusatznutzen

- › Sömmerungsbeiträge

Stallarchitektur



*

Was ich tun kann

- › Für Neubauten: Anordnung der Laufflächen und – höfe so, dass die Exkremamente möglichst wenig der Sonne und Umgebungsluft ausgesetzt sind. Einsatz von Einstreu vorsehen. Das ist wichtig beim Fressplatz, wo die meisten Exkremamente anfallen.
- › Stalldach für Solarzellen und – Kollektoren günstig ausrichten.
- › Nutzen der Dachwärme für die Heutrocknung
- › Vermeiden langer Wege, grosser Förderhöhen, zu kleiner Rohrdurchmesser für Gülle, Wasser, Milch.

Beitrag zum Klimaschutz/-anpassung

- › Verminderung der Emissionen aus Tierexkrementen (NH₃) (26).

Zusatznutzen

- › Im Ressourcenprogramm des Bundes gibt es Beiträge für Bauten zum raschen Abfluss von Harn von der Stallauflähe.

Mögliche Massnahmen im Acker-, Gemüse-, Obst- und Rebbau

Reduzierte Bodenbearbeitung



CO₂-Einsparung

●○○ gering pro Hektare*

Wirtschaftlichkeit

●●○ mittel (vor allem, durch geringeren Treibstoffverbrauch)*

Was ich tun kann

- › Einführung betriebs- und standortangepasster, reduzierter Bodenbearbeitung.
- › Weniger tiefe und weniger häufige Bodenbearbeitung erhöht die mikrobielle Aktivität im Boden und führt zu einer besseren Bodenstruktur.
- › Der Unkrautdruck wird eher grösser, deshalb mit kleinen Versuchen und nicht auf Problemflächen beginnen.
- › Pflugtiefe verkleinern und Einsatzhäufigkeit verringern. Einsatz von Stoppelhobel, Kurzscheibenegge, Flügelchargrubber usw. wenn der Pflug nicht zwingend nötig ist.
- › Flache Einarbeitung der organischen Dünger erhöht die Stickstoff-Ausnützung (31).

Beitrag zum Klimaschutz

- › Einsparung fossiler Treibstoffe durch geringeren Zugkraftbedarf.
- › Kohlenstoffspeicherung vor allem in den oberen 20 cm Boden (31). Wirkung auf Lachgasemissionen zurzeit noch unklar.
- › Geringere Erosionsanfälligkeit von reduziert bearbeiteten Böden.

* Details Seite 20

Sortenwahl



**

Was ich tun kann

- › Auswahl und Züchtung krankheitstoleranter oder -resistenter und nährstoffeffizienter Sorten. Dies ermöglicht einen verminderten Einsatz an Pflanzenschutzmitteln und Düngern. Siehe Sortenlisten und Sortenempfehlungen des FiBL www.shop.fibl.org oder www.organicXseed.com.
Absprache/Verhandlung mit dem Produktabnehmer im Voraus klären.

Beitrag zum Klimaschutz

- › Einsparung von Emissionen, die mit der Herstellung und Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln verursacht werden.
- › Möglicherweise höhere Erträge, dadurch weniger Emissionen pro Ertragseinheit.
- › Weniger Spritzfahrten bei resistenten Sorten führen zur Einsparung fossiler Treibstoffe.

Untersaat



**

Was ich tun kann

- › Untersaat bei Reihenkulturen, vor allem Mais und Getreidebestände mit ausreichendem Reihenabstand. Aussattermin: nach 2. Hackdurchgang mit aufgebautem Streugerät (siehe FiBL-Merkblatt Biomais, Nr. 1017, www.shop.fibl.org).

Hinweis: Kann in Trockenzeiten zu Wasserkonkurrenz führen.

Beitrag zum Klimaschutz

- › N-Effizienzsteigerung durch Verringerung von Nitrataustrag besonders bei Mais.
- › Humusförderung.
- › Anpassung an Wetterextreme durch verbesserten Erosionsschutz.

