

Wege zu einer klimaneutralen Biolandwirtschaft in der Schweiz

eine Studie des FiBL in Abstimmung mit Bio Suisse

Zusammenfassung

Markus Steffens, Marie Dittmann, Maike Krauss, Stefan Baumann, Alice Dind, Andreas Fließbach, Mirjam Holinger, Hans-Martin Krause, Florian Leiber, Adrian Müller, Johanna Rüegg, Sibylle Stöckli, Knut Schmidtke

14.03.2022

I. Einleitung

Klimabewusstes Wirtschaften ist angesichts des immer deutlicher wahrnehmbaren und durch den Menschen verursachten Klimawandel eine gesamtgesellschaftliche Notwendigkeit, die auch von allen Wirtschaftsbereichen erbracht werden muss. Dieser Notwendigkeit muss sich auch die Landwirtschaft, und insbesondere die auf Nachhaltigkeit fokussierte biologische Landwirtschaft stellen. Die Studie «Wege zu einer klimaneutralen Biolandwirtschaft in der Schweiz» zeigt erstmals für den biologischen Landbau eines Landes, hier der Schweiz, welche Massnahmen in der Landwirtschaft, aber auch von Seiten der Verbraucherinnen und Verbraucher ergriffen werden müssten, um Klimaneutralität im Sinne von Netto-Null Treibhausgas(THG)-Emissionen erreichen zu können (Abbildung 1).

2. Wie sind Netto-Null THG-Emissionen zu erreichen?

Klimaneutralität wird im Sinne von «Netto-Null» wie folgt definiert und erreicht: Für einen Betrieb, Wirtschaftsbereich, ein Unternehmen oder ein einzelnes Produkt werden zunächst alle THG-Emissionen – in der Regel Methan (CH₄), Lachgas (N₂O) und Kohlenstoffdioxid (CO₂) – gemessen oder berechnet. Unter der Annahme, dass im Jahr 2040 ein Viertel aller landwirtschaftlich genutzten Flächen der Schweiz biologisch bewirtschaftet werden, wird der Biolandbau Schweiz im Jahr 2040 rund 1,5 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente¹ verursachen (Abbildung 1). Diese Berechnung berücksichtigt die auf den Betrieben anfallenden THG-Emissionen. Um bei diesen ausgewiesenen Emissionen

¹ CO₂-Äquivalente (abgekürzt CO₂ eq.): Die verschiedenen THG CO₂, CH₄ und N₂O haben unterschiedliche Erwärmungspotenziale. Damit man die Wirksamkeit aller THG vergleichen kann und weil CO₂, über alle Sektoren hinweg das mit Abstand wichtigste THG ist, wird dessen Potential gleich 1 gesetzt. Demnach hat CH₄ ein 24-fach und N₂O ein 298-fach höheres Potenzial zur Erwärmung der Atmosphäre als CO₂. Die unterschiedliche Lebensdauer der THG in der Atmosphäre wird in dieser Potenzialberechnung auch berücksichtigt.

«Netto-Null» zu erreichen, stehen in der landwirtschaftlichen Produktion drei Stellschrauben zur Verfügung:

1. Reduktion der THG-Emissionen
2. Kompensation der unvermeidlichen THG-Emissionen durch dauerhafte Kohlenstoff(C)-Speicherung im eigenen Wirkungsbereich (C-Sequestrierung)
3. Kompensation der unvermeidlichen THG-Emissionen (durch Erzeugung erneuerbarer Energien)

