

Treibhausgase aus der Bündner Landwirtschaft

Resultate und Erkenntnisse
aus der Klimabilanzierung
von 52 Pilotbetrieben

Klimaneutrale
Landwirtschaft
Graubünden

Bündner Bäuerinnen
und Bauern engagieren sich
für den Klimaschutz.

Treibhausgase aus der Bündner Landwirtschaft

Resultate und Erkenntnisse aus der Klimabilanzierung von 52 Pilotbetrieben

4 Einleitung

- 4 Landwirtschaft und Klimawandel
- 4 Projekt «Klimaneutrale Landwirtschaft Graubünden»
- 6 Gegenstand des Berichts

7 So wurde bilanziert

- 7 Ablauf der Bilanzierung
- 7 Bilanzierungsinstrument ACCT
- 8 Systemgrenzen
- 10 Wichtige Annahmen
- 12 Anwendung und Grenzen von Bilanzierungen

14 Gesamtemissionen der 52 Pilotbetriebe

- 14 Produktion
- 14 Emissionsprofil

23 Treibhausgasemissionen in einzelnen Betriebszweigen

31 Betriebszweige im Vergleich

- 31 Treibhausgasbelastung verschiedener Produkte
- 35 Emissionsprofil unterschiedlicher Betriebszweige

38 Gewählte Massnahmen

40 Fazit

42 Bilanzierungen – wie weiter?

Exkurse

- 5 Treibhausgasbilanzen
- 17 Treibhausgaspotenzial
- 19 Standortangepasste Tierhaltung
- 22 Zertifikathandel
- 24 Einfluss von Rahmenbedingungen
- 26 Intensivierung versus Extensivierung in der Milchproduktion
- 33 Feed no Food
- 34 Milchkühe, Mutterkühe und Kleinwiederkäuer
- 39 Ideenkatalog «Klimaneutrale Landwirtschaft Graubünden»

Impressum

Copyright Klimaneutrale Landwirtschaft Graubünden, Cazis 2022

Texte Sibyl Huber, Flury & Giuliani GmbH, Zürich
Fabrizio Baumann und Christjohannes Gilli, Maschinenring Graubünden, Cazis

Gestaltung und Fotos Giorgio Hösli, Mollis oder angegeben

Korrektorat Emilia Fromm, Malans

Druck Tipografia Menghini SA, Poschiavo



Klimaneutrale
Landwirtschaft
Graubünden



www.klimabauern.ch

Einleitung



Im Projekt «Klimaneutrale Landwirtschaft Graubünden» wurden die Treibhausgasemissionen von 52 Pilotbetrieben bilanziert. Die Bilanzen identifizieren die grössten Emissionsquellen und zeigen die wichtigsten Hebel für die Vermeidung und die Sequestrierung von Klimagasen in der Bündner Landwirtschaft.

Landwirtschaft und Klimawandel

Die Landwirtschaft ist schweizweit mit rund 13% die viertgrösste Verursacherin von Treibhausgasemissionen. Insbesondere das aus der Tierhaltung stammende Methan (CH₄) und das bei der Düngung mit Stickstoff entstehende Lachgas (N₂O) sind wegen ihrer hohen Treibhauswirksamkeit dafür verantwortlich. Die Landwirtschaft ist allerdings nicht bloss Mitverursacherin des Klimawandels, sondern selbst davon betroffen. Immer häufiger auftretende Wetterextreme wie langanhaltende Hitzeperioden, Starkniederschläge oder Spätfröste sowie neue Schädlinge stellen die Landwirtschaft vor zusätzliche Herausforderungen. In den nächsten Jahren und Jahrzehnten ist die Landwirtschaft gefordert, einen effektiven Beitrag zum Klimaschutz zu leisten und sich an den Klimawandel anzupassen.

Projekt Klimaneutrale Landwirtschaft Graubünden

In der Theorie stehen der Landwirtschaft viele Möglichkeiten offen, Treibhausgase zu reduzieren, weniger Ressourcen zu verbrauchen und Kohlenstoff dauerhaft im Boden zu speichern. In der Praxis ist die Wirksamkeit der Massnahmen aber

kaum erprobt. Ebenfalls fehlt die Erfahrung zur flächendeckenden Umsetzbarkeit. Im Pilotprojekt «Klimaneutrale Landwirtschaft Graubünden» setzt sich der Kanton zum Ziel, den Wandel zu einer klimaschonenden Landwirtschaft zu initiieren. Dazu werden in einer fünfjährigen Pilotphase einzel- und überbetriebliche Massnahmen zum Klimaschutz erarbeitet, auf Testbetrieben umgesetzt und hinsichtlich ihrer Wirkung und Umsetzbarkeit bewertet. In der zweiten Etappe werden die vielversprechendsten Massnahmen kantonsweit etabliert. Im Fokus stehen die vier Hauptanliegen Emissionsreduktion, Kohlenstoffspeicherung, Ressourceneffizienz und Wertschöpfung. Aus über 120 Bewerbungen wurden 52 Pilotbetriebe (inklusive der zwei kantonalen Gutsbetriebe Plantahof und JVA Realta) für die erste Etappe bestimmt. Die Pilotbetriebe verteilen sich über alle Talschaften des Kantons und ihre Produktionssysteme repräsentieren die Vielfalt der Bündner Landwirtschaft. Die Pilotbetriebe werden im Rahmen von zwei Förderbereichen unterstützt. Im «Förderbereich A» wird jeder Pilotbetrieb hinsichtlich seines Energieverbrauchs und seiner Treibhausgasemissionen bilanziert (vgl. Exkurs Treibhausgasbilanzen, Seite 5). Die Bilanzierung

Exkurs Treibhausgasbilanzen

Treibhausgasbilanzen, oft auch als klimatische Fussabdrücke bezeichnet, quantifizieren die Treibhausgasemissionen von Personen, Produkten, Dienstleistungen, Organisationen, Sektoren oder Staaten. In den letzten Jahren haben sie an Bedeutung gewonnen als Mittel, die Klimaauswirkungen in der Herstellung und dem Konsum von Produkten und Dienstleistungen zu ermitteln und die Emissionen aus verschiedenen Sektoren, Ländern oder von Handlungsalternativen zu vergleichen. Auf Basis der Klimabilanzen können gezieltere Klimaschutzmassnahmen ergriffen und das Problembewusstsein in der Bevölkerung erhöht wer-

den. Damit bilden sie eine wichtige Grundlage zur Erreichung der angestrebten Klimaziele.

Vorsicht bei Vergleichen

Auch Treibhausgasbilanzierungen von Landwirtschaftsbetrieben rücken zunehmend in den Fokus der Öffentlichkeit und der landwirtschaftlichen Interessensvertreter. Produzenten/innen, Verarbeiter/innen und Verteiler/innen von landwirtschaftlichen Gütern möchten eine verlässliche Grundlage, um die klimabezogenen Vorzüge ihrer Produkte hervorzuheben und auf dem Markt in Wert zu setzen. Auch bei den Konsumenten und Konsument-

innen steigt das Bedürfnis nach einer transparenten Beurteilung der Nachhaltigkeit von Lebensmitteln. Die Treibhausgasbelastung eines Produktes ist allerdings immer abhängig vom Vorgehen der Bilanzierung. Das heisst, der klimatische Fussabdruck ist als Schätzung einzuordnen. Entsprechend kann er je nach Systemgrenze und Methode der Bilanzierung deutlich variieren und bei Vergleichen von Zahlen aus verschiedenen Quellen muss Vorsicht geboten werden. ■



So wurde bilanziert

sowie ein kontinuierlicher Wissensaufbau durch ein umfangreiches Schulungsprogramm bilden die Grundlage, um auf den Höfen klimarelevante Massnahmen zu ergreifen. Im «Förderbereich B» setzen die Pilotbetriebe zusätzlich innovative, noch wenig erforschte Massnahmen in einzel- oder gemeinschaftlichen Klima-Projekten um. Dabei erhalten die Pilotbetriebe finanzielle Unterstützung und fachlichen Support von Experten verschiedener Hochschulen, Forschungsinstitutionen und weiteren Organisationen aus der ganzen Schweiz. So entsteht ein gross angelegtes Experiment mit unterschiedlichsten Projekten, ein «Freiluftlabor Graubünden», in welchem wertvolle Kontakte und Erfahrungen zwischen Theorie und Praxis ausgetauscht werden.

Gegenstand des Berichts

In diesem Bericht werden die Ergebnisse der ersten Treibhausgasbilanzierung von 52 Pilotbetrieben zusammengefasst. Die Resultate zeigen auf, in welchen Prozessen besonders hohe Emissionen anfallen, wie sich verschiedene Betriebszweige hinsichtlich ihrer Emissionen unterscheiden und wie hoch die Treibhausgasbelastung der landwirtschaftlichen Produkte ist. Aufgrund der beschränkten Anzahl an Betrieben und der grossen Vielfalt an Produktionssystemen sind keine sta-

tistischen Auswertungen möglich und die Daten teilweise stark gestreut. Entsprechend sind die Resultate als Abbild der Emissionen im Projekt und nicht als allgemeingültige Werte einzuordnen. Das entstehende Bild ermöglicht, die grössten Treibhausgasquellen zu identifizieren und wichtige Hebel zur Reduktion von Treibhausgasen im Kanton aufzuzeigen. Ausserdem weisen die Resultate auf relevante Themen im Kontext einer klimaschonenden Landwirtschaft hin, die im Laufe des Projektes weiter vertieft und diskutiert werden sollen. In diesem Bericht werden diese Themen als Exkurse aufgegriffen. Die Exkurse enthalten relevante Hintergrundinformationen und zeigen grössere Zusammenhänge auf, die für die Einordnung der Resultate wichtig sind. Sie ergänzen die datenbasierten Resultate mit einer gesamtheitlicheren Perspektive. Die Informationen verdeutlichen auch, dass der landwirtschaftliche Klimaschutz eine komplexe Herausforderung und mit verschiedenen Abwägungen verbunden ist. Die Pilotbetriebe erhalten mit vorliegendem Bericht Vergleichswerte, die sie mit ihren persönlichen Bilanzen in Relation setzen können. Diese Einordnung ist wichtig, um die eigenen Emissionen noch besser zu verstehen, Verbesserungsmöglichkeiten zu identifizieren und den Dialog untereinander zu fördern. ■



Mit dem Bilanzierungsinstrument ACCT werden alle Emissionen in der Produktion von landwirtschaftlichen Gütern inklusive der vorgelagerten Prozesse basierend auf wissenschaftlich anerkannten Daten erfasst. Die Emissionen können auf verschiedene Betriebszweige und Produkte aufgeteilt werden.

Ablauf der Bilanzierung

Die Bilanzierung der betriebspezifischen Treibhausgasemissionen erfolgt von einer dafür ausgebildeten Person auf dem Pilotbetrieb. Die Betriebe werden im Vorfeld gebeten, wichtige Datengrundlagen zu sammeln und bereit zu halten. In einem ersten rund dreistündigen Gespräch werden alle notwendigen Daten im Bilanzierungsinstrument erfasst. Der/die Bilanzierende berechnet im Anschluss den Energieverbrauch, die Treibhausgasemissionen und die Kohlenstoffspeicherung des Gesamtbetriebs und einzelner Betriebszweige. In einem zweiten dreistündigen Gespräch werden die Resultate mit dem Pilotbetrieb besprochen. Im Gespräch wird diskutiert, wo auf dem Betrieb grosse Stellschrauben zur Reduktion der Emissionen vorhanden sind und welche klimarelevanten Massnahmen für den Pilotbetrieb von Bedeutung sind. Für jeden Betrieb werden diese Massnahmen zusammen mit dem klimatischen Fussabdruck in einem Klimaagreement festgehalten (www.klimabauern.ch/portraits). Für einen Teil dieser Massnahmen kann ausserdem im Bilanzierungsinstrument die potenzielle Wirkung auf dem Be-

trieb abgebildet werden (Simulationen). In den nächsten fünf Jahren setzen die Betriebe die besprochenen Massnahmen mit Unterstützung von Fachberatern um. Am Ende der Pilotphase (2025) erfolgt eine weitere Bilanzierung der 52 Pilotbetriebe, um die Wirkung der effektiv umgesetzten Massnahmen abzuschätzen.

Das Bilanzierungsinstrument ACCT

Als Bilanzierungsinstrument dient das von der Firma Solagro entwickelte und auf Excel basierende AgriClimateChange-Tool (ACCT)¹. Mit ACCT können Energieverbräuche, Treibhausgasemissionen und die Kohlenstoffspeicherung von landwirtschaftlichen Betrieben erfasst und bewertet werden. Das Tool wurde seit 1999 kontinuierlich zur heutigen Software weiterentwickelt, unterliegt keinen Lizenzgebühren und ist auf jedem Computer einsetzbar. Die Berechnungen sind komplex, aber durch den formelbasierten Aufbau transparent und nachvollziehbar. Eine selbstständige Nutzung seitens der Betriebe empfiehlt sich nicht. ACCT kann für alle Anbaurichtungen und -bedingungen in Europa genutzt werden, wobei immer

¹ <https://agriadapt.eu/mitigation-farming-sector/?lang=de>

einzelbetriebliche Bewertungen durchgeführt werden. Die Datenerfassung und -beurteilung berücksichtigen jeweils das zurückliegende Produktionsjahr. Als Input dienen Betriebs- und Produktionsdaten wie Anbau-, Dünge- und Spritzpläne, der Tierbestand, betriebswirtschaftliche Unterlagen sowie Rechnungen für Treibstoff, Strom, Rohstoffe und andere Produkte.

Das Instrument generiert verschiedene Outputs: Für die betrieblichen Posten wird der Energieaufwand abgebildet und ins Verhältnis zur Energieentnahme gesetzt (Energiebilanz). Des Weiteren werden die anfallenden Treibhausgasemissionen gesamtbetrieblich und für die einzelnen Betriebszweige (Milchproduktion, Fleischproduktion, Ackerbau, Weinbau usw.) dargestellt. Die Treibhausgasbilanz zeigt auch, über welche Senken zur Kohlenstoffspeicherung der Betrieb verfügt (z. B. Grasland, Hecken, Bäume, Agroforstsysteme). Schlussendlich werden der Energieverbrauch und die Treibhausgasemissionen pro Produkt (Milch, Trockensubstanz, Wein usw.) und Energieoutput (GJ) berechnet.

Durch die gezielte Veränderung von einzelnen Parametern kann mit dem Instrument auch die Wirkung von Massnahmen simuliert werden. Da diese Wirkung aber vom jeweiligen Betriebssystem und der Interaktion mit anderen Massnahmen abhängt, muss die modellierte Wirkung immer in der Praxis verifiziert werden.

Systemgrenzen

Bei der Abschätzung und dem Vergleich von Treibhausgasemissionen ist zu beachten, dass Inventare von unterschiedlichen Quellen (BAFU, Agroscope, BLW) und Bilanzierungen mit verschiedenen Tools (ACCT, AgroCleanTech) die (territorialen und sektoralen) Systemgrenzen unterschiedlich wählen. Die Systemgrenze bestimmt, welche Emissionen in der Bilanz berücksichtigt und welche nicht berücksichtigt werden. Entsprechend können Bilanzierungen, die mit verschiedenen Methoden erstellt werden, nur bedingt miteinander verglichen werden und müssen immer im Kontext der Systemgrenzen interpretiert werden. Das ACCT berücksichtigt sowohl direkt auf dem Betrieb anfallende (z.B. Tierhaltung) als auch re-

gionale (z.B. Strom) und global anfallende (z.B. Futtermittelherstellung) Emissionen (siehe Abbildung 1, Seite 8/9).

Die Bilanz beschränkt sich auf die Emissionen der landwirtschaftlichen Produktion und ihrer Vorleistungen. Emissionen, die in der Landwirtschaft vorgelagerten Bereichen, z. B. in der Herstellung und dem Transport von Produktionsmitteln oder der Aufzucht von Tieren, entstehen, werden in der Bilanz erfasst. Im Gegensatz dazu werden Emissionen in der nachgelagerten Wertschöpfungskette, z.B. in der Verarbeitung, Veredelung oder dem weiteren Transport der landwirtschaftlichen

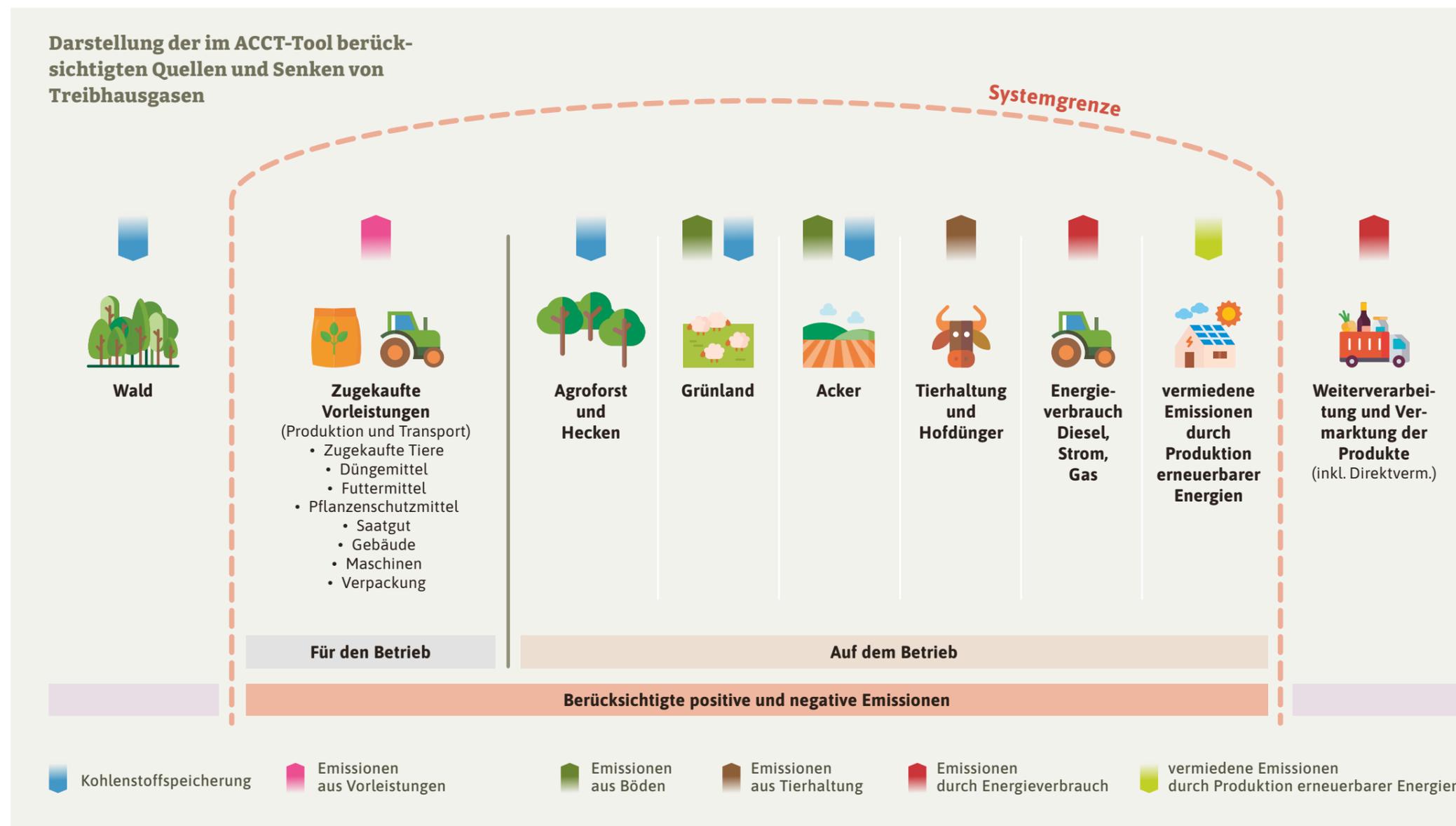


Abbildung 1 Innerhalb der Systemgrenzen liegen jene Quellen und Senken von Treibhausgasen, die im ACCT berücksichtigt werden.