**Die CO₂-Einsparung und Wirtschaftlichkeit wurden für diese Massnahme wegen mangelnder Datenlage oder zu hohen Aufwandes nicht berechnet.

Mögliche Massnahmen im Acker-, Gemüse-, Obst- und Rebbau (Fortsetzung)

Gewächshausführung



*

Was ich tun kann

- › Brennstoffe aus erneuerbarer Energie.
- › Zur Heizung von Gewächshäusern: Wärmerückführsysteme, Geothermie, Abwärme von Biogasanlagen und Kehrichtverbrennungsanlagen, Windenergie, Holzschnitzelheizung.
- › Optimierung der Isolation (Abdichtung von Scheiben und Lüftungen).
- › Optimierung der Flächennutzung und Anbauplanung.
- › Zur Wachstumsförderung kann Kohlendioxid, das beim Heizen der Gewächshäuser mit fossilen oder biogenen Brennstoffen anfällt, zum Teil wieder in den Photosynthesekreislauf integriert werden.
- › Bei einer Umstellung der Beheizung besteht die Möglichkeit, ein Kompensationsprojekt beim Bundesamt für Umwelt (BAFU) einzugeben.

Beitrag zum Klimaschutz

- › Verminderung des CO₂-Ausstosses durch Einsparung fossiler Rohstoffe.

* Die CO₂-Einsparung und Wirtschaftlichkeit wurden für diese Massnahme wegen mangelnder Datenlage oder zu hohen Aufwandes nicht berechnet.

Torf



*

Was ich tun kann

- › Torfanteil auf ein Minimum reduzieren.
- › Torfherstellung bedingt die Trockenlegung und Zerstörung von kohlenstoffspeichernden Mooren. Als Alternative: Holzfasern zu Substraten beimischen und damit einen Teil Torf ersetzen (zurzeit für Jungpflanzen nicht möglich) oder „Speedytöpfe“ mit geringerem Substratvolumen für Anzucht verwenden.
- › Soweit gartenbaulich sinnvoll: Torf durch Kompost ersetzen.

Beitrag zum Klimaschutz

- › Verminderung der Emissionen, aus der Moordegradation (CO₂-Freisetzung aus dem organischen Substanzabbau).

Recycling¹



*

Was ich tun kann

- › Die berühmten drei R: Reduce/Reuse/Recycle (Reduzieren/Wiederverwenden/Recyceln).
- › Sachgerechte Entsorgung.
- › Vor allem Kunststoffe sind problematisch.

Beitrag zum Klimaschutz

- › Verminderung des CO₂-Ausstosses.
- › Einsparung fossiler Rohstoffe.

¹ Schon in den Bio Suisse Richtlinien festgelegt

Mögliche Massnahmen im Acker-, Gemüse-, Obst- und Rebbau (Fortsetzung)

Dauerbegrünung Reben¹



*

Was ich tun kann

- › Durch die Dauerbegrünung in Reben wird der Erosionsschutz in Hanglagen erhöht.

Beitrag zum Klimaschutz

- › Potenzial der Kohlenstoffspeicherung durch die Vegetation und im Boden.

¹ Schon in den Bio Suisse Richtlinien festgelegt

Moderne Agroforstsysteme



*

Was ich tun kann

- › Integration von Bäumen und Hecken in Ackerkulturen oder auf Grünland zur Energie-, Wertholz- oder Obstproduktion.

Beitrag zum Klimaschutz

- › Potenzial zur Kohlenstoffspeicherung (oberirdisch und unterirdisch) durch Baumkulturen.
- › Das Speicherungspotenzial der Bäume ist dabei abhängig von standort-spezifischen Faktoren wie Klima, Boden und Management (24).
- › Verbesserung des Kleinklimas in Agrarlandschaften, z.B. durch Windschutz.

* Die CO₂-Einsparung und Wirtschaftlichkeit wurden für diese Massnahme wegen mangelnder Datenlage oder zu hohen Aufwandes nicht berechnet.