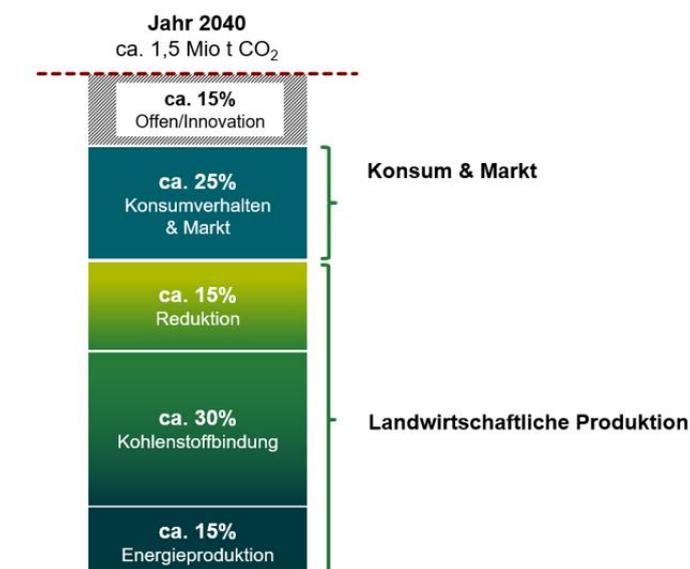


Abbildung I: Ein möglicher Weg zu Netto-Null-Emissionen im Biolandbau der Schweiz im Jahr 2040 unter Einbezug des Ernährungssystems

Die Ergebnisse der Studie «Wege zu einer klimaneutralen Biolandwirtschaft in der Schweiz» zeigen auf:

- Die Bio-Landwirtschaft kann über die obengenannten drei Stellschrauben gemäss heutigem Wissensstand die Treibhausgasemissionen um rund 60 % reduzieren und kompensieren. Dazu sind vielfältige und erhebliche Leistungen der Landwirte und Landwirtinnen notwendig.
- Über Anpassungen des Konsumverhaltens der Verbraucherinnen und Verbraucher können die landwirtschaftlichen THG-Emissionen um weitere 25% reduziert werden. Dies bedingt insbesondere einen geringeren Verzehr tierischer Lebensmittel durch eine Ernährung gemäss den Empfehlungen der Ernährungspyramide und eine Reduktion der Lebensmittelabfälle und -verluste.
- Es braucht ferner Innovationen in Landwirtschaft und Konsum bis ins Jahr 2040, um auch die verbleibenden 15 % des Ziels erreichen zu können.

Es muss betont werden, dass Netto-Null in der Landwirtschaft im Allgemeinen und gerade auch in der Biolandwirtschaft im Speziellen besonders herausfordernd ist. Dies liegt vor allem daran, dass die der landwirtschaftlichen Produktion zugrundeliegenden biologischen und chemischen Prozesse unvermeidbar zu THG-Emissionen führen: Mit Stickstoff gedüngter Boden emittiert immer auch Lachgas und Kühe emittieren im Zuge der Verdauung Methan. Anders als im Energiesektor, in dem man im Prinzip eine Dekarbonisierung zu erneuerbaren Energien mit Null Emissionen (brutto – ohne die Notwendigkeit von Kompensationen) erreichen kann, ist dies in der Landwirtschaft deshalb nicht möglich, und es braucht immer Anstrengungen, um im Rahmen einer Netto-Null-Strategie die verbleibenden unvermeidbaren Emissionen zu kompensieren. Zudem sind im Biolandbau eine Reihe anderer Aspekte wie beispielsweise Tierwohl zentrale Anliegen. Der im Herbst 2021 durch Bio Suisse gefasste Entscheid, das Töten männlicher Küken zu verbieten, wird beispielsweise zu tendenziell höheren Emissionen führen. Umso wichtiger ist für die Erreichung von Netto-Null-Zielen in der Landwirtschaft die Zusammenarbeit aller Beteiligten im Ernährungssystem, d.h. Landwirtschaft, Verarbeitung und Konsum, um wirklich alle Potentiale zur Reduktion der vermeidbaren Emissionen auszuschöpfen.

Basierend auf dieser Ausgangslage werden in der Studie mögliche Wege zur klimaneutralen Schweizer Biolandwirtschaft mit Hinweisen zum Handeln in der Praxis dargelegt. Zudem wurde das aktuelle Wissen über die wichtigsten Reduktions- und Kompensationsmassnahmen zusammengestellt und kritisch bewertet.