Produkte nicht erhoben. Für Betriebe mit Direktvermarktung wird ein separater Betriebszweig «Direktvermarktung» erfasst, der die Emissionen der Verarbeitung und Verpackung von den Emissionen in der Herstellung der Rohprodukte trennt. So können die Emissionen von Betrieben mit und ohne Direktvermarktung verglichen werden. Ausserdem wird die Kohlenstoff-Speicherleistung nur für landwirtschaftliche Flächen ausgewiesen. Waldflächen, die im Besitz eines Betriebes sind, fliessen nicht in die Bilanz mit ein. Diese Flächen

werden als Kohlenstoffsinken im kantonalen und nationalen Waldinventar ausgewiesen. Von der landwirtschaftlichen Bilanz getrennt, aber vollumfänglich ausgewiesen, wird die Produktion von erneuerbaren Energien (z. B. Solarthermie, Biogas, Photovoltaik) auf dem Betrieb. Im gesamtgesellschaftlichen Kontext oder allenfalls auch situativ ist zu diskutieren, ob und zu welchen Anteilen diese Energie- und Treibhausgaseinsparung den Produzent/innen oder Konsument/innen gutgeschrieben wird.

Wichtige Annahmen

Das ACCT wurde aus verschiedenen Gründen für das Projekt gewählt. Dazu zählen die globale Systemgrenze, die Berücksichtigung von verschiedenen Betriebszweigen, die internationale Reichweite bei gleichzeitiger Anpassung auf Schweizer Verhältnisse und der Detailgrad des Instruments (Tabelle 1). Ausserdem basieren die Berechnungen im ACCT auf wissenschaftlichen Grundlagen und wo immer möglich auf Zahlen des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, Weltklimarat). Das bedeutet einerseits, dass die abgebildeten Prozesse und Berechnungen realitätsbezogen und international wissenschaftlich anerkannt sind. Andererseits werden noch unzureichend erforschte Abläufe nicht erfasst und neuartige Massnahmen können nicht vollumfänglich abgebildet werden (z.B. Humusaufbau durch Kompost, Einbringung

von Pflanzenkohle, Bewirtschaftung der Ernterückstände, Gülle- und Mistaufbereitung, methanhemmende Fütterung).

Besonders viele Unsicherheiten sind mit der **Kohlenstoffspeicherung** im Boden verbunden. Entsprechend basiert die Berechnung der Kohlenstoffspeicherung eines Betriebs auf wenigen Annahmen und Parametern. In der Abschätzung der Speicherleistung berücksichtigt, sind die Landnutzung, die Anzahl Gehölzpflanzen (Hecken, Obstbäume, Weinberge, Agroforstsysteme) sowie einige wenige Techniken mit Einfluss auf die Kohlenstoffspeicherung (Direktsaat, Zwischenfruchtanbau, Begrünung von Weinbergen). Die Menge an jährlich in Grünland eingelagertem Kohlenstoff wird nicht nach Region, Höhenlage oder Intensität der Bewirtschaftung differenziert. Vielmehr wird

ein mittlerer Wert für die Senkenwirkung über 20 Jahre für Grünland generell angenommen. Das Instrument eignet sich deshalb nur für eine grobe Abbildung der humusaufbauenden Prozesse und Massnahmen sowie der Kohlenstoffspeicherung im Graslandkanton Graubünden. Hier besteht Handlungsbedarf in der Erweiterung der Bilanzierung, um die klimarelevanten Leistungen der Landwirtschaft anrechnen zu können.

Im ACCT werden alle Emissionen, die in der Produktion von **Vorleistungen** anfallen, erfasst und dem Betrieb angerechnet. Dies gilt auch für den Zukauf von Tieren, das heisst für die Emissionen, die in der Aufzucht von Jungtieren anfallen. Für die einzelbetriebliche Betrachtung macht dieses Vorgehen Sinn: Die Remonte mit eigenen Tieren ist mit Emissionen aus der Jungtieraufzucht belastet. Aus der Klimaperspektive macht es keinen Unterschied, ob die Tiere auf dem eigenen oder einem fremden Hof aufgezogen werden. Entsprechend geht der Tierzukauf ähnlich in die Bilanz ein wie eine hofeigene Aufzucht. In einer überbetrieblichen Betrachtung ergibt sich allerdings eine Unschärfe, da die Emissionen sowohl dem Aufzuchtbetrieb als auch dem Käufer angerechnet werden.

Im ACCT können beliebig viele **Betriebszweige** unterschieden werden. Die folgenden dreizehn Betriebszweige wurden im Projekt gewählt: Kuhmilch, Rindfleisch als Koppelprodukt aus der Milchproduktion, Rindfleisch aus der Mutterkuhhaltung, Schaffleisch, Schafmilch, Ziegenmilch, Ziegenfleisch, Hühnereier, Geflügelfleisch, Schweinefleisch, Ackerbau, Weinbau und Gemüsebau. Für einzelne Betriebe wurden allenfalls weitere betriebseigene Produktionszweige unterschieden. Ausserdem wurden Emissionen aus der Direktvermarktung und Verarbeitung auf den Höfen separat ausgewiesen. Die Aufteilung der Emissionen auf die Betriebszweige und Produkte erfolgt prozessbasiert. Das bedeutet, dass das Gesamtproduktionssystem in verschiedene Unter-



prozesse aufgeteilt wird und die emissionsbelasteten Inputs den einzelnen Prozessen zugewiesen werden. Zum Beispiel werden Emissionen in der Produktion von Futtermitteln der jeweiligen Tierhaltung angerechnet. Oder bei den Maschinen wird mit dem Pilotbetrieb abgeschätzt, zu welchem Anteil sie für welche Arbeiten eingesetzt werden. So werden Schritt für Schritt die wichtigsten Emissionsquellen entflochten und auf die definierten Betriebszweige verteilt.

Komplexer gestaltet sich die Aufteilung der **Emissionen aus Tierhaltungssystemen**, in welchen zwei Produkte erzeugt werden. Im Kanton Graubünden gilt dies für die Haltung von Milchkühen, Milchschaafen und Milchziegen. In allen Produktionssystemen entsteht Milch und Fleisch. Entsprechend werden die Emissionen in der Aufzucht und Haltung der Tiere weiter auf diese zwei Produkte aufgeteilt. Die Aufteilung erfolgt gemäss der von Nemecek et al.² vorgeschlagenen prozessorientierten Methode (Abbildung 2, Seite 13). Dabei werden die Gesamtemissionen aus der Milchviehhaltung im Verhältnis zu der benötigten Netto-

Stärken und Schwächen des AgriClimateChange Tools (ACCT)

Stärken von ACCT

- + Globale Systemgrenzen
- + Aufteilung der Emissionen auf viele verschiedene Betriebszweige möglich
- + Prozesse und Berechnungen international wissenschaftlich anerkannt, quantitative Analyse
- + Angepasst auf Schweizer Verhältnisse
- + Simulation von Massnahmen möglich
- + Unterliegt keinen Lizenzgebühren, auf jedem Computer einsetzbar
- + Durch Formel-basierten Aufbau transparent und nachvollziehbar
- + Grosser Detaillierungsgrad, betriebs-spezifische Bilanzen
- + Anpassung an neue wissenschaftliche Erkenntnisse möglich



Schwächen von ACCT

- Komplex, erfordert Anwendung durch geschulte Person
- Relativ aufwändige Datenaufnahme
- Prozesse der Kohlenstoffspeicherung nur teilweise und stark vereinfacht berücksichtigt
- Alpwirtschaft nicht explizit berücksichtigt
- Eingeschränkt als direktes Kommunikationsinstrument, erfordert Nachbearbeitung
- Unsicherheiten nicht abgebildet, Sensitivitätsanalysen nicht automatisiert
- Keine integrierte Qualitätssicherung der Daten
- Kein standardisierter Einbezug von bestehenden Daten (im Projekt wurden allerdings wann immer möglich bestehende Daten genutzt)



Tabelle 1 Stärken und Schwächen des AgriClimateChange Tools (ACCT).

² Nemecek T. and Thoma G.: «Allocation between milk and meat in dairy LCA: Critical discussion of the IDF's standard methodology.» Proceedings of the 12th International Conference on Life Cycle Assessment of Food LCA Food 2020, Berlin, Germany, 2020.

energie für die Produktion von 1 kg Milch bzw. dem Zuwachs von 1 kg Lebendgewicht (LG) den jeweiligen Produkten zugewiesen. Der Allokationsfaktor für Milch, das heisst der Anteil der Emissionen, der dem Endprodukt Milch angerechnet wird, leitet sich folgendermassen ab: Der Energieinput für die Produktion sämtlicher verkaufter Milch wird geteilt durch die gesamte Energie, die für die Milchviehhaltung (samt Nachzucht und Mast) eingesetzt wird.

Analog berechnet sich der Allokationsfaktor für Fleisch aus dem Verhältnis zwischen dem Energieinput für die Produktion an LG der gesamten Milchviehherde (samt Nachzucht, Mast und geschlachteten Kühen) geteilt durch den totalen Energieinput für die Milchviehhaltung. Für die Berechnung der produktespezifischen Energieinputs wurden die von Nemecek et al. vorgeschlagenen Standardwerte verwendet: 3.1 MJ für die Produktion von 1 kg Milch und 16 MJ für den Zuwachs von 1 kg LG. Diese Werte gelten sowohl für die Rinderartung als auch für die Kleintiere.

In der Standardversion vom ACCT nicht explizit berücksichtigt ist die **Alpwirtschaft**. Im Bergkanton Graubünden sind die Alpen aber zur Erschliessung von zusätzlichen Futtergrundlagen von grosser Bedeutung. Ein überwiegender Teil des Tierbestandes des Kantons wird während der Sommermonate auf den Alpen gesömmert. Für die Treibhausgasbilanz eines Betriebes ist es folglich notwendig, sowohl die Emissionen als auch die Einsparungen auf den Sömmungsweiden miteinzubeziehen. Gleichzeitig werden die Alpen im Kanton zu einem grossen Teil gemeinschaftlich bewirtschaftet und sind selten im Privatbesitz der Heimbetriebe. Die Flächen werden also buchhalterisch nicht den Betrieben zugeschrieben. Im Projekt wird die Alpwirtschaft deswegen standardisiert für alle Betriebe in der Bilanzierung berücksichtigt: Tierhaltenden Pilotbetrieben wird zusätzlich zur landwirtschaftlichen Nutzfläche eine Alpfläche proportional zu den gealpten Normalstössen zugewiesen. Pro Normalstoss wird während der Sommermonate rund 1 ha an Grasland benötigt.

Da es sich um eine Jahresbilanz handelt und die Tiere nur rund einen Viertel des Jahres gealpt werden, berechnet sich die zugeschlagene Alpfläche aus der Anzahl Normalstösse geteilt durch vier. Auf den Alpflächen wird ein Standardertrag von 15 dt/ha angenommen. In die Treibhausgasbilanz fliessen sowohl die Emissionen auf den Alpflächen (z. B. durch Beweidung, Bodenprozesse) als auch die Speicherleistung der Böden mit ein.

Anwendung und Grenzen von Bilanzierungen

Einen massgeblichen Beitrag zum Verständnis von Stärken und Schwächen von Bilanzierungen hat das Projekt AgroCO2ncept geleistet.³ Die Energie- und Treibhausgasbilanzierungen mit dem ACCT ermöglichen den Pilotbetrieben einen erweiterten und neuen Blick auf die betrieblichen Abläufe (**Klimabrille**). Insbesondere eröffnen sie den Betrieben ein Verständnis für ihre Treibhausgas-effizienz sowie für die Klimawirksamkeit und machen diese greifbar. Ausserdem können die Bilanzierungen unerkannte Einsparpotenziale aufdecken und aufzeigen, wo die grössten Hebel vorhanden sind. Verschiedene Massnahmen können simuliert und ihre Wirkung mit wiederholten Bilanzierungen überprüft werden. Bilanzierungen von einzelnen Betriebszweigen ermöglichen ausserdem einen Vergleich von Betrieben mit unterschiedlicher Gesamtstruktur. So können die Betriebe ihre Bilanzen in spezifischen Produktionssystemen vergleichen, diskutieren und im Idealfall voneinander lernen. Auch der Austausch und das gegenseitige Lernen zwischen Bilanzierenden und Betrieben wird mit der Bilanzierung und den Gesprächen gefördert. Bestenfalls ermöglichen die Bilanzen, die ökologischen Vorteile der Produktionssysteme im Vergleich zu anderen Angeboten und Produkten greifbar zu machen. So kann der Betrieb seine Bilanz in einen Wettbewerbsvorteil verwandeln und zur Vermarktung nutzen.

Das ACCT wurde zur **einzelbetrieblichen Bilanzierung** und Bewertung entwickelt. Die bilanzier-

³ Projekt AgroCO2ncept Flaachtal



Rechenbeispiel Allokationsfaktor

Der Milchviehbetrieb «Veia da latg» produziert **60 Tonnen Milch** und **5 Tonnen Fleisch**. Die Klimabilanz weist im Bereich der Tierhaltung **Emissionen von 150 Tonnen CO₂eq** aus. Wie verteilt man diese Emissionen auf die Produkte?

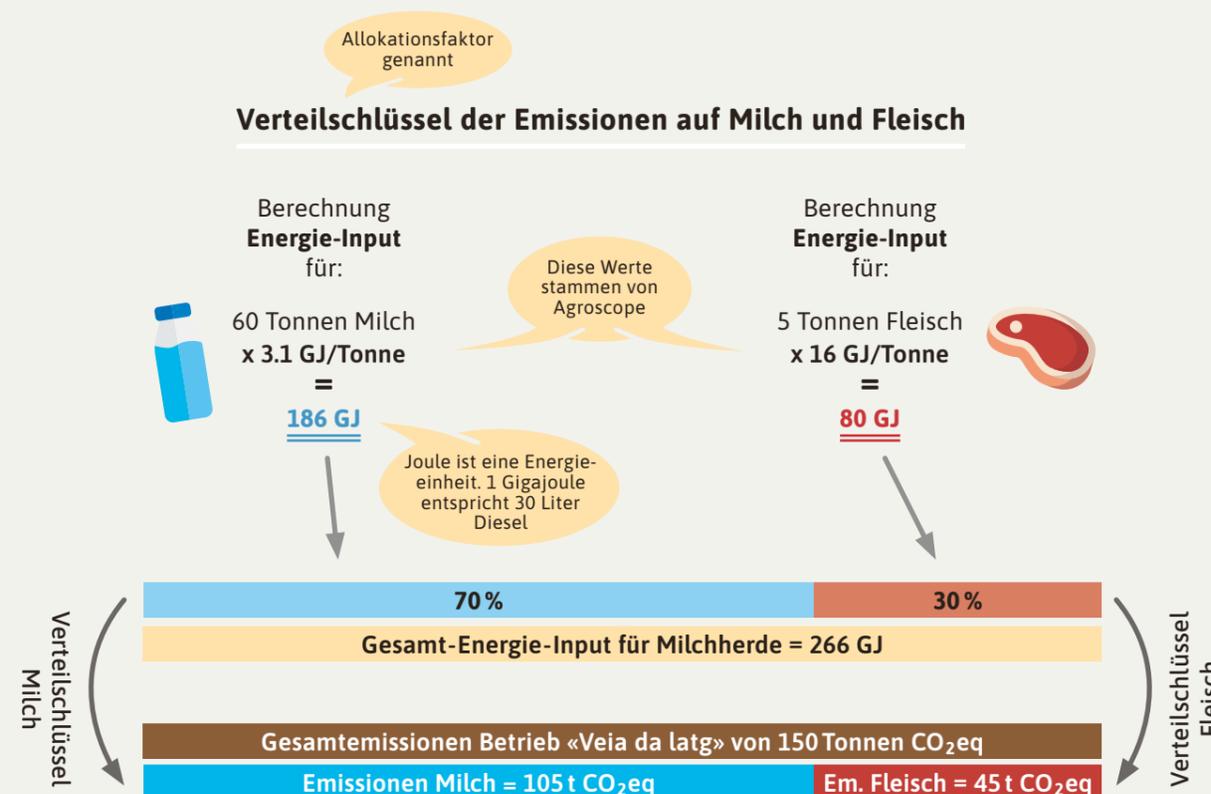


Abbildung 2 Die Allokationsfaktoren für Fleisch und Milch an einem Rechenbeispiel erklärt.

ten Gesamtemissionen verschiedener Betriebe können nicht oder nur in seltenen Fällen miteinander verglichen werden. Zahlreiche Faktoren wie die Art und Anzahl der Betriebszweige, der Standort oder die Grösse des Betriebes beeinflussen die Emissionen und verunmöglichen vergleichende Analysen auf Ebene des Betriebes. Selbst auf Ebene der Betriebszweige müssen Emissionen immer im Kontext der verschiedenen Rahmenbedingungen verglichen werden.