Hintergrund zur Pilotstudie

Im Rahmen einer Pilotstudie wurde die Effektivität und Effizienz von ausgewählten Massnahmen zu Treibhausgas- (THG-) Einsparungen für einen spezialisierten Biomilchviehbetrieb und einen Biogemischtbetrieb mit Ackerbau und Milch quantifiziert. Betrachtet wurden die Emissionen pro Betrieb und nicht die Emissionen pro produziertem Produkt. Der Gemischtbetrieb lag in der Talzone und der Milchviehbetrieb in der Bergzone II und III (siehe Tabelle).

Folgende Massnahmen wurden quantifiziert:

Tierhaltung

- › Langlebigkeit bei Milchkühen
- › Zweinutzungsrassen bei Rindern
- › Weidehaltung/Vollweide
- › Schattenbäume auf Weiden
- › Wärmerückgewinnung bei Milchkühlung
- › Kraftfutterfreie Futterrationen

Düngermanagement

- › Hofdüngerkompostierung

Bodenbewirtschaftung

- › Reduzierte Bodenbearbeitung (nur für Gemischtbetrieb berechnet).

Energie

- › Fotovoltaik
- › Anwendung von Eco-Drive
- › Traktor mit geringerem Treibstoffverbrauch (Optimierung des Treibstoffverbrauchs)
- › Optimierte Nutzungsdauer von Maschinen
- › Solarthermie

Klimaschutzmassnahmen auf zwei Betrieben

(nach Schader et al., 2013; Jud, 2012) (32, 33)

| Massnahmen | Gemischtbetrieb, Talzone, 55.2 ha LN, 82 GVE | | | | spezialisierte Milchviehbetrieb Bergzone II und III, 25. ha LN, 25 GVE | | | |
|---|---|--------------------|---------------------|----------------------|---|--------------------|---------------------|----------------------|
| | THG-Einsparung | | Wirtschaftlichkeit* | | THG-Einsparung | | Wirtschaftlichkeit* | |
| | absolut kg CO ₂ eq. | relativ Prozent | absolut Fr. | relativ Fr./ha LN | absolut kg CO ₂ eq. | relativ Prozent | absolut Fr. | relativ Fr./ha LN |
| Hofdüngerkompostierung | -12'128 | -4.36 | -1'401 | -25.4 | -4'429 | -3.18 | -1'309 | -52.2 |
| Langlebigkeit bei Milchkühen | -8'677 | -3.12 | n.b. | n.b. | -7'788 | -5.60 | n.b. | n.b. |
| Zweinutzungsrassen bei Rinder | -7'357 | -2.65 | n.b. | n.b. | -3'977 | -2.86 | n.b. | n.b. |
| Photovoltaik | -6'153 | -2.21 | 8'187 | 148.3 | -4'073 | -2.93 | +5'297 | 211.0 |
| Weidehaltung/Vollweide | -6'128 | -2.21 | 5'846 | 105.9 | -4'672 | -3.36 | +2'804 | 111.7 |
| Optimierte Nutzungsdauer von Maschinen | -4'237 | -1.52 | n.b. | n.b. | -2'206 | -1.59 | n.b. | n.b. |
| Anwendung von Eco-Drive | -2'206 | -0.79 | 640 | 11.6 | -728 | -0.52 | +137 | 5.5 |
| Optimierung des Treibstoffverbrauchs | -1'935 | -0.70 | 607 | 11.0 | -111 | -0.08 | +35 | 1.4 |
| Schattenbäume auf Weiden | -753 | -0.27 | 3'400 | 61.6 | -226 | -0.16 | +850 | 33.9 |
| Reduzierte Bodenbearbeitung | -564 | -0.20 | 722 | 13.1 | nicht relevant | | | |
| Wärmerückgewinnung bei Milchkühlung | -518 | -0.19 | 550 | 10.0 | -235 | -0.17 | +49 | 2.0 |
| Kraftfutterreduktion/Grundfutterqualität | -343 | -0.12 | n.b. | n.b. | -371 | -0.27 | n.b. | n.b. |
| Solarthermie | -262 | -0.09 | -38 | -0.7 | -139 | -0.10 | -100 | -4.0 |
| Gesamte THG-Emissionen | 277'911 | 100.00 | | | 139'066 | 100.00 | | |
| Potentielle THG Einsparungen, wenn alle Massnahmen umgesetzt | -51'261 | -18.45 | | | -28'955 | -20.82 | | |