3. Reduktionen der THG-Emissionen

Mit einer konsequenten Umsetzung vielfältiger Massnahmen können Biobetriebe rund 15% der im Biolandbau Schweiz anfallenden THG-Emissionen reduzieren. Betriebe verfügen hierbei über unterschiedliche Möglichkeiten – abhängig des Standortes und der Betriebszweige. Diese müssen in der Umsetzung berücksichtigt werden.

3.1 THG-Reduktionen in der Nutztierhaltung

Die THG-Emissionen aus dem Nutztierbereich (Wiederkäuer, Schweine, Geflügel) des Schweizer Bio-Landbaus werden auf 0.65 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente geschätzt. Diese Menge ist Ausgangsbasis für die in diesem Bereich bestehenden Reduktionspotentiale

Tabelle 1: Geschätzte Treibhausgasproduktion der verschiedenen Nutztierpopulationen in t CO₂ eq pro Jahr

	Anzahl Tiere	Enterisches Methan	Methan aus Kot	Lachgas	Total
Kleinwiederkäuer	123'635	31'379	982	6'230	38'592
Rinder	202'552	469'777	92'180	44'795	606'752
Schweine	29'412	1'467	1'525	257	3'250
Geflügel	1'122'919	577	249	233	1'059
Total		505'201	94'936	51'515	649'652

Verdauungsprozesse bei Wiederkäuern: Das CH₄, welches im Verdauungstrakt von Rindern produziert wird, macht den grössten Anteil der THG-Emissionen aus dem Nutztierbereich aus (ca. 0.47 Mio. t CO₂ eq.).

Fütterungsmassnahmen erreichen unter experimentellen Bedingungen teilweise eine Reduktion dieser THG-Emissionen zwischen 5 und 10%. Allerdings sind die meisten der im Bio-Landbau umsetzbaren Fütterungsmassnahmen mit grossem Aufwand, Flächenbedarf zur Erzeugung entsprechende Futtermittel und beachtlichen Kosten verbunden. Dieses kann das Verhältnis zwischen Nutzen und Kosten solcher Massnahmen in Frage stellen. Die Integration von Weidepflanzen mit sekundären Inhaltsstoffen (Tanninen, ggf. ätherischen Ölen) birgt zwar ein geringes Reduktionspotenzial, ist aber leicht zu implementieren und bringt weitere Vorteile (Biodiversität, Tierwohls und -gesundheit sowie der Milchqualität) mit sich.

Konkrete *Massnahmen zur Emissionsminderung auf Herdenebene* sind z.B. eine Koppelung der Milch- und Fleischproduktion, eine Verlängerung der Nutzungsdauer bzw. eine Verkürzung der unproduktiven Lebensphasen der Tiere. Auch hier bewegt sich das Reduktionspotential im Rahmen von 10% dieser Emissionen.

Kot/Mist: Neben der enterischen CH₄-Produktion, sind die CH₄- und N₂O-Emissionen aus dem Kot bzw. Mist der Tiere die zweitgrösste THG-Quelle von Nutztieren im Schweizer Bio-Landbau (0.09 bzw. 0.04 Mio. t CO₂ eq.). Zu einer Reduktion dieser Emissionen beitragen können:

- Stickstoffarme Fütterung
- Kurze Lagerungsdauer
- Gülleabdeckungen/Biogasanlagen
- Ansäuern von Gülle
- Kühle Lagerung von Mist/Gülle

Da die den THG-Emissionen zugrundeliegenden chemischen Prozesse sehr komplex sind, lässt sich das Reduktionspotential einzelner Massnahmen nur annähernd abschätzen. Das gesamthafte Potenzial wird auf circa 15% dieser Emissionen geschätzt.

3.2 THG-Reduktionen im Pflanzenbau

Die Treibhausgase CO₂, N₂O und CH₄ werden im Boden durch Stoffwechselaktivitäten der Mikroorganismen gebildet. CH₄ wird in belüfteten Böden abgebaut und nur in staunassen Situationen emittiert und ist quantitativ weniger relevant.

