

**Klimaneutrale
Landwirtschaft
Graubünden**

IDEEN KATA LOG

**Bündner Bäuerinnen
und Bauern engagieren sich
für den Klimaschutz.**

Neutral ist nicht banal!

Neutral tönt gut und simpel. Wer weder zu sehr auf die eine noch auf die andere Seite kippt, ist normalerweise neutral. Die Schweiz hat auf dem politischen Parkett grosse Erfahrung mit Neutralität. Nur in Sachen Klimawandel hat sie das nicht. Denn Klimaneutralität ist alles andere als banal. Der Bundesrat will die Schweiz bis 2050 zwar klimaneutral machen. Er setzt dabei aber nicht nur auf Massnahmen im Inland, sondern auch auf käufliche Emissionszertifikate im Ausland. Dieser Weg ist der Landwirtschaft verwehrt. Dafür haben die Bäuerinnen und Bauern die Möglichkeit, nicht nur klimaneutrale, sondern sogar klimapositive Massnahmen umzusetzen. Der Boden kann schliesslich CO₂ speichern, und Gülle kann in Biogasanlagen in Energie verwandelt werden, welche Erdöl ersetzt.

Einfach ist es trotzdem nicht. Unser Ziel ist ambitioniert: Wir wollen, dass der Kanton Graubünden der erste Schweizer Kanton ist, der Lebensmittel klimaneutral produziert. Bündner Bauern und Bäuerinnen wollen und sollen aus eigener Kraft klimaneutral werden. Das braucht nicht nur viel Mut und Unternehmungsgeist, sondern auch Kenntnis der vielen verschiedenen Möglichkeiten, Treibhausgase zu vermeiden.

In unserem Ideenkatalog listen wir auf, was aktuell zur Reduktion der Treibhausgase aus der Landwirtschaft am meisten diskutiert wird. Es gibt aber sicher noch mehr. Wir sind offen für Ideen und Anregungen!

Eure Projektgruppe Klimaneutrale Landwirtschaft Graubünden

Impressum

Copyright Klimaneutrale Landwirtschaft Graubünden, 2021

Texte Eveline Dudda, Hinterforst

Gestaltung und Bilder Giorgio Hösl, Mollis oder angegeben

Korrektur Emilia Fromm, Malans und Edi Malgiaritta, Münstair

Druck Tipografia Menghini SA, Poschiavo



www.klimabauern.ch

Klimaneutrale
Landwirtschaft
Graubünden



Gut zu wissen

- 04 Klimawandel findet statt!
- 05 Gase als Treiber des Klimawandels
- 08 Kohlendioxid CO₂
- 09 Methan CH₄
- 10 Lachgas N₂O
- 11 Alles eine Frage der Systemgrenze

Tierhaltung

Bereich Fütterung

- 13 Weidehaltung
- 14 Exkurs: Der Wiederkäuer als Klima-Sündenbock?
- 15 Klimafreundliche Rationengestaltung
- 16 Methanhemmende Fütterung

Bereich Stallmanagement

- 17 Reduktion verschmutzter Flächen
- 17 Exkurs: Ammoniak und das Klima
- 18 Optimierte Stallklima

Bereich Herdenmanagement

- 19 Zucht und Rassenwahl
- 20 Züchtung auf Langlebigkeit

Bereich Hofdüngermanagement

- 21 Abdecken von Güllebehältern
- 22 Gülleaufbereitung
- 22 Exkurs: Wo Lachgas ist, gibt es nichts zu lachen
- 23 Güllezusätze und -behandlung
- 24 (Mist-)Kompostierung
- 25 Exkurs: Wie man Mist zu Gold machen kann

Pflanzenbau

Bereich Boden

- 27 Humusaufbau und Kohlenstoff-Speicher
- 28 Exkurs: Humus als Klimaretter?
- 29 Bodenbearbeitung

Bereich Sorten und Züchtung

- 30 Klimafreundliche Fruchtfolge
- 33 Standortangepasste Sorten

Bereich Düngung

- 34 Klimafreundliche Düngung
- 35 Organische Düngung
- 36 Pflanzenkohle, Terra Preta
- 37 Emissionsarme Ausbringung

Bereich Landnutzungsänderung

- 38 Agroforst
- 39 Permakultur
- 40 Biointensives Mikrofarming
- 41 (Wieder-)vernässung von Böden

Energieproduktion

Bereich Energieproduktion ohne Koppelprodukte

- 43 Solarenergie
- 44 Windenergie und Wasserkraft
- 45 Holzenergie
- 46 Energiespeicherung

Bereich Energieproduktion mit Koppelprodukten

- 47 Pyrolyse (Wärme und Kohle)
- 48 Biogas (Wärme, Strom, Dünger)

Energieverbrauch

Bereich Maschinen und Gebäude

- 51 Eco-Drive: Umweltschonend fahren
- 52 Fahrzeuge und Geräte mit Elektroantrieb

Bereich Ökonomiegebäude

- 53 Gebäude

Bereich Geräte und Anlagen

- 54 Energetische Optimierung

Bereich Abfallmanagement

- 55 Recycling und Second Life
- 56 Klimafreundliche Verpackung

Bereich Organisation

- 57 Überbetriebliche Zusammenarbeit

Ausblick

- 58 Die Welt ist in Bewegung

Wer sich mit Klimaneutralität beschäftigt, sollte ein paar Fakten und Basisinformationen kennen. Wir fassen uns kurz und begrenzen uns auf eini-

ge wenige Aspekte und Diagramme. Mit unseren Links und Buchtipps am Seitenrand kann die Spurensuche fortgesetzt werden.

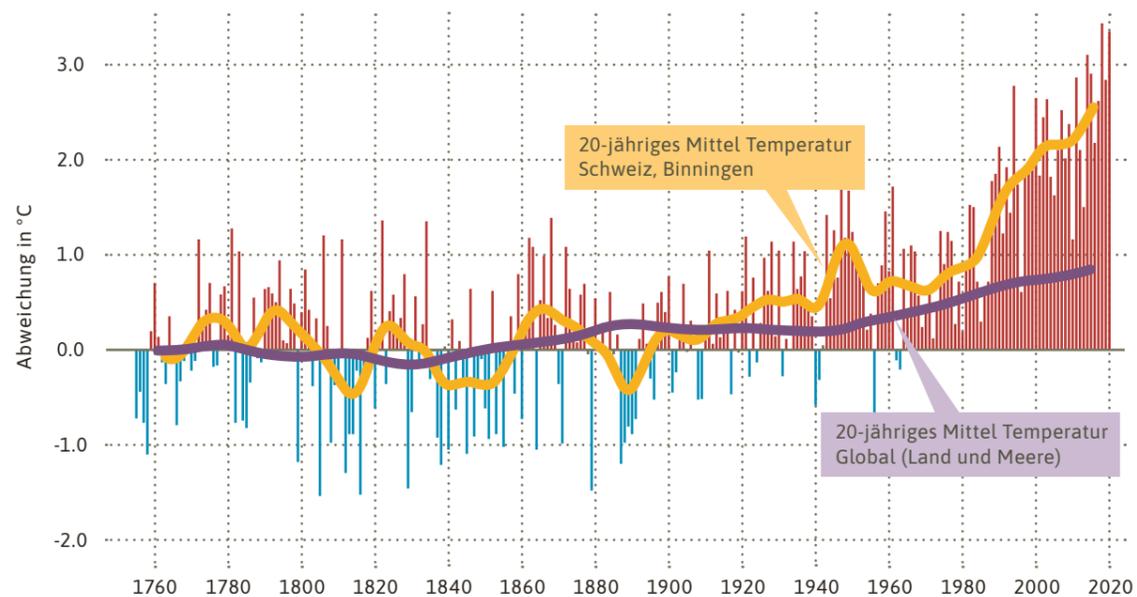
Klimawandel findet statt!

Natürlich gab es auch in der Vergangenheit wärmere Perioden und eisigere Zeiten. Für manche Klimaskeptiker ist das immer noch Grund genug, den Klimawandel in Frage zu stellen. Die überwältigende Mehrheit der Klimaforscher ist allerdings überzeugt, dass es a) einen Klimawandel gibt und b) der Mensch schuld daran ist.¹ Dass sich die Erde erwärmt, kann mit unzähligen Daten von Wetterstationen belegt werden, unter anderem mit den Daten von MeteoSchweiz. Diese Daten zeigen nicht nur, dass es in der Schweiz

ständig wärmer wird, sondern auch, dass unser Land sozusagen ein Hot-Spot in Sachen Klimaerwärmung ist. Seit etwa 30 Jahren steigen die Temperaturen in der Schweiz nämlich doppelt so schnell wie im weltweiten Durchschnitt. Die Jahresdurchschnittstemperatur ist hierzulande seit 1864 bereits um rund 2°Celsius (Stand 2018) gestiegen. Seit rund 30 Jahren war kein Jahr in der Schweiz kühler als der Durchschnittswert der Jahre 1961 bis 1990.²

Jahres-Temperatur Basel/Binningen 1755–2020

Abweichung vom Durchschnitt 1871–1900



■ Jahre über dem Durchschnitt 1871–1900 Schweiz
■ Jahre unter dem Durchschnitt 1871–1900 Schweiz

Quelle: Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz

¹ www.klimafakten.de/behauptungen/behauptung-es-gibt-noch-keinen-wissenschaftlichen-konsens-zum-klimawandel
² www.meteoschweiz.admin.ch/home/klima/klimawandel-schweiz.html

Gase als Treiber des Klimawandels

Die Luft über uns ist zwar unsichtbar, aber nicht leer. Sie enthält zahlreiche Gase. Darunter Kohlendioxid CO₂, Methan CH₄ und Lachgas N₂O. Diese Gase machen zusammen nicht einmal ein

halbes Promille der gesamten Erdatmosphäre aus, dennoch haben sie entscheidenden Einfluss auf das Klima. Sie sorgen dafür, dass ein Teil der Energie, die über die Sonneneinstrahlung auf der Erde ankommt, nicht wieder vollständig in Form von Infrarotstrahlung abgestrahlt wird, sondern als Wärmeenergie in der Atmosphäre bleibt. Sie werden deshalb «Treibhausgase» genannt, und ihre Wirkung nennt man «Treibhauseffekt». Das ist nicht nur schlecht, denn ganz ohne Treibhausgase wäre das Klima auf der Erde rund 33 Grad kälter. Ein Leben auf der Erde wäre so nicht mehr möglich, jedenfalls nicht für uns Menschen.¹

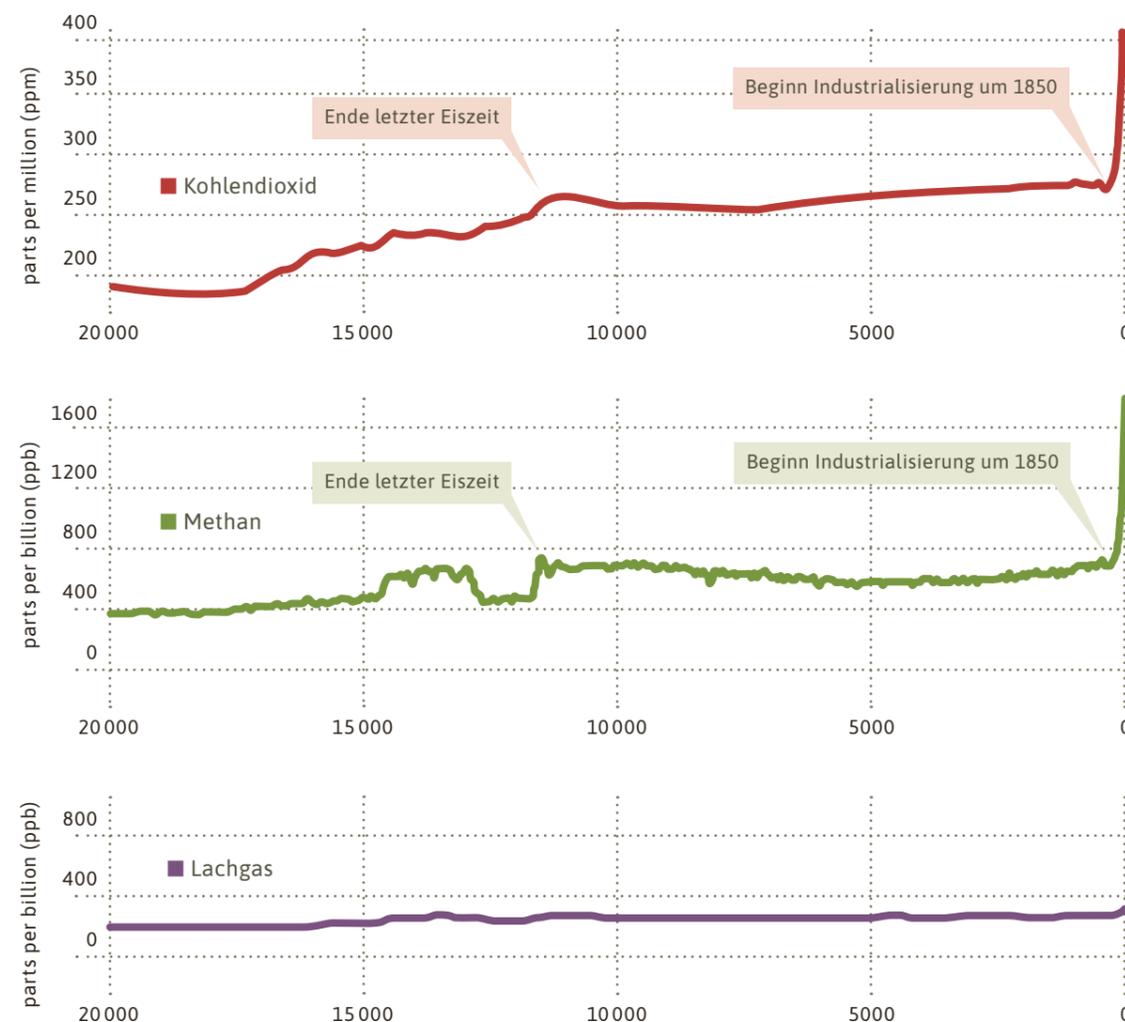


WAS SIND SCHON EIN PAAR GRAD?

Das Ende der letzten Eiszeit liegt rund 11'000 Jahre zurück. Während der Eiszeit war es weltweit rund 4 Grad kälter als heute. Die Hälfte von Europa, Amerika und Teile Asiens waren damals von dicken Eismassen bedeckt. Ein paar Grad mehr oder weniger machen offensichtlich einen grossen Unterschied!

Konzentration der Treibhausgase Kohlendioxid, Methan und Lachgas in der Atmosphäre

während der zurückliegenden 20 000 Jahre (0 entspricht Jahr 2000)



Quelle: Alfred-Wegener-Institut AWI

¹ www.klimafakten.de/meldung/was-wir-heute-uebers-klima-wissen-basisfakten-zum-klimawandel-die-der-wissenschaft

Seit Beginn der Industrialisierung ist die Konzentration von Kohlendioxid und anderen Treibhausgasen in der Atmosphäre gestiegen. Zugleich wurden – und werden – grosse Waldflächen abgeholzt oder abgebrannt und Moore trockengelegt. Das führt zur Freisetzung weiterer Treibhausgase, und gleichzeitig gibt es dadurch auch weniger Wälder, die Kohlendioxid aus der Atmosphäre aufnehmen und binden können.

Die Konzentration von Kohlendioxid in der Atmosphäre lag 2019 bei 411 ppm.¹ Vor Beginn der Industrialisierung lag sie fast 50 % tiefer. Die CO₂-Konzentration ist damit viel höher als jemals

DAS PARISER KLIMAABKOMMEN

Im Dezember 2015 wurde im Übereinkommen von Paris vereinbart, den globalen Temperaturanstieg auf unter 2 Grad zu begrenzen. Das Pariser Klimaabkommen wurde von sämtlichen 195 Staaten der Vereinten Nationen unterzeichnet und ist rechtsverbindlich. Die Schweiz hat das Übereinkommen im Oktober 2017 ratifiziert. Sie ist damit die Verpflichtung eingegangen, alle erforderlichen Massnahmen zu treffen, um ihren CO₂-Ausstoss gegenüber 1990 bis 2030 um 50 % zu senken. Bis im Jahr 2050 soll die Schweiz gar klimaneutral sein. Das bedeutet, dass auch die Landwirtschaft ihren Beitrag zum Klimaschutz leisten muss.

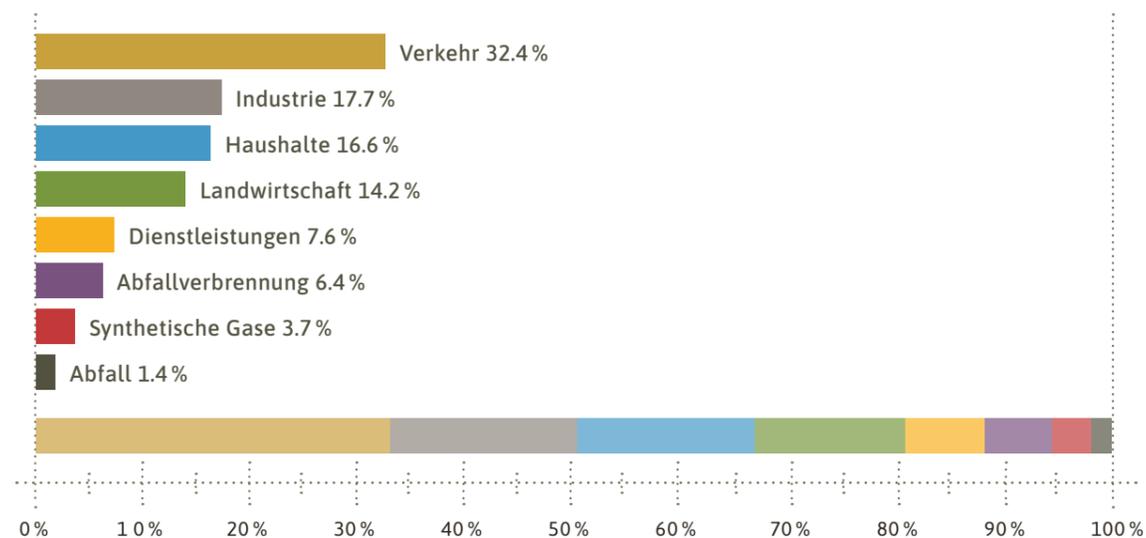
zuvor. Der Methangehalt hat 2019 mit 1866 ppb (ppb=Teilchen pro Milliarde Luftmoleküle, globaler Durchschnitt) bereits rund das Zweieinhalbfache des vorindustriellen Niveaus erreicht. Auch bei Lachgas ging diese Kurve nach oben: Seit Beginn der Industrialisierung hat dessen Konzentration von 270 ppb auf mehr als 330 ppb zugenommen (siehe Grafik Seite 5).