Die Bilanz zeigt immer nur die Resultate für ein gewähltes **Stichjahr**, in der Startbilanzierung für das Jahr 2020. Dies kann dazu führen, dass die Resultate – insbesondere im Gefühl der Betriebslei-

ter/innen – die gegenwärtigen Betriebsstrukturen nicht richtig repräsentieren. Das Klima wirkt sich relativ stark auf die Bewirtschaftung und die Erträge aus, so, dass die Emissionen in Jahren mit günstiger Witterung tiefer und in Jahren mit ungünstigem Klima höher anfallen. Ebenfalls schlagen über- oder unterdurchschnittliche Mengen an Tier-, Futter oder Düngerkäufen stark zu Buche und können die Ergebnisse verzerren. Die Beschränkung auf Stichjahre, aber auch die Unsicherheiten in Bezug auf verschiedene Prozesse im Tool führen dazu, dass die Resultate als bestmögliche Schätzung und Momentaufnahme zu verstehen sind.

Gesamtemissionen der 52 Pilotbetriebe



Die Pilotbetriebe decken mit ihren Produkten den jährlichen Kalorienbedarf von 15'500 Personen. Die in der Produktion entstehenden Treibhausgasemissionen fallen zur Hälfte in der Tierhaltung und zu einem weiteren Viertel in der Herstellung und dem Transport von Produktionsmitteln an. Rund 12 % der Brutto-Emissionen werden auf den Betrieben durch Kohlenstoffsenken wieder eingespart.

Produktion

Die 50 Pilotbetriebe und die zwei kantonalen Betriebe bilden die Diversität der Bündner Landwirtschaft ab. Im Auswahlverfahren wurde darauf geachtet, dass die Betriebe alle relevanten Produktionsausrichtungen und Regionen abdecken. Insgesamt bewirtschaften die 52 Pilotbetriebe 2081 Hektaren landwirtschaftliche Nutzfläche oder durchschnittlich 41 Hektaren Land pro Betrieb, wobei der kleinste Betrieb 3.4 Hektaren und der grösste Betrieb 136.5 Hektaren nutzt. Hinzu kommen 404 Hektaren an Alpfläche, die als Futtergrundlage für die raufutterverzehrenden Tiere in der Bilanzierung miteinbezogen wurden (vgl. Wichtige Annahmen, siehe Seite 10). Auf 182 Hektaren werden Ackerfrüchte, Gemüse, Obst oder Wein angebaut, die restliche Fläche ist Grasland. 49 der 52 Pilotbetriebe halten zusammen 1038 GVE Milchrinder, 572 GVE Fleischerinder, 62 GVE Pferde, 174 GVE Schafe, 47 GVE Ziegen, 197 GVE Schweine und 201 GVE Geflügel (total 2291 GVE).

Mit diesen Produktionsfaktoren wird eine breite Palette an Nahrungsmitteln hergestellt (Abb. 3).

Die Produkte decken den jährlichen Kalorienbedarf von 15'500 Personen ab, das sind rund 8 % der Bündner Bevölkerung.

Emissionsprofil

Die Produktion der Lebensmittel benötigt Energie und führt zum Ausstoss von Treibhausgasen in Form von Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O). Die verschiedenen Gase verbleiben über unterschiedlich lange Zeiträume in der Atmosphäre und tragen nicht in gleichem Masse zum Treibhausgaseffekt bei. Um die Wirkung der unterschiedlichen Gase vergleichbar zu machen, wird sie mit der Masseinheit der CO₂-Äquivalente (CO₂eq) ausgedrückt⁴ (vgl. Exkurs Treibhausgaspotenzial, S. 17). Im Jahr 2020 haben die Pilotbetriebe insgesamt Treibhausgase im Umfang von 15'229 Tonnen CO₂eq emittiert. Dies entspricht dem durchschnittlichen Treibhausgasausstoss von 1088 Schweizer/innen. 52 % der Emissionen fallen als Methan und Lachgas in der Tierhaltung an, 26 % entstehen als Vorleistungen in der Herstellung und dem Transport von Produktionsmitteln, weitere 14 % entweichen als Lachgas aus den Böden,

⁴ Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC 2007/2013 → www.ipcc.ch

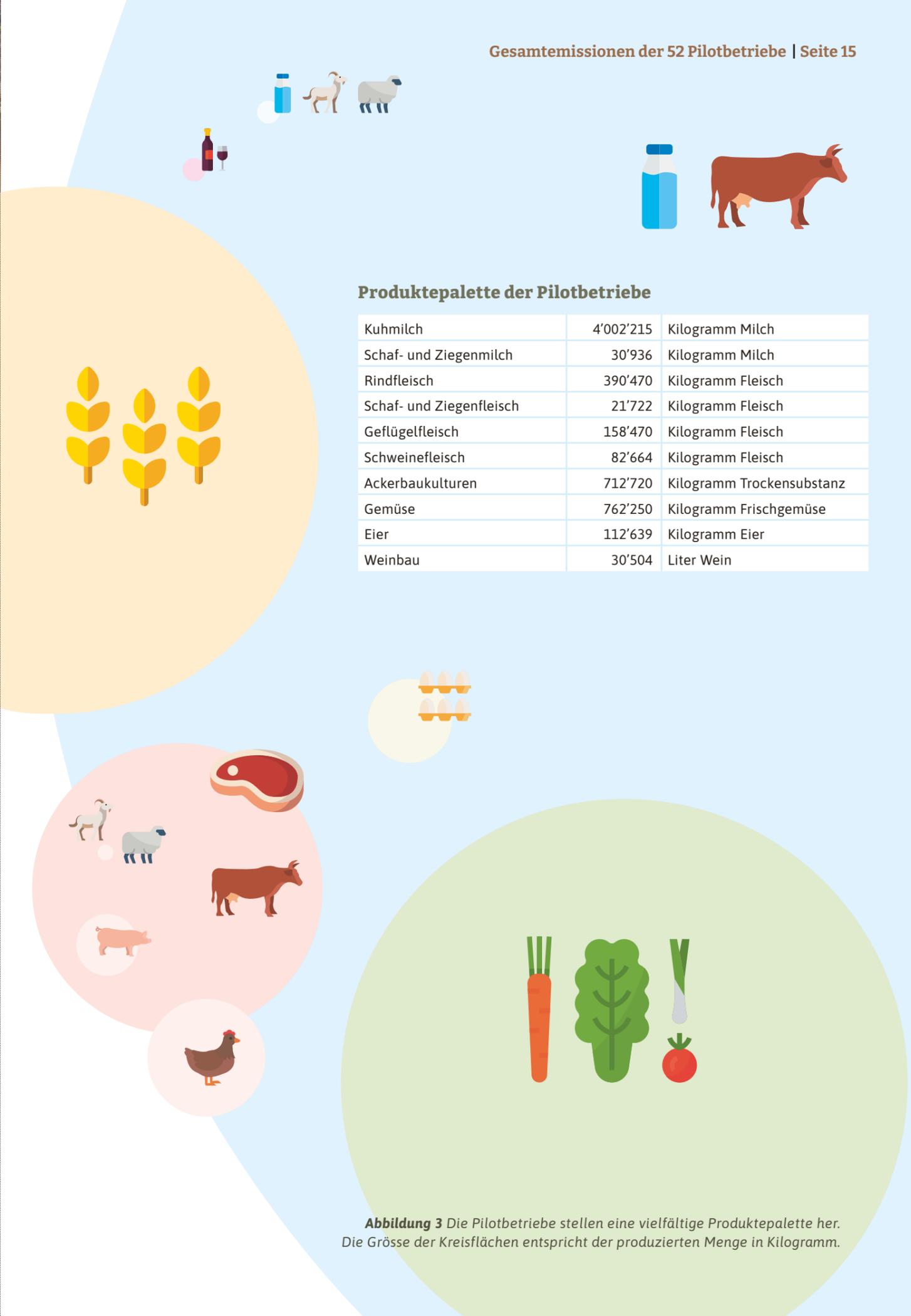


Abbildung 3 Die Pilotbetriebe stellen eine vielfältige Produktepalette her. Die Grösse der Kreisflächen entspricht der produzierten Menge in Kilogramm.

Gesamtemissionen der 52 Pilotbetriebe

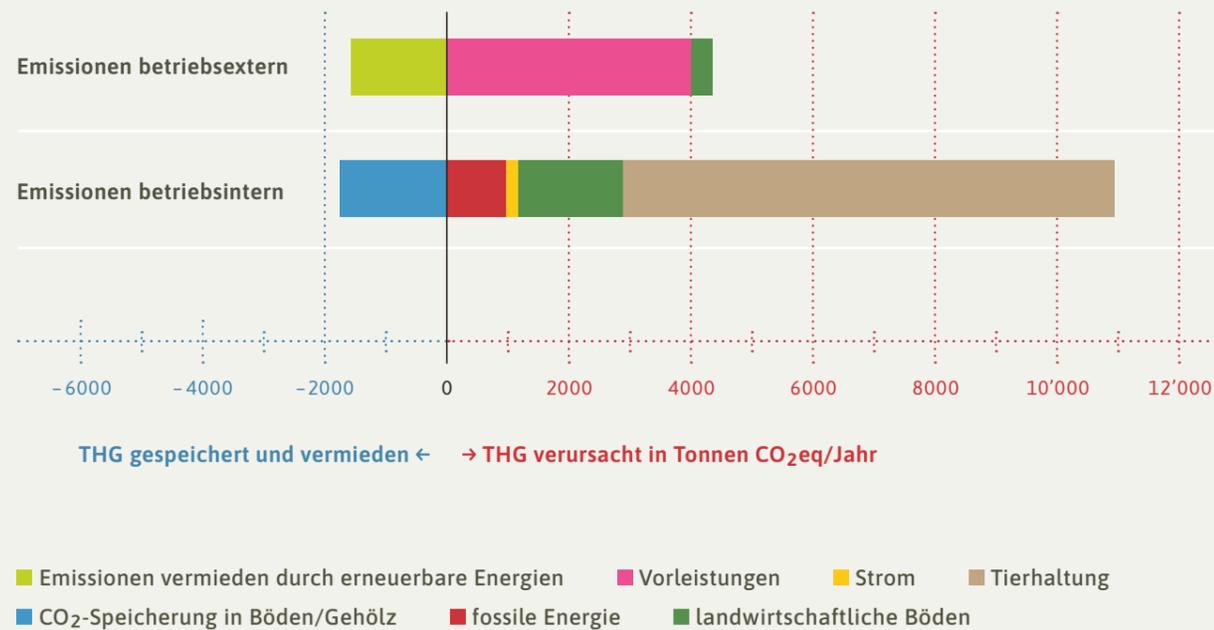


Abbildung 4 Die betriebsexternen Treibhausgasemissionen sowie die Emissionen und Kohlenstoffeinsparungen auf dem Betrieb zeigen den klimatischen Fussabdruck der 52 Pilotbetriebe.

6% entstehen durch den Maschineneinsatz und die Verbrennung von Benzin und Diesel und 1% durch den Stromverbrauch (Abbildung 4, S. 16). Die Herkunft der Emissionen auf den einzelnen Betrieben kann je nach Produktionsausrichtung (z. B. für tierlose Betriebe) deutlich von dieser Zusammensetzung abweichen (vgl. Abbildung 16, S. 37). Gleichzeitig wurden 11'765 GJ an erneuerbarer Energie in Form von Strom oder Wärme produziert. Dadurch werden Emissionen von 1554 t CO₂eq bei der globalen Energieproduktion vermieden. Weiter wurden 1771 Tonnen CO₂eq in den Böden, mehrjährigen Kulturen und Gehölzpflanzen gespeichert. Über alle Betriebe entspricht dies einer Einlagerung von 12% der Brutto-Emissionen im landwirtschaftlichen System. Nicht berücksichtigt in diesem Wert sind Treibhausgaseinsparungen von Waldflächen im Besitz der Pilotbetriebe (vgl. Abb. 1, S. 9).

Die knapp 8000 Tonnen CO₂eq **Treibhausgasemissionen aus der Tierhaltung** entstehen in der Verdauung der Tiere und während der Lagerung und Ausbringung von Hofdünger. Dabei fallen im Projekt 41% der Emissionen in der Haltung von Milchkühen, 43% in der Haltung von Fleischrindern und 11% in der Schafhaltung an. Je nach Tierart und Hofdüngersystem variiert der Anteil der Verdauungsgase am totalen Ausstoss aus der Tierhaltung zwischen 21% für Schweine und 82% für Milch- und Fleischrinder (Abbildung 5). Diese in natürlichen Prozessen entstehenden Emissionen aus der Fermentation sind nur schwer und partiell mit Massnahmen reduzierbar (z.B. methanhemmende Fütterung, Zucht auf Langlebigkeit und tiefere Methanemissionen). Das Einsparpotenzial von gasförmigen Ausbringungs- und Lagerungsverlusten ist wesentlich höher.

Emissionen aus der Tierhaltung

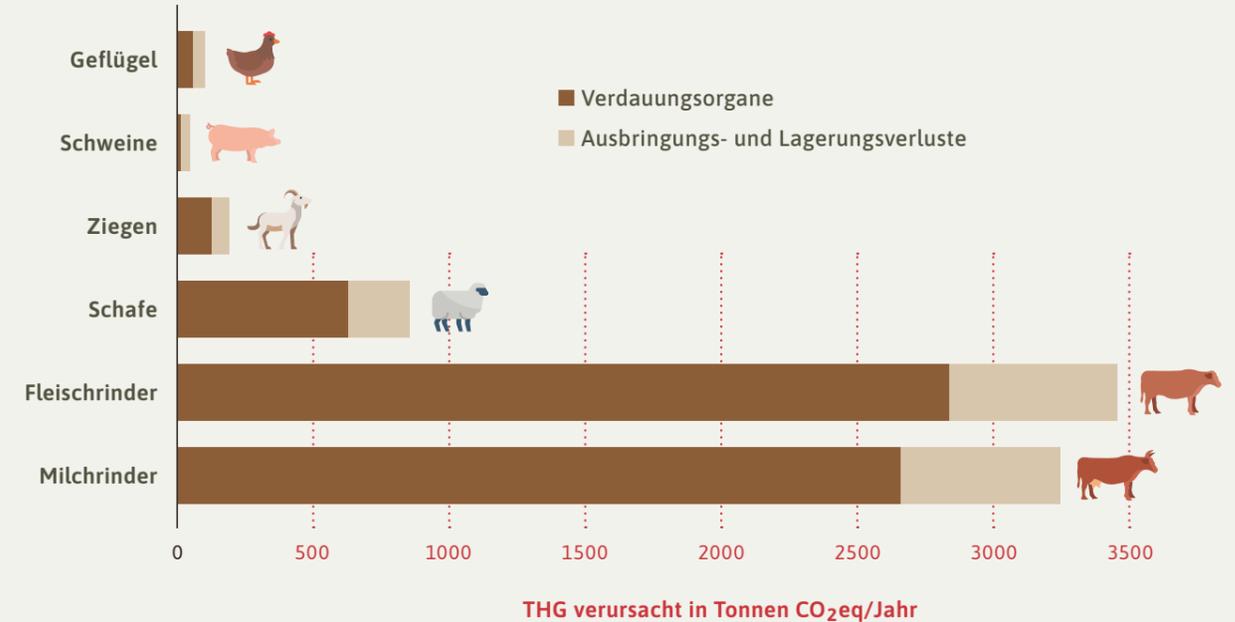


Abbildung 5 Die kumulierten Emissionen aus der Tierhaltung der 52 Pilotbetriebe. Diese entstehen je nach Tierart und Hofdüngersystem zu unterschiedlichen Anteilen in der Verdauung und während der Lagerung und Ausbringung von Hofdünger.



Exkurs Treibhausgaspotenzial

Die Auswirkung der Treibhausgase auf das Klima hängt von ihrem Treibhausgas- bzw. Erwärmungspotenzial (Global Warming Potential – GWP) ab. Das GWP drückt aus, wie stark die Gase in einem bestimmten Zeitraum (meist 100 Jahre) das Klima erwärmen. Für Methan mit einem GWP von 28 bedeutet dies, dass das heute ausgestossene CH₄ im Vergleich zur identischen Menge an CO₂ das Klima im Laufe der nächsten 100 Jahre 28

Mal stärker erwärmen wird. Lachgas besitzt ein GWP von 265 und erwärmt das Klima sogar 265 Mal stärker als CO₂. Das GWP eines Treibhausgases wird durch seine Verweilzeit in der Atmosphäre und den Strahlungsantrieb, den eine Konzentrationszunahme verursacht, bestimmt. Diese Faktoren werden weiter erforscht und die Werte für das GWP der Gase bei neuen Erkenntnissen regelmässig durch das IPCC aktualisiert.

Die Emissionen, die in der Herstellung und dem Transport verschiedener Produktionsmittel anfallen, werden dem Betrieb als **Vorleistungen** angerechnet. Über alle 52 Pilotbetriebe summieren sich diese Emissionen auf 5100 Tonnen CO₂eq. Rund 63 % dieser Emissionen entstehen in der betriebsexternen Aufzucht von Jungtieren, 25 % in der Herstellung von Futtermitteln, 6 % in der Produktion von Düngemittel und 5 % in Form grauer Energie für Infrastrukturen und zur Energienutzung (Abbildung 6). In dieser Zusammenstellung ist ein allfälliger Handel von Tieren zwischen Pilotbetrieben nicht berücksichtigt und die Emissionen der gezüchteten Jungtiere werden aufgrund der Betriebsperspektive des Bilanzierungstools sowohl dem Aufzuchtbetrieb als auch dem Betrieb, der Jungtiere zukauf, verrechnet (vgl. Wichtige Annahmen, Seite 10). Dies ergibt in der aufsummierten Darstellung der Emissionen über alle Betriebe eine gewisse Unschärfe.