Stärker ins Gewicht fallen die N₂O-Emissionen: Der Biolandbau ist für rund 12% der landwirtschaftlichen N₂O-Emissionen der Schweiz verantwortlich. Das grösste Potential für Reduktionen liegt im Gemüsebau und im Dauergrünland. Grund sind die für den biologischen Landbau vergleichsweise hohen Düngemengen an Stickstoff. Insgesamt besteht durch Massnahmen im Pflanzenbau ein Reduktionspotential der entsprechenden THG-Emissionen zwischen 10 und 15%.

Reaktiver Stickstoff: Die Reduktion der Menge an reaktivem Stickstoff im Boden-Pflanze-System generell und die verbesserte Synchronisation von N-Angebot und N-Bedarf tragen zur Reduktion von N₂O-Emissionen bei. Dies wird gefördert durch folgende Massnahmen:

- Güllegaben splitten und nur auf aktiv zehrende Kulturen ausbringen
- Schleppschläuche verwenden
- Leguminosen in Mischungen mit Nichtleguminosen anbauen
- Abfrierende Gründüngungen vermeiden
- Pflanzenrückstände mit engem C/N-Verhältnis abfahren
- Böden nicht im feuchten Zustand bearbeiten

Verdichtung: Bodenverdichtungen fördern die Bildung von N₂O und CH₄. Feuchte Böden sollten nicht bearbeitet und die Marktentwicklung hin zu leichteren Maschinen gefördert werden.

3.3 THG-Reduktionen über verminderten Energieverbrauch

Der Energieverbrauch, bzw. die damit verbundenen Emissionen können über einen Umstieg auf möglichst erneuerbare Energiequellen, eine Reduktion energieintensiver Produktionsmittel und ein Fokus auf beste Praxis betreffend Energieeffizienz bei Anwendungen, Umbauten und Neuanschaffungen gesenkt werden. Der zusätzliche Hebel solcher Massnahmen ist nicht sehr gross und wird im unteren einstelligen Prozentbereich geschätzt.

4. Kompensation durch C-Speicherung

Die dauerhafte Speicherung von organischer Substanz ist eine zentrale Massnahme, um die THG-Emissionen der Landwirtschaft im eigenen Wirkungsbereich zu kompensieren. Dazu stehen in der Landwirtschaft mehrere Möglichkeiten zu Verfügung:

1. Speicherung von organischer Substanz in der organischen Bodensubstanz
2. Einarbeitung von Pflanzenkohle
3. Etablierung von Agroforstsystemen.

Im System des Biolandbaus Schweiz wird geschätzt, dass über diese Massnahmen rund 30% der THG-Emissionen gebunden und somit kompensiert werden können (Abbildung 1).

Organische Bodensubstanz (Humus): Die Anreicherung und Stabilisierung der organischen Bodensubstanz werden über folgende Massnahmen beeinflusst:

- Anwendung von Hofdüngern
- Optimierung der Fruchtfolge (Einbezug von Klee gras, Zwischenfrüchten und Untersaaten)
- Management der Erntereste und reduzierte Bodenbearbeitung.

Es gilt zu beachten, dass Böden nur eine begrenzte Menge organischer Substanz speichern können und diese kontinuierlich mit neuer organischer Substanz aus Wirtschaftsdüngemitteln, Ernteresten und Wurzelrückständen erneuert werden muss. Werden Massnahmen gestoppt oder der Humusanteil im Boden aufgrund des sich verändernden Klimas gemindert, können Zugewinne an Humus im Boden innerhalb weniger Jahre wieder verlorengehen. Zudem haben die unterschiedlichen Böden auch verschiedene Speicherpotentiale für organische Substanz. Die Menge, die jährlich gespeichert werden kann, nimmt mit der Annäherung an das Speicherpotential ab. Agronomische Langzeitversuche zeigen, dass unter Schweizer Biobedingungen langfristig jährliche Speicherraten von 100 kg C pro Hektar und Jahr erreicht werden können.