Weil wegen dieser menschengemachten Treibhausgase die bodennahe Lufttemperatur in den letzten 150 Jahren gestiegen ist, wird der Temperaturanstieg vom Anfang der Industrialisierung bis heute als «menschengemachter Klimawandel» bezeichnet.² Was der Mensch angerichtet hat, muss er nicht nur ausbaden, sondern kann er zumindest ein Stück weit auch wieder rückgängig machen. Packen wir es an!

ALLES KLIMA ODER WAS?

Alle reden vom Klima, aber kaum jemand überlegt, was das Wort «Klima» eigentlich bedeutet. Beim Wetter ist es noch einfach: Das Klima ist dagegen keine greifbare Grösse. Es ist ein rein rechnerischer Wert. Es ist sozusagen das Durchschnittswetter der letzten 30 Jahre. Auf diesen Zeitraum hat sich die Weltorganisation für Meteorologie einmal geeinigt.

Anteil Treibhausgasemissionen nach Sektoren in der Schweiz (2018)



Quelle: Bundesamt für Umwelt BAFU 2019

¹ ppm = Teilchen pro Million Luftmoleküle, gemessen an der Referenzstation Mauna Loa auf Hawaii und repräsentativ für die Nordhalbkugel

² W. Roedel, & T. Wagner: «Physik unserer Umwelt – Die Atmosphäre», Springer-Verlag, 2011

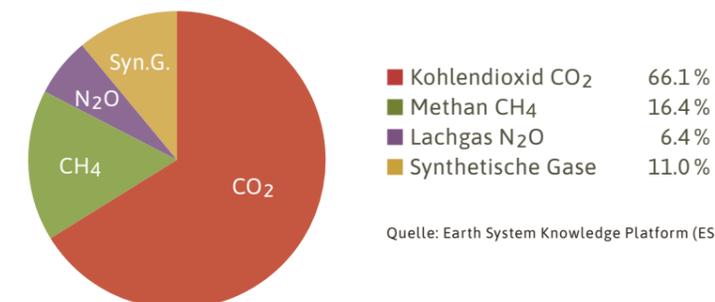
Die Menge macht's ... nicht nur

Bei den Treibhausgasen kommt es nicht allein auf die Menge an, sondern auch auf das jeweilige Potential, das Klima zu erwärmen. Dieses Erwärmungspotential wird als GWP (Global Warming Potential) bezeichnet. Das GWP von Kohlendioxid liegt bei 1, das von Methan bei 28 und das von Lachgas bei 265. Allerdings verweilt Lachgas «nur» 120 Jahre in der Atmosphäre, während CO₂ rund tausend Jahre stabil bleibt. Methan ist dagegen meistens nur 12 Jahre im Umlauf, bevor es zerfällt.¹

Wegen der langen Verweilzeit und dem grossen

Erwärmungspotential rücken immer mehr neue synthetische Gase ins Rampenlicht, die bislang noch ausser Acht gelassen wurden. Sulfurylfluorid ist eines davon. Dieses Gas ist 4000 mal so klimaschädlich wie CO₂, und es kommt immer öfter zum Einsatz. Es wird zum Beispiel beim Export von Holz und Nüssen gegen Schädlinge eingesetzt und von Staaten wie China oder Australien zwingend für Importgüter vorgeschrieben. Es wird auch zum Schutz vor Stinkwanzen verwendet. Weil immer mehr Holz exportiert wird, hat sich die Menge von verwendetem Sulfurylfluorid in den letzten Jahren vervielfacht.²

Anteile Treibhausgase an globaler Erwärmung



Quelle: Earth System Knowledge Platform (ESKP)

Ozonloch: erfolgreich gestopft!

In den 80er Jahren schlugen Wissenschaftler Alarm. Es dauerte eine Weile, bis die Regierungen der Welt den Ernst des Ozonlochs erkannten. Aber dann setzten sie sich an einen Tisch und verabschiedeten am 16. September 1987 das Montreal-Protokoll. Das führte zu einer schrittweisen Reduktion und schliesslich zum Verbot des Ozonkillers Fluorchlorkohlenwasserstoff (FCKW), welches in Spraydosen und als Kältemittel verwendet wurde.

Seit Anfang des Jahrtausends wird FCKW weltweit kaum noch hergestellt. Und das Ozonloch begann sich tatsächlich zu schliessen. Allerdings nur langsam, denn FCKW hat eine Lebensdauer von 50 bis 100 Jahren, manche Fluorverbindungen bleiben sogar tausende Jahre stabil. Inzwischen ist aus dem Ozonloch ein «Löchli» geworden. Im Jahr 2060 könnte es laut Forschern sogar

erstmal wieder Ozonwerte wie im Jahr 1980 geben. Das Montreal-Protokoll war also erfolgreich. Ob das Abkommen auch als Modell für den Umgang mit Treibhausgasen taugt, ist allerdings ungewiss. Klimavereinbarungen durchzusetzen ist nämlich weitaus schwieriger. FCKW wurde damals nur von einer Handvoll Firmen produziert, ein Verbot war deshalb relativ einfach umzusetzen. Kohlendioxid, Methan und Lachgas produziert dagegen fast jede und jeder. Deshalb sind alle gefordert – auch die Bäuerinnen und Bauern.³



¹ www.klimafakten.de

² www.solarify.eu/2021/04/01/728-sf-viertausendmal-klimaschaedlicher-als-co2-sub/

³ www.zdf.de/nachrichten/panorama/ozonloch-fckw-ozonschicht-klimawandel-100.html

8 Kohlendioxid CO₂

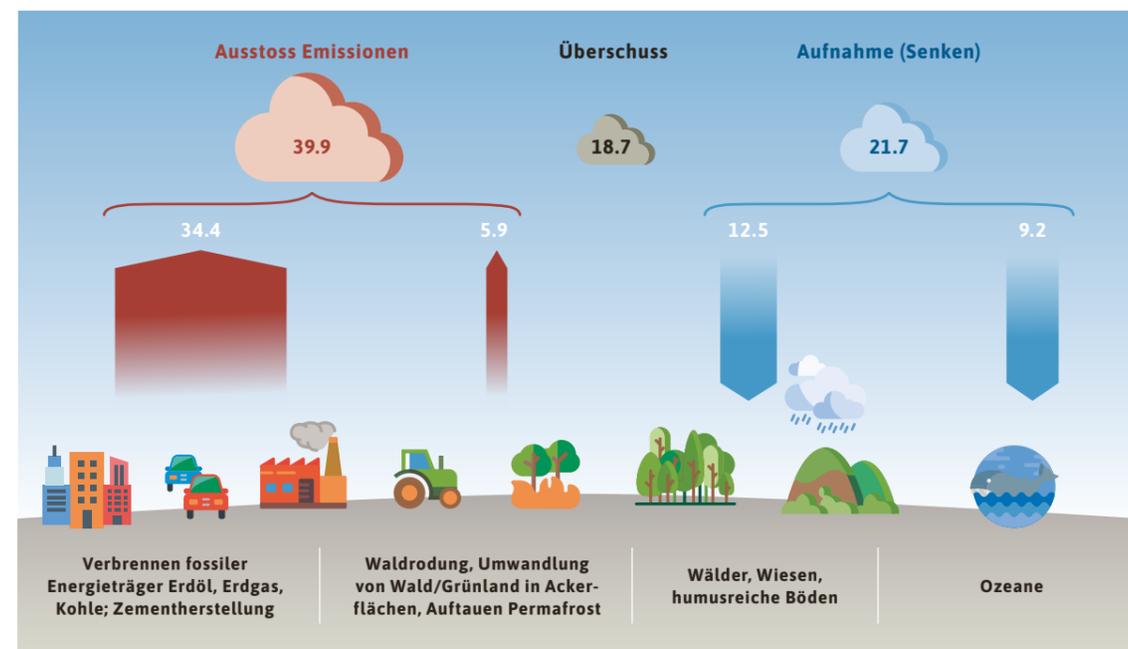
Kohlendioxid ist ein natürlicher Stoff. Pro Jahr werden von den Ozeanen und der Landoberfläche rund 750 Gigatonnen Kohlendioxid freigesetzt. Etwa die gleiche Menge wird von der Natur auch wieder aufgenommen. Die vom Menschen verursachten Emissionen erscheinen im Vergleich zu diesen riesigen Mengen bescheiden. Das Problem ist allerdings nicht die Menge an sich, sondern dass die Menge, die von der Natur absorbiert werden kann, beschränkt ist. Deshalb sammelt sich Kohlendioxid in der Atmosphäre an. Dort hat die CO₂-Konzentration verglichen mit der vorindustriellen Zeit (vor 1850) nun um rund vierzig Prozent zugenommen. Und dieser

CO₂-Anstieg ist die Hauptursache des gegenwärtigen Klimawandels. Schuld daran ist hauptsächlich das Verbrennen der fossilen Energieträger Kohle, Erdöl und Erdgas.

Unten ist der globale Kohlenstoffkreislauf stark vereinfacht dargestellt. Die Zahlen in den Pfeilen stehen für Gigatonnen (= Milliarden Tonnen) Kohlendioxid pro Jahr. Sie entsprechen dem Durchschnitt der Jahre 2000 bis 2009. Pflanzen, humusreiche Böden und die Ozeane können zwar mehr CO₂ aufnehmen als ausgestossen wird, sie schlucken aber leider nicht alles. So verbleibt Jahr für Jahr ein Überschuss an CO₂, der sich in der Atmosphäre anreichert.

Weltweite CO₂-Bilanz

Jährliche Durchschnittswerte 2010–2019, gemessen in Gigatonnen



Quelle: Daten von Global Carbon Project, Grafiken gezeichnet von flaticon, freepick, smashicon, smalllikeart

Kohlendioxid ist zwar ein natürliches Gas, es kann uns aber trotzdem gefährlich werden. Ein Beispiel macht deutlich, worum es geht: Man nehme eine Badewanne, aus deren Wasserhahn gleichviel Wasser in die Wanne strömt, wie durch den offenen Auslauf abfließen kann. Der Wasserpegel bleibt gleich. Wird der Wasserhahn allerdings nur ganz wenig aufgedreht, erhöht sich die Ein-

laufmenge. Dann beginnt der Wasserspiegel in der Badewanne zu steigen, und nach einiger Zeit wird die Badewanne überlaufen. Übertragen auf den Kohlenstoffkreislauf bedeutet dies: Die vom Menschen verursachten Kohlendioxidemissionen entsprechen dem Aufdrehen eines Wasserhahns bei begrenztem Abfluss.¹

¹ www.klimafakten.de: «Behauptung: Die CO₂-Emissionen des Menschen sind winzig»

9 Methan CH₄

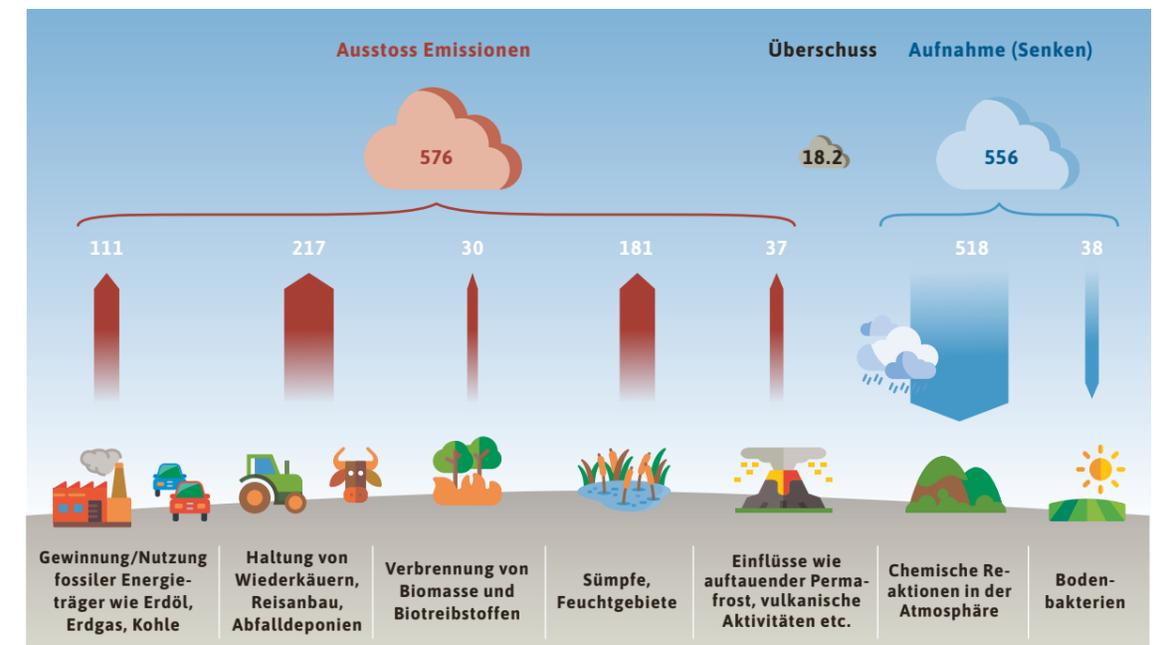
Methan bleibt durchschnittlich neun Jahre in der Atmosphäre. Die Atmosphäre reinigt sich (innerhalb gewisser Grenzen) selbst. Das geschieht einerseits durch Niederschlag, andererseits durch chemische Reaktionen. Am Ende bleibt CO₂ und Wasser übrig. Ein relativ kleiner Teil wird zudem von Bakterien in Böden verbraucht.

Für den Methananstieg sind neben der weltweit

zunehmenden Nutztierhaltung und Abfalldeponien auch Lecks an Erdgas-Bohrlochern oder -Leitungen verantwortlich. Bei der Zersetzung organischer Substanz unter Luftabschluss (Fäulnis/anaerobe Prozesse) entsteht ebenfalls Methan. Sümpfe und Reisanbau stellen Methanquellen dar, ebenso auftauender Permafrost.

Weltweite Methan-Bilanz

Jährliche Durchschnittswerte 2008–2017, gemessen in Millionen Tonnen



Quelle: Daten von Global Carbon Project, Grafiken gezeichnet von flaticon, freepick, smashicon, smalllikeart

Das Auftauen des Permafrosts könnte sich als Klimabombe erweisen. Der Verlust des Permafrosts zählt zu den Kipppunkten im Erdsystem, welche alles aus dem Gleichgewicht bringen können. Forscher schätzen, dass der Permafrost zwischen 1300 und 1600 Milliarden Tonnen Kohlenstoff enthält, das ist nahezu doppelt so viel, wie die gesamte Atmosphäre. Dieser Kohlenstoff stammt von Tier- und Pflanzenresten, die seit Jahrtausenden in der Erde lagern, zumeist in den oberen Bodenschichten. Tauen die Böden, beginnen Bakterien und Mikroorganismen das organische Material zu zersetzen, dabei werden Treibhausgase frei.

Ein russischer Forscher will das Auftauen des Permafrosts verhindern, indem er in der Tundra wieder Rentiere, Wisente, Elche, Bisons und jakutische Pferde ansiedelt. Die Tiere sollen im Winter den Schnee niedertrampeln, so dass statt einem Meter Schnee nur noch 10 bis 15 Zentimeter Schnee den Permafrostboden isolieren. Messungen beweisen: Wo keine Tiere weiden, liegt im März die Bodentemperatur in einem halben Meter Tiefe bei minus zehn Grad. Dort, wo die Tiere den Schnee zertrampelt haben, waren es dagegen minus 24 Grad. Ein Unterschied von 14 Grad – der viel zu einem stabileren Klima beitragen könnte.¹

¹ ARD 13.9.2019: «Russland – Das Ende des Permafrosts» (unter diesem Suchwort auf YouTube zu finden)

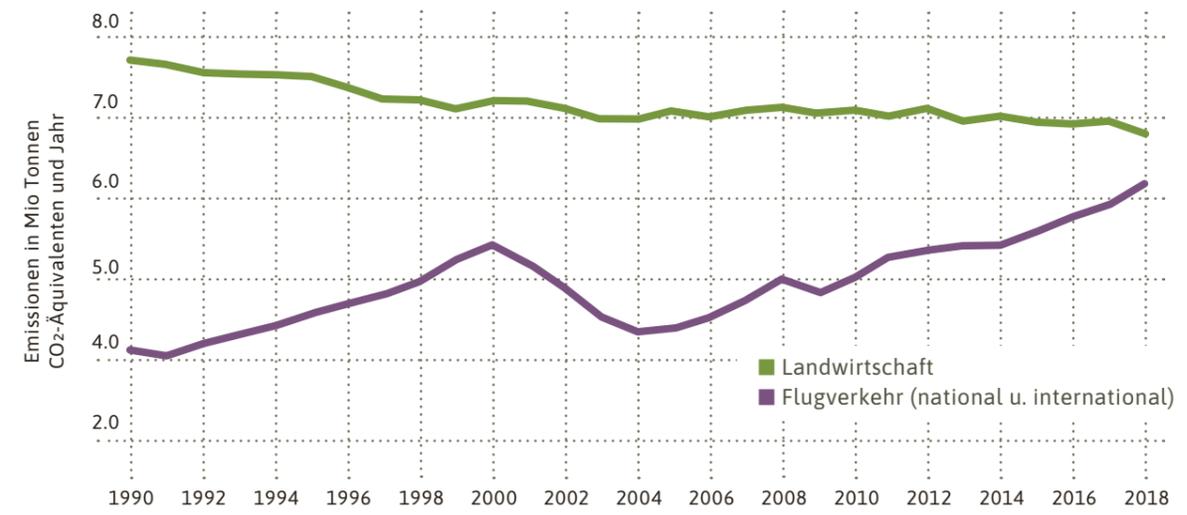
Alles eine Frage der Systemgrenze ...