Die externen Prozesse zur Herstellung der Produktionsmittel können nicht oder nur geringfügig verändert werden. Folglich lassen sich die Emissionen aus den Vorleistungen von den Betrieben weniger direkt beeinflussen als die betriebsinternen Emissionen. Die Betriebe haben allerdings die Möglichkeit, ihre Zukäufe nach klimarelevanten Kriterien zu gestalten, sie einzuschränken oder ganz auf sie zu verzichten. Auf die Remontierung oder Saatgut kann nicht komplett verzichtet werden. Entsprechend gilt es, die damit verbundenen Emissionen so tief als möglich zu halten. Viele Pilotbetriebe zeigen, dass die Bewirtschaftung ohne betriebsexterne Dünger und Futtermittel möglich ist. Aus Klimaschutzperspektive ist ein Verzicht auf diese zwei Vorleistungen anzustreben (Exkurs Standortangepasste Tierhaltung, Seite 19).

Emissionen aus Vorleistungen

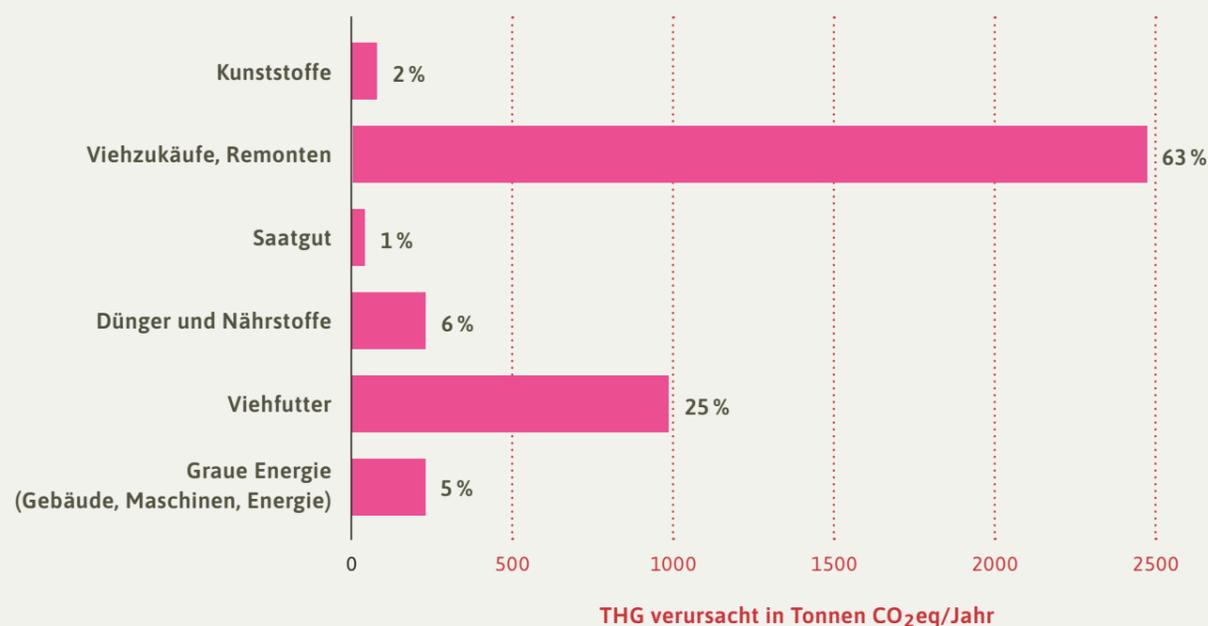


Abbildung 6 Am meisten betriebsexterne Emissionen entstehen in der Aufzucht von Jungtieren und der Produktion von Futtermitteln und Dünger.

Exkurs Standortangepasste Tierhaltung

Die Nutztierhaltung ist ein wichtiger Teil der Bündner Landwirtschaft. Auf einem Grossteil der kantonalen landwirtschaftlichen Nutzfläche wächst ausschliesslich Gras. Für die menschliche Ernährung kann dieses Land nur über die Haltung von raufutterfressenden Tieren genutzt werden. Zusätzlich wird mit der Haltung von Kühen, Schafen und Ziegen auf diesen Flächen das Landschaftsbild gepflegt und die Kulturlandschaft erhalten. Ausserdem produzieren die Nutztiere wertvollen Mist und Gülle, welche die Bodenfruchtbarkeit und den Humusaufbau fördern und damit die Speicherung von atmosphärischem Kohlenstoff im Boden begünstigen. Gleichzeitig entstehen in der Tierhaltung allerdings über die Hälfte der landwirtschaftlichen Treibhausgasemissionen.

Regionale Futtergrundlagen

Damit die Schweizer Klimaziele erreicht werden, wird in der gesellschaftlichen und politischen Diskussion zunehmend eine standortangepasste Landwirtschaft gefordert. Dies zeigt sich in Initiativen wie der Massentierhaltungsinitiative oder der Entwicklung von neuen Instrumenten wie Regionalen Landwirtschaftlichen Strategien in der Agrarpolitik. Ein standortangepasster Tierbestand bedeutet, dass Betriebe in einer Region nur so viele Tiere halten dürfen, wie sie mit dem Fut-

ter ihrer Wiesen, Weiden und Äcker ernähren können. Dabei soll das Futter der Tiere die menschliche Nahrungsmittelproduktion nicht konkurrenzieren (vgl. Exkurs Feed no Food, Seite 33). Hinzu kommt die Menge an Futter aus Zwischenkulturen oder aus Ackerfrüchten, die aus Qualitätsgründen nicht als menschliche Ernährung eingesetzt werden können. Folglich hat Raufutter in der Fütterung der Tiere Priorität.

Im Projekt fallen 980t CO₂eq, das sind 6.4% der Gesamtemissionen, durch den Zukauf von Viehfutter an. Der Zukauf von Futtermitteln ist ein Indiz dafür, dass die gehaltenen Tierbestände über dem standortangepassten Bestand an Tieren liegen. Eine Reduktion der Tiere auf regionale Futtergrundlagen würde nicht nur die Fermentationsgase reduzieren und den Zukauf von emissionsbelasteten Futtermitteln erübrigen, sondern könnte auch Nährstoffüberschüsse reduzieren und zur Einhaltung der Umweltziele in der Landwirtschaft beitragen.

Definitionssache

In der Diskussion um standortangepasste Tierbestände sind verschiedene Aspekte umstritten. Die Systemgrenze, das heisst, die Wahl der Region beeinflusst die Grösse des standortangepassten Tierbestandes. Das Konzept kann für einen Betrieb gelten, innerhalb eines Kantons oder für die gesamte

Schweiz als eine Einheit. In einem weiter gefassten System könnten Bergkantone mit wenig Ackerflächen wenn nötig Kraftfutter von Ackerbaukantonen beziehen und im Austausch wertvollen Hofdünger liefern. Gleichzeitig ist bei der Anwendung des Konzepts die Intensität der Landnutzung, das heisst die Tierdichte und Düngungsintensität, zu definieren. Grundsätzlich ist eine tierfreundliche und artgerechte Nutztierhaltung anzustreben und der Bestand so auszurichten, dass kritische Immissionswerte nicht überschritten werden.

Substitution vermeiden

Eine Reduktion der Tierbestände führt zu einem kleineren Angebot an tierischen Produkten auf dem inländischen Markt. Es gilt zu vermeiden, dass dieses fehlende Angebot mit Importen aus dem Ausland substituiert wird. Entsprechend muss einerseits der Import von im Ausland produziertem Fleisch möglichst gering gehalten werden. Andererseits muss der Konsum von Nahrungsmitteln tierischer Herkunft, die mit importierten Futtermitteln erzeugt worden sind, reduziert werden. Beides kann über politische Instrumente (z.B. Qualitätsauflagen) und die Sensibilisierung der Konsument/innen erfolgen (Prinzip der Suffizienz). ■

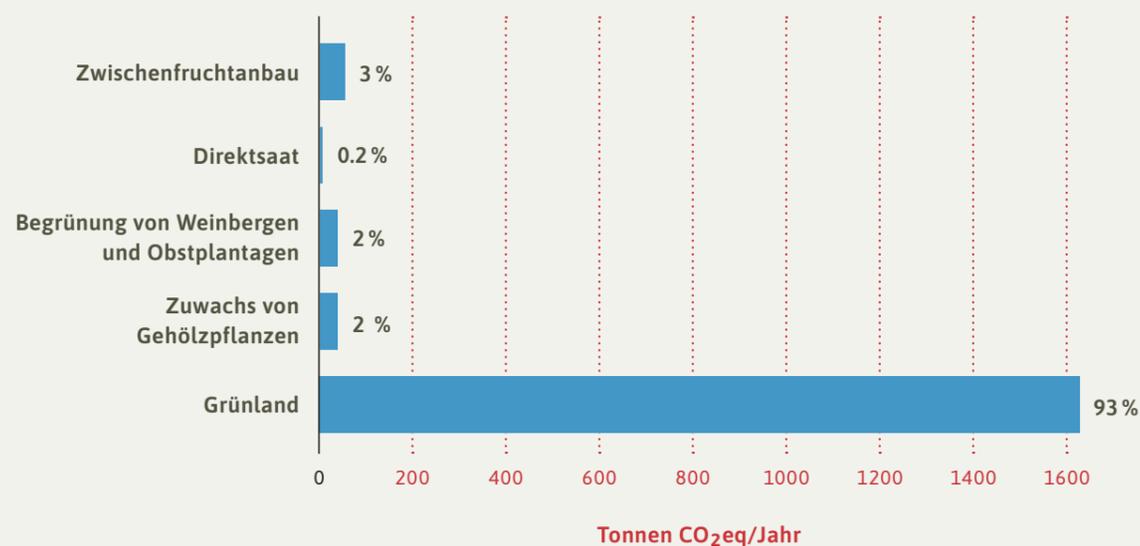
Die 52 Pilotbetriebe sparen insgesamt 12% ihrer Treibhausgasemissionen durch **Kohlenstoffsenken** auf den Höfen wieder ein, wobei dieser Anteil für tierlose Betriebe auf bis zu 50% steigt. 93% der Kohlenstoffspeicherung finden im Grünland statt, 2% durch den Zuwachs von Gehölzpflanzen (z. B. Reben oder Obstbäume), weitere 2% durch die Begrünung von Weinbergen und Obstplantagen und 3% auf Ackerböden (Abbildung 7). Dieses Bild widerspiegelt die Flächennutzung im Kanton und unterstreicht die Wichtigkeit einer nachhaltigen Beweidung für die Kohlenstoffsequestrierung in der Landwirtschaft. Gleichzeitig ist es aufgrund der Limitationen des Bilanzierungsinstrumentes nur unvollständig (vgl. Wichtige Annahmen, Seite 10). Um die Rolle der Sömmerungsflächen für den landwirtschaftlichen Klimaschutz zu beurteilen, bedarf es einer genaueren Gesamtbewertung der Quellen und Senken von Treibhausgasen auf Alpen. Für die Abschätzung des Kohlenstoffspeicherungspotenzials im Ackerbau und Grünland ist es essenziell, dass verschiedene Massnahmen zum Humus- und Biomasseaufbau (z. B. regenera-

tive Landwirtschaft, Agroforst, Untersaaten, etc.) ausprobiert und geprüft werden. Zusätzlich muss sichergestellt werden, ob und unter welchen Bedingungen diese Kohlenstoffsenken zu einer effektiven und nachhaltigen Reduktion von Klimagasen beitragen (vgl. Exkurs Zertifikathandel, Seite 22).

Auf verschiedenen Betrieben werden **erneuerbare Energien** zum Eigen- und Fremdverbrauch produziert. Aufgrund der gegenwärtigen Rahmenbedingungen, z. B. des aktuellen Strommarktpreises oder des Auslaufens der kostendeckenden Einspeisevergütung (KEV), ist der Eigenverbrauch der produzierten Energie meist die attraktivste Nutzungsmöglichkeit. Der Eigenverbrauch wird im ACCT nicht separat ausgewiesen. Er zeigt sich im reduzierten Einsatz von fossilen Energien. Insgesamt 20 der 52 Pilotbetriebe stellen erneuerbare Energien für zusätzliche Verbraucher/innen her, wobei 54% aus Biogasanlagen (Strom und Wärme), 43% aus Solarenergie (Strom und Wärme) und 3% aus Holz (Spatholz, Hackschnitzel) gewonnen werden (Abbildung 7).



Kohlenstoffspeicherung



Erneuerbare Energien

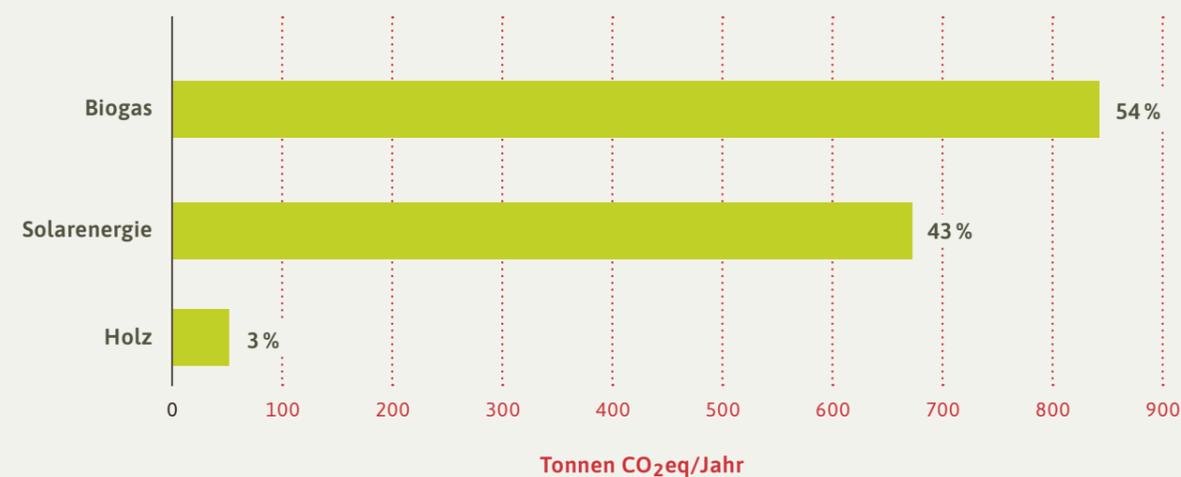


Abbildung 7 Auf den Pilotbetrieben wird Kohlenstoff in Böden und Gehölz eingelagert und erneuerbare Energie (rechte Seite) für zusätzliche Verbraucher/innen produziert.

Treibhausgasemissionen in einzelnen Betriebszweigen

Exkurs Zertifikathandel

Im Kontext der Sequestrierung von Kohlenstoff in landwirtschaftlichen Nutzflächen wird der Handel mit CO₂-Zertifikaten diskutiert. Die Idee von Emissionszertifikaten ist, die Mehrkosten der Betriebe, welche durch die Umsetzung von humusaufbauenden Massnahmen entstehen, zu entschädigen. Bereits mehrere Firmen (z. B. Carbo-cert, Positerra, CarboAgrar, Indigo) bieten heute Humuszertifikate auf dem Markt an. In Zusammenarbeit mit diesen Firmen können Landwirte und Landwirtinnen in Form von Kohlenstoffsequestrierung gespeicherte CO₂-Äquivalente zum Verkauf anbieten. Die Bodenprobeentnahme, Analyse und Berechnung des Kohlenstoffgehaltes erfolgen je nach Anbieter in unterschiedlichem Detailgrad. Interessierte Firmen oder Privatpersonen können

mit dem Kauf dieser Zertifikate durch sie verursachte Treibhausgasemissionen kompensieren.

Fragile Persistenz

Der Zertifikathandel mit Humusaufbau ist aufgrund verschiedener Unsicherheiten gegenwärtig umstritten. Erstens ist die Persistenz des im Boden gespeicherten Kohlenstoffs sehr fragil. Kleine Änderungen in der Landbewirtschaftung können selbst über viele Jahre aufgebauten Kohlenstoff sofort wieder freisetzen. Auch der Klimawandel wirkt dem Humusaufbau entgegen: Durch höhere Temperaturen steigt der Abbau von organischer Masse im Boden. Das bedeutet, dass bereits zum Erhalt des aktuellen Humusgehalts im Boden Massnahmen zum Humusaufbau umgesetzt werden müssen⁵.

Verlagerungseffekte

Zweitens besteht die Gefahr von Verlagerungseffekten. Meistens werden nur Einzelparzellen oder eine begrenzte Anzahl Flächen in einer Region für die Humuszertifizierung angemeldet. Werden auf diesen Flächen speziell grosse Mengen an Hofdünger oder Kompost ausgebracht, um den Humusaufbau anzukurbeln, fehlt dieser an anderen Orten. Insgesamt führt dies lediglich zu einer Verlagerung von (negativen) CO₂-Emissionen und keinem absoluten Entzug von Kohlenstoff aus der Atmosphäre⁶.

Kompensation in der Branche

Schliesslich bleibt im Kontext einer klimaneutralen Landwirtschaft auch folgende Grundsatzfrage offen: Macht es für die Landwirtschaft überhaupt Sinn, die erbrachten Speicherleistungen aus der Branche zu verkaufen? Wäre es nicht vielmehr angebracht, die Speicherleistungen in der Landwirtschaft zu behalten, um Emissionen zu kompensieren, welche nicht mit anderweitigen Massnahmen eingespart werden können (z. B. Verdauungsgase von Wiederkäuern)?

Der gegenwärtige Forschungsstand im Bereich der Kohlenstoffspeicherung lässt darauf schliessen, dass Humusaufbau neben vielen anderen positiven Auswirkungen auf das landwirtschaftliche System auch einen Beitrag zum Klimaschutz leisten kann.