Pflanzenkohle: Die Herstellung und Anwendung von Pflanzenkohle ist eine vielversprechende, zugleich aber kostenintensive Möglichkeit, um der Atmosphäre CO₂ zu entziehen und langfristig und gewinnbringend in Böden zu speichern. Eine Tonne Kohle enthält circa 75% organischen Kohlenstoff und kann somit rund 2.7 Tonnen CO₂-Äquivalente kompensieren. Hierbei ist wichtig, dass nur qualitativ hochwertige Pflanzenkohlen verwendet werden (Zertifiziert nach dem EBC-Standard), damit der Boden nicht mit organischen und/oder anorganischen Schadstoffen belastet wird. Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass das Holz als Ausgangsmaterial für die Pyrolyse (Herstellungsprozess der Pflanzenkohle) nicht unendlich verfügbar ist und nachhaltig entnommen werden muss. Zudem muss eine sinnvolle Aktivierung der Kohle (z.B. Co-Kompostierung, Ausbringung mit Hofdüngern, Kaskadennutzung in der Tierhaltung) vor deren Ausbringung gewährleistet sein. In der Studie wird geschätzt, dass genügend

Rohmaterial zur Verfügung gestellt werden kann, um langfristig 100 kg C in Form von Pflanzkohle pro Hektar und Jahr auf den Schweizer Bio-Flächen auszubringen.

Agroforst: Diese Systeme bieten vielfältige Möglichkeiten, grosse Menge organischer Substanz in den Böden und der Biomasse zu speichern, die Biodiversität zu steigern und die landwirtschaftliche Produktion besser an den nicht mehr zu verhindernden Klimawandel anzupassen. Je nach Region und Betriebstyp können passende Agroforstsysteme in unterschiedlichen Intensitäten etabliert werden. Wir sind in der Vorstudie davon ausgegangen, dass bis zum Jahr 2040 rund ein Viertel der Schweizer Biobetriebe Agroforstsysteme auf ihren Flächen etablieren und so circa eine Tonne Kohlenstoff pro Hektar und Jahr in der Biomasse gespeichert werden kann.

5. Kompensation durch die Erzeugung erneuerbarer Energien

Die Landwirtschaft verfügt über viele Flächen, die zur Erzeugung erneuerbarer Energien durch die Installation von Photovoltaik (PV)-Anlagen genutzt werden können.

Photovoltaik: Insbesondere die PV ist in der Schweiz wegen der vielen Sonnenstunden gut anwendbar. Mit einer durchschnittlichen Dachfläche von 200 m² pro Biobetrieb können im Jahr 2040 rund 1% der THG-Emissionen des Biolandbaus Schweiz kompensiert werden.

Agri-Photovoltaik: Neben den Dachflächen können in der nahen Zukunft auch Obstanlagen, Ackerflächen und Grünland mögliche Standorte sein, die zu einer Doppelnutzung der Flächen führen und als Agri-Photovoltaiksysteme bezeichnet werden. Agri-PV-Anlagen entwickeln neben der THG-Kompensation und einer zusätzlichen Einkommensquelle weitere positive Auswirkungen auf die landwirtschaftliche Produktion, insbesondere in Bezug auf die Anpassung an den Klimawandel. In Praxisversuchen wurden z.B. in trockenen Jahren unter Agri-PV-Anlagen höhere Erträge als ausserhalb der Anlagen erzielt. Freiflächenanlagen benötigen jedoch Raum und verändern das Landschaftsbild. Andererseits ermöglicht die eigene Energieproduktion in Kombination mit der Elektrifizierung und Verkleinerung der Geräte eine weitere Unabhängigkeit von externen Lieferanten und eine substantielle Reduktion des CO₂-Fussabdrucks des Betriebs. Sofern 7.500 ha in Schweizer Biobetrieben mit Agri-PV bestückt werden, könnten hierüber 15% THG-Emissionen kompensiert werden. Dies würde rund 3% der landwirtschaftlichen Nutzfläche des Biolandbaus Schweiz 2040 bedeuten.

Bei der Kompensation von THG-Emissionen durch erneuerbare Energieproduktion ist zu beachten, dass die Kompensationsleistung direkt von der CO₂-Emissionslast des verwendeten Strommixes abhängt. So lange fossile Energieträger zur Erzeugung des Stroms genutzt werden, können viele THG-Emissionen kompensiert werden. Je erneuerbarer der Strommix wird, desto weniger THG-Emissionen können mit diesen Anlagen kompensiert werden.