*Wirtschaftlichkeit = finanzieller Erfolg pro Jahr bzw. pro Jahr und ha LN; n.b.: nicht berechnet

Nach der Datenerhebung auf den Betrieben wurden die THG-Gesamtemissionen sowie die spezifischen Emissionen der einzelnen Massnahmen mit dem FiBL-Betriebsmodell ermittelt. Zuerst wurden für beide Betriebe die jährlichen THG-Gesamtemissionen ohne Massnahmenumsetzung (Ist-Zustand) quantifiziert. Danach wurde die Umsetzung jeder

Massnahme einzeln berechnet und die dadurch eingesparten Emissionen in Relation zu den betrieblichen Gesamtemissionen gesetzt. Zusätzlich zu den Emissionen wurde die Wirtschaftlichkeit nach Vollkostenermittlungen (33) beurteilt.

Obwohl der Beitrag der einzelnen Massnahmen gering erscheint, reduziert die Summe aller Massnahmen die Treib-

hausgasemissionen auf dem Betrieb bereits um die 20 Prozent. Nicht einberechnet sind Einsparungen, die allenfalls durch die Umstellung auf Bioproduktion erfolgen, da für die Umstellung dieser Betriebe keine Zahlen vorliegen.

Die möglichen Reduktionspotenziale an THG-Emissionen (absolut und relativ gemessen an den betrieblichen Gesamtemissionen) und die Wirtschaftlichkeit der Massnahmen

(= finanzieller Erfolg) ist in der Tabelle dargestellt. Es zeigt sich, dass das THG-Reduktionspotenzial sowie die Wirtschaftlichkeit einzelnen Massnahmen auf beiden Betrieben leichte Unterschiede aufweisen.

Die untersuchten Praktiken leisten einen wesentlichen Beitrag zum Ziel des BLW, die Emissionen aus der Landwirtschaft um 30 Prozent zu senken.

Ausblick

Der Klimawandel stellt die Landwirtschaft und die ganze Gesellschaft vor grosse Herausforderungen. Der Schwerpunkt liegt aber zu oft nur auf der Landwirtschaft. Dabei geht vergessen, dass die landwirtschaftliche Produktion durch die Nachfrage, also durch den Konsum angetrieben wird.

Ein wesentlicher Beitrag zum Klimaschutz besteht daher darin, den Konsum an die natürlichen Möglichkeiten und Grenzen der Erde anzupassen. Aktuelle wissenschaftliche Arbeiten zeigen, dass die Biobauern und Biobäuerinnen in ihrem sorgfältigen Umgang mit den natürlichen Ressourcen dem Klima weniger schaden und viel zur Bewältigung des Klimawandels tun können.

Es besteht noch erheblicher Forschungs- und Entwicklungsbedarf, die Klimarelevanz des Biolandbaus in seiner Vielfalt an landwirtschaftlichen Praktiken und Betriebstypen zu erfassen. Dies ist notwendig, um Empfehlungen für die Praxis zu geben, und so die biologische Lebensmittelherstellung noch schonender und anpassungsfähiger für das Klima zu machen. Selbst wenn der Biolandbau, so wie er aktuell in der Schweiz und anderswo praktiziert wird, bereits umfangreiche Lösungsansätze bietet, er wird bzw. muss sich weiterentwickeln, um auch zukünftig nachhaltige und standortangepasste Landwirtschaft und Lebensmittelerzeugung zu er-

möglichen. Ein wichtiger Ansatz in diesem Zusammenhang ist die systematische Weiterentwicklung des Konzepts der ökologischen Intensivierung.