Der Zertifikathandel als Fördermechanismus zum Humusaufbau hingegen gilt es zu überdenken, gerade wenn eine möglichst klimaneutrale Landwirtschaft angestrebt wird. Sinnvoller wäre, massnahmenorientierte Anreizsysteme aufzubauen, um die Mehrkosten im Zusammenhang mit dem Humusaufbau zu kompensieren⁷. Entsprechende Systeme würden helfen, nachweislich sinnvolle Massnahmen nachhaltig zu etablieren und so einen dauerhaften Humusaufbau zu fördern. ■



⁵ Franko, U., Steffens, M., Kögel-Knabner, A: «CO₂-Zertifikate für die Festlegung atmosphärischen Kohlenstoffs in Böden: Methoden, Massnahmen und Grenzen»

⁶ Leifeld, J., Müller, A., Steffens, M. 2019: «Kriterien für die Zertifizierung von Kohlenstoffsenken in Landwirtschaftsböden», Agrarforschung Schweiz 10 (9): 346-349

⁷ Aus der DAFA Tagung. www.dafa.de/wp-content/uploads/DAFA-WS-Carbon-Farming-2022-02-02-Paul.pdf

Die Auswertung der Bilanzen auf Betriebszweigebezug zeigt die Streuung der Emissionen innerhalb verschiedener Produktionsausrichtungen. Die Pilotbetriebe können die Resultate mit ihren persönlichen Bilanzen vergleichen und im Dialog wichtige Aspekte für die klimafreundliche Praxis in verschiedenen Betriebszweigen identifizieren.

Ein Vergleich der Treibhausgasemissionen auf Ebene des Gesamtbetriebes ist aufgrund der grossen Unterschiede in der Produktionsausrichtung der Pilotbetriebe nicht zweckmässig. Deshalb wurden die Emissionen eines Betriebes auf seine Betriebszweige aufgeteilt. So wird ein Vergleich

der Betriebe auf Stufe der Betriebszweige möglich. Auch bei diesen Vergleichen ist weiterhin Vorsicht geboten, da sich die Pilotbetriebe auch auf Betriebszweigstufe hinsichtlich ihrer Rahmenbedingungen unterscheiden (vgl. Exkurs Einfluss von Rahmenbedingungen, Seite 24).



Exkurs Einfluss von Rahmenbedingungen

Die Treibhausgasemissionen eines Betriebs hängen von verschiedenen Faktoren ab, wovon die Betriebsleitung nur einen Teil direkt beeinflussen kann. Einige Einflussfaktoren können nur auf übergeordneter Ebene umgesetzt und andere gar nicht beeinflusst werden. Die folgenden Rahmenbedingungen wirken sich besonders auf die Emissionen eines Betriebes und sollten im Vergleich der Klimabilanzen beachtet werden.

Klima

Die klimatischen Bedingungen eines Jahres bestimmen nicht nur die Erträge oder Art und Zeitpunkt der Bewirtschaftung von Flächen, sondern können auch kurzfristige Interventionen erfordern. Beispielsweise können hohe Temperaturen und wenig Niederschlag zu reduzierten Grünlanderträgen und erhöhtem Bedarf an Heu oder Zukauffutter führen. Langanhaltender Regen kann sorgfältig vorbereitete Düngepläne verändern oder Krankheiten in Kulturen hervorrufen, die nur mit einem erhöhten Einsatz an Pflanzenschutzmitteln bekämpft werden können. Die klimatischen Extreme variieren nach Region und treffen die einzelnen Betriebe entsprechend in unterschiedlicher Intensität. Sie führen auch dazu, dass die Emissionen eines Betriebes von Jahr zu Jahr schwanken.

Arrondierung

Betriebe mit einer arrondierten Fläche brauchen deutlich weniger Input an Energie für die Bewirtschaftung. Im Gegensatz dazu steigt der Energiebedarf rasch, wenn aufgrund topographischer Gegebenheiten grössere Höhendifferenzen zwischen und innerhalb von landwirtschaftlichen Nutzflächen überwunden werden müssen. Die Arrondierung ist von den einzelnen Betrieben jedoch schwierig bis unmöglich zu beeinflussen. Auf Stufe des Kantons kann die Arrondierung mit Instrumenten der Strukturverbesserung angegangen werden.

Die mit Meliorationen verbundenen Landumlegungen sind allerdings kompliziert, dauern mehrere Jahre und sind unter den Betrieben teilweise noch wenig akzeptiert.

Standort

Der Betriebsstandort ist bedeutend für das Ertragspotenzial pro Fläche. In Höhenlagen, auf kargem Boden und bei ungünstiger Exposition muss gleichermassen mehr Fläche für den gleichen Ertrag bewirtschaftet werden. Die Standortgegebenheiten der einzelnen Betriebe im Bergkanton Graubünden unterscheiden sich stärker als beispielsweise in Mittellandkantonen.

Marktumfeld

Die Nachfrage nach bestimmten landwirtschaftlichen Produkten

wirkt auf deren Preise ein und dadurch ihr Angebot. Betriebsleiter/innen müssen sich in einem gewissen Umfang diesem Marktumfeld anpassen und so sicherstellen, dass der Landwirtschaftsbetrieb profitabel wirtschaftet. Das Marktumfeld kann nicht durch die einzelnen Landwirte und Landwirtinnen beeinflusst werden. Vielmehr wandelt es sich durch Veränderungen des Konsumverhaltens, das durch neue Trends (z. B. Veganismus), Massnahmen der Grossverteiler (z. B. Bio-Linien) oder politische Massnahmen (z. B. Zuckersteuer) geprägt wird.

Know-How

Die Umsetzung von Klimaschutz auf Betrieben erfordert Wissen über die Herkunft der landwirtschaftlichen Emissionen und klimarelevanten Massnahmen. Auch wenn bereits zahlreiche wissenschaftliche Grundlagen zu diesen Themen erarbeitet wurden (z. B. der Spezialbericht des IPCC zu Land und Klimawandel⁸), existieren noch immer grosse Unsicherheiten. Der Forschungsbedarf ist daher gross, und es werden laufend weitere Erkenntnisse generiert. Damit dieses Wissen für die Betriebe zugänglich wird, müssen aufbauend auf den wissenschaftlichen Erkenntnissen praxistaugliche Lösungsansätze entwickelt und kommuniziert werden. Das Projekt «Klimaneutrale Landwirtschaft Graubünden» soll dazu einen Beitrag leisten. ■

Die Anzahl verschiedener Betriebszweige pro Betrieb im Projekt variiert zwischen 1 und 4 (im Mittel sind es 2.5 Betriebszweige pro Betrieb). Von den 13 verschiedenen Betriebszweigen sind im Folgenden nur diejenigen dargestellt und diskutiert, die auf mehr als drei Betrieben verfolgt werden.

Ein wichtiger Betriebszweig im Bergkanton Graubünden ist die **Milchproduktion**. 21 der 52 Pilotbetriebe produzieren Kuhmilch mit einer durchschnittlichen Emission von 1.26 Tonnen CO₂eq pro Tonne verkaufter Milch. Das Kastendiagramm Betriebszweig «Kuhmilch» zeigt, dass die Emissionen der 21 Milchproduzenten um mehr als das Doppelte streuen können (Abbildung 8):

- 50% der Werte liegen zwischen 1.07 und 1.45 t CO₂eq/t Milch (Bereich innerhalb des Kastens, welcher durch das untere Quartil und das obere Quartil begrenzt ist).
- 25% der milchproduzierenden Betriebe stossen zwischen 0.85 und 1.07 t CO₂eq/t Milch aus (Bereich der senkrechten Linie von dem Kasten nach unten mit Minimalwert 0.85).
- Die restlichen 25% der 21 Betriebe stossen pro Tonne verkaufter Milch mehr als 1.45 Ton-

nen CO₂eq/t Milch aus (Bereich der senkrechten Linie vom Kasten nach oben mit Maximalwert 1.89).

- Die Querlinie innerhalb des Kastens symbolisiert den Median von 1.2 t CO₂eq/t Milch, d. h. 50% der Betriebe stossen weniger und 50% der Betriebe mehr Tonnen CO₂eq als der Medianwert aus.

Die erhobenen Emissionen stehen nicht in direkter Verbindung mit der Jahresmilchleistung eines Betriebes. Sowohl Betriebe mit intensiver Tierhaltung (Jahresleistungen über 8000 Liter/Kuh) als auch Betriebe mit extensiver Tierhaltung (Jahresleistungen unter 6000 Liter/Kuh) zählen zu den klimafreundlichsten Milchproduzenten mit Emissionswerten von weniger als 1 t CO₂eq/t Milch. Die höheren Emissionen im Bereich über dem Median stammen tendenziell eher von Betrieben mit extensiver Haltung. Zwar sind die anfallenden Emissionen auf intensiven Betrieben absolut grösser, sie können aber aufgrund der höheren Milchleistung auch auf grössere Mengen an Milch verteilt werden. Dies führt zu teilweise kleineren relativen Emissionen pro Produkt im Vergleich zu der extensiven Tierhaltung (Exkurs Intensivierung versus Extensivierung in der Milchproduktion, Seite 26).

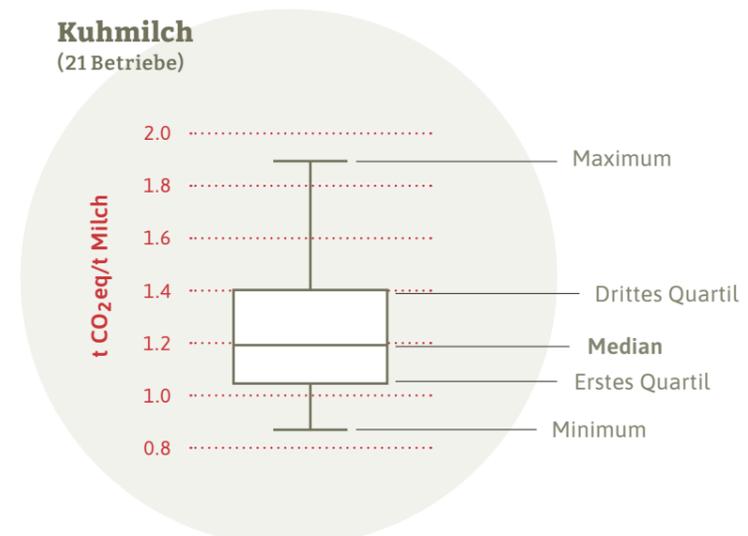


Abbildung 8 Streuung der Emissionen von 21 Betrieben in der Milchproduktion.

Exkurs Intensivierung versus Extensivierung in der Milchproduktion

Werden Kühe mit hoher Milchleistung gehalten, sind die Treibhausgasemissionen pro Kuh vergleichsweise hoch. Sie produzieren mehr Verdauungsgase und Hofdünger und weisen einen höheren (Kraft)futter-Bedarf auf als extensiv gehaltene Milchkühe mit tiefer Milchleistung. Werden die Emissionen auf die produzierte Milch normiert, schneiden Hochleistungskühe aufgrund des Skaleneffekts tendenziell jedoch besser ab⁹. Diese erhöhte Treibhausgas-effizienz in der Milchproduktion zieht allerdings andere negative Klima- und Umweltwirkungen mit sich.

Kraftfutterverzehr

Hochleistungskühe sind zwingend auf Ackerfrüchte angewiesen und stehen folglich in Nahrungskonkurrenz zum Menschen, während extensiv gehaltene Kühe ihren gesamten Energiebedarf durch Raufutter decken können. Die Produktion von Kraftfutter geht mit einem erheblichen Verbrauch an Ressourcen einher (Wald- und Grünlandnutzung, sowie Energie für Transport, Bodenbearbeitung, Saatgut-, und Pflanzenschutzmittel-Produktion). Wird das Kraftfutter zudem nicht auf oder nahe dem eigenen Betrieb produziert, werden Böden und Gewässer durch einen Überschuss an Nährstoffen belastet, die dann wiederum im Anbaubereich des Futters fehlen. Anzustreben ist deshalb eine Maximierung des Grundfutterverzehres dank der hohen Qua-

lität des lokal produzierten Grundfutters und eine Minimierung des Kraftfutters. Mit einer solchen Strategie können durchaus hohe Milchleistungen erreicht werden¹⁰.

Lebensdauer

Je höher die jährliche Produktionsleistung einer Milchkuh ist, desto niedriger ist in der Regel ihre Lebensdauer und die Widerstandsfähigkeit gegenüber Krankheiten. Beispielsweise sind Euterentzündungen dafür verantwortlich, dass die produzierte Milch infolge einer Antibiotikabehandlung nicht verkauft werden kann (als Output wird aber meistens die produzierte und nicht die konsumierbare Milch gerechnet). Ausserdem hat die reduzierte Nutzungsdauer zur Folge, dass die Remontierungsraten bei intensiver Haltung höher sind, was wiederum höhere Emissionen verursacht: Je früher eine Milchkuh geschlachtet werden muss, desto länger ist die relative Zeitdauer, während der sie und ihre Ersatzkuh parallel fressen und Emissionen verursachen¹¹. Die kürzere Lebens- bzw. Nutzungsdauer von Hochleistungskühen relativiert also die pro Jahr auf die Milchmenge berechneten Emissionswerte.

Energie der Produkte

Schliesslich sollten in die Überlegungen zur Intensität der Milchproduktion und deren Klimawirkung auch der Energiewert der Milch sowie die an die Milchproduktion ge-

koppelte Fleischproduktion miteinbezogen werden. Beide Faktoren variieren je nach Kuhrasse und Haltungsform.

Extensive Haltung im Bergkanton

Alle diese Faktoren beeinflussen die Klimabilanz der Milch, können aber nur teilweise in der Bilanzierung mit ACCT abgebildet werden. Folglich darf die Steigerung der Milchleistung zur Reduktion der Emissionen pro Liter Milch nicht als allgemeingültige klimarelevante Massnahme verstanden werden¹². Gerade für Systeme mit Milchleistungen pro Kuh und Jahr von über 6000 kg unterscheiden sich die Emissionen pro kg Milch nicht mehr signifikant. Werden alle Vorleistungen und Outputs (Milch und Fleisch) miteingerechnet, schneiden Systeme mit Hochleistungstieren nicht besser ab als extensive Systeme^{13,14}. Gerade in Anbetracht der vielen verfügbaren Sömmerungsflächen im Kanton Graubünden ist die extensive Haltungsform von Milchkühen sinnvoll. Dadurch können diese Flächen auch mit Milchkühen genutzt werden, und es werden womöglich weniger ackerbare Futterflächen im Tal benötigt (vgl. Exkurs Feed no Food, Seite 33). So zeigen auch in unserem Projekt mehrere Pilotbetriebe, dass die extensive graslandbasierte Haltung von Milchkühen eine gute Möglichkeit ist, eine standortangepasste und klimafreundliche Milchproduktion zu betreiben. ■

Ein zweiter, weit verbreiteter Betriebszweig im Kanton Graubünden ist die **Rindfleischproduktion**. In der Analyse wird zwischen der Fleischproduktion aus der Mutterkuhhaltung (22 Betriebe) und der Fleischproduktion als Koppelprodukt aus der Milchproduktion (24 Betriebe) unterschieden. Im Betriebszweig Rindfleisch aus der Mutterkuhhaltung sind sämtliche Fleischprodukte aus der Mutterkuhhaltung enthalten. Hierzu zählen Fleisch von Mutterkuhkälbern und Mutterkühen, aber auch Fleisch von verkauften Aufzuchtieren für die Mutterkuhhaltung. Im Betriebszweig Rindfleisch aus der Milchproduktion sind die Produkte aus dem Verkauf von Tränkern, der Kälbermast, der Rindviehaufzucht zur Milchproduktion und dem Verkauf von Milchkühen enthalten. In beiden Betriebszweigen wird nicht unterschieden, ob die Tiere lebend weiterverkauft oder geschlachtet werden. Die Emissionen werden pro Tonne Lebendgewicht berechnet. Die Werte zeigen also, wie gross die Emissionen sind, um das Lebendgewicht der Tiere zu erreichen und zu erhalten (Abbildung 9 und 10, Seite 27 und 28).



- Die Zunahme einer Tonne Lebendgewicht bei Rindviehgattungen, welche an die Milchproduktion gekoppelt ist, verursacht im Mittel 5.8 Tonnen CO₂eq, der Medianwert liegt bei 5.6 t CO₂eq/t Lebendgewicht.
- Die Hälfte der 24 Emissionswerte im Betriebszweig Rindfleisch aus der Milchproduktion liegt im Bereich zwischen 4.8 und 6.5 t CO₂eq/t Lebendgewicht.
- 25 % der Emissionswerte liegen im Bereich zwischen 3.7 und 4.8 t CO₂eq/t Lebendgewicht und weitere 25 % im Bereich von 6.5 bis 7.6 t CO₂eq/t Lebendgewicht.
- Zwei Betriebe weisen vergleichsweise hohe Emissionen von 9.5 t CO₂eq/t Lebendgewicht aus und werden in der Abbildung als Ausreisser dargestellt.

Rindfleisch aus Milchproduktion (24 Betriebe)

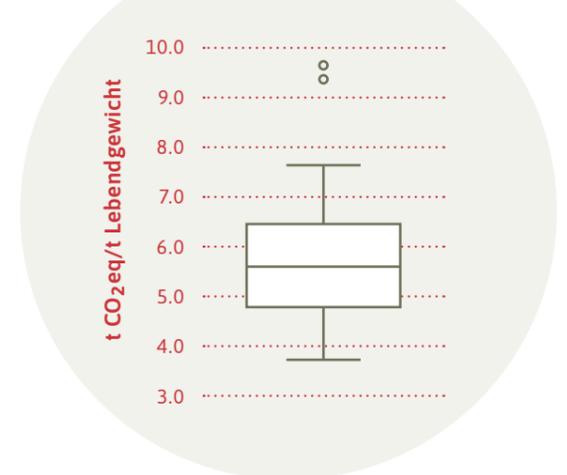


Abbildung 9 Streuung der Emissionen von 24 Betrieben, die Rindfleisch als Koppelprodukt der Milchviehhaltung produzieren.