Global schätzt der Weltklimarat IPCC, dass 13,5 % der von Menschen gemachten Treibhausgase der Landwirtschaft zugeschrieben werden können. Andere Autoren schätzen den Anteil der direkten und indirekten landwirtschaftlichen Emissionen auf bis zu 30 %. Der Unterschied kommt dadurch zustande, dass nicht alle dieselbe Systemgrenze ziehen. Der Weltklimarat – und damit auch das Schweizer Treibhausgasinventar – verwendete die Produktionsperspektive, das heisst, es werden nur die direkten Umweltwirkungen auf nationaler Ebene betrachtet. Im Gegensatz dazu umfasst die Konsumperspektive «sämtliche globalen direkten und indirekten Umweltwirkungen entlang der gesamten Produktions- und Konsumkette eines im Inland konsumierten Produkts». Während die Emissionen der direkten landwirtschaftlichen Produktion durch Abnahme der Tierbestände und des Mineraldünger-einsatzes zwischen 1990 und 2011 um ca. 8 % gesunken sind, stiegen die Emissionen durch Nahrungs- und Futtermittelimporte im gleichen Zeitraum um gut 70 % an.¹

Im Massnahmenplan wird trotzdem die Produktionsperspektive verwendet, da hierfür deutlich mehr breit abgestützte Zahlen vorliegen, wie z.B. das Schweizer Treibhausgasinventar. Gemäss diesem verursacht in der Schweiz der Verkehr die meisten Emissionen. Er stösst mehr als doppelt so viele Treibhausgase aus als die Landwirtschaft. Und dabei wird in den Statistiken der internationale Flugverkehr erst noch unterschlagen. Für die Schweiz wird das Bild stark verzerrt, da Inlandflüge in der kleinen Schweiz kaum eine Rolle spielen. 1990 verursachte der Schweizer Flugverkehr im In- und Ausland rund halb so viele Emissionen wie die Landwirtschaft. 2018 waren es schon 90 %. Wenn die Entwicklung weiterhin so steil aufwärts geht, wird der Flugverkehr die Landwirtschaft emissionsmässig bald einmal überflügeln. Das soll die Bündner Bäuerinnen und Bauern aber nicht davon abhalten, ihre Klimabilanz zu verbessern. Unsere Kinder und Kinderkinder verdienen eine klimaneutrale Zukunft!

Vergleich Treibhausgasemissionen Landwirtschaft und Flugverkehr der Schweiz

1990 verursachte der Schweizer Flugverkehr im In- und Ausland rund halb so viele Emissionen wie die Landwirtschaft, 2018 waren es schon 90 %. Wenn es so weitergeht werden die Flugverkehrsemissionen die der Landwirtschaft bald überflügeln.



Quelle: Bundesamt für Umwelt BAFU 2020, Kenngrössen zur Entwicklung der Treibhausgasemissionen in der Schweiz 1990 – 2018

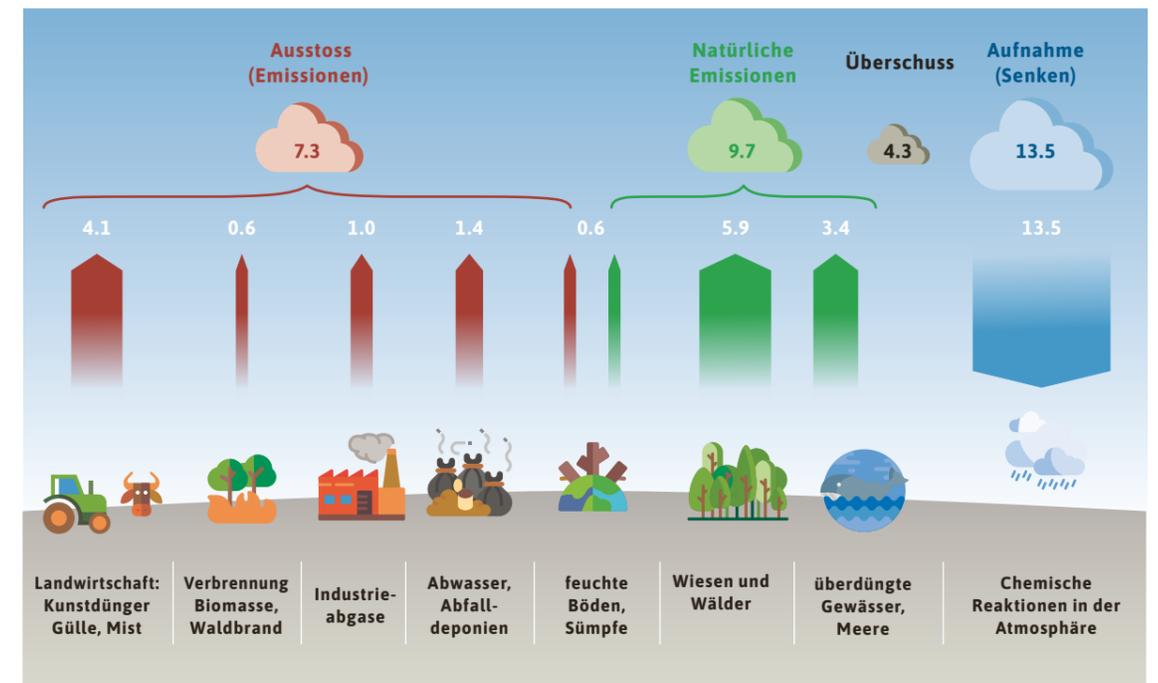
10 Lachgas N₂O

Lachgas wird natürlicherweise von Pflanzen aus feuchten Böden und überdüngten Gewässern freigesetzt. Es gelangt aber auch durch den Abbau von Stickstoffdüngern in der Landwirtschaft und durch den Verkehr oder Industrieabgase in die Atmosphäre. Während die Emissionen aus natürlichen Quellen nahezu gleich geblieben sind,

gab es bei den menschengemachten Quellen, die fast die Hälfte der Gesamtemissionen ausmachen, in den letzten 40 Jahren eine Steigerung um rund 30 Prozent. Das liegt vor allem an der Ausbringung von Stickstoffdünger.

Weltweite Lachgas-Bilanz

Jährliche Durchschnittswerte 2008 – 2017, gemessen in Millionen Tonnen



Quelle: Daten von Global Carbon Project, Grafiken gezeichnet von flaticon.com, freepick, smashicon, ultimatearm

Stickstoff ist in seiner elementaren Form (Luftstickstoff N) nicht pflanzenverfügbar. Er kann als Dünger nur genutzt werden, wenn er zuvor biologisch von Knöllchenbakterien bei Leguminosen oder technisch aufbereitet worden ist. In pflanzenverfügbarer Form ist Stickstoff dann sehr mobil, weshalb es zu Verlusten in Form von

Ammoniak, Nitrat oder Lachgas kommt. Da diese Stickstoffverbindungen gasförmig oder wasserlöslich sind, können sie in andere Ökosysteme wie Wald oder Brachflächen gelangen. Wenn ein solches Ökosystem stickstoffgesättigt ist, kommt es zu indirekten Lachgas-Emissionen.¹

¹ www.agrocleantech.ch: «Indirekte Lachgasemissionen aus der Landwirtschaft»

¹ www.agroscope.admin.ch: «Treibhausgasemissionen aus der schweizerischen Land- und Ernährungswirtschaft»

Tierhaltung

Der Verdauungsapparat macht die Wiederkäuer in der Klimadiskussion zum Klima-Sündenbock. Fast die Hälfte der landwirtschaftlichen Methan-Emissionen ist der Pansenaktivität zuzuordnen. Doch diese Sichtweise greift zu kurz: Denn mit Wiederkäuern nachhaltig genutztes Grasland hat grosses Potential Treibhausgase zu senken. Es ist durchaus relevant, was ins Tier rein- und später wieder rauskommt. Die Gülle steuert viel zu den Lachgas-Emissionen bei, und bei der Lagerung von Hofdüngern fallen ebenfalls Treibhausgase an. In der Tierhaltung liegt also ein grosser Hebel für mehr oder weniger Treibhausgase. Doch nicht alles, was auf den ersten Blick gut fürs Klima ist, ist das auch noch auf den zweiten Blick.

Weidehaltung

Tierhaltung | Bereich Fütterung

Wiederkäuer sind Weidetiere. Das ist fürs Klima nicht nur schlecht. Im Gegenteil: Nachhaltige Beweidung sorgt für einen tief verwurzelten Gras-teppich. Dieser schützt Alpweiden, Berghänge und dem Wind ausgesetzte Flächen vor Erosion und verhindert, dass das darunter gebundene CO₂ in die Atmosphäre entweichen kann. Bei nachhaltiger Nutzung reichert der Weidewuchs reichlich Biomasse im Boden an. Bodenorganismen wie Regenwürmer, Pilze und Bakterien verarbeiten abgestorbene Wurzeln zusammen mit anderen Pflanzenresten zu Humus. Humus bindet CO₂, er besteht zur Hälfte aus Kohlenstoff. Jede zusätzliche Tonne Humus entlastet die Atmosphäre um mehr als 1,8 Tonnen CO₂!

Allerdings kommt es auch bei der Weidehaltung darauf an, dass diese nachhaltig ist. Nachhaltige Beweidung ist nicht gleichbedeutend mit extensiv. Wichtig ist stattdessen, dass dem Grasland nach der Beweidung immer wieder eine Pause gegönnt wird. Nur so kann das abgefressene und mit Exkrementen gedüngte Grasland regenerieren und neue Wurzeln ausbilden. Die Wurzel-

i MOB-GRAZING

Beim «Mob-Grazing» weidet der Mob, also die Herde, nur 24 Stunden und zieht dann schon wieder weiter. Wichtig ist eine hohe Besatzdichte und dass nur rund die Hälfte der Biomasse gefressen wird. Danach folgt eine lange Rastzeit von 40 bis 60 Tagen, in der das Gras wieder regenerieren kann. Da nicht alles abgefressen wird, hat es noch genügend Blattfläche und Zeit, um viel Kohlenstoff in sein Wurzelwerk und über die Bodenlebewesen in den Boden einzulagern. Der Humusgehalt steigt und damit auch die Wasserhaltefähigkeit des Bodens. Somit ist dieses System eigentlich perfekt an den Klimawandel angepasst. Trotzdem kennt man diese Weidetechnik in der Schweiz noch kaum, weshalb es auch keine Aussagen zur Langzeit-Entwicklung vom Pflanzenbestand und den Treibhausgasen gibt.¹

zum Thema: Anita Idel: «Die Kuh ist kein Klimakiller!»

¹ www.bauernzeitung.ch «Weidestrategie: Mit Mob-Grazing gegen trockene Weiden»

² Anita Idel/Andrea Beste: «Vom Mythos der klimasmarten Landwirtschaft» → als PDF erhältlich

i WIESEN TOPPEN WÄLDER

Nach globalen Schätzungen der FAO speichern die Böden unter dem Grasland fast 50 Prozent mehr Kohlenstoff als Waldböden. Das liegt überwiegend am Verhältnis zwischen Wurzel und Spross. Gras kann bis zu 20 mal so viel Wurzelmasse bilden als oberirdische Blattmasse, bei Bäumen liegt das Verhältnis mit zwei zu eins deutlich tiefer. Gutes Graslandmanagement hat deswegen sogar das Potenzial die historischen Verluste von Bodenkohlenstoff rückgängig zu machen und erhebliche Mengen von Kohlenstoff in den Böden zu speichern.²

bildung und damit verbunden auch der Aufbau von Humus, hängen direkt vom Rhythmus des Abgrasens ab. Denn die Wurzeln von heute, sind der Humus von morgen. Eine zu intensive Bewirtschaftung ist kontraproduktiv. Wird wiederholt zu kurz gemäht oder abgeweidet, holen die Gräser Energie aus der Wurzelmasse und bilden diese zurück, so dass diese nicht mehr für die Bodenbildung zur Verfügung steht.

Ein hoher Weideanteil hat noch weitere Vorteile fürs Klima: Es wird weniger (fossile) Energie für die Futterernte, -konservierung und Mist- oder Gülleausbringung benötigt. Auf der Weide versickert der Harn zudem rascher als im Stall und kommt dabei weniger mit dem Kot in Berührung. Beides führt dazu, dass weniger Ammoniak freigesetzt wird. Ammoniak ist zwar nicht direkt ein Treibhausgas, es hat aber indirekt einen grossen Einfluss auf die Bildung von Treibhausgasen (siehe Seite 10).



Steinwider, Starz:
Gras dich fit!

Weidewirtschaft erfolgreich umsetzen

Leopold Stocker Verlag
ISBN 978-3-7020-1516-9

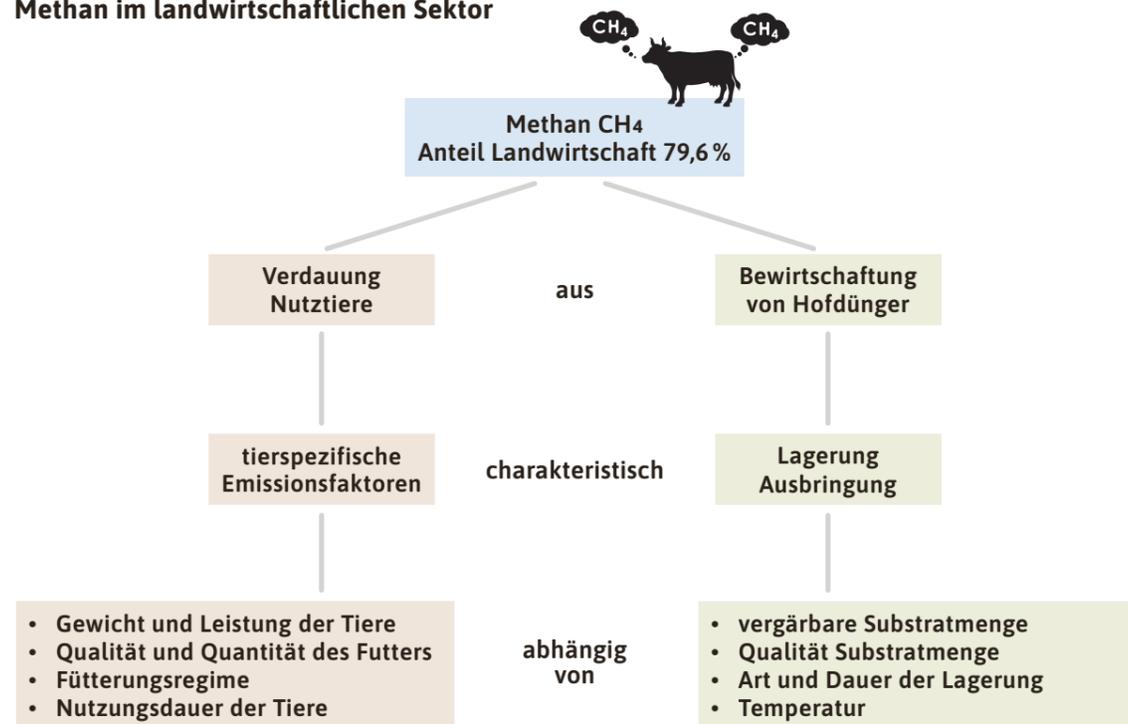
Wenn es um Methanemissionen geht, stehen Wiederkäuer wie Rindvieh, Ziegen und Schafe am Pranger. Untersuchungen an der Vetsuisse-Fakultät zeigten jedoch, dass auch andere Pflanzenfresser Methan produzieren. Nicht einmal der Mensch stellt eine Ausnahme dar, er wurde bislang nur am wenigsten erforscht. Bei der Verdauung von Pflanzenmaterial entsteht praktisch immer und überall Methan, wenn auch in unterschiedlichen Mengen. Vieles hängt offenbar von der Verdauungsgeschwindigkeit ab. Je mehr Zeit sich ein Tier mit dem Verdauen von Pflanzenfasern lässt, desto mehr Methan wird ausgeschieden.¹ Der wahre Klima-Killer ist aber nicht der Wiederkäuer, sondern der Mensch. Er entscheidet darüber, ob der Wiederkäuer zum Nahrungskonkur-

renten wird, welcher mit immer mehr Getreide, Mais und Soja gefüttert wird und immer weniger Gras frisst. In den Treibhausgasstatistiken sieht man das allerdings nicht. Die Emissionen durch

- Futtermittelproduktion (Mineraldünger, Pestizide etc.)
- Futtermittelimporte
- Energieeinsatz in der Landwirtschaft
- Aufwand für die Anwendung und Ausbringung aus dem Inland

werden darin in aller Regel unterschlagen. Deshalb hinken die Vergleiche zwischen Wiederkäuern und anderen Tierarten. Der Effekt wird dadurch verstärkt, dass die CO₂-Bindung durch Pflanzen beim Grasland nicht berücksichtigt wird.²

Methan im landwirtschaftlichen Sektor



Quelle: THG 2020 – Möglichkeiten und Grenzen zur Vermeidung landwirtschaftlicher Treibhausgase in der Schweiz³



Buchtipps: Anita Idel: «Die Kuh ist kein Klimakiller!»