Biobauer und Vordenker Felix zu Löwenstein beschreibt das Konzept in seinem Buch Food Crash so:

«Gemeint ist eine innovative, gemeinsam von Wissenschaftlern, Bäuerinnen und Bauern fortentwickelte Landnutzungsform, die natürliche Regelmechanismen und die vorhandenen natürlichen Ressourcen geschickt nutzt, um in hoher Arbeitseffizienz stabile und möglichst hohe Erträge zu erwirtschaften. Und die deshalb mit einem Minimum an Betriebsmitteln auskommt, die von aussen hinzugekauft werden müssen, und die ohne den Einsatz naturfremder Stoffe und Organismen arbeiten kann.»

Die Landwirtschaft der Zukunft im Sinne der ökologischen Intensivierung fördert und nutzt gezielt Synergien zwischen Lebensmittelerzeugung und den Ökosystemdienstleistungen (Artenvielfalt; Landschaftsgestaltung; usw.). Dies ist eine wissensintensive Technologie, jedoch bietet sich gerade da ein grosses Entwicklungspotential für eine nachhaltige und zukunftsfähige Landwirtschaft wie den Biolandbau, da dieser vorwiegend auf Human- und Naturkapital aufbaut.

Literatur

- 1 Gattinger, A., Müller, A., Haeni, M., Skinner, C., Fließbach, A., Buchmann, N., Mäder, P.J., Stolze, M., Smith, P., El-Hage Scialabba, N., Niggli, U. (2012): Enhanced top soil carbon stocks under organic farming - A global meta-analysis. Proc. Nat. Acad. Sci. USA. doi/10.1073/pnas.1221886110
- 2 BAFU - Bundesamt für Umwelt 2013; www.climate-reporting.ch
- 3 Skinner, C., Gattinger, A., Mueller, A., Mäder, P., Fließbach, A., Ruser, R., Niggli, U. (2014): Greenhouse gas fluxes from agricultural soils under organic and non-organic management - a global meta-analysis. Science of the Total Environment, 468-469, 553-563
- 4 Schmid H, Braun M & Hülsbergen K J (2012): Klimawirksamkeit und Nachhaltigkeit von bayerischen landwirtschaftlichen Betrieben. In: Wiesinger K & Cais K (Hrsg.): Angewandte Forschung und Beratung für den ökologischen Landbau in Bayern. Ökologischer Landbau 2012, Tagungsband. -Schriftenreihe der LfL 4/2012, 137-143 (siehe auch www.pilobetriebe.de)
- 5 Zeitz, J.O., Soliva, C.R., Kreuzer, M. (2012): Swiss diet types for cattle: how accurately are they reflected by the Intergovernmental Panel on Climate Change default values? Journal of Integrative Environmental Sciences Vol. 9, Supplement 1, 199-216
- 6 IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change (2006): 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 4. Agriculture, Forestry and Other Land Use. <http://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html>
- 7 Martin, C., Morgavi, D.P., Doreau, M. (2010): Methane mitigation in ruminants: from microbe to the farm scale. Animal 4:351-365
- 8 Popp, A., Lotze-Campen, H.; Bodirsky, B. (2010): Food consumption, diet shifts and associated non-CO2 greenhouse gases from agricultural production. Global Environ. Change 20: 451-462
- 9 BLW - Bundesamt für Landwirtschaft (2011): Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel für eine nachhaltige Schweizer Land- und Ernährungswirtschaft. www.blw.admin.ch
- 10 OcCC. Das Beratende Organ für Fragen der Klimaänderung in der Schweiz (2007): Klimaänderungen und die Schweiz 2050. Erwartete Auswirkungen auf Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft. ISBN 978-3-907630-26-6, OcCC and ProClim, Bern, Switzerland, 172 pp
- 11 Zeiger, M., Fohrer, N. (2009): Impact of organic farming systems on runoff formation processes - A long-term sequential rainfall experiment. Soil Till. Res. 102: 45-54