⁹ Anita Idel, Andrea Beste: «Vom Mythos der klimasmarten Landwirtschaft – Oder warum weniger vom Schlechten nicht gut ist» S. 43. → Download-PDF

¹⁰ www.agrocleantech: «Faktenblatt klimafreundliche Milchproduktion»

¹¹ Anita Idel: «Klimaschützer auf der Weide» (2011): S. 34–38. Germanwatch e.V. & Arbeitsgemeinschaft bäuerliche Landwirtschaft e.V.

¹² Monika Zehetmeier u.a.: «Does increasing milk yield per cow reduce greenhouse gas emissions? A system approach» Animal 6.1 (2012): S. 154–166.

¹³ Heike Lorenz u.a.: «Is low-input dairy farming more climate friendly? A meta-analysis of the carbon foot-prints of different production systems» Journal of cleaner production 211 (2019): S. 161–170.

¹⁴ J.W. Casey and N. M. Holden: «The relationship between greenhouse gas emissions and the intensity of milk production in Ireland» Journal of Environmental Quality 34.2 (2005): S. 429–436.

- In der **Mutterkuhhaltung** wird für die Zunahme einer Tonne an Lebendgewicht der Mutterkühe und -kälber im Mittel 12 Tonnen CO₂eq ausgestossen. Der Medianwert liegt mit 11.8 t CO₂eq/t Lebendgewicht nur wenig unter dem Mittelwert.
- Die Hälfte der 22 Emissionswerte im Betriebszweig Rindfleisch aus der Mutterkuhhaltung liegt zwischen 10.3 und 14.1 t CO₂eq/t Lebendgewicht.
- 25% der Emissionswerte liegen im Bereich zwischen 6.4 und 10.3 t CO₂eq/t Lebendgewicht und weitere 25% im Bereich von 14.1 bis 17.8 t CO₂eq/t Lebendgewicht.

Rindfleisch aus Mutterkuhhaltung
(22 Betriebe)

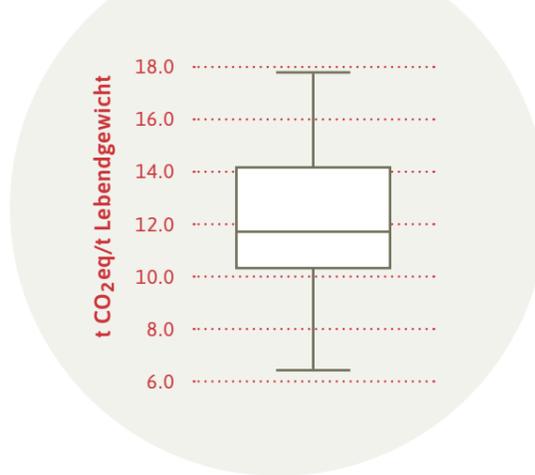


Abbildung 10 Streuung der Emissionen von 22 Betrieben mit Rindfleischproduktion aus der Mutterkuhhaltung.

Ackerbau wird von 18 der 52 bilanzierten Pilotbetriebe betrieben, wobei kein Betrieb ausschliesslich im **Ackerbau** tätig ist. Auf vielen Betrieben wird auf weniger als 10% der Nutzfläche Ackerbau betrieben, auf einigen wenigen ist die Ackerfläche grösser. Diese Heterogenität der Strukturen führt zu einer relativ grossen Streuung der Emissionswerte. Um die Vergleichbarkeit der verschiedenen Getreidearten und Kartoffeln zu gewährleisten, werden die Emissionen pro Tonne Trockensubstanz (TS) berechnet (Abbildung 11).

- Pro Tonne TS verkaufter Ackerfrüchte entsteht im Mittel 0.33 t CO₂eq, der Median liegt bei 0.29 t CO₂eq/t TS.
- Die Hälfte der Emissionswerte liegt im Bereich zwischen 0.22 und 0.42 t CO₂eq/t TS.
- Je ein Viertel der Werte befindet sich im Bereich zwischen 0.17 und 0.22 t CO₂eq/t TS respektive im Bereich von 0.42 bis 0.58 t CO₂eq/t TS.

Ackerfrüchte
(18 Betriebe)

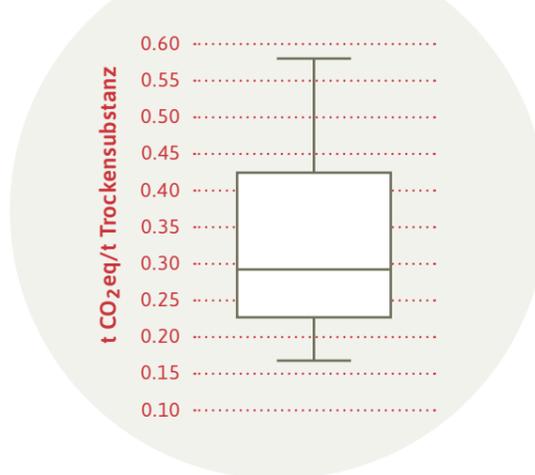


Abbildung 11 Streuung der Emissionen von 18 Betrieben im Ackerbau.

Neben diesen kantonal wichtigsten Betriebszweigen werden auf vielen Betrieben ergänzende Produktionsrichtungen verfolgt. 11 der 52 Pilotbetriebe halten **Schafe** für die Fleischproduktion, wobei nur ein Betrieb ausschliesslich auf diesen Betriebszweig spezialisiert ist. Ein weiterer Pilotbetrieb ist auf Schafmilch mit dem Koppelprodukt Schaffleisch spezialisiert. Auf den anderen 9 Betrieben werden Schafe zusätzlich zu einem anderen Haupterwerbszweig gehalten. Der Mit-

telwert der Emissionen im Betriebszweig Schaffleisch beträgt 23.2 t CO₂eq/t Lebendgewicht. Die Verteilung der 11 erhobenen Emissionswerte um den Median (24.4 t CO₂eq/t Lebendgewicht) wird im Kastendiagramm Schaffleisch gezeigt (Abbildung 12, Seite 29).

Schaffleisch
(11 Betriebe)

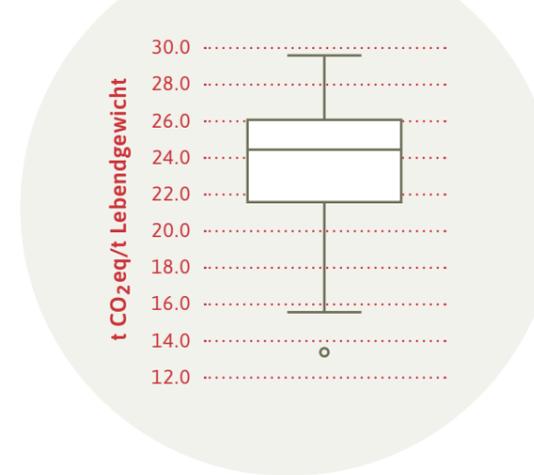


Abbildung 12 Streuung der Emissionen von 11 Betrieben in der Produktion von Schaffleisch.

Die **Ziegenhaltung** ist ein weiterer Betriebszweig, welcher hauptsächlich ergänzend zu anderen Haupterwerbszweigen vorkommt. Die Ausnahme bildet ein Pilotbetrieb, der auf Ziegenmilch und das Koppelprodukt Ziegenfleisch spezialisiert ist. Von den sechs Ziegenhalter/innen melken drei ihre Tiere und produzieren nebenbei Ziegenfleisch, drei nutzen die Ziegen einzig zur Fleischproduktion. Im Mittel werden im Betriebszweig Ziegenfleisch 17.3 t CO₂eq pro Tonne Lebendgewicht ausgestossen, der Medianwert liegt bei 16.7 t CO₂eq/t Lebendgewicht (Abbildung 13).

Schliesslich wird die Produktion von **Hühnereiern** unter den 52 Pilotbetrieben relativ häufig (in 8 Fällen) als Einnahmequelle gewählt. Zwei der acht Eierproduzenten können für den Kanton Graubünden als Grossproduzenten eingestuft werden. Pro Tonne Hühnereier werden im Mittel 2.3 t CO₂eq ausgestossen, die Verteilung der acht Emissionswerte um den Median (2.2 t CO₂eq/t Eier) wird im Kastendiagramm Hühnereier gezeigt (Abb. 14).

Ziegenfleisch
(6 Betriebe)

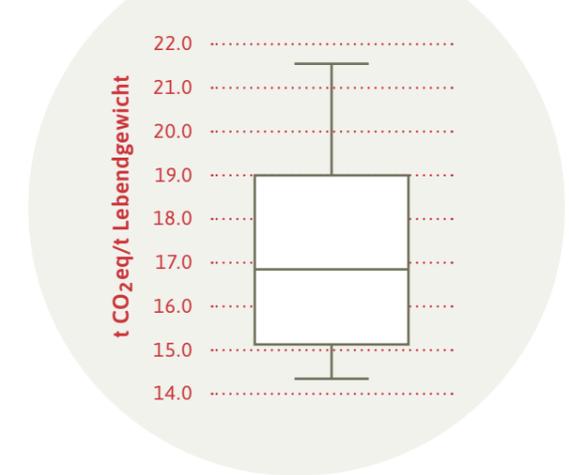


Abbildung 13 Streuung der Emissionen von 6 Betrieben in der Produktion von Ziegenfleisch.

Hühnereier
(8 Betriebe)

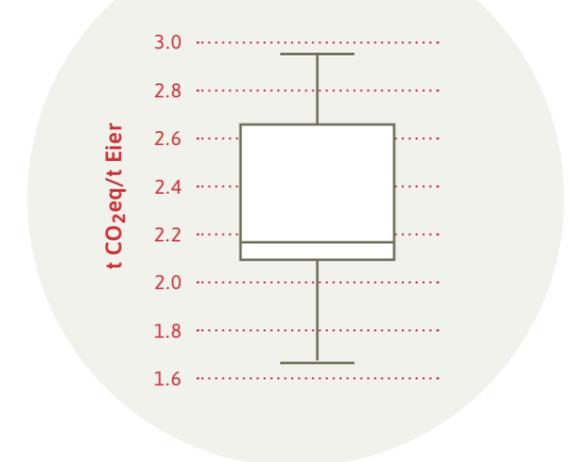


Abbildung 14 Streuung der Emissionen von 8 Betrieben in der Eierproduktion.

Betriebszweige im Vergleich

Der Weinbau ist für die Region um die Bünde Herrschaft von grosser Bedeutung. Es wurden drei Betriebe mit diesem Betriebszweig bilanziert. Die durchschnittlichen Emissionen in der Weinproduktion liegen bei 0.98 t CO₂eq/t Wein. Der tiefste Wert beträgt 0.84 und der höchste Wert 1.06 t CO₂eq/t Wein. Aufgrund der kleinen Stichprobengrösse

sind diese Angaben zu den Emissionen nur bedingt aussagekräftig. Dasselbe gilt für die Betriebszweige Geflügelfleisch, Ziegenmilch, Schweinefleisch und Schafmilch. Vollständigkeitshalber sind die Emissionen dieser Betriebszweige in Tabelle 2 aufgelistet. ■

THG-Emissionen in verschiedenen Betriebszweigen

Betriebszweig	Einheit	Anzahl Betriebe	Mittelwert	kleinster Wert	grösster Wert
Kuhmilch	t CO ₂ eq / t Milch	22	1.30	0.85	2.22
Rindfleisch aus Milchproduktion	t CO ₂ eq / t LG	24	5.86	3.73	9.61
Rindfleisch aus Mutterkuhhaltung	t CO ₂ eq / t LG	22	12.03	6.36	17.84
Ackerbau	t CO ₂ eq / t TS	18	0.33	0.17	0.58
Schaffleisch	t CO ₂ eq / t LG	11	23.23	13.38	29.58
Ziegenfleisch	t CO ₂ eq / t LG	6	17.28	14.40	21.50
Hühnereier	t CO ₂ eq / t Eier	8	2.31	1.67	2.95
Weinbau	t CO ₂ eq / t Wein	3	0.98	0.84	1.06
Ziegenmilch	t CO ₂ eq / t Milch	3	3.60	2.92	4.37
Geflügelfleisch	t CO ₂ eq / t LG	3	3.10	2.19	4.74
Schweinefleisch		2	keine Angaben aus Datenschutzgründen		
Schafmilch		1	keine Angaben aus Datenschutzgründen		

Tabelle 2 Treibhausgasemissionen in verschiedenen Betriebszweigen, welche durch die Projektteilnehmer erzeugt werden. Abkürzungen: LG = Lebendgewicht, TS = Trockensubstanz.



Die Treibhausgasemissionen pro Energieoutput der verschiedenen landwirtschaftlichen Produkten unterscheiden sich stark. Eine Anpassung der Produktpalette kann also die Klimabelastung der Landwirtschaft unter Beibehaltung der Kalorienproduktion reduzieren. Gleichzeitig sind im Bergkanton Graubünden auch Produktionssysteme mit vergleichsweise höheren Emissionen für die Nutzung der Landwirtschaftsflächen wichtig.

Treibhausgasbelastung verschiedener Produkte

Um die Emissionen in der Herstellung verschiedener Produkte zu vergleichen, werden die Emissionen der Betriebszweige standardisiert. Für Lebensmittel, die Menschen mit Energie versorgen, ist eine Energieeinheit als gemeinsamer Nenner sinnvoll. Die Emissionen in der Produktion der landwirtschaftlichen Güter werden im Folgenden pro Energieoutput (kg CO₂eq/GJ) angegeben. Für die Standardisierung wurden im ACCT hinterlegte Energiewerte für tierische und pflanzliche Produkte verwendet. Abbildung 15 auf Seite 32 zeigt die Emissionen pro Energieoutput in allen Betriebszweigen der 52 Pilotbetriebe.

Im **Ackerbau** entstehen die geringsten Emissionen pro produzierter Energieeinheit: Der Median aller Betriebe liegt bei 16 kg CO₂eq/GJ Output. Im Ackerbau fallen im Vergleich zu der Tierhaltung keine Emissionen aus der Verdauung und Hofdüngerlagerung an. Zudem wird vergleichsweise wenig Energieinput benötigt, um 1 GJ an Energie zu produzieren. Der wichtigste Energieeintrag stammt vom Sonnenlicht und ist daher gratis und unbelastet. In diesem Kontext ist wichtig, dass die

grosse Energie- und Treibhausgas-effizienz nur dann vollumfänglich zum Tragen kommt, wenn die Ackerbauprodukte direkt als menschliche Nahrung dienen. Werden sie als Hühner-, Schweine- oder Wiederkäuerfutter verwendet, sinkt ihre Energie- und Treibhausgas-effizienz drastisch. Entsprechend legt der Vergleich unter den Betriebszweigen nahe, dass Flächen, die für den Ackerbau geeignet sind, für die Produktion von Lebensmitteln zur menschlichen Ernährung verwendet werden sollen (vgl. Exkurs Feed no Food, Seite 33).

Der Betriebszweig mit den höchsten Emissionen pro Produkt ist die **Ziegenfleischproduktion** (Median 2732 kg CO₂eq/GJ). Gleichzeitig weist diese Produktion auch die grösste Streuung der Emissionen pro GJ auf. Sowohl der hohe Emissionswert wie auch die hohe Streuung lassen sich durch dasselbe Phänomen erklären: Ziegen werden aus verschiedenen Gründen gehalten, wobei der Fokus selten auf der Fleischproduktion liegt. Auf gewissen Betrieben werden sie primär zur Herstellung von Milch gehalten, auf anderen zur Pflege minderwertiger Weideflächen eingesetzt. Beide Haltungsformen haben gemein, dass Gitzis meist mit geringem Lebendgewicht und Alter ge-

Emissionen pro Produkt

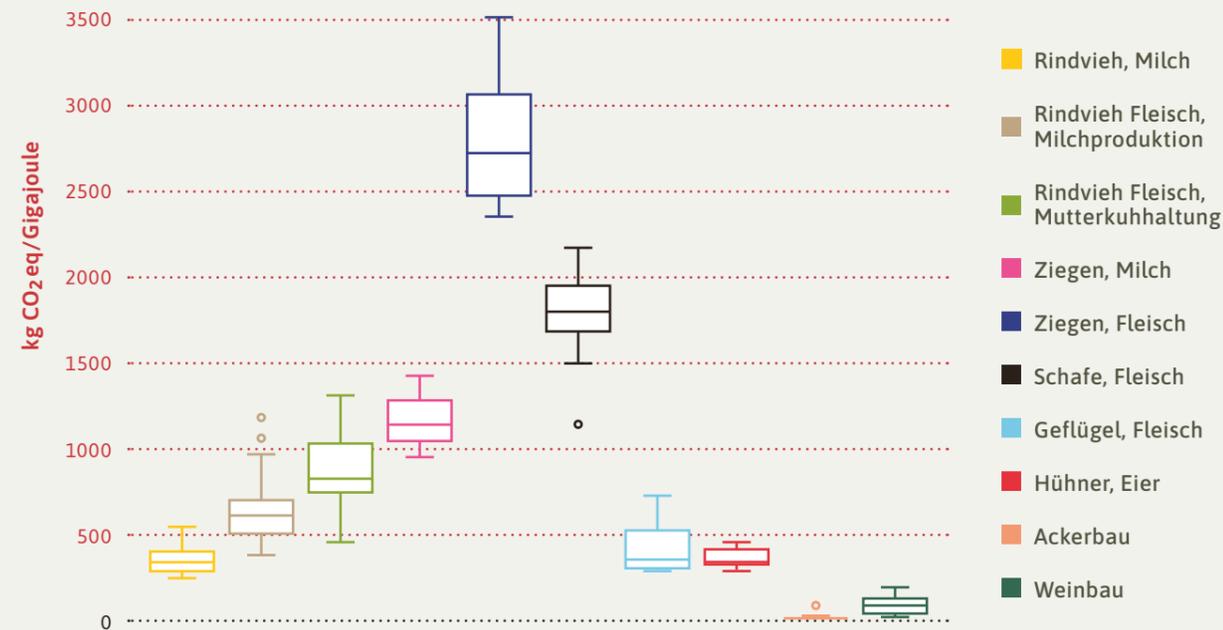


Abbildung 15 Die Treibhausgasbelastung verschiedener landwirtschaftlicher Produkte streut über einen grossen Wertebereich.

schlachtet oder verkauft werden und daher der Fleischoutput pro Ziege und Jahr im Vergleich zur Schaf- oder Rinderhaltung tief ausfällt. Bei der ersten Haltungsform mit Fokus auf die Ziegenmilchproduktion entstehen zwei Produkte, womit die Emissionen der Ziegenhaltung auf die Produkte Ziegenmilch und Ziegenfleisch aufgeteilt werden. Bei der Haltungsform ohne Ziegenmilchproduktion fällt neben dem Ziegenfleisch kein weiteres Produkt an, wodurch alle Emissionen dem Fleisch angerechnet werden. Dies hat zur Folge, dass die Streuung der Emissionswerte sehr gross wird.