6. Klimaresilienz

Einige der Massnahmen, insbesondere die Anreicherung und Stabilisierung der organischen Bodensubstanz, die Etablierung von Agroforstsystemen und die Nutzung von Agri-Photovoltaikanlagen, tragen dazu bei, dass die Landwirtschaft besser an den prognostizierten Klimawandel angepasst wird. Neben der Minderung des Klimawandels haben diese Massnahmen also weitere Vorteile, die die Ertrags- und Versorgungsstabilität in der Zukunft sichern können.

7. Fazit

Auf Basis der in diesem Bericht zusammengestellten Datenbasis zu Biolandbau und Klimaschutz wurden verschiedene Szenarien modelliert, um die Bedingungen einer klimaneutralen Biolandwirtschaft 2040 abzuschätzen und die grössten Herausforderungen zu identifizieren.

Betriebliche Massnahmen werden es erlauben, etwa 15% der Emissionen zu reduzieren. Zusätzlich besteht das Potenzial, rund 30% der Emissionen durch C-Speicherung (organischer Bodenkohlenstoff, Pflanzenkohle und Agroforst) zu kompensieren. Dies bedingt die flächendeckende Anwendung der Massnahmen zur organischen Bodensubstanz und die Breite Praktizierung von Agroforst. Weitere 15% der Emissionen liessen sich durch die Produktion erneuerbarer Energien kompensieren (insbesondere Agri-Photovoltaik). Die Landwirtschaft kann aufgrund dieser Annahmen und Berechnungen insgesamt bis zu 60 % zur Zielerreichung beitragen (Abbildung 1).

Einen zentralen Beitrag zur Erreichung von Netto-Null THG-Emissionen in der landwirtschaftlichen Produktion müssen auch **Konsum und Markt leisten**. Die Studie zeigt, dass deren Veränderung etwa 25% der Emissionen reduzieren kann (Abbildung 1). Dies wird durch eine Reduktion der Lebensmittelabfälle sowie veränderte Ernährungsgewohnheiten (orientiert an der Ernährungspyramide) und kreislaufbasierten Ernährungssystemen erreicht. Damit einher geht der Rückgang des Verzehrs von tierischen Lebensmitteln und der Anstieg des Konsums an pflanzlichen Lebensmitteln aus biologischer Erzeugung. Tiere werden in diesem System vornehmlich mit Futtermitteln, die nicht in direkter Konkurrenz zur Nahrungsproduktion stehen, gefüttert. Die Erzeugung von Futtermitteln wie Getreide, Soja und Futtermais wird somit stark reduziert (Feed no food). Die Verminderung der Nahrungsmittelabfälle und -verluste trägt darüber hinaus zur Reduktion des CO₂-Fussabdrucks bei. Die Zusammenarbeit und Förderung entsprechender Strukturen von Seite Markt und Politik im Hinblick auf die Transformation des Ernährungssystems ist unabdingbar.

Zusätzlich werden neue **Innovationen** in der Landwirtschaft und im Ernährungssystem etabliert, die den verbleibenden Anteil von 15% bis zur Zielerreichung übernehmen. Forschung und Beratung sind hier im höchsten Masse gefordert.

Die Vorstudie zeigt, dass eine klimaneutrale Biolandwirtschaft bis 2040 erreichbar ist, sich dabei allerdings grosse und auch neue Herausforderungen stellen werden und die

Zusammenarbeit aller Beteiligten des gesamten Ernährungssystems ausschlaggebend ist. Eine klimaneutrale Biolandwirtschaft bietet aber auch Chancen, denn konsequenter Klimaschutz stärkt das Vertrauen der Verbraucherinnen und Verbraucher in die so erzeugten Lebensmittel. So kann mit konsequentem Klimaschutz auch die Wertschöpfung im Biolandbau der Schweiz nicht nur erhalten, sondern auch kontinuierlich ausgebaut werden.