- 12 Mäder, P., Fließbach, A., Dubois, D., Gunst, L., Fried, P., Niggli, U. (2002): Soil Fertility and Biodiversity in Organic Farming. *Science* 296, 1694-1697
- 13 Strack, M. (2008): Peatlands and Climate Change. International Peat Society, Finland, 235 pages
- 14 Diacono, M. and Montemurro, F. (2010): Long-term effects of organic amendments on soil fertility. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. 30 (2) 401-422
- 15 Jeffery, S., Verheijen, F.G.A., van der Velde, M., Bastos, A.C. (2011): A quantitative review of the effects of biochar application to soils on crop productivity using meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 144 (2011): 175-187
- 16 Taghizadeh-Toosi, A., Clough, T., Sherlock, R., Condon, L. (2011): Biochar adsorbed ammonia is bioavailable. *Plant and Soil*. DOI 10.1007/s11104-011-0870-3
- 17 Kammann, C., Linsel S., Gössling, J.W., Koyro, H.-W. (2011): Influence of biochar on drought tolerance of *Chenopodium quinoa* Willd and on soil-plant relations. *Plant and Soil*, 345: 195-210
- 18 Scheifele, M., Gattinger, A. (2012): Wie verhält sich Pflanzenkohle in Ackerböden?. *compost magazine* 2012 (2), 13-14
- 19 Zhang, A. et al. (2011): Effect of biochar amendment on maize yield and greenhouse gas emissions from a soil organic carbon poor calcareous loamy soil from Central China Plain. *Plant and Soil*. DOI 10.1007/s11104-011-0957-x
- 20 Leiber, F. (2001): Analyse der Dauerleistungskühe in der deutschen Holstein Population. Mit besonderer Berücksichtigung der „100.000-Liter-Kühe“. Diplomarbeit, Humboldt Universität Berlin
- 21 Soussana, J.F., Tallec, T., Blanfort, V. (2010): Mitigating the greenhouse gas balance of ruminant production systems through carbon sequestration in grasslands. *Animal*, 4:3: 334-350
- 22 Ammann C., Neftel A., Spirig C., Leifeld J., & Fuhrer J. (2009): Stickstoff-Bilanz von Mähwiesen mit und ohne Düngung. *Agrarforschung* 16 (9), 348-353
- 23 Hörtenhuber S., Lindenthal, T., Amon, B., Markut, T., Kirner, L., Zollitsch, W. (2010): Greenhouse gas emissions from selected Austrian dairy production systems – model calculations considering the effects of land use change. *Renewable Agriculture and Food Systems* 25 (4), 316-329.
- 24 Nair R. P. K., Mohan K. B., Nair, V. D. (2009): Agroforestry as a strategy for carbon sequestration. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. 172, 10-23
- 25 Kraatz, S. (2009): Ermittlung der Energieeffizienz in der Tierhaltung am Beispiel der Milchviehhaltung. Dissertation. Berlin. S. 66-68
- 26 Zähler, M. et al. (2005): Vorsorgliche Emissionsverminderungsmaßnahmen bei Bauinvestitionen in der Landwirtschaft. Schlussbericht. Tänikon. S. 21
- 27 Keck, M., van Caenegem, L., Ammann, H., Kaufmann, R. (2002): Emissionsschutzmaßnahmen bei Gülleteichen: Technische Machbarkeit und wirtschaftliche Konsequenzen
- 28 Heuwinkel H. et al. (2005): Auswirkung einer Mulch- statt Schnittnutzung von Klee gras auf die N-Flüsse in einer Fruchtfolge. In: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL): Forschung für den Ökologischen Landbau in Bayern. Ökolandbautag. 16.02.2005, Weihenstephan, Tagungsband. Seiten 71-78
- 29 Freibauer, A., Rounsvell, M. D. A., Smith, P., Verhagen, J. (2004): Carbon sequestration in the agricultural soils of Europe. *Geoderma*, 122: 1-23
- 30 Bacchus, P. (2013): *Biodynamic Pasture Management*. Acres, USA, 147 p.
- 31 Gadermaier, F., Berner, A., Fließbach, A., Friedel, J.K., Mäder, P. (2012): Impact of reduced tillage on soil organic carbon and nutrient budgets under organic farming. *Renewable Agriculture and Food Systems* 27(1)
- 32 Schader, C., Jud, K., Meier, M., Kuhn, T., Oehen, B., Gattinger, A. (2013): Quantification of the effectiveness of GHG mitigation measures in Swiss organic milk production using a life cycle assessment approach. *Journal of Cleaner Production*, *in press*
- 33 Jud, K. (2012): Effektivität und Effizienz von Massnahmen zur Klimagaseinsparung auf Schweizer Biobetrieben, Institute of Environmental Decisions (IED), Zürich, Switzerland, ETH Zürich.