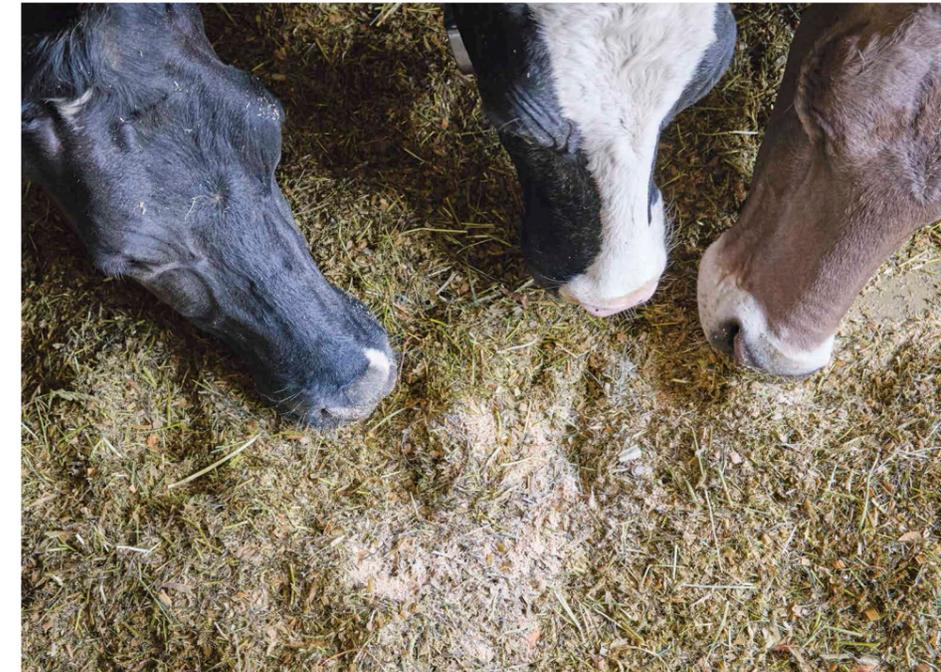
Die Produktion von **Schaffleisch** verursacht deutlich geringere Emissionen pro GJ als die Produktion von Ziegenfleisch, obschon die Emissionen pro Tonne Lebendgewicht höher sind. Dies rührt daher, dass (Fleisch-)Schafe im Gegensatz zu Ziegen primär zur Fleischproduktion gezüchtet werden. Daher ist die Schlacht- und Fleischausbeute von (Fleisch-)Schafen wesentlich höher als bei Ziegen.

Von den tierischen Produkten schneiden **Milch vom Rindvieh** und **Hühnereier** hinsichtlich ihrer Treibhausgasbelastung am besten ab. Der Median der Emissionen liegt bei 350 kg CO₂eq/GJ für Milch und 330 kg CO₂eq/GJ für Eier. Beide Produkte werden durch die Tiere über einen längeren Zeitraum in grösseren Mengen als Fleisch produziert. Die Emissionen, die in der Aufzucht der Tiere (Milchkühe, Legehennen) anfallen, können also über einen längeren Zeitraum abgeschrieben und auf grössere Produktmengen verteilt werden und sind damit pro Produkteinheit geringer. Ausserdem benötigt die Herstellung von 1 kg Milch oder 1 kg Eier wesentlich weniger Energieinput, insbesondere in Form von Futtermitteln, als die Produktion von 1 kg Fleisch. Schlussendlich entsteht in der Milchproduktion das Koppelprodukt Fleisch, wodurch die Emissionen in der Rinderhaltung aufgeteilt werden.

Die Treibhausgasbelastung von **Geflügelfleisch** ist wesentlich tiefer als die Belastung von Fleisch von Wiederkäuern, da in der Geflügelhaltung nur sehr

Exkurs Feed no Food

Der Einsatz von Kraftfutter in der Milch- und Fleischproduktion ermöglichte seit 1990 enorme Leistungssteigerungen. Gleichzeitig steht der Anbau von Kraftfutter auf Ackerflächen in Konkurrenz zum Anbau von Pflanzen für die menschliche Ernährung. Gleiches gilt für Futtermittel auf Getreidebasis für die Hühner- und Schweinehaltung. Das Prinzip «Feed-no-Food» sieht vor, alle ackerfähigen Flächen für die menschliche Nahrungsmittelproduktion einzusetzen¹⁵.



Mehr Kalorien, weniger Emissionen

Auf globaler Skala ist das Potenzial des Feed-no-Food-Ansatzes, die Nahrungsmittelproduktion zu steigern und gleichzeitig die Treibhausgasemissionen aus der Landwirtschaft zu reduzieren, sehr gross. In der Schweiz und im Kanton Graubünden wird dieses Potenzial noch zu wenig berücksichtigt. So werden auf einem bedeutenden Anteil der Ackerflächen Kulturen zu Futterzwecken angebaut (CH: knapp 60%, GR: knapp 70%). Auf gut 15% der kantonalen Ackerflächen wird Silo- und Grünmais und auf knapp 5% Futtergetreide angebaut, 50% sind Kunstwiesen.¹⁶ In der Umsetzung des Feed-no-Food Prinzips fressen Wiederkäuer nur Raufutter von Naturwiesen, Weiden und Alpflächen. Dazu kommt Futter von dem Anteil Kunstwiesen und Zwischenfrüchten, welcher in der

Fruchtfolge für die Aufrechterhaltung der Bodenfruchtbarkeit sinnvoll ist. Die Modellierung mit ACCT zeigt, dass bei entsprechenden Einschränkungen der Energieoutput auf Betrieben mit über 25% ackerfähiger Fläche zwischen 20% und 50% gesteigert und der Ausstoss von Treibhausgasen in der gleichen Grössenordnung reduziert werden kann.

Bestossung der Alpen

Im Kanton Graubünden müssen in der Feed-no-Food Diskussion auch die zahlreichen Alpflächen berücksichtigt werden. Diese Flächen können nur bewirtschaftet und damit erhalten werden, wenn genügend Nutztiere für ihre Beweidung

verfügbar sind. Es gilt, genauer zu eruieren, ob die im Kanton verfügbaren Naturwiesen, Weiden und Kunstwiesen im Talgebiet für die Winterfütterung eines für die Erhaltung der Alpen nötigen Nutztierbestandes ausreichen. Andernfalls stellt sich die Frage, ob es doch sinnvoll ist, einen Teil der ackerfähigen Flächen im Kanton für die Sicherstellung der Futtergrundlagen im Winter zu verwenden. Alternativ könnten die fehlenden Tiere zur Bestossung der Alpen im Sommer aus Regionen ohne Sömmerungsflächen über grössere Distanzen auf die Alpen transportiert werden (was teilweise bereits heute geschieht).

¹⁵ www.fibl.org: Hintergrundpapier «Feed no Food – Den Kraftfuttermittel-Einsatz überdenken», PDF-Download, FIBL 2012.

¹⁶ Amt für Landwirtschaft Graubünden, Strukturdaten 2021.

wenige Verdauungsgase anfallen. Gleichzeitig wird Geflügel zu grösseren Anteilen als Wiederkäuer mit Ackerfrüchten gefüttert. Die Geflügelhaltung benötigt also im Gegensatz zu der graslandbasierten Haltung von Wiederkäuern hochwertige, für den Anbau von menschlichen Nahrungsmitteln geeignete Ackerflächen. Im übergeordneten Kontext des Feed-no-Food Prinzips ist die Geflügelhaltung entsprechend zu überdenken bzw. in Zukunft anzupassen: Wenn möglich sollten Futtermittel für Geflügel lediglich aus Nebenprodukten der Lebensmittelindustrie bestehen oder auf der Verwertung von Abfallprodukten (z.B. Nahrung für Insekten) beruhen.

Rindfleisch als Koppelprodukt der Milchproduktion schneidet hinsichtlich der Treibhausgasbelastung etwas besser ab als Fleisch aus der Mutterkuhhaltung (Median 621 CO₂eq/GJ vs. 851 CO₂eq/GJ).

Dafür existieren zwei wesentliche Gründe: Erstens werden die Emissionen in der Haltung von Milchkühen im Gegensatz zu den Emissionen aus der Mutterkuhhaltung auf die Produkte Fleisch und Milch aufgeteilt. Zweitens können in der Kälbermast mehrere Kälber pro Kuh abgetränkt werden, in der Mutterkuhhaltung meistens nur eines. Dadurch werden die Emissionen der Mutterkuh (Fütterung, Fermentation, usw.) im Vergleich zur Milchkuh auf eine kleinere Fleischmenge aufgeteilt. Im Gegensatz dazu erzielen Mutterkuhrassen eine höhere Fleisch- und Schlachtausbeute (GJ/kg Lebendgewicht) als Milchviehrassen. Diese Faktoren reichen aber zur Kompensation der anderen Effekte nicht aus. Dies gilt insbesondere im Vergleich mit Fleisch aus der Kälbermast: In der Kälbermast werden meist Tiere mit ähnlichem Tageszuwachs und ähnlicher Schlachtausbeute wie in der Mutterkuhhaltung aufgezogen

Exkurs Milchkühe, Mutterkühe und Kleinwiederkäuer

Die Bilanzierungen der Pilotbetriebe zeigen, dass Milchvieh mit dem Koppelprodukt Fleisch in der Wiederkäuerhaltung am wenigsten Emissionen pro produzierter Energie verursacht. Diese Erkenntnis wirft die Frage auf, ob die Haltung von Mutterkühen und Kleinwiederkäuern zu Gunsten von Milchkühen in Zukunft reduziert werden sollte. Um eine nachhaltige und vielseitige Produktion von Lebensmitteln zu gewährleisten, sind neben dem Klimaschutz viele weitere Faktoren relevant. Diese Faktoren müssen in der Wahl der Tierhaltungssysteme notwendigerweise berücksichtigt und situativ auch gegeneinander abgewogen werden.

Vielfalt bringt Resilienz

Wichtig für eine insgesamt nachhaltige Lebensmittelproduktion in der Schweiz und im Kanton Graubünden sind insbesondere folgende Aspekte: Eine effiziente, standortangepasste Produktion, der Erhalt der Biodiversität, der sorgfältige Umgang mit der Ressource Boden, ein maximales Tierwohl und die Sicherstellung einer grossen Produktvielfalt. Folglich sollte eine möglichst vielfältige Landwirtschaft gefördert werden, die ihrerseits die Vielfalt der Ökosysteme erhält. Diese Vielfalt hat wiederum einen positiven Einfluss aufs Klima und stärkt die Resilienz gegenüber den negativen Folgen des Klimawandels. Da-

bei sollte eine Tierhaltung verfolgt werden, die die Stärken jedes Nutztieres optimal ausschöpft. Mutterkühe eignen sich zur Produktion von Fleisch auf extensiven Weiden und Alpwiesen. Kleinwiederkäuern können zusätzlich auf steilen und eingewachsenen Weide- und Sömerungsflächen gehalten werden und diese zur Produktion von Milch und Fleisch erschliessen. Milchkühe hingegen sind eher auf Grünlandflächen mit grösserem futterbaulichem Potenzial zu halten. ■

(Kreuzungen zwischen Milch- und Mutterkuhrassen). Dieser Umstand wird im ACCT allerdings nicht berücksichtigt und es ist anzunehmen, dass die für Rindfleisch aus der Milchviehproduktion ausgewiesenen Emissionen noch etwas tiefer als hier dargestellt sind. Insgesamt ist die Streuung in beiden Betriebszweigen relativ gross und die Treibhausgasbelastungen der zwei Rindfleischprodukte überschneiden sich in ihren Wertebereichen. Aus reiner Klimaperspektive ist Rindfleisch als Koppelprodukt tendenziell zu bevorzugen, in einer gesamtheitlichen Betrachtungsweise sprechen auch viele gute Gründe für die Mutterkuhhaltung (Exkurs Milchkühe, Mutterkühe und Kleinwiederkäuer, Seite 34).

Fleisch von Kleinwiederkäuern ist wesentlich stärker mit Emissionen belastet als Fleisch von Grosswiederkäuern. Dies könnte durch die Effizienz der

Futterverwertung und ihr Zusammenspiel mit dem Erhaltungsbedarf der Tiere erklärt werden. Die Resultate legen nahe, dass Kleinwiederkäuer mehr Energieinput in Form von Futter benötigen, um die gleiche Menge an Energie in Form von Fleisch zu produzieren als Grosswiederkäuer. Diese Haltung von Kleinwiederkäuer bietet aber viel zusätzlicher Nutzen und macht aus anderen Gründen, zum Beispiel der Diversifizierung der Produktpalette und zur Erhaltung der Alpflächen, Sinn (Exkurs Milchkühe, Mutterkühe und Kleinwiederkäuer, Seite 34).

Emissionsprofil unterschiedlicher Betriebszweige

Abbildung 16 auf S. 37 zeigt die Anteile verschiedener Emissionsquellen in jedem Betriebszweig. In Betriebszweigen mit raufutterverzehrenden Tieren tragen Emissionen aus der Fermentation und



Hofdüngerlagerung (zusammengefasst als Tierhaltung) jeweils zu mehr als 50 % des Gesamtausstosses bei. Bei Kleinwiederkäuern liegt der Anteil rund 10 % höher als bei Grosswiederkäuern, weil Emissionen anderen Ursprungs, insbesondere Emissionen aus Vorleistungen, vergleichsweise tief sind. Aufgrund der extensiven Haltung von Ziegen und Schafen wird wenig Futter zugekauft und die höhere Eigenremontierung bei Betrieben mit Kleinvieh führt zu einer geringen Anzahl an Tierzukaufen.

In den Betriebszweigen der Geflügelhaltung sowie im Weinbau wird deutlich, welche Mengen an **Vorleistungen** in diese Produkte einfließen. In diesen Produktionsausrichtungen sind die externen Emissionen grösser als jene auf dem Betrieb. In der Geflügelhaltung machen die Futtermittelzukaufe den Hauptbestandteil der Vorleistungen aus. Im Weinbau ist die Herstellung und der Zukauf von Glasflaschen ausschlaggebend.

Im Weinbau wird relativ zum Ausstoss die grösste Menge an Kohlenstoff in Boden und Gehölz gespeichert (40 % der gesamtbetrieblichen Emissionen). Einerseits sind die Emissionen pro Hektar vergleichsweise tief, da keine Wiederkäuer gehalten werden. Andererseits ist die **Speicherleistung** pro Hektar hoch, da die Rebanlagen der Pilotbetriebe als eine Form von dauerbegrünter Agroforstkultur betrachtet werden können. Das heisst, Rebberge weisen CO₂-Senkeleistungen ähnlich wie Dauergrünland auf und speichern zusätzlich Kohlenstoff in den Gehölzpflanzen. Der Ackerbau weist ein wesentlich geringeres Speicherpotenzial auf, da nur ein kleiner Teil der Fläche dauerbegrünt ist (Zwischenfrüchte, Kunstwiesen). Nicht berücksichtigt sind hier Massnahmen zum Humusaufbau wie z. B. der Einsatz von Hofdünger oder Kompost, die Einarbeitung von Ernteresten oder eine reduzierte Bodenbearbeitung. Nur für den Anbau von Zwischenfrüchten und die Direktsaat wird eine zusätzliche CO₂-Speicherleistung angerechnet (vgl.

Wichtige Annahmen, Seite 10). In der Geflügelhaltung ist die Speicherleistung in Böden und Gehölz am geringsten, da diese Produktionsausrichtung meist relativ stark von einer direkten Landnutzung entkoppelt ist.

Emissionen aus Böden machen vor allem im Ackerbau einen grossen Teil der Gesamtemissionen aus. Diese Emissionen entstehen primär durch die Stickstoffdüngung mit mineralischen und organischen Düngern. Die Emissionen aus Böden auf Grünlandbetrieben sind absolut betrachtet pro Hektare sogar noch höher, weil mehr Stickstoff in den Boden eingetragen wird. Einerseits wird durch den ständigen Bewuchs mehr Stickstoff mineralisiert und andererseits fixieren Leguminosen Stickstoff aus der Luft im Boden¹⁷. Ein Teil dieses zusätzlich mineralisierten und fixierten Stickstoffs (Annahme ACCT: 1 %) entweicht in Form von Lachgas aus den Böden¹⁸. Aufgrund der hohen Emissionen aus der Verdauung der Tiere machen sie aber einen kleineren Anteil an den Gesamtemissionen aus als im Ackerbau. Geringe Emissionen aus Böden entstehen im Weinbau (aufgrund der sehr reduzierten Stickstoffdüngung) und in der Geflügelhaltung (aufgrund der flächenunabhängigen Haltungsform).

Der Anteil der Emissionen aus eingesetzten **Treibstoffen** ist in allen Betriebszweigen mit Tierhaltung kleiner als 10 %. In der Haltung von Wiederkäuern fallen Emissionen aus Vorleistungen, Böden, der Verdauung sowie der Hofdüngerlagerung und -ausbringung viel stärker ins Gewicht. In der Geflügelhaltung fallen die Hauptemissionen für die Futtermittelproduktion ausserhalb der Betriebe an, wodurch auf den Betrieben selbst vergleichsweise wenig Input von Treibstoff benötigt wird. Im Gegensatz dazu machen die Emissionen aus Treibstoffen im Acker- und Weinbau 20 % oder mehr des Gesamtausstosses aus. Pro Hektare bewirtschaftete Fläche bewegen sich diese Emissionen allerdings in ähnlichem Rahmen wie in der Grünlandbewirtschaftung von Tierhaltungsbetrieben.

Prozentuale Aufteilung der Emissionen pro Betriebszweig

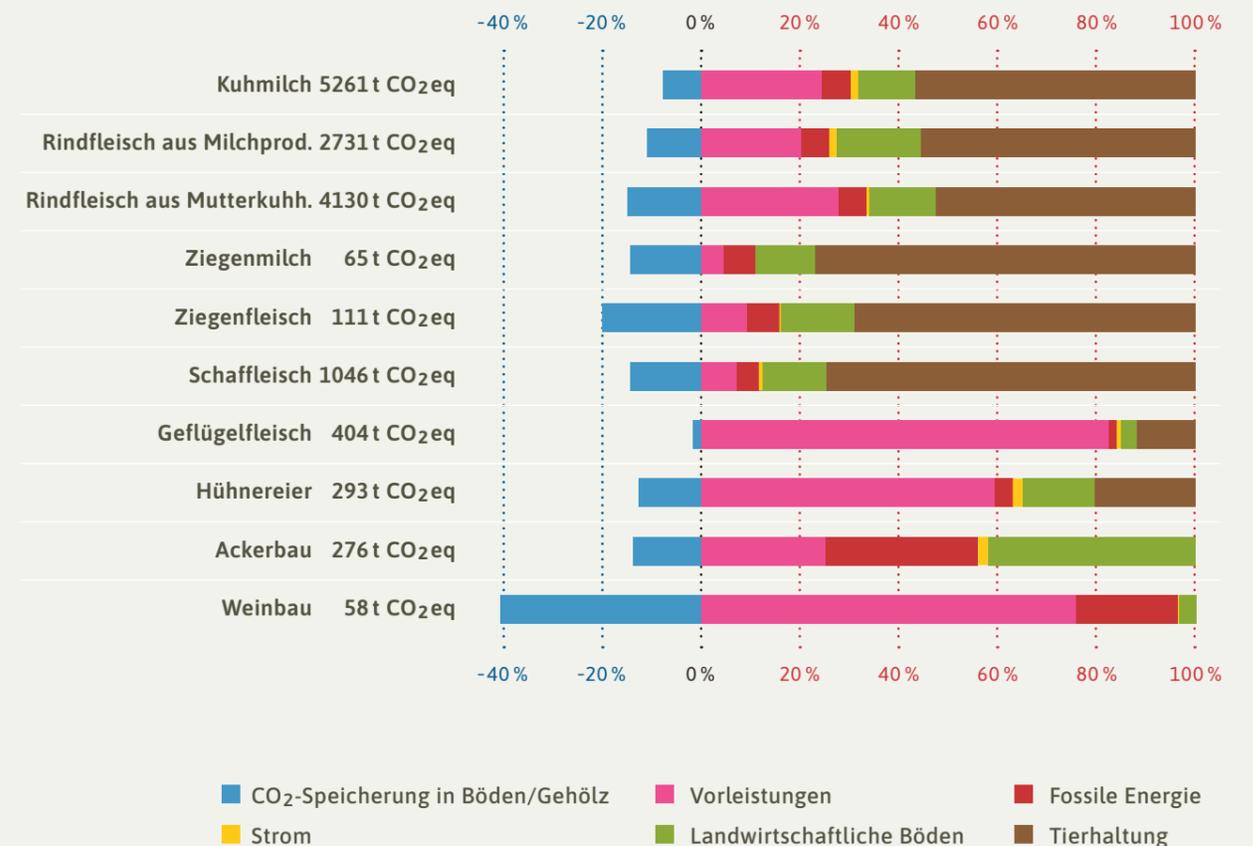


Abbildung 16 In unterschiedlichen Betriebszweigen sind unterschiedliche Emissionsquellen von Bedeutung.

Die Emissionen von eingesetztem **Strom** machen in allen Betriebszweigen nur wenige Prozent des Gesamtausstosses aus. Dies liegt daran, dass der Schweizer Strommix (vor allem Wasserkraft und Atomstrom) mit durchschnittlich 169 g CO₂eq/MWh im Vergleich zum Strommix aus Nachbarländern (mit z.T. hohen Anteilen an Kohlestrom) sehr klimafreundlich ist. Viele Pilotbetriebe beziehen sogar Strom von ausschliesslich erneuerbaren Quellen vom Netz (meist aus Wasserkraft), wodurch die Emissionen auf 9 g CO₂eq/MWh sinken.



17 Eléonore Attard u.a.: «Delayed and asymmetric responses of soil C pools and N fluxes to grassland/cropland conversions» Soil Biology and Biochemistry 97 (2016): S. 31–39.

18 I.P.O Change: «2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories» Institute for Global Environmental Strategies, Hayama, Kanagawa, Japan (2006).

Gewählte Massnahmen

Die Pilotbetriebe möchten unterschiedliche Massnahmen umsetzen, um ihre Treibhausgasemissionen zu reduzieren. Die Vielfalt der gewählten Massnahmen hilft, besonders vielversprechende Ansätze für die Landwirtschaft im Kanton Graubünden zu identifizieren.

Im zweiten Beratungsgespräch mit den Pilotbetrieben wurden, basierend auf einem Ideenkatalog, verschiedene Strategien zur Reduktion der Emissionen diskutiert (Exkurs Ideenkatalog, Seite 39). Für jeden Betrieb wurden die gewählten Massnahmen als persönliche Zielsetzung in einem Klimaagreement festgehalten. Besonders innovative und noch wenig erprobte Massnahmen werden im Förderbereich B finanziell unterstützt, fachlich begleitet und hinsichtlich ihrer Wirkung untersucht.

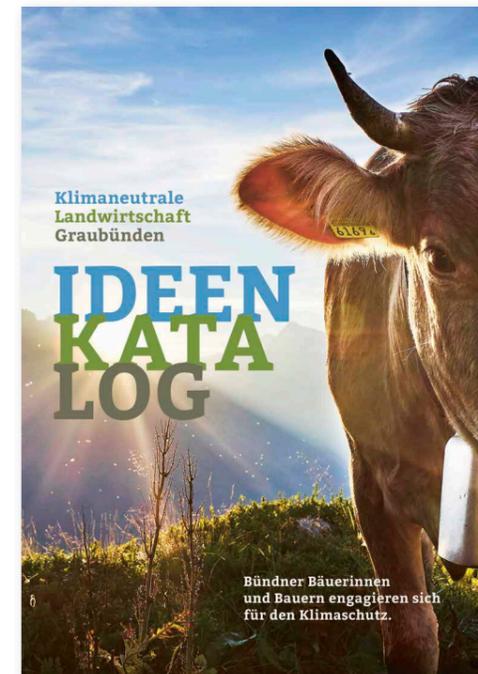
In Abbildung 15 sind Massnahmen, welche von zwei oder mehr Pilotbetrieben genannt wurden, in einer Wortwolke dargestellt. Die am häufigsten genannte Massnahme ist der Humusaufbau (27 Mal), wobei dieser mehrheitlich durch Kompostierung des Hofdüngers erreicht werden soll (19 Mal genannt). 17 Betriebe planen den Einsatz von Pflanzenkohle, wobei 5 Betriebe die Pflanzenkohle selber herstellen möchten. Ebenfalls relativ häufig genannt sind eine Erhöhung der Weidezeit (11 Mal), die Produktion von erneuerbarer Energie (10 Mal, grösstenteils mit Photovoltaik), die Hofdüngeraufbereitung (9 Mal, meist mit effektiven Mikroorganismen) und die Reduktion von Kraftfutter (9 Mal). Die Reduktion des Tier-

bestandes, eine einschneidende Massnahme mit grosser Hebelwirkung, die ausserdem mit der Erhöhung der Ackerfläche einhergeht, wurde 7 Mal genannt.



Abbildung 15 Die meistgenannten Massnahmen zur Reduktion von Emissionen als Wortwolke dargestellt.

Exkurs Ideenkatalog «Klimaneutrale Landwirtschaft Graubünden»



Die Projektgruppe «Klimaneutrale Landwirtschaft Graubünden» hat im Frühling 2021 einen Ideenkatalog publiziert, in dem viel Wissen rund um die Treibhausgase zu finden ist (Abbildung 16). Der Katalog liefert wichtige Fakten und Basisinformationen zum Klimawandel. Ausserdem präsentiert er eine Reihe von aktuell diskutierten Massnahmen zur Reduktion von Treibhausgasen in den Bereichen Tierhaltung, Pflanzenbau, Energieproduktion und Energieverbrauch. Die zahlreichen Links und Verweise auf Bücher versorgen die Leser/innen mit den nötigen Referenzen, um vertieft in die einzelnen Themenbereiche einzutauchen.

Der Ideenkatalog steht auf der Internetseite der «Klimaneutralen Landwirtschaft Graubünden» als Download zur Verfügung: www.klimabauern.ch → Klimawissen.

Abbildung 16 Der Ideenkatalog aus dem Projekt zeigt aktuell diskutierte Massnahmen zur Reduktion der Treibhausgase aus der Landwirtschaft.



Abbildung 17 Beispielseite aus dem Ideenkatalog.

Fazit

Die Resultate der Bilanzierungen legen nahe, dass systemische Veränderungen nötig sind, um die Klimabelastung der Landwirtschaft im Kanton zu minimieren. Gleichzeitig ist auch Optimierungspotenzial im Rahmen der bestehenden Strukturen vorhanden.

Die Bilanzierung der Treibhausgasemissionen mit ACCT eröffnet den 52 Pilotbetrieben ein neues Verständnis für die Klimabeeinflussung ihres Betriebes. Dieses Wissen bildet die Grundlage für die Umsetzung von Klimaschutzmassnahmen und -projekten in der Pilotphase des Projektes. Gleichzeitig zeigt die Auswertung der Bilanzierungen die grössten Treibhausgasquellen und Reduktionspotenziale der Bündner Landwirtschaft. Die Resultate zeigen hingegen nicht, mit welchen Massnahmen welche Mengen an Treibhausgasen eingespart werden können. Konkrete Empfehlungen auf Massnahmenebene lassen sich folglich nicht direkt ableiten.

Der Vergleich von Treibhausgasemissionen zwischen und innerhalb von verschiedenen Betriebszweigen eröffnet grob zwei Handlungsachsen zur Reduktion der Emissionen im Kanton:

- Die Optimierung des Gesamtsystems
- Die Optimierung bestehender Strukturen

Aus **systemischer Perspektive** steht im Vordergrund die Entwicklung hin zu landwirtschaftlichen Strukturen, die Treibhausgasemissionen minimie-

ren und die Tragfähigkeit der Ökosysteme erhalten, im Vordergrund. Der grösste systemische Hebel im Bergkanton Graubünden liegt dabei in der Tierhaltung, insbesondere in der Anpassung des Tierbestandes (Grösse, Zusammensetzung, Verteilung des Bestandes). Eine standortangepasste Tierhaltung ausschliesslich auf Flächen, die nicht für den Anbau von Kulturen für die direkte menschliche Ernährung geeignet sind (Feed-no-Food), ist ein vielversprechender Ansatz. Die Umsetzung auf kantonaler Ebene erfordert eine weitere Konkretisierung des Prinzips, insbesondere die Definition von Systemgrenzen und Rahmenbedingungen.

Die Spannweite der Emissionen innerhalb einzelner Betriebszweige zeigt, dass auch im Rahmen der bestehenden Strukturen **Optimierungspotenzial** für den Klimaschutz vorhanden ist. Ein grosses Potenzial liegt dabei im Bereich der Hofdüngersysteme (Lagerung, Aufbereitung und Ausbringung). Das (praktische) Wissen über die Klimawirkung verschiedener Hofdüngersysteme ist allerdings noch sehr begrenzt. In der Pilotphase gilt es, besonders wirksame und einfach umsetzbare Systeme und Massnahmen zu identifizieren. Die in natürlichen Prozessen entstehenden Ver-

dauungsgase haben zwar einen grösseren Anteil an den Emissionen aus der Tierhaltung insgesamt, sind aber schwieriger mit Massnahmen zu beeinflussen.

Durch **Humusaufbau** in Böden und Biomasseaufbau in Gehölzpflanzen wird im landwirtschaftlichen System Kohlenstoff gespeichert. Das längerfristige Potenzial der Kohlenstoffanreicherung ist noch umstritten und unzureichend erforscht. Mit dem Humusgehalt steigt allerdings in den meisten Fällen die Ertragssicherheit, und verschiedene Bodeneigenschaften, wie beispielsweise die Speicherung von Wasser, werden verbessert. Entsprechend erhöhen Massnahmen zum Humusaufbau die Resilienz gegenüber dem Klimawandel und sollten im Rahmen einer Mitigationsstrategie gefördert werden. Kohlenstoffspeicherung in der Landwirtschaft sollte hingegen nicht als massgebliche Lösung für den Klimawandel verstanden werden. Eine substanzielle Reduktion der Treibhausgase in der Landwirtschaft muss zwingend stattfinden. Die Gespräche im Rahmen der Bilanzierungen mit den Pilotbetrieben zeigen, dass ihre Ideen zum

Klimaschutz meist (noch) nicht an den wirksamsten Hebeln ansetzen. Grössere Reduktionen von Emissionen gehen meist mit grösseren strukturellen Umstellungen einher. Solche Veränderungen sind schwieriger, teurer und zeitintensiver als Optimierungen von Einzelprozessen. Dies gilt umso mehr, als dass die Produktionsleistung der Landwirtschaft insgesamt trotz dieser Umstellungen beibehalten werden sollte. Gleichzeitig sind systemische Veränderungen zwingend nötig, um die Klimabelastung der Landwirtschaft im Kanton zu minimieren. Die gegenwärtig verfügbaren Handlungsoptionen werden kaum ausreichen, um eine «klimaneutrale» Landwirtschaft zu erreichen. Die Erfahrungen, die von den Pilotbetrieben in den nächsten fünf Jahren im Förderbereich B gesammelt werden, sind wichtige Inputs zur Weiterentwicklung der Strategie in Richtung der Vision einer klimaneutralen Landwirtschaft ab 2050. Gleichzeitig trägt bereits jetzt jeder einzelne Betrieb mit seinen Reduktionsbemühungen zu einer klimafreundlichen Landwirtschaft im Kanton bei. Wichtig ist: Jede eingesparte Tonne an Treibhausgasen zählt. ■



Bilanzierungen – wie weiter?

Die Zweitbilanzierung soll das systemische Verständnis für die Zusammenhänge zwischen der landwirtschaftlichen Praxis und der Treibhausgase erweitern. Für die Expansionsphase soll eine vereinfachte Methode entwickelt werden, die wichtigen Hebel auf einzelnen Betrieben zu erkennen.

Am Ende der fünfjährigen Pilotphase werden die 52 Pilotbetriebe erneut bilanziert. Mit der Zweitbilanzierung wird es nicht möglich sein, den Reduktionserfolg der Pilotbetriebe vollumfänglich zu quantifizieren. Einerseits ist der Einfluss verschiedener Faktoren wie z. B. des Klimas oder von wachsenden Betriebsgrößen auf die Bilanz gross. Andererseits ist das Instrument limitiert, bestimmte Prozesse und Massnahmen abzubilden.

Die erneute Bilanzierung bietet allerdings mehrere Möglichkeiten:

1. Die zwei Bilanzen eines Betriebes können mit der/m Betriebsleiter/in verglichen und interpretiert werden. Insbesondere kann die Wirkung von Massnahmen und externen Einflussfaktoren auf die Emissionen diskutiert werden. Dies schärft weiter das systemische Verständnis der Betriebe und Berater/innen für die Zusammenhänge zwischen der landwirtschaftlichen Praxis und der Treibhausgase.
2. Im Förderbereich B wird die isolierte Wirkung von Massnahmen auf die Treibhausgasemissionen untersucht. Die Zweitbilanzierung kann Rückschlüsse auf die Wirkung dieser Massnahmen im Gesamtsystem liefern.

3. Die erneute Bilanzierung erweitert die Datengrundlage. Dadurch können wichtige Kenngrößen aus der Erstbilanzierung überprüft und robuster quantifiziert werden. Beispielsweise können die Anteile an den Emissionen aus verschiedenen Quellen oder die Variabilität der Emissionen innerhalb der Betriebszweige verifiziert und justiert werden.

Eine Weiterentwicklung des ACCTs in der Pilotphase wird aus verschiedenen Gründen nicht empfohlen. Erstens würde die Zweitbilanzierung mit einem angepassten Instrument jegliche verbleibende Vergleichbarkeit zwischen den Jahren verunmöglichen. Die vorhandenen Limitationen im Tool können innerhalb von fünf Jahren kaum behoben werden. Insbesondere die im ACCT noch nicht integrierten Prozesse im Bereich der Kohlenstoffspeicherung werden innerhalb der nächsten fünf Jahre nicht hinreichend erforscht sein. Zur Abbildung von Senkenleistungen kann die Verwendung eines zusätzlichen Tools geprüft werden. Zweitens sollte der Fokus im Projekt darin liegen, im Förderbereich B praktische Erkenntnisse zu generieren, welche Massnahmen wie viel an Emissionen einsparen können. Die Implemen-

tierung ins Tool sollte von übergeordneter Kompetenz erfolgen. Nur so wird gewährleistet, dass das weiterentwickelte Instrument in Zukunft auch angewendet wird.

Für die Expansionsphase soll, basierend auf den zwei Bilanzierungsrunden, eine Methode entwi-

ckelt werden, die einzelnen Betrieben ermöglicht, ihre Klimarelevanz zu verstehen, ohne dass sie bilanziert werden. Dies wird den restlichen Betrieben im Kanton ermöglichen, in der Expansionsphase passende und wirksame Massnahmen in Angriff zu nehmen. ■



Klimaneutrale Landwirtschaft Graubünden