- 1 www.lid.ch → Dossier «Nutztiere und der Klimaschutz»
- 2 Anita Idel/Andrea Beste: «Vom Mythos der klimasmarten Landwirtschaft» → als PDF erhältlich
- 3 www.researchgate.net: «Möglichkeiten und Grenzen zur Vermeidung landwirtschaftlicher Treibhausgase in der Schweiz»

Die Fütterung beeinflusst die Treibhausgas-Emissionen in vielerlei Hinsicht. Fressen Tiere (zu) viel Protein, belastet das das Klima deutlich mehr, als wenn das nicht der Fall ist. Bei der N-optimierten Fütterung (NOF) werden Stickstoff-Überschüsse im Harn vermieden und damit auch Ammoniak, Nitrat und Lachgasverluste reduziert. Weil der Anbau und Transport von Futtermitteln das Klima immer belastet, ist ein Verzicht auf Futtermittelimporte grundsätzlich treibhausgas-mindernd. Das gilt besonders für jene Futtermittel, die direkt oder indirekt mit der Rodung von Urwald verbunden sind, wie z.B. Soja aus Übersee. Deutlich klimafreundlicher fährt man mit hochwertigem, eigenem Futter. Wer höchste Grundfutterqualität anstrebt, kann mehr Milch (oder Fleisch) aus dem Grundfutter herausholen. Auch das verringert den Treibhausausstoss pro Endprodukt. Hohe Kraftfuttergaben senken beim Wiederkäuer zwar Methan,

sind aber nicht nachhaltig. Ein Teil des Methans wird dann zwar nicht mehr im Pansen, dafür aber später in der Gülle freigesetzt. Abgesehen davon muss man immer das gesamte System betrachten: für den Anbau von Kraftfutter werden Ackerflächen benötigt. Dazu kommt der Energieverbrauch für die Herstellung von Saatgut, Pflanzenschutzmitteln, Herbiziden und synthetischem Stickstoffdünger, sowie die mit Anbau, Bodenbearbeitung und Ernte verbundenen CO₂-Emissionen, sowie die Bildung von Lachgas bei der Ausbringung des Düngers auf dem Acker. Bei Produktion und Transport von Kraftfutter fallen ebenfalls Treibhausgase an.¹ In einer Studie aus dem Jahr 2008 kamen die Forscher zum Schluss, dass die Rinderhaltung für die ökologische Fleischproduktion auf Grasland, im Gegensatz zu stationär mit Kraftfutter gehaltener Rindern, rund 40% weniger Treibhausgase emittiert und 85% weniger Energie benötigt.²



Es ist nicht schlecht fürs Klima, wenn Raufutterverzehrer in rauen Mengen Raufutter verzehren.

zum Thema: www.agrocleantech.ch: «Was sollen klimafreundliche Milchkühe fressen?»

- 1 www.agrarforschungschweiz.ch: «Reduktionspotenziale von Treibhausgasemissionen aus der Schweizer Nutztierhaltung»
- 2 Anita Idel/Andrea Beste: «Vom Mythos der klimasmarten Landwirtschaft» → als PDF erhältlich

ENERGIE LACHGAS N₂O
KOHLENDIOXID CO₂

Reduktion verschmutzter Flächen

Tierhaltung | Bereich Stallmanagement

Im Stall gibt es eine einfache Regel: Saubere Laufflächen = bessere Luft = gut fürs Klima. Nebenbei ist ein sauberer Stall auch noch gut fürs Image der Bauern, was das «Klima» zwischen Landwirtschaft und der nicht-landwirtschaftlichen Bevölkerung ebenfalls positiv beeinflussen kann. Überall, wo Harn und Kot zusammentreffen, entsteht Ammoniak, eine Treibhausgas-Vorläufer-substanz. Um Ammoniak-Emissionen in Ställen zu reduzieren, werden für Milchvieh-Laufställe bauliche Massnahmen wie «Laufflächen mit 3 % Quergefälle und Harnsammelrinne» empfohlen. Das fördert das rasche Abfliessen des Harns von den Laufflächen bzw. die Reduktion der stark verschmutzten Fläche. Damit lassen sich die Ammoniak-Emissionen um rund 20 % senken, verglichen mit Laufflächen ohne Gefälle. Auch Fressstände mit einem erhöhten Fressbereich mit Fressplatzabtrennungen reduzieren Am-

CUHFLADENREINIGUNGSMASCHINE
 Ein interessanter Ansatz für ein gutes Stallklima wurde im Schweizer Bauer vom 13. Januar 2021 vorgestellt. Wie beim Kompoststall (siehe Seite 25) findet dabei wie auf der Weide, eine Trennung von Kot und Harn statt, so dass kein Ammoniak entsteht. Das neue Stallkonzept aus Holland sorgt für viel Kuhkomfort dank Panierprinzip. Dazu gibts auch ein Video: www.schweizerbauer.ch/tiere/neues-stallkonzept-aus-holland/

moniak um 10 bis beinahe 20%, und die Flächen sind sichtbar weniger stark verschmutzt. Das gilt auch für Entmistungsanlagen und Schieber, die regelmässig betätigt werden sowie für die unermüdlich arbeitenden Entmistungsroboter.



Entmistungsroboter senken die Ammoniak-Emissionen.

Exkurs: Ammoniak und das Klima

Die Vorgänge in der Natur sind komplex. Gase reagieren häufig mit anderen Stoffen. Dadurch verändern sie sich. So wird zum Beispiel Ammoniak je nach Situation zu Nitrit und später in Nitrat umgewandelt. Nitrat kann dann entweder durch Auswaschung in Gewässer gelangen (was zur Versauerung oder Eutrophierung von Gewässern beiträgt) oder es wird denitrifiziert. In

diesem Fall wird es zu Lachgas und belastet als Treibhausgas die Atmosphäre. Massnahmen zur Reduktion von Ammoniak werden deshalb stets auch als Massnahmen zur Reduktion der Treibhausgase betrachtet. Zudem trägt Ammoniak in der Atmosphäre zur Bildung von Feinstaub bei, was negative gesundheitliche Auswirkungen haben kann.

zum Thema: www.agroscope.admin.ch: «Erhöhter Fressbereich mit Fressplatzabtrennungen (Fressstände) für Milchkühe»
www.agroscope.admin.ch: «Laufflächen mit 3 % Quergefälle und Harnsammelrinne in Laufställen für Milchkühe»

16 Methanhemmende Fütterung

Tierhaltung | Bereich Fütterung

Die Methanbildung ist beim Wiederkäuer ein natürlicher Vorgang. Methanhemmende Futtermittelzusätze sind nur begrenzt natürlich. Die methanhemmende Fütterung setzt vor allem auf fetthaltige Substanzen (Lipide) oder Gerbstoffe (Tannine), welche normalerweise nicht im Raufutter vorkommen. Zwar lassen sich durch diese Zusätze die Methanemissionen reduzieren, und mit der Verfütterung von Ölsamen kann sogar ein Teil des Kraftfutters ersetzt werden. Zudem steigt bei der Leinsamenfütterung der Anteil der Omega-3-Fettsäuren in der Milch. Die Milch könnte folglich als «functional food» vermarktet werden, oder zumindest mit einer speziellen Auslobung. Damit die Methansenkung wirkt, muss dem Futter allerdings rund drei Prozent Leinöl zugemischt werden. Für die Produktion des Leinöls wird Anbaufläche benötigt und Energie. Der Lein muss schliesslich gesät, gepflegt, gedroschen und die Saat später geschrotet oder extrudiert werden. Unbehandelte Ölsaaten sind für Wiederkäuernahezu unverdaulich und wirken nicht. Tanninhaltige Futtermittel wirken ebenfalls methansenkend. Sie hätten den Vorteil, dass sie nicht in Konkurrenz zur menschlichen Nahrung stehen. Sie müssten allerdings in ziemlich grossen Mengen verzehrt werden. Die Blätter der Haselnuss müssten z.B. 10 bis 20 Prozent des Grundfutters ausmachen. Das ist eine ganze Menge. Dabei sollte man auch noch bedenken, dass es sich um Naturprodukte handelt, die manchmal mehr wirken, manchmal weniger, oder sogar gar nicht.¹ Ohnehin sind die Vorgänge komplex und die Wissenschaft ist noch weit davon entfernt, die verschiedenen Wechselwirkungen vollumfänglich zu verstehen. Es scheint, als würde weniger die Menge, als viel mehr die Art der Zusammensetzung der Mikroorganismen im Pansen darüber entscheiden wieviel Methan entweicht. Wer diese Zusammensetzung dauerhaft verändern will, muss ständig Zusatzstoffe zuführen. Das bleibt aber nicht ohne Folgen auf die Tiergesundheit.²

TANNINREICHE FUTTERMittel
 Ursprünglich wurde Tanninen eine gesundheitsschädliche Wirkung nachgesagt, jüngste Studien zur Nutztierhaltung jedoch zeigten, dass sich kondensierte Tannine im Futter durchaus positiv auf Ernährung und Gesundheit von Wiederkäuern auswirken können. Sie reduzieren nicht nur die Methanbildung sondern auch Magen-Darm-Würmer und andere Parasiten. Es lohnt sich deshalb dem Tanningehalt von Futtermitteln mehr Beachtung zu schenken. Als besonders tanninhaltig gilt die Esparsette, aber auch Hornklee enthält immerhin zehn bis zwanzigmal mehr Tannine als gewöhnlicher Rotklee.³

Gehalte an kondensierten Tanninen in verschiedenen Futterpflanzen in g/kg TS

Luzerne	0 - 1
Raigras	0 - 2
Rotklee	0 - 2
Chicorée	1 - 5
Hornklee	10 - 50
Esparsette	30 - 100
Sumpf-Hornklee	30 - 105
Spanische Esparsette	40 - 120



Ich und Methan? Also sicher nicht ich!

zum Thema: www.beruf.lu.ch: «Milchviehfütterung – Wie kann man gezielt gegen CH4-Emissionen vorgehen?»

1 Anita Idel/Andrea Beste: «Vom Mythos der klimasmarten Landwirtschaft» → als PDF erhältlich
 2 www.researchgate.net: «Möglichkeiten und Grenzen zur Vermeidung landwirtschaftlicher Treibhausgase in der Schweiz»
 3 Die Grüne 7/2007: «Tannine hätten Potential»

18 Optimiertes Stallklima

Tierhaltung | Bereich Stallmanagement

Dass Ammoniak als Vorläufersubstanz für Lachgas wirkt, ist bewiesen. Dass man Ammoniak im Stall mit einfachen Massnahmen reduzieren kann, ist es (noch?) nicht. Dabei klingt es logisch: Wenn man die Temperatur möglichst tief hält, bildet sich weniger Ammoniak. Schliesslich laufen bei höheren Temperaturen viele chemische

Prozesse im Kot, Harn und Futter schneller und intensiver ab, so dass die Bildung von Ammoniak und weiteren Schadgasen begünstigt wird. Das Stallklima kann folglich durchaus einen Einfluss aufs Klima haben. Um dieses zu optimieren, braucht der Stall ein wärmedämmtes Dach, Beschattung (z.B. Schattennetze) und allenfalls noch eine Berieselung oder Vernebelung (wenn es sehr heiss ist). Aus Sicht vom Tier braucht es zusätzlich noch einen Windschutz, der bei sehr tiefen Temperaturen den Wind ausbremst.¹

i BEGRÜNTE STALLDACH

Unabhängig davon, ob ein kühleres Stallklima Ammoniak reduziert oder nicht, steht fest, dass sich das Vieh bei kühleren Temperaturen wohler fühlt. Man muss den Stall nicht unbedingt mit Gebläse kühlen, sondern kann auch auf die Kraft der Natur setzen: Zum Beispiel mit begrünten Dächern. Gründächer lassen sich auch noch auf Dächern mit moderatem Gefälle realisieren. Abgesehen davon sehen begrünte Dächer sehr natürlich aus und lassen manchen grossen Stall in der Landschaft kleiner erscheinen.



Bild: www.istock.com



Tiefe Temperaturen sind auch für Kälber kein Problem – solange sie trocken sind.

1 Swissherdbookbulletin 6/18: «Gutes Klima für Tier, Mensch und Stall»

19 Zucht und Rassenwahl

Tierhaltung | Bereich Herdenmanagement



Bild: www.shutterstock.com

«Die Klimarasse» gibt es nicht – aber es gibt mehr oder weniger ideale Tiere für jeden Produktionszweig.

Nicht jede Kuh ist gleich. Das gilt nicht nur für den Charakter, sondern auch für die Verdauung. Es gibt Rassen, die weniger leisten und weniger fressen. Dann gibt es pro Tier weniger Methan. Wenn das Ziel die Landschaftspflege ist, können solche Tiere oder eine solche Rasse geeignet sein. Wenn das Ziel aber lautet, Lebensmittel zu produzieren, sind pro Liter Milch oder pro Kilo Fleisch schneller wachsende Rassen mit einer höheren Leistung besser.¹

Einzelne Studienautoren schätzen, dass allein durch züchterische Selektion rund 20 Prozent der Methanemissionen eingespart werden könnten. Mit gezielter Züchtung auf tiefe Methanemissionen könnten folglich mittlere bis grosse Einsparungen bei den Treibhausgasen erreicht werden. Doch bislang gibt es noch keinen Zuchtfaktor für Methanbildung.²

Einfacher ist es da mit der Rassenwahl: Bei Zweinutzungskühen kann die Umweltbelastung auf Milch UND Fleisch verteilt werden. Sie sind deshalb – verglichen mit milchorientierten Rassen – klimafreundlicher. Wer keine Zweinutzungstiere hat, sondern auf milchbetonte Rassen setzt, sollte wenigstens konsequent gesextes Sperma zur Sicherstellung der Nachzucht einsetzen und bei allen übrigen Belegungen Mastrassengenetik verwenden. So können die Treibhausgas-Emissionen der gesamten Herde ebenfalls tief gehalten werden.³

✓ SAISONALE ABKALBUNG

Wird das Abkalben auf das erste Quartal gelegt, wächst das Gras im Gleichschritt mit dem Laktationsbedarf, so kann das vorhandene Futter optimal genutzt und (fossile) Energie zur Futterkonservierung eingespart werden. Im Frühjahr fällt dann zwar viel Milch an, gleichzeitig ist aber auch der Bedarf für die Kälber gross. Damit die saisonale Abkalbung klappt, braucht es eine gezielte Besamung und strikte Selektion. Das lohnt sich nicht nur fürs Klima, sondern auch für den Betrieb. Denn so gibt es im Winter Melkerferien – was die persönlichen Energie-Reserven schont ...

Es gibt noch mehr Massnahmen zur Senkung der Treibhausgasbelastung:

- Frühes Erstkälbealter
- Hohe Grundfutterverwertung
- Erhöhung der Lebenstageleistung
- Gute Weidetauglichkeit
- Züchtung auf gesunde, robuste und langlebige Tiere
- Züchtung auf hohe Futterkonvertierungseffizienz

1 www.tierwelt.ch: «Den Methanausstoss auf null zu senken, ist nicht realistisch»

2 www.agrarforschungschweiz.ch: «Reduktionspotenziale von Treibhausgasemissionen aus der Schweizer Nutztierhaltung»

3 www.agrarforschungschweiz.ch: «Treibhausgasemissionen aus der gekoppelten Milch- und Fleischproduktion in der Schweiz»

Langlebige Kühe sind besser fürs Klima. Mit jeder weiteren Laktation nehmen die negativen Effekte auf die Umwelt ab, da die Emissionen während der unproduktiven Aufzuchtphase auf eine grössere Produktionsmenge verteilt werden können. Das Lebensalter hat sogar noch einen anderen Einfluss: Ältere Kühe verdauen offenbar klimafreundlicher.¹

Die allermeisten Kühe, die «nur» 5000 Liter geben, leben länger, während die meisten 10'000-Liter-Kühe kürzer leben als der Durchschnitt. Das ist nachvollziehbar. Je höher die Leistung eines Tieres, desto höher ist das Risiko für Anfälligkeit gegenüber Krankheiten und Burnout. Zudem klafft unvermeidlich eine Schere zwischen Milchhöchstleistung und Fleischansatzvermögen, so dass die männlichen Kälber an Wert verlieren. Weil die männlichen Kälber von Milchleistungsgrassen schlechter Fleisch ansetzen, müssen – bei gleicher Fleischnachfrage – mehr Rinder von Fleischrassen gehalten werden.

ERHÖHUNG NUTZUNGSDAUER

Die Aufzucht des Jungviehs verursacht rund 20% der Gesamtemissionen pro Tier. Eine Erhöhung der Nutzungsdauer um die Hälfte, was nicht einmal zwei Nutzungsjahren entspricht, führt in Modellrechnungen zu einer Reduktion der Gesamtemissionen um rund 7%. Jedes weitere Jahr verbessert die Klimabilanz.³

Je jünger die Kühe beim Verlassen des Betriebes sind, desto mehr junge Kühe müssen aufgezogen werden, um sie zu ersetzen. Bei einer hohen Remontierungsrate überschneidet sich die Lebenszeit der abgehenden mit der nachfolgenden Kuh. Statt einer, werden folglich zwei (methanbildende) Kühe gehalten. Eine weniger hohe Milchleistung pro Jahr, die dafür aber über ein langes Leben ähnlich hoch ist, ist klimafreundlicher.²



Wer länger lebt, methanisiert weniger.

zum Thema: www.agrarforschungschweiz.ch: «Treibhausgasemissionen aus der gekoppelten Milch- und Fleischproduktion in der Schweiz»

¹ www.tierwelt.ch: «Den Methanausstoss auf null zu senken, ist nicht realistisch»

² Anita Idel/Andrea Beste: «Vom Mythos der klimasmarten Landwirtschaft» → als PDF erhältlich

³ www.agrarforschungschweiz.ch: «Reduktionspotenziale von Treibhausgasemissionen aus der Schweizer Nutztierhaltung»

METHAN CH₄

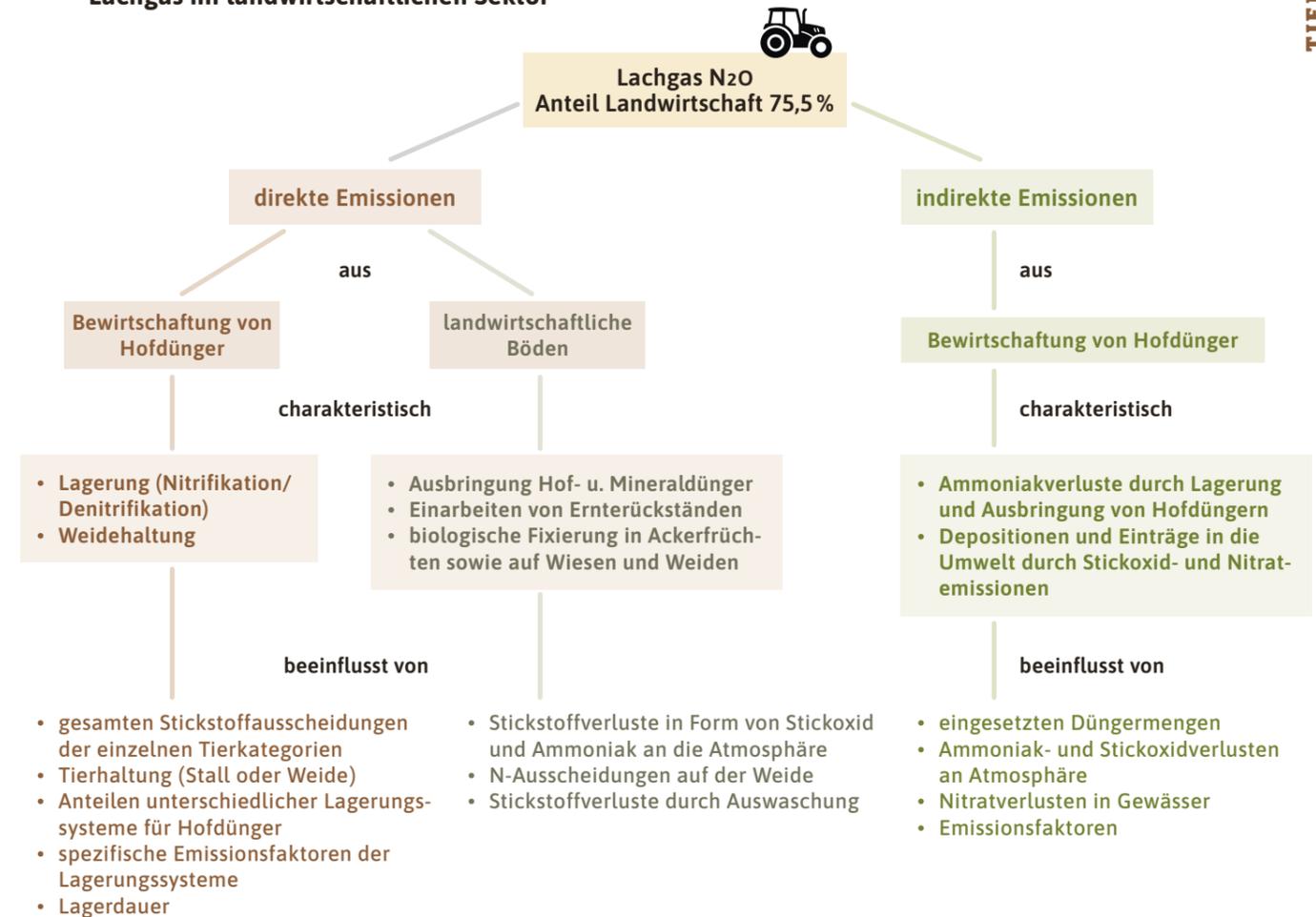
ENERGIE

RESSOURCEN

Die Bewirtschaftung (insbesondere die Lagerung) des anfallenden Hofdüngers trägt zu etwa einem Fünftel zu den Methan-Emissionen aus der Landwirtschaft bei. In diesem Bereich lassen sich Emissionen oft sehr einfach reduzieren. Wer seinen Güllebehälter noch nicht abgedeckt hat, sollte das bald nachholen: Ab 2030 ist es ohnehin Pflicht. Für neue Güllelager wird die Abdeckung bereits 2022 vorgeschrieben. Nicht ohne Grund: Gedeckte Lager hindern Ammoniak und Methan daran zu entweichen. Damit bleibt mehr Stickstoff in der Gülle, und sie ist entsprechend nährstoffreicher. Ein doppelter Vorteil also, dem nur der Nachteil der Installationskosten gegenübersteht. Doch

selbst dieser wiegt nicht ganz so schwer: Für die Abdeckung von bestehenden Güllegruben können nämlich Investitionshilfen beantragt werden. Neuere Studien vom HAFL kommen zum Schluss, dass feste Konstruktionen oder Schwimmfolien die Ammoniak-Emissionen um bis zu 80 Prozent verringern können. Parallel dazu nehmen auch die Treibhausgasemissionen etwas ab. Grundsätzlich kann zwischen Blachenabdeckungen, Betonelementen, Stahlabdeckungen, Abdeckung aus Holz oder diversen Schwimmfolien unterschieden werden. Wirken tun alle. Nur zu Holzabdeckungen und Stahlelementen liegen noch keine langjährigen Erfahrungen vor.¹

Lachgas im landwirtschaftlichen Sektor



Quelle: THG 2020 – Möglichkeiten und Grenzen zur Vermeidung landwirtschaftlicher Treibhausgase in der Schweiz

zum Thema: www.bauernzeitung.ch: «Abdeckungsmöglichkeiten Übersicht»

¹ www.reader.elsevier.com: «Ammonia and greenhouse gas emissions from slurry storage – A review»

METHAN CH₄ LACHGAS N₂O RESSOURCEN

Gülle ist ein heikler Stoff. Unter Luftabschluss kommt es rasch zu flüchtigen Stickstoff-Verbindungen wie Ammoniak und Methan. Gleichzeitig entstehen unangenehm riechende Substanzen wie Schwefelwasserstoff, Buttersäure oder Leichengas Cadaverin.

Wird die Gülle belüftet, wird sie dagegen pflanzenverträglicher. Die aeroben Abbauprozesse und Mikroorganismen werden gefördert, die Fliesseigenschaft wird verbessert, Sink- und Schwimmschichten werden aufgelöst, Geruchsstoffe, organische Säuren und Schleimstoffe abgebaut und die Nährstoffeffizienz steigt.

Wichtig ist allerdings, dass man es mit dem Belüften nicht übertreibt. Wenn intensiv und dauerhaft Luft zugeführt wird, wird nämlich nicht weniger, sondern mehr Ammoniak freigesetzt. Deshalb ist das System auch umstritten. Unbestritten ist hingegen, dass belüftete Gülle viel weniger stinkt.

Es muss nicht immer Luft sein: Auch die Verdünnung der Gülle mit Wasser hat einen positiven Effekt. Wasser bindet Ammoniak, es löst sich auf. Der Wasserzusatz erleichtert zudem das Homogenisieren und das Abfließen der Gülle im Pflanzenbestand. Durch den schnelleren Bodenkontakt wird eine Emissionsminderung erreicht und zugleich der Stickstoff besser genutzt. Eine 1:1 verdünnte Gülle bringt eine um ca. 25% verbesserte Stickstoff-Ausnutzung.

Bei der Gülleseparierung werden die Feststoffe in der Gülle von der Flüssigkeit getrennt. Die Düngewirkung der flüssigen Gülle wird dadurch erhöht, da der Ammoniumanteil steigt. Gleichzeitig besteht aber auch ein höheres Emissionsrisiko bei der Ausbringung. Auf der anderen Seite



Der «Güllebelüfter» trennt Festmist und Urin und wandelt Stickstoffemissionen in wertvolle Düngemittel um.

steigen mit den verbesserten Fliesseigenschaften auch die Chancen, dass die Gülle weniger Ammoniak emittiert. Vieles hängt dabei auch vom Ausbringungszeitpunkt und den Witterungsverhältnissen ab.

Bei der Biogasgewinnung entstehen zwar keine Emissionen. Dafür steigt die Gefahr, dass die Emissionen erhöht werden, wenn die Gärreste in offenen Behältern gelagert werden. Und bei der Ausbringung können ebenfalls höhere Emissionen entstehen.¹

i GÜLLESEPARIERUNG

Eine Gülleseparierung in einen flüssigen und festen Teil erhöht zwar die Ammoniak-Verluste etwas, reduziert aber dafür die Methan-, Lachgas- und CO₂-Emissionen.

Exkurs: Wo Lachgas ist, gibt es nichts zu lachen

Das Treibhausgas Lachgas kann überall dort entstehen, wo Gülle und Mist gelagert und ausgebracht werden. Die Vorgänge sind komplex, wie die Grafik auf Seite 21 verdeutlicht. Überall wo

Lachgas entsteht, gibt es auch Stellschrauben, um dieses zu reduzieren. So kann man z.B. den Weideanteil erhöhen oder Verluste bei der Lagerung vermeiden oder beides.

zum Thema: www.bioaktuell.ch: «Stickstoffnachlieferung aus der Gülle»
www.bauernzeitung.ch: «Gülle, die atmen kann, ist besser für Pflanzen, aber umstritten»

¹ www.bodenseekonferenz.org: «Reduktion von Ammoniakemissionen in der Landwirtschaft»

Es sind verschiedene Gülleausätze auf dem Markt. Bei der Gülleinsäuerung wird z.B. der pH-Wert herabgesetzt und dadurch mehr Ammonium statt Ammoniak gebildet. Ammonium geht nicht aus und ist nach dem Eindringen der Gülle in den Boden direkt pflanzenverfügbar. Angesäuerte Gülle weist nicht zuletzt deshalb eine verbesserte Düngereffizienz auf. Sinkt der pH unter 6, sinken zudem auch die Methanemissionen, da das pH-Optimum der methanproduzierenden Bakterien bei 7 liegt. Für die Ansäuerung können Säuren (wie z.B. Schwefelsäure, Salzsäure, Essig- oder Milchsäure) eingesetzt werden. Eine weitere Möglichkeit besteht in der Ansäuerung mit organischen Reststoffen (Zucker, Stärke u.a.), wobei dieser Ansatz erst wenig erforscht ist. Das Ziel ist es stets, einen pH-Wert der Gülle von 5,5 zu erreichen.

International sind sich die Fachleute weitestgehend einig, dass eine Ansäuerung der Gülle zur Reduktion der Emissionen von Ammoniak und damit auch von Treibhausgasen beiträgt. Ob das wirklich mit konzentrierter Schwefelsäure, wie in Dänemark, geschehen muss, ist allerdings weniger klar. Neben der zu erwartenden Bodenversauerung, die dann unter Umständen wieder mit

✓ FEINSTOFFLICHE INFORMATIONEN

Von homöopathie-ähnlichen Produkten, über Energetisierung bis zur Arbeit mit Primär-/Gravitationsenergiefeldern und Radionik gibt es ein breites Spektrum an Gülleausätzen die im feinstofflichen Bereich arbeiten. Ihre Wirkung ist in der Regel nicht bewiesen oder wissenschaftlich ausgewertet worden.

Aufkalkungen korrigiert werden muss, ist nach wie vor nicht bekannt, wie sich die erhöhten Schwefelzufuhren auf den Boden auswirken.

Doch es gibt noch mehr Möglichkeiten, der Gülle die guten Nährstoffe zu entlocken. Man kann Gülle zum Beispiel fermentieren oder mit Milchsäure (z.B. Rückstände von der Sauerkrautherstellung) und/oder mit Pflanzenkohle anreichern. Wieviel das dem Klima bringt, ist derzeit allerdings noch ungeklärt.

Statt den pH-Wert zu senken, kann man ihn auch steigern. Hierbei kommen Gesteinsmehl, Tonminerale, Algenkalk oder Mikroben zum Einsatz. Der wissenschaftlich gesicherte Nachweis einer messbaren Treibhausgas-Reduktion ist aber noch bei keinem dieser Produkte gelungen.¹



Man kann Gülle auch mit Pflanzenkohle anreichern. Wieviel das dem Klima bringt, ist allerdings noch ungeklärt.

zum Thema: www.agrocleantech.ch: «Beurteilung der Ansäuerung von Gülle als Massnahme zur Reduktion von Ammoniakemissionen in der Schweiz»

¹ www.bodenseekonferenz.org: «Reduktion von Ammoniakemissionen in der Landwirtschaft»

Kompostierter Mist reduziert Methan-Emissionen und liefert biologischen, hochwirksamen Dünger für die Felder. Um dies zu erreichen, braucht es eine aerobe Rotte, also eine Umsetzung mit Sauerstoff. Ist das der Fall und kann Fäulnis vermieden werden, schneidet Mistkompost auch im Vergleich zum Stapelmist besser ab. Mistkompost hat nämlich eine höhere Stickstoffverfügbarkeit, er düngt länger und anhaltender, ist pflanzenverträglicher und baut Humus auf (welcher wiederum mehr CO₂-binden kann.)

Das Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) hat in zahlreichen Versuchen die Wirkung von Mistkompost bzw. Rottemist gegenüber Frischmist oder Stapelmist ermittelt. Die Resultate haben gezeigt, dass aufbereiteter Mist grundsätzlich eine bessere, ganzheitlichere Düngewirkung erzielt. Mistkompost ist zudem humusaufbauend. In den mit Mistkompost gedüngten Feldern wurde eine höhere biologische Aktivität festgestellt und somit eine höhere Bodenstabilität. Guter Mistkompost ist grösstenteils frei von



GESCHRUMPT

Mehr Kompost = weniger Fahrten: Beim Kompostieren schrumpft das Ausgangsmaterial. Dadurch muss weniger oft gefahren werden, was CO₂, Energie und Ressourcen spart.

Unkrautsamen und Schädlingen, da diese in der Phase der Hygienisierung keimunfähig gemacht bzw. abgetötet wurden. Die Stickstoffwirkung des aufbereiteten Mists ist höher als diejenige von Stapelmist, weil keine Stickstoffblockaden durch wenig verrottetes Stroh oder Schäden durch Mistklumpen auftreten. Ausserdem besitzt Mistkompost eine höhere Mineralisierungsgeschwindigkeit von Stickstoff, der deshalb früher von den Pflanzen aufgenommen werden kann.¹

Guter, aerob aufbereiteter Mist düngt nicht nur die Pflanzen, sondern ist auch Futter fürs Bodenleben.



Kompoststall in Menzingen. Bauer, Kompostberater und Tiere sind zufrieden.

zum Thema: www.uni-goettingen.de: «Der Kompoststall – ein Wohlfühlstall für Kühe»
www.topagrar.com: «Der Kompostierungsstall für Milchkühe – gut für die Kühe, aber aufwändig»
www.bauernzeitung.ch: «Betriebsporträt: Vom Anbinde- zum Kompoststall»

Exkurs: Wie man Mist zu Gold machen kann

Coop hat zusammen mit WWF, Bio Suisse und myclimate ein Förderprojekt zur Unterstützung von Klimamassnahmen auf Naturaplan-(Knospe)- und Miini-Region-Betrieben initiiert. Damit möchte Coop einen Teil der nicht vermeidbaren Treibhausgasemissionen im Inland kompensieren. Flugtransporte sind ohnehin nur aus Qualitätsgründen oder bei grosser Zeitknappheit erlaubt. Bio-Suisse- oder Miini-Region-Betriebe können in drei Förderbereichen mitmachen:

- **Agroforstwirtschaft** (s. Seite 38). Coop unterstützt den Kauf von hochstämmigen Wildobst- und Wertholzbäumen in diesem Fall mit je 75 Franken pro Baum.
- **Biogasanlagen** (s. Seite 48). Der Bau einer Anlage wird mit einem einmaligen Beitrag von rund 700 Franken pro GVE unterstützt.
- **Kompostierung** (s. Seite 24). Für den Bau der Anlage kann einmalig ein Beitrag von rund 20 Franken pro Tonne Frischmist gewährt werden.

Bild: shutterstock.com

zum Thema: www.bioaktuell.ch: «Mistaufbereitung Liebegg»
www.bio-suisse.ch: «Mist kompostieren heisst Klima schonen»

¹ www.fibl.org: «Auswirkungen von Komposten und von Gärgut auf die Umwelt, Bodenfruchtbarkeit sowie die Pflanzengesundheit»

KOHLENDIOXID CO₂
METHAN CH₄

Pflanzenbau

Während die Tierhaltung vor allem mit dem Treibhausgas Methan in Verbindung gebracht wird, steht Lachgas für die Klimasünde des Pflanzenbaus. Dafür hat man im Pflanzenbau die Möglichkeit CO₂ nicht nur zu sparen, sondern unter Umständen sogar zu speichern. Der Boden spielt dabei eine wichtige Rolle.

Böden können viermal so viel Kohlenstoff in Form von Humus speichern, wie als Kohlendioxid in der Atmosphäre vorhanden ist. Pflanzen entnehmen den Kohlenstoff unter anderem aus dem atmosphärischen Kohlendioxid und speichern es im Boden mithilfe von Pflanzenwurzeln und Mikroorganismen. Doch auch das Umgekehrte ist möglich: Je nach Art und Intensität der Nutzung kann der Boden sogar zur CO₂-Quelle werden.

Humusaufbau u. Kohlenstoff-Speicher Pflanzenbau | Bereich Boden

Je fruchtbarer ein Boden ist, desto besser. Nicht nur für die Ertragssicherheit, sondern auch fürs Klima. Die Möglichkeiten einer Kohlenstoffanreicherung in landwirtschaftlich genutzten Böden sind abhängig vom jeweiligen Standort, Klima und der langfristigen Bewirtschaftung. In den meisten Fällen steigt mit dem Humusgehalt die Ertragssicherheit.

Es gibt erste Studien, die humusreichen Böden sogar eine Wirkung auf die Pflanzengesundheit bescheinigen. Hohe Humusgehalte helfen offenbar, bodenbürtige Krankheitserreger zurückzudrängen. Ein humusreicher Boden speichert zudem mehr Wasser und Sauerstoff. Wasser wird bei Trockenheit besser verfügbar und bei Starkregen vom Boden besser geschluckt. Humusreiche Böden sind folglich robuster gegenüber dem Klimawandel. Sie tragen somit zur Ernährungssicherheit bei. Und sie können sogar etwas zum Einkommen beitragen, wenn es gelingt CO₂-Zertifikate zu verkaufen.

Humus verbessert die Bodenstruktur. Dadurch werden die Bodenbearbeitung erleichtert, die Befahrbarkeit verbessert und somit fossile Energie und Arbeitszeit eingespart. Humus liefert zudem Nährstoffe. Wenn diese effizient von den Kulturpflanzen genutzt werden und keine Nährstoffüberschüsse auftreten, kann das ebenfalls

FAKTEN: ES BRAUCHT ZEIT
 Veränderungen im Boden erfolgen sehr langsam, entsprechend schwierig ist es, sie zu messen. Man geht davon aus, dass eine Veränderung des Bodenkohlenstoffvorrats erst ab 1 bis 2 Tonnen Kohlenstoff pro Hektar mit entsprechendem Aufwand gemessen werden kann. Sobald gemessen werden kann, ist es auch möglich Zertifikate zu verkaufen.
www.bodenproben.ch und www.carbocert.de

ein Beitrag zum Klimaschutz sein. Humusreiche Mineralböden erwärmen sich dank ihrer dunklen Farbe im Frühjahr schneller und fördern damit das Pflanzenwachstum. Organische Schadstoffe können von humusreichen Böden besser abgebaut oder fixiert und Nährstoffe besser zurückgehalten und vor Auswaschung geschützt werden. Wer von diesen Vorteilen profitieren will, sollte umgehend mit den entsprechenden Massnahmen anfangen. Denn der Humusgehalt des Bodens ändert sich nur sehr langsam.

Mögliche Massnahmen zum Humusaufbau sind:

- Klimafreundliche Düngung (Seite 34)
- Organische Düngung (Seite 35)
- Einarbeitung von Ernteresten in den Boden (Seite 35)
- Erhöhung der Wurzelmasse im Boden über Sortenwahl, Förderung der Mykorrhizen (Seite 33)
- Gründüngung, Untersaaten, Zwischenfrüchte (Seite 31)
- Anwendung von Pflanzenkohle (Seite 36)
- Permanente Bodenbedeckung, Hecken als Erosionsschutz
- Humusaufbauende Fruchtfolgen/Fruchtfolgen mit Leguminosen (Seite 30)
- Vermeidung von Bodenverdichtung
- Humusschonende Bodenbearbeitung (S. 27)

TIPP: BEWEISSTÜCK UNTERHOSE
 Humusreicher Boden lebt und ist belebt. Wie belebt ein Boden ist, kann man unter anderem feststellen, wenn man eine Baumwollunterhose im Boden vergräbt und nach einer gewissen Zeit nachschaut, wie zersetzt sie ist. Ein schweizweites bürgerwissenschaftliches Projekt der Uni Zürich mit Agroscope animiert zum Mitmachen. In die gleiche Richtung zielt der Stickrahmentest vom FiBL.
www.beweisstueck-unterhose.ch und www.bioaktuell.ch → FiBL-Stickrahmentest

zum Thema: www.oekoregion-kaindorf.at → Projekte → Humusaufbau
www.fibl.org: «Grundlagen zur Bodenfruchtbarkeit – die Beziehung zum Boden gestalten»
 Buchtipp Gabe Brown: «Aus toten Böden wird fruchtbare Erde»

Frankreich stellt mit der 4-Promille-Initiative die Humusanreicherung in den Mittelpunkt seiner Klimastrategie. Die 4-Promille-Initiative geht davon aus, dass eine jährliche, weltweite Steigerung des Humusgehaltes um 0,4 Prozent im Oberboden (also in den obersten 30 Zentimetern) sämtliche vom Menschen verursachten Treibhausgase neutralisieren könnte. Allerdings handelt es sich dabei um eine rein theoretische Betrachtung. Sie basiert auf der Erkenntnis, dass das Humuspotential nicht vollständig ausgeschöpft ist – zumindest auf Ackerböden. Im Grünland ist eine zusätzliche Humusanreicherung in viel geringerem Ausmass möglich.¹

Was in der Theorie bestechend klingt, lässt sich in der Praxis kaum erreichen. Dazu kommt, dass selbst die Humusanreicherung zeitlich begrenzt ist. Aus Kohlenstoff-Senken können – je nach Bewirtschaftung – auch wieder Kohlenstoff-Quellen werden. Der Klimawandel mit höheren Temperaturen führt z.B. voraussichtlich dazu, dass bei unsachgemässer Bodenbearbeitung der Abbau von Humus rascher voranschreitet und die Böden in der Schweiz mehr CO₂ an die Atmosphäre abgeben als früher.



BODENFRUCHTBARKEITSFONDS

Die Bodenfruchtbarkeit sinkt – auch auf Bio-betrieben. Die EU rechnet für ihre Mitgliedsländer mit jährlichen Humusverlusten im Wert von 38 Mia. Euro. Dem will der Bodenfruchtbarkeitsfonds entgegenwirken: Mit jedem Betrieb werden für den Hof sinnvolle Massnahmen vertraglich vereinbart, über die jährlich Rechenschaft abgelegt wird. Die Betriebe erhalten etwa 250 Euro pro Hektar und Jahr. Total sind es mindestens 6000, höchstens 12'000 Euro als Aufwandsentschädigung. Jährlich werden pro Hof ein Hoftag und mindestens eine Informations-/Schulungstagung durchgeführt.²

In Zeiten des Klimawandels kann die Erhöhung der landwirtschaftlichen Humusvorräte zumindest helfen, die Folgen des Klimawandels abzuf puffern und den Ressourcenverbrauch in der Landwirtschaft zu senken. Mindestens so wichtig sind die positiven Wirkungen auf die Bodenfruchtbarkeit, die Umwelt und meistens auch auf die Erträge. Es gibt also genug Argumente, den Humusgehalt zu erhöhen.



Humus ist die Heimat der Bodenlebewesen. Je mehr es darin krecht und fleucht, desto gesünder sind die Pflanzen, die darauf wachsen.

zum Thema: www.bioland-stiftung.org/was-wir-tun/#bodenbildung

www.fibl.org: Faktenblatt «Boden und Klima»

¹ www.thuenen.de: Thünen Workingpaper 112: Die 4-Promille-Initiative «Böden für Ernährungssicherung und Klima»

² www.bodenfruchtbarkeit.bio



Weniger tiefe, weniger häufige und vor allem schonendere Bodenbearbeitung erhöht die mikrobielle Aktivität im Boden und führt zu einer besseren Bodenstruktur. Der Boden wird weniger erosionsanfällig, er verschlämmt weniger und es kommt seltener zu Staunässe. Der Wasserhaushalt wird verbessert, die Pflanzen wachsen besser. Wenn organische Dünger nur flach eingearbeitet werden, erhöht sich zudem die Stickstoffausnützung. Gleichzeitig reduziert sich der Zeit- und Zugkraftbedarf. Es gibt also gute Gründe, den Boden sorgsamer zu bearbeiten.

Weil bei einer weniger tiefen und weniger häufigen Bodenbearbeitung auch weniger Treibstoff benötigt wird, ist diese Form der Bodenbearbeitung klimawirksam. Dass es bei einer pfluglosen und weniger tiefen Bodenbearbeitung zu einer klimafreundlichen Humusanreicherung kommt, ist dagegen nicht gesichert. Das hängt unter anderem von der Bodenart, dem Klima und vielen weiteren Faktoren ab.

Bei der pfluglosen Bodenbearbeitung kann zum Beispiel Lachgas entstehen. Lachgas wird bei

Ackern einmal anders: Alles von Hand mit vielen Händen. Die Ortoloco-Spatenbrigade sticht an einem Tag eine Hektare Ackerboden um.

Sauerstoffmangel im Boden gebildet, wenn ausreichend mineralischer Stickstoff vorhanden ist. Und Sauerstoffmangel kann nunmal vermehrt auftreten, wenn der Boden reduziert bearbeitet, also nicht so sehr gelockert wird.¹

Mögliche Massnahmen zu einer schonenderen Bodenbearbeitung sind:

- Einsatz gewichtsoptimierter Technik, Vermeidung von Bodenverdichtungen
- Reduktion Reifendruck
- Reduktion der Anzahl Überfahrten
- Wahl der Bearbeitungstiefe
- Regenwürmerschonende Bodenbearbeitung ohne rotierende oder schneidende Geräte
- Verzicht auf zapfwellenbetriebene Bodenbearbeitung
- Konturpflügen
- Bearbeitungstiefe weniger als 10cm

zum Thema: www.fibl.org: «Grundlagen zur Bodenfruchtbarkeit – die Beziehung zum Boden gestalten»

www.fibl.org: Merkblatt «Reduzierte Bodenbearbeitung»

¹ NFP 68: «Organische Bodensubstanz, Treibhausgasemissionen und physikalische Belastung von Schweizer Böden»

Klimafreundliche Fruchtfolge

Pflanzenbau | Bereich Sorten und Züchtung

Bereits über die Fruchtfolgegestaltung lässt sich eine Anreicherung von Bodenkohlenstoff erreichen, z.B. über kurze Brachezeiten, grosse Mengen an auf der Fläche verbleibenden Ernterückständen sowie Pflanzen, die den Boden tief und mengenmässig gut durchwurzeln. Klimafreundliche Fruchtfolgen zeichnen sich dadurch aus, dass sie vielseitig und abwechslungsreich sind. Das ist auch gut für die Kulturen an sich. Denn je vielfältiger die Fruchtfolge, desto weniger Pflanzenschutzprobleme gibt es. Das spart Pflanzenschutzmittel und damit CO₂, welches zur Herstellung und Anwendung nötig ist. Besonders klimafreundlich sind kohlenstoffmehrende, also humusbildende Kulturen wie Gras, Klee, Leguminosen- bzw. Luzernegrasgemenge und Körnerleguminosen. Auch mehrjährige Kulturen wirken aufgrund der intensiven Durchwurzelung besonders positiv. Eine besondere Stellung innerhalb der Fruchtfolge haben Leguminosen. Sie können im Gegensatz zu anderen Pflanzenarten eine Symbiose mit

TIEFWURZLER SIND KLIMAFREUNDLICHER

Was tief wurzelt, hilft dem Klima. Tiefwurzelnde Pflanzen bringen Kohlenstoff in den Unterboden, d.h. in jene Bereiche, in denen auch in humusreichen Böden oft noch eine ungenutzte Speicherkapazität für Kohlenstoff besteht. Gleichzeitig können auch Ressourcen wie Nährstoffe und Wasser aus dem Unterboden genutzt werden. Für die meisten modernen Kultursorten liegen jedoch keine Daten vor, wie viele und wie tiefe Wurzeln sie bilden. Hier besteht Forschungsbedarf, um Kultursorten zu finden, die auch unter Trockenstress gute Erträge liefern.¹

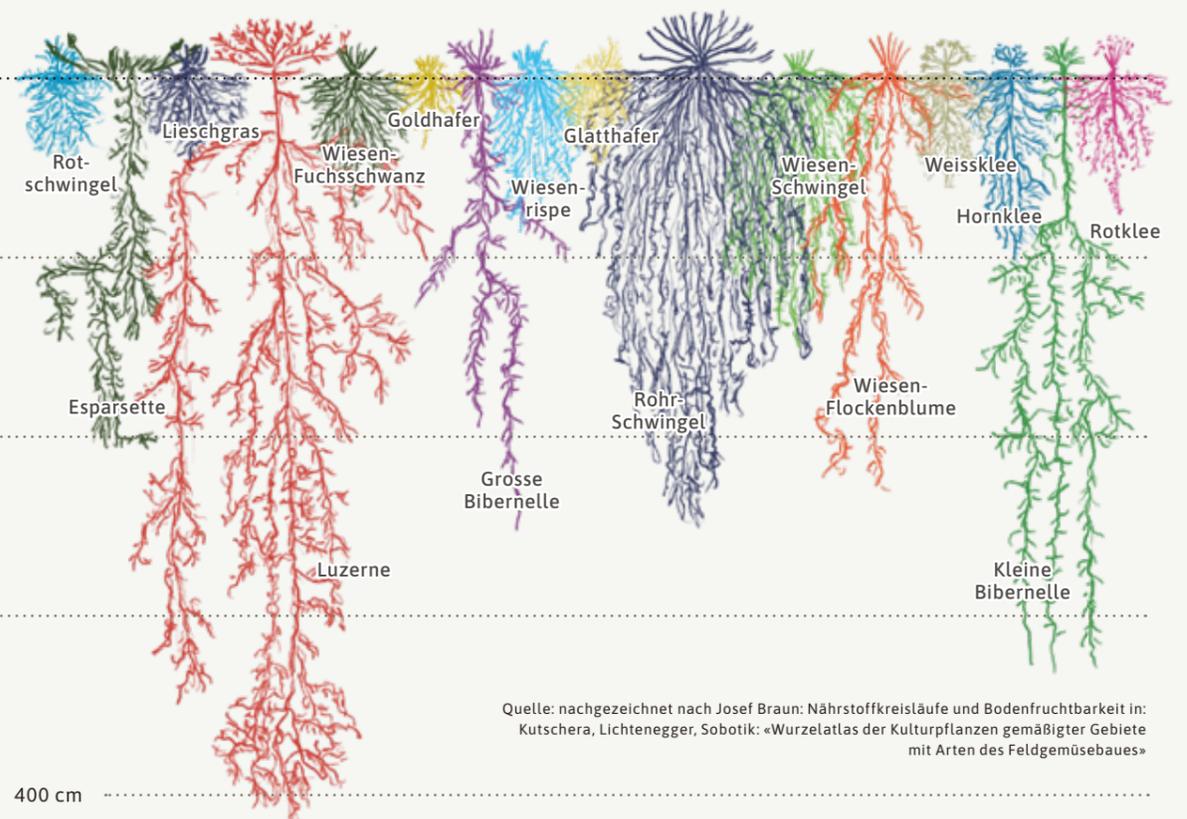
Knöllchenbakterien eingehen. Die Bakterien fixieren den Stickstoff aus der Luft und machen ihn für die Pflanze nutzbar. Im Gegenzug liefert die Pflanze Assimilate, wie z.B. Zucker, zur Ernährung der

Wurzelbild Kulturpflanzen im Ackerbau



zum Thema: www.fibl.org: «Grundlagen zur Bodenfruchtbarkeit – die Beziehung zum Boden gestalten»
www.agrocleantech.ch: «Klimafreundlich Düngen»
¹ www.thuenen.de: «Thünen Workingpaper 112: Die 4-Promille-Initiative Böden für Ernährungssicherung und Klima»
² www.lh.hessen.de: «Klimaschutz und Klimaanpassung durch Leguminosenanbau»

Wurzelbild Kleegrasmischung mit Flach-, Mitteltief- und Tiefwurzlern



Quelle: nachgezeichnet nach Josef Braun: Nährstoffkreisläufe und Bodenfruchtbarkeit in: Kutschera, Lichtenegger, Sobotik: «Wurzelatlas der Kulturpflanzen gemäßigter Gebiete mit Arten des Feldgemüsebaues»

Bakterien. Körnerleguminosen können je nach Art zwischen 20 und 170 kg N/ha, Futterleguminosen bis zu 300 kg N/ha fixieren. Dieser Stickstoff wird zwar in erster Linie von der Leguminose selbst verwendet. Über Ernte- und Wurzelrückstände stehen den nachfolgenden Kulturen aber immer noch zwischen 10 bis 70 kg N/ha zur Verfügung. Die Düngung der Folgekultur kann somit reduziert und Mineraldünger eingespart werden. Zusätzlich zur Stickstofffixierung gelangt über Ernte- und Wurzelreste der Leguminosen auch noch Kohlenstoff in den Boden. Ein Teil dieses Kohlenstoffs wird von Bodenlebewesen und Mikroorganismen in Humusverbindungen eingebaut und so längerfristig im Boden gespeichert. Sowohl Körner- als auch die Futterleguminosen zählen zu den humusmehrenden Kulturen. Der mehrjährige Anbau von Futterleguminosen, also Klee und Luzerne bzw. Kleegrasmischungen, hat ein beachtliches Potential an Humusreproduktionsleistung. Vor allem die intensive Durch-

wurzelung des Bodens schlägt hier zu Buche. Kohlenstoff aus Wurzelresten und Wurzelabscheidungen hat ein mehr als doppelt so hohes Humusbildungsvermögen als Kohlenstoff aus oberirdischen Pflanzenteilen.²

Mögliche Massnahmen für eine klimafreundliche Fruchtfolge sind:

- hoher Anteil Leguminosen (dabei empfohlene Anbaupausen beachten!)
- maximal 66 % Getreide, höchstens 20 % einer einzelnen Getreideart
- Wechsel zwischen Blatt- und Halmfrüchten, humusmehrenden und humuszehrenden Kulturen, Winter- und Sommerfrüchten, Früh- und Spätsaaten
- Untersaaten oder Mischkulturen
- mindestens ein Jahr Anbaupause zwischen zwei gleichen Hauptkulturen, wobei Sommer- und Winterformen als unterschiedliche Kulturen gelten

Mehrjähriges Getreide?

Reis, Mais, Weizen, Roggen, Gerste – nahezu alle wichtigen Nutzpflanzen weltweit werden einjährig angebaut. Verschiedene Forschungsteams, vor allem in den USA, Australien und Kanada, arbeiten jedoch schon seit vielen Jahren daran, mehrjährige Kulturen zu züchten. Der Aufwand für die Bodenbearbeitung, Aussaat, Stoppelpflege und Unkrautkontrolle fällt deutlich geringer aus, was nicht nur die Kosten senkt, sondern auch Treibhausgase. Mehrjährige Pflanzen entwickeln ein grösseres Wurzelsystem. Ein Forschungsteam in Schweden wies nach, dass die Wurzeln eines Weizengrases in bis zu drei Meter Tiefe reichen. Damit konnten die Pflanzen Wasservorräte erschliessen, die einjährigem Weizen mit einer Durchwurzelungstiefe von maximal 1,5 Metern verwehrt bleibt. Auch eine verstärkte Humusbildung und eine verringerte Erosion wurden nachgewiesen. Diesen Vorteilen steht bei fast allen bisherigen Projekten ein gravierender Nachteil gegenüber: Schwache Erträge, die spätestens im dritten Anbaujahr auch noch massiv einbrechen.

Dass der Ansatz von mehrjährigem Getreide trotzdem klappt, zeigt das Beispiel Waldstaudenroggen. Der Waldstaudenroggen oder Urroggen ist



Bild: Claire Müller, Berbain

eine mehrjährige Kultur. Im ersten Jahr kann man ihn als Viehfutter silieren oder auch als Mulch verwenden. Im zweiten Jahr werden die Körner geerntet. Der Ertrag ist mit 15–20 kg/a zwar nur etwa ein Drittel so hoch wie beim heutigen Zuchtr Roggen. Dafür hat er Vorteile beim Gehalt an Ballaststoffen, Proteinen, Spurenelementen und B-Vitaminen und nicht zuletzt im Geschmack.

i ZWISCHENFRÜCHTE

Die Herstellung von Stickstoffdünger ist mit Treibhausgasemissionen verbunden (siehe Seite 10). Und Stickstoff ist, vor allem im Bioanbau, ein ertragsbegrenzender Faktor. Die Bewirtschaftung sollte deshalb darauf ausgerichtet werden, den Stickstoffhaushalt möglichst zu optimieren. Der Zwischenfruchtanbau kann hier einen Beitrag leisten – vor allem wenn er auf Leguminosen aufgebaut wird. Die andere Seite eines optimalen Stickstoffhaushaltes besteht in der Speicherung des bereits vorhandenen Stickstoffs. Hier sind insbesondere Kreuzblütler und Gräser als Zwischenfrucht interessant, um die Verlagerung oder gar Auswaschung zu verhindern. Auch sonst hat der Zwischenfruchtanbau viele Vorteile, die oft nur deshalb verspielt werden, weil man den idealen Anbauzeitpunkt verpasst hat oder nicht daran denkt. Es ist auch möglich, nicht gleich zwei Zwischenfrüchte anzubauen, wie das beim System der doppelten Zwischenfrucht geschieht – eine effiziente Massnahme, um Nährhumus aufzubauen. Die erste Zwischenfrucht kann z.B. das «Dominanzgemenge» von Sativa sein und sollte bis Ende Juli gesät werden. In der ersten Septemberhälfte wird diese Zwischenfrucht mit Rottelenker eingeschält. Mitte September folgt dann die Saat einer nicht abfrierenden Zwischenfrucht wie z.B. «Wintergrün». Ab Mitte März bis Anfang Mai kann diese Winterfrucht eingeschält werden, um den Bodenstoffwechsel mit Energie zu versorgen.

Für den Anbau von Waldstaudenroggen erhielt Daniel Böhler den Innovationspreis «Grand Prix Bio Suisse».

zum Thema: www.sativa-rheinau.ch und www.regenerativ.ch

www.fibl.org: «Grundlagen zur Bodenfruchtbarkeit – die Beziehung zum Boden gestalten»

www.oekolandbau.de: «Welches Potenzial hat mehrjähriges Getreide?» | www.agrocleantech.ch: «Klimafreundlich Düngen»

www.schweizerbauer.ch: «Grand Prix Bio Suisse für Waldstaudenroggen»

KOHLENDIOXID CO₂

LACHGAS N₂O RESSOURCEN

Standortangepasste Sorten

Pflanzenbau | Bereich Sorten und Züchtung

Je krankheitstoleranter und nährstoffeffizienter eine Kultur ist, desto weniger Pflanzenschutzmittel und Dünger sind nötig. Das spart nicht nur Geld und Zeit, sondern auch jene Emissionen ein, die mit der Herstellung und Ausbringung verbunden sind. Allerdings passt nicht jede Sorte zu jedem Standort. Manche Standorte sind schattiger, tiefgründiger, trockener, mineralischer oder ganz einfach speziell. Die Beobachtungsgabe der Bäuerin/des Bauern sind also gefragt, um zu erfahren, welche Sorten auf welche Parzellen zum Hof passen. Das Ziel ist ein (möglichst höherer) Ertrag, der mit weniger Emissionen pro Ertrags-Einheit erzielt wird, weil weniger Pestizide oder Dünger benötigt werden.

Ein Beispiel sind pilzwiderstandsfähige Sorten im Obst- und Weinbau. Die Vorteile liegen auf der Hand: Es braucht weniger Fungizide und damit auch weniger Spritzfahrten. Beides spart Treibhausgase ein, die bei der Herstellung und Anwendung anfallen.

Die «ideale» Sorte ist

- tolerant gegenüber Trockenheit,
- resistent gegenüber Schädlingen und Krankheiten,
- kommt mit weniger Input aus (Bewässerung, Pflanzenschutzmittel, Dünger etc.).

i MISCHKULTUR

Gleichzeitiger Anbau verschiedener Pflanzenarten kann gegenseitigen Nutzen bieten, z.B. kann die eine Art den Boden für die andere Art fruchtbarer machen, Insekten fernhalten, Schädlinge zur Entlastung der Nachbarpflanze anlocken oder das Wachstum von Unkraut eindämmen.

Es gibt verschiedene Arten von Mischkulturen. Eine besteht darin, dass zwei oder mehr Pflanzenarten gemeinsam oder zeitlich versetzt gesät und gleichzeitig geerntet werden. Ein Beispiel dafür ist der Anbau eines Getreides zusammen mit einer Leguminose (Gerste – Erbsen). Ein anderes ist der zeitlich versetzte Anbau auf dem gleichen Feld: Relay intercropping. Diese Methode wird derzeit mit Getreide und Soja getestet. Auch der gemischte Anbau von Bohnen und Mais, ist in trockenen Gebieten eine vielversprechende Strategie. Man kann aber auch Begleitpflanzen anbauen, die nicht zur Ernte vorgesehen sind, z.B. Raps zusammen mit einer Untersaat, die nicht frostresistent ist und im Winter abstirbt.¹

Mit pilzwiderstandsfähigen Sorten (Piwi) lassen sich im Weinbau viele Spritzfahrten einsparen. Das ist gut fürs Klima, Umwelt und Portemonnaie.



Bild: www.istock.com

¹ Relay Intercropping: www.agrofutura.ch | www.agroscope.admin.ch: Mischkulturen: «Hilfe von Pflanze zu Pflanze»

www.bioaktuell.ch → Pflanzenbau → Ackerbau → Mischkulturen | www.strickhof.ch → Mais-Bohnen-Mischkulturen

www.fibl.org: Merkblatt «Erfolgreicher Anbau von Körnerleguminosen in Mischkultur mit Getreide»

www.fibl.org: Sorten für den biologischen Obstbau auf Hochstämmen

www.piwi-international.de/piwi-regional/schweiz/

KOHLENDIOXID CO₂ ENERGIE RESSOURCEN

Es gibt verschiedene Ansatzpunkte, um die Düngung klimafreundlicher zu gestalten. Zum einen gilt es, effizient zu düngen. Die Menge der eingesetzten Nährstoffe sollte so klein wie möglich gehalten werden, um den maximalen Nutzen zu erzielen. Zudem sollten bei der Herstellung, Lagerung und Ausbringung von Düngern die Nährstoffverluste möglichst tief gehalten werden. Und man sollte möglichst nur Dünger einsetzen, die mit wenig Treibhausgasemissionen hergestellt werden. Alle Dünger sollten ausserdem so ausgebracht werden, dass dabei nicht zusätzliche Treibhausgas-Emissionen entstehen. Kurz: Klimafreundlich Düngen ist eine Kunst. Aber sie ist lernbar.

Die Produktion von Stickstoff und anderen chemisch synthetischen Düngern ist eine der wichtigsten Quellen von Treibhausgasen in der Landwirtschaft. Es gilt deshalb sehr sparsam mit ihnen umzugehen. Jeder eingesparte chemisch synthetische Dünger spart Ressourcen (graue Energie, v.a. fossile Energie) und somit auch CO₂-Emissionen. Ausserdem können Lachgasemissionen bei der Ausbringung vermieden werden, wenn chemisch synthetischer Mineraldünger durch (hofeigenen) organischen Dünger/Kompost und/oder den Anbau von Leguminosen ersetzt werden.¹

FAKTEN: DÜNGEN MIT ERDÖL ...

Die Herstellung von mineralischem Dünger (Haber-Bosch-Prozess) ist sehr energieintensiv. Je nach Verfahren und Technologie wird für die Herstellung von 1 Kilogramm Ammonsalpeter zwischen einem und zwei Liter Erdöl benötigt. Da dieser Dünger meist von weit her transportiert werden muss (z.B. von Chile), wird zusätzlich Energie benötigt. Um einen Hektar Weizenfeld mit 150 kg Mineraldünger zu düngen, werden bis zu 300 Liter Erdöl benötigt. Nicht ganz so energieaufwändig, aber auch nicht unbegrenzt verfügbar, sind Phosphor und Kalium.²

Um die optimale Menge an Nährstoffen einzusetzen hilft:

- genaue Kenntnis des Nährstoffbedarfs
- Düngungszeitpunkt in Abhängigkeit von Witterung und Pflanzenbedarf richtig wählen
- Düngung laufend an die Bewirtschaftung, den Vorkultureffekt und die Witterung anpassen
- Düngungsform der Anwendung anpassen (z.B. Nitrat- oder Ammoniumdüngung? schnellere oder langsamere Verfügbarkeit der Nährstoffe)
- richtige Einstellung des Düngerstreuers (Dosierung, Wurfbild)
- Nährstoffanalysen von Hofdüngern für deren gezielten Einsatz im Feld

Zur Vermeidung von Nährstoffverlusten bei Hofdüngern gehört:

- genügend Lagerkapazitäten für Hofdünger sicherstellen
- Güllegrube abdecken
- emissionsarme Ausbringtechnik (Schleppschlauch, Gülledrill)
- windstille und kühle Ausbringbedingungen wählen
- schnelles Einarbeiten, geeignete Verdünnung der Gülle
- Verrottung beim Festmist fördern

Zur Vermeidung von Treibhausgasen bei der Herstellung:

- Verzicht auf chemisch-synthetischen Mineraldünger

Bei der Verschiebung von Hofdünger zwischen Betrieben (zur Lagerung und Ausbringung) sollte man Bodenverdichtungen verhindern (optimaler Bearbeitungszeitpunkt wählen, Bereifung und Reifendruck optimieren, Achslasten tief halten).

¹ www.agrocleantech.ch: «Klimafreundlich Düngen»

² Claudio Müller, Maschinenring Graubünden

Pflanzen brauchen Nahrung, sie müssen gedüngt werden. Und auch das Bodenleben will gefüttert werden, welches dafür sorgt, dass die Nährstoffe ab- und umgebaut oder in Ton-Humus-Komplexe lebendverbaut werden. Bei der Düngung steht nicht bloss die Versorgung der Pflanzen mit wasserlöslichen Nährstoffen im Vordergrund, sondern die Aktivierung des Bodens. Das führt letztlich zu einer nachhaltigen Pflanzenversorgung. Je nach Art, Menge und Anwendung kann Dünger gut oder schlecht fürs Klima sein. Chemisch-synthetisch hergestellte Dünger sind für grosse Mengen Treibhausgase verantwortlich. Organische Dünger fördern dagegen den Humusaufbau und speichern dadurch mehr Kohlenstoff im Boden. Auch bei Gülle, Mist und Kompost gilt: Nur wenn die zugeführten Nährstoffe effizient von den landwirtschaftlichen Kulturen genutzt und umwelt- sowie klimabelastende Stoffausträge minimiert werden, ist es positiver Klimaschutz. Die Effekte der organischen Düngung sind zudem von den Bodeneigenschaften abhängig.

Die besten organischen Dünger sind Stallmist und Kompost. Gülle wirkt nur dann humusbildend, wenn zusätzlich das Stroh auf dem Feld verbleibt. Ansonsten ist Gülle eher mit schnellwirkenden mineralischen Düngern zu vergleichen. Der Verbleib von Ernteresten wie Stroh auf der Fläche ist eine weitere Möglichkeit, die Boden-

HUMUSBILANZRECHNER

Agroscope stellt einen kostenlosen Rechner online zur Verfügung. Dabei wird die Zufuhr mit dem Abbau der organischen Substanz verglichen. Für die Zufuhr werden die Ernterückstände der angebauten Kulturen und Zwischenkulturen sowie die ausgebrachten organischen Dünger berücksichtigt. Für den Abbau wird die Humusmineralisierung unter Berücksichtigung von Tongehalt, pH-Wert und Hackfrucht- bzw. Kunstwieseanteil an der Fruchtfolge berechnet. So sieht man relativ rasch, wo man Humus verliert oder gewinnt.¹

¹ www.humusbilanz.ch

² www.chiemgau-agrar.de: «Einführung in die Albrecht-Boden-Analyse»

³ www.agrocleantech.ch: «Klimafreundlich Düngen»

ALBRECHT-ANALYSE

Rund 80 Prozent der Nährstoffe im Boden sind nicht pflanzenverfügbar, sondern fest in die Bodenstruktur eingebaut. Dazu kommt, dass das Verhältnis der Nährstoffe zueinander darüber entscheidet, ob etwas verfügbar ist oder nicht. So kann z.B. ein zu hoher Gehalt an Phosphor andere essentielle Elemente wie Zink, Magnesium, Calcium und Eisen hemmen. Was wie ein Mangel aussieht ist in Wirklichkeit gar keiner. Trotzdem kann es sein, dass man die – vermeintlich – fehlenden Elemente düngt.

Bei der Bodenanalytik nach Albrecht/Kinsey geht es nicht nur um die aktuellen Nährstoffbilanzen. Es wird auch die Beschaffenheiten des Bodenuntergrundes und die Kationenaustauschkapazität mitbeurteilt. Zudem gibt es Hinweise, dass Pflanzen mit weniger Stickstoffdünger auskommen, wenn alle anderen Nährstoffe in ausreichender Menge vorliegen, die Pflanze also ansonsten «gesund» ernährt ist.²

kohlenstoffvorräte im Boden zu erhöhen. Mit Ernteresten sind sowohl die oberirdischen Pflanzenteile wie Stoppeln, Stroh oder Rübenblatt, als auch unterirdische Teile wie Wurzeln gemeint. Wurzeln tragen im Vergleich zu oberirdischen Ernteresten überproportional zur Bildung von Bodenkohlenstoff bei. Durch züchterischen Fortschritt und den Einsatz von Halmverkürzern hat sich die anfallende Menge an Ernteresten in den letzten Jahren reduziert bzw. ist trotz steigenden Erträgen gleich geblieben. Eine Möglichkeit, Erntereste zu erhöhen, ist die Wahl von Sorten mit intensivem Wurzelwachstum oder der Einsatz von Untersaaten.

Auch der Zwischenfruchtanbau kann den Humusgehalt erhöhen helfen. Darüber hinaus leisten Zwischenfrüchte einen Beitrag zum Klimaschutz, indem sie die Nitratauswaschung verhindern oder -mindern und den Stickstoff für die nachfolgende Hauptfrucht sicherstellen.³

Pflanzen- oder Biokohle wird aus organischen Abfällen bei Temperaturen zwischen 400 bis 700 Grad Celsius unter Sauerstoffausschluss hergestellt. Bei der sogenannten Pyrolyse entsteht ein sehr kohlenstoffreiches schwarzes Produkt, welches wie ein Schwamm für Nährstoffe und Mikroorganismen wirkt. Auf Grund der hohen Stabilität im Boden hat Pflanzkohle den Ruf, eine mögliche CO₂-Senke zu sein. Zudem könnte der Einsatz von Pflanzkohle den Nährstoffkreislauf, insbesondere von Stickstoff, im Boden beeinflussen sowie die Wasserspeicherfähigkeit erhöhen. Die Idee stammt aus dem Amazonas, wo man kohlehaltige Schwarzerdeböden (Terra Preta) entdeckt hat, die im Vergleich zu anderen Böden in den Tropen aussergewöhnlich fruchtbar sind. Tatsächlich sind in tropischen, landwirtschaftlich genutzten Böden positive Effekte der Pflanzkohle auf den Ertrag nachweisbar. Die Ertragssteigerung wird von Forschern vor allem auf eine Erhöhung des pH-Wertes der von Natur aus nährstoffarmen, tropischen Böden zurückgeführt und auf eine bessere Nährstoffverfügbarkeit. Unter europäischen Bedingungen und in unserem Klima scheint der Effekt der Pflanzkohle vor allem auf Grenzertragsstandorten nachweisbar zu sein.¹

Zwar ist jede Kohle schwarz, aber nicht jede Kohle ist gleich. Pflanzkohle kann aus sehr verschiedenen biogenen Materialien und auf ganz unterschiedliche Art und Weise hergestellt werden. Entsprechend unterscheiden sich auch die Eigenschaften und Wirkungen stark. Für die langfristige Erhöhung des Bodenkohlenstoffs und die damit verbundene positive Klimawirkung ist die Stabilität der Kohle wichtig. Grundsätzlich werden die durch Verkohlung entstehenden Kohlenstoff-Verbindungen mikrobiell nur sehr langsam abgebaut. Das hängt aber auch von der Bodenart, Bodenstruktur, dem Bodenmilieu sowie dem Klima und der Bewirtschaftung ab.

zum Thema: www.srf.ch/play → «Wunderwaffe» Pflanzkohle

www.agroscope.admin.ch → Pflanzkohle

Buchtip: Ute Scheub: Die Humusrevolution

¹ www.thuenen.de: «Thünen Workingpaper 112: Die 4-Promille-Initiative Böden für Ernährungssicherung und Klima»

² NFP 68: Boden und Umwelt – Organische Bodensubstanz, Treibhausgasemissionen u. physikalische Belastung von Schweizer Böden

³ www.agroco2ncept.ch

Pflanzkohle braucht Biomasse, und die ist limitiert. Die vorhandene Biomasse könnte auch anderweitig verwertet werden. Holz als Ausgangsmaterial könnte z.B. energetisch genutzt oder zerkleinert dem Kompost zugeführt werden. Wenn Gülle oder Gärreste verkohlt werden, gehen die Nährstoffe verloren, das ist auch nicht effizient. Dazu kommt, dass Pflanzkohle (schädliche) Fremdstoffe anreichern kann, die später mit der Kohle ausgebracht werden. Seit Juni 2016 sind Pflanzkohlen, die gemäss den Richtlinien des European Biochar Certificate EBC zertifiziert wurden, als Bodenhilfsstoff zugelassen. Bei der Ausbringung gelten dieselben Schwermetallgrenzwerte wie für Recyclingdünger.

Lachgasreduzierend

Für Pflanzkohle als Klimaschutzmassnahmen spricht, dass sie hochspezialisierte, Lachgasreduzierende Mikroorganismen im Boden fördert. Allerdings weiss man noch nicht genau, wie das geschieht. In diesem Bereich besteht noch erheblicher Forschungsbedarf, vor allem wenn es um die Kaskadennutzung geht, bei der die Pflanzkohle als Futtermittelzusatz verwendet wird und so später via Hofdünger in den Boden gelangt. Wenn Pflanzkohle die Lachgas-Emissionen aus dem Boden tatsächlich verringern könnte, wäre das für die Treibhausgasbilanz von grosser Bedeutung.²

WIRKT SIE ODER WIRKT SIE NICHT?

In einem Ressourcenprojekt untersucht Agroscope derzeit im AgroCO₂ncept Flaachtal die Möglichkeit, den Humusgehalt intensiv landwirtschaftlich genutzter Böden durch Pflanzkohle zu erhöhen. Erste Ergebnisse werden für 2022 erwartet.³

KOHLENDIOXID CO₂

Mit emissionsmindernden Ausbringverfahren wird – im Vergleich zum Breitverteiler – die mit Gülle bedeckte Fläche verkleinert. Dadurch entweicht weniger Ammoniak in die Luft, und in der Gülle bleibt mehr wertvoller, pflanzenverfügbare Stickstoff. Gemäss Direktzahlungsverordnung gelten Schleppschauch, Schleppschuh, Gülledrill sowie tiefe Gülleinjektion als emissionsmindernde Ausbringverfahren zur Ausbringung von flüssigen Hof- und Recyclingdüngern.

Neben dem Ausbringverfahren sind auch noch andere Faktoren wichtig:

- **Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Wind:** Wenn die Gülle bei kühlem, eher feuchtem Wetter ausgebracht wird geht nur rund halb so viel Ammoniak-Stickstoff in die Luft. Daher ist die Ausbringung morgens oder abends effizienter als um die Mittagszeit. Wind ist dagegen kontraproduktiv: je mehr es windet, desto mehr Ammoniak fliegt mit...
- **Trockensubstanzgehalt (TS) der Gülle:** Je höher der TS-Gehalt in der Gülle, desto mehr Ammoniak-Stickstoff geht verloren. Optimal ist Vollgülle im Verhältnis mind. eins zu eins mit Wasser verdünnt. Die Verluste können dadurch bis zu 50 Prozent gesenkt werden.
- **Regen und Bodensättigung:** Bei starkem Regen wird die Gülle in Oberflächengewässer abgeschwemmt, nach anhaltenden Regenfällen ist der Boden wassergesättigt und kann die Gülle nicht mehr aufnehmen. Zudem steigt beim Befahren von nassen Böden das Verdichtungsrisiko. Optimal ist deshalb eine Ausbringung auf trockene, aber saugfähige Böden.
- **Bodenstruktur:** Je besser die Gülle vom Boden aufgenommen wird, desto weniger lang bleibt sie an der Oberfläche und desto weniger Ammoniak geht verloren.
- **Pflanzenbestand:** Je höher der Bewuchs ist, wenn die Gülle mit Schleppschauch oder Schleppschuh ausgebracht wird, desto kleiner sind die Emissionen.¹

¹ www.agridea.ch: Emissionsmindernde Ausbringverfahren

² www.agrocleantech.ch: «Klimafreundlich Düngen»



Der Schleppschauch führt eindeutig weniger Gerüche im Schlepptau ...

STROH IM FUTTER?

Hohe Strohanteile in der Gülle können beim Ausbringen mit Schleppschauch, Schleppschuh und Gülledrill und später bei der Futterernte bzw. -konservierung zu Problemen führen. Um dies zu verhindern, bringt man die Gülle erst aus, wenn das Gras bereits eine gewisse Höhe hat und durch die Schläuche leicht zur Seite gedrückt wird. Es wird empfohlen, die Arbeitshöhe von Mähwerk, Kreiselheuer, Schwader und Pick-Up nicht zu tief einzustellen, sondern fausthoch. Das fausthohe Mähen hat zudem den Vorteil, dass dem Gras nicht sämtliches Blattmaterial entzogen wird, es somit rascher wieder Photosynthese betreiben kann. Es muss dann nicht erst wieder seine (Wurzel-)Reserven anzapfen, um das Wachstum voranzutreiben. Denn auch hier gilt: je länger und intensiver Pflanzen Photosynthese betreiben, desto mehr Kohlenstoff wird in Pflanzen gebunden respektive über die Wurzeln in den umliegenden Boden abgegeben. Und gebundener Kohlenstoff und grosse Wurzelmasse sind immer gut fürs Klima.²

LACHGAS N₂O RESSOURCEN

Landnutzungsänderungen werden oft im Zusammenhang mit negativen Auswirkungen auf Treibhausgase diskutiert. Wenn Grünland umgebrochen oder Moore entwässert werden, entweicht viel CO₂. Doch es gibt auch Landnutzungsänderungen, die dem Klima mehr nützen als schaden. Eine davon ist das System Agroforst.

Kastanienselven, Waldweiden oder Feldobstbau waren als agroforstliche Nutzungen in der Schweiz schon immer verbreitet. Dass Bäume aber auch ganz gezielt mit Ackerkulturen kombiniert werden können, wurde in der Schweiz erst vor etwa zehn Jahren (wieder-) entdeckt. Es gibt ungefähr vier Typen von modernen Agroforstsystemen auf Ackerland:

1. Beim System «Frucht intensiv» werden Ackerparzellen mit Bäumen zur Fruchtnutzung bestückt. Das Obst wird zur Verarbeitung, oder als Tafelobst zur Direktvermarktung verwendet.
2. Beim System «Frucht extensiv» kombiniert man Ackerparzellen mit Obstbäumen zur extensiven Nutzung wie Mostobst oder Brennobst.
3. Beim System «Holz/Frucht» werden Ackerparzellen mit Bäumen zur Doppelnutzung Frucht und Holz bestückt. Das sind v. a. Nussbäume, zum Teil aber auch Birn- und Kirschbäume.
4. Beim System «Wertholz» werden die Bäume zur reinen Wertholznutzung mit den Ackerparzellen kombiniert. Es handelt sich v. a. um Wildobst-, zum Teil auch um Edellaubbaumarten oder Obstbäume zur Holznutzung.

Dank der Kombination von Ackerkulturen mit Bäumen wird mehr CO₂ gespeichert, die Kulturen sind weniger anfällig gegenüber Trockenphasen, Starkregen und vieles mehr. Teilweise kann sogar ein Zusatzeinkommen mit CO₂-Zertifikaten erzielt werden.

zum Thema: www.agroforst.ch | www.agroscope.admin.ch: Agroforstwirtschaft

1 Laganière J., Angers Da, Paré D. (2010): Carbon accumulation in agricultural soils after afforestation: a metaanalysis, Global Change Biology

2 www.agrarforschung.ch: «Ressourcenschutz durch Agroforstsysteme – standortangepasste Lösungen»

KOHELENDIOXID CO₂ METHAN CH₄
LACHGAS N₂O RESSOURCEN



TRÜFFELKULTUREN

Trüffelkulturen können im weitesten Sinne ebenfalls als Agroforstkulturen angesehen werden. Sie werden jedoch nicht auf Ackerflächen, sondern in Wiesen und Weiden angelegt. Wenn sie gelingen, erhöhen sie den Ertrag ohne zusätzliche Umweltbelastung. Auch das ist letztlich ein Beitrag zur Klimaneutralität.



Wald-Weide ist zwar auch eine Art Agroforst, in der Regel bezieht sich der Begriff aber auf den Ackerbau.



VERDOPPELUNG

Aufforstungen von Ackerland führen praktisch immer zu einer deutlichen Anreicherung von Bodenkohlenstoff. Über einen Zeitraum von 100 Jahren können die Kohlenstoffvorräte im Boden nahezu verdoppelt werden.¹ Wie gross die Einsparungen an Treibhausgasen im Einzelfall sind, hängt allerdings vom Standort und dem Agroforst-System ab.²

Der Begriff Permakultur ist weit gefasst. Das Bundesamt für Landwirtschaft definiert Permakultur als «kleinräumige Mischung verschiedener Kulturen mit mehr als 50 Prozent Spezialkulturen». Permakultur-Designer verstehen darunter eher ein «stabiles und dauerhaftes Landnutzungssystem mit hoher Artenvielfalt und unterschiedlich intensiv bewirtschafteten Zonen, welche von sehr intensiv bis zu Wildnis reichen». Wobei dieses System auch noch ästhetischen Ansprüchen genügen soll.

Charakteristisch sind laut dem Verein

Permakultur Schweiz:

- kleinräumige Landnutzung
- unterschiedlich intensiv bewirtschaftete Zonen (sehr intensiv bis Wildnis)
- grosse ökologische und biologische Vielfalt
- Verwendung von einheimischen und fremdländischen Wild- und Kulturpflanzen sowie Tieren
- Multifunktionale Elemente (Beispiel: Schaf liefert Milch, Fleisch und Wolle)
- positive Beziehungen und Verknüpfungen der Elemente werden angestrebt
- mehrjährige Kulturen, dauerhafte Lösungen mit wenig Unterhalt werden bevorzugt



PERMAKULTUR-LEHRGÄRTEN

Da wissenschaftliche Untersuchungen zur Permakultur fehlen, wurden Mitte 2017 an der Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften HAFL zwei Permakultur-Lehrgärten angelegt. Anfang 2023 sollen die Aufbauarbeiten abgeschlossen und wissenschaftliche Monitorings gestartet werden. Dann soll der IST-Zustand zahlreicher ökologischer Parameter erhoben und über die Jahre Veränderungen erfasst und ausgewertet werden. Zusätzlich wird ein Pilotbetriebsnetz mit 10 bis 15 Betrieben angestrebt. Danach wird man allenfalls abschätzen können, ob und welchen Beitrag die Permakultur auf die Umwelt und das Klima hat.

So vielfältig wie die Definition des Anbausystems und der damit erzeugten Produkte und Produktmenge sind, können auch die Auswirkungen auf das Klima sein. Pauschale Aussagen sind deshalb nicht möglich.

Permakultur zeichnet sich durch eine hohe Artenvielfalt auf kleinem Raum aus.



zum Thema: www.permakultur.ch
www.bfh.ch: «Permakulturgärten HAFL»

KOHELENDIOXID CO₂ METHAN CH₄
LACHGAS N₂O ENERGIE RESSOURCEN

Der biointensive Anbau, auch Mikrofarming, Marktgärtnern oder Vielfaltsgärtnern genannt, zielt im Kern darauf ab, mit ökologischen Anbaumethoden auf Flächen von maximal einem Hektar möglichst hohe Erträge zu generieren. Der grösste Teil der Arbeit erfolgt per Hand, das spart fossile Energie und vermeidet jene graue Energie, die in den Maschinen steckt. Dank Handarbeit können die Pflanzabstände zudem deutlich enger sein als im klassischen Feldgemüseanbau. Die Beete selbst werden in der Regel nie befahren.

Im Schnitt bauen die Betriebe 30 – 50 verschiedene Gemüsearten an. Der Schwerpunkt liegt beim Frischgemüse. Vielfalt spielt in diesem System eine grosse Rolle. Ein weiterer zentraler Baustein des biointensiven Anbaus ist eine aufwändige Kompostwirtschaft. Der Erhalt und die Förderung der Bodenfruchtbarkeit gelten als Schlüssel für die hohen Erträge, die mit vergleichsweise wenig Emissionen pro Einheit erzeugt werden.

i NACHWACHSENDER STICKSTOFF-DÜNGER

Die Handarbeit ermöglicht es, manche Praktiken aus dem Hausgarten zu übernehmen wie z.B. die Düngung mit Schafwolle. Dabei werden die Kartoffeln in Furchen gepflanzt, die zuvor mit Schafwolle ausgelegt wurden. Die Schafwolle verrottet im Boden und setzt Nährstoffe (v.a. Stickstoff) frei, welche dann der Kartoffel als Dünger zur Verfügung stehen.

Die intensive Bioproduktion auf kleiner Fläche stellt hohe Ansprüche ans Management. Dazu gehört auch eine professionelle Vermarktung der Frischware mit kurzen Transportwegen. Letztlich entscheiden all diese Faktoren über die Nachhaltigkeit, den Energieverbrauch, die Umweltbelastung (samt Treibhausgasen) und die Rentabilität.



Bei Handarbeit kann dichter gepflanzt werden, da es keine Fahrgassen braucht und kein Platz für Hackgeräte nötig ist.

zum Thema: www.oekolandbaue.de → Biointensiver Gemüsebau

Beispielbetrieb: www.nanugarten.ch

Buchtipp: Jean-Martin Fortier: «Bio-Gemüse erfolgreich direktvermarkten»

KOHLENDIOXID CO₂ METHAN CH₄
LACHGAS N₂O ENERGIE RESSOURCEN



Bild: www.iStock.com

Nasse Böden sind für die Bewirtschaftung negativ, aber positiv fürs Klima. Da sich unter Luftabschluss Humus anreichert, wird auch CO₂ gebunden. Werden natürliche Feuchtböden dagegen entwässert, setzt dies Kohlendioxid und Lachgas frei. Das trifft vor allem für organische Böden, also Standorte auf (ehemaligen) Hoch- oder Flachmooren zu.

Eine Gegenmassnahme ist die Anhebung des Wasserspiegels; dadurch sinken die CO₂-Emissionen signifikant, und der Abbau des noch vorhandenen Kohlenstoffs wird verringert oder gestoppt. Die Wiedervernässung von entwässerten Mineral- und vor allem organischen Böden hat Treibhausgas-Minderungspotenzial. Die Wiedervernässung muss aber nicht zu einer Erhöhung der Methanemissionen führen. Doch solange die Methan-Emission der vernässten Flächen kleiner ist als die Kohlendioxid- und Lachgas-Emissionen der entwässerten Flächen, ist das immer noch klimapositiv.¹ Ein Zusatzeinkommen durch CO₂-Zertifikate ist unter Umständen möglich.²

Nasse Böden gehen der landwirtschaftlichen Nutzung nicht unbedingt verloren, sie eignen sich für den Nassreisanbau oder die Paludikultur, die dem Anbau nachwachsender Rohstoffe dient. Allerdings sind Nassreisanbau oder Aquakultur

Vernässte Böden können weiterhin genutzt werden, nur anders, z.B. mit Wasserbüffeln.

auf sehr nassen Standorten für die Schweiz bisher noch kaum untersucht. Pioniere sind gefragt! Auf wiedervernässten, früher als Grünland genutzten Hochmooren lassen sich z.B. Torfmoose (Sphagnum) anbauen, um hochwertige Kultursubstrate zu erzeugen. Alternativ kann Ackerland auf organischen Böden in Dauergrünland umgewandelt werden. Feuchte Wiesen lassen sich immer noch sehr gut mit Wasserbüffeln beweidet.

FAKTEN

Zu den Treibhausgasemissionen entwässerter Mineralböden gibt es bislang nur sehr spärliche Informationen. Normalerweise wird in Studien mit Treibhausgasmessungen auf Mineralböden nicht angegeben, ob der untersuchte Standort jemals entwässert wurde oder nicht. Einzig eine Studie aus Belgien liefert Hinweise darauf, dass Standorte, die ursprünglich nass waren und für die ackerbauliche Nutzung entwässert wurden, am meisten organischen Kohlenstoff verloren haben.

¹ www.agroscope.admin.ch: «Treibhausgasemissionen entwässerter Böden»

² www.wsl.ch: «Klimaschutz durch Hochmoorschutz»

zum Thema: www.feuchttacker.ch | www.moorwissen.de

Buchtipp: Leonid Rasran: «Klimaschutz natürlich – Die Bedeutung von Mooren für Natur und Klima»

KOHLENDIOXID CO₂ METHAN CH₄
LACHGAS N₂O RESSOURCEN

Energie- produktion

Die Klimaerwärmung wird dazu führen, dass in Zukunft im Winter weniger Heizenergie und im Sommer mehr Kühlenergie verbraucht werden. Es kommt zu einer Verlagerung der Nachfrage von den Brennstoffen zu Strom. Erneuerbare Energien, z.B. Photovoltaik auf Stalldächern, haben in diesem Bereich grosses Potential. Damit lässt sich nicht nur der eigene Verbrauch an fossilen Rohstoffen senken, sondern auch Strom ins öffentliche Netz einspeisen und ein Zusatzeinkommen generieren. Werden gar noch Koppelprodukte erzeugt, kann diese Art der Energieproduktion für die Umwelt und das Klima mehrfach nützlich sein. Grosses Potential hat das Energiesparen, da werden die Möglichkeiten eher selten ausgeschöpft.



Solarenergie

Energieproduktion | Bereich Energieproduktion ohne Koppelprodukte



Sonnenterrassen wie das Dorf Morissen eignen sich besonders für Photovoltaik auf Stalldächern.

Solarenergie ist eine moderne, erprobte und sichere Technik. Ihr Einsatzbereich ist gross: In der Schweiz liegen 90 Prozent der Landwirtschaftsbetriebe in einer Region, die sich dank grosser Dachflächen für Photovoltaikanlagen oder Solarkollektoren eignen. Das Potenzial für die landwirtschaftliche Stromproduktion mit Photovoltaikanlagen wird bis zum Jahr 2030 auf 1'200 Gwh pro Jahr geschätzt. Das würde reichen, um alle 220'000 privaten Haushalte des Kantons St. Gallen mit Strom zu versorgen. Zudem könnte etwa ein Viertel des Wärmebedarfs von Wohngebäuden in der Landwirtschaft bis 2030 über Solarthermieanlagen gedeckt werden.¹



HEUTROCKNUNG

Sonne liefert nicht nur Energie, sondern sie wärmt und trocknet auch. Mit einer solar betriebenen Heutrocknung kann man beides nutzen.

Wieviel Solarstrom sich auf dem eigenen Dach oder der Fassade produzieren lässt, kann man auf den beiden Internetseiten des Bundesamts für Energie herausfinden: www.sonnendach.ch bzw. www.sonnenfassade.ch. Noch genauere Daten erhält man mit den Solarrechnern unter www.solarbauern.ch.

zum Thema: www.agrocleantech.ch | www.swissolar.ch

¹ www.agrocleantech.ch: «Solarthermie, Potenzial Landwirtschaft bis 2030»



Die