Weiterführende Links:

- Themenseite Klima des FiBL mit zahlreichen Links, Literaturangaben und Hintergrundinformationen: www.fibl.org/de/themen/klima.html
- Themenseite Bio Suisse mit zahlreichen Links: www.bio-suisse.ch; Konsumenten; Nachhaltigkeit; Klima
- Biologischer Landbau schont Ressourcen und Klima: www.oekolandbau.de/erzeuger/grundlagen/umwelleistungen/klimaschutz-durch-oekolandbau/
- Ernährung und Klimaschutz: www.oekolandbau.de/verbraucher/wissen/klimaschutz

Impressum

Herausgeber

Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL
Ackerstrasse 113, Postfach 219, CH-5070 Frick
Tel. 062 865 72 72, Fax 062 865 73 73
info.suisse@fibl.org, www.fibl.org

Bio Suisse

Peter Merian-Strasse 34, CH-4052 Basel
Tel. 061 204 66 66, Fax 061 204 66 11
bio@bio-suisse.ch, www.bio-suisse.ch

Autoren

Andreas Gattinger und Bernadette Oehen (FiBL)

Bildernachweis

Titelbild: Jacques Fuchs (FiBL)

Seite 2: Spalte2 Kohli AG; übrige Thomas Alföldi (FiBL)

Seite 3: Thomas Alföldi (FiBL)

Seite 9: links Gerber Bio Greens AG; Mitte und rechts Thomas Alföldi (FiBL)

Seite 10: links und Mitte www.dreamstime.com; rechts Michael Scheifele (FiBL)

Seite 11: links Coop; rechts Franco Weibel (FiBL)

Seite 12: links Peter Mosimann; Mitte Thomas Alföldi (FiBL); rechts Silvia Ivemeyer

Seite 13: links Dominik Menzler; Mitte Thomas Alföldi (FiBL); rechts Werkbild DeLaval

Seite 14: links www.LID.ch; Mitte Thomas Alföldi; rechts Kohli AG

Seite 15: links Jacques Fuchs (FiBL), Mitte www.dreamstime.com; rechts Kohli AG

Seite 16: links Hansueli Dierauer (FiBL); Mitte Lukas Pfiffner (FiBL); rechts www.LID.ch

Seite 17: links Thomas Alföldi (FiBL); Mitte Monika Messmer (FiBL); rechts Bioinstitut Raumberg-Gumpenstein

Seite 18: links Martin Lichtenhahn (FiBL); Mitte und rechts Thomas Alföldi (FiBL)

Seite 19: links Andi Häseli (FiBL); rechts www.weinland-strauss.ch

Durchsicht

Christoph Fankhauser (Bio Suisse)

Redaktion

Res Schmutz

Preis

Download gratis, ausgedruckt Fr. 9.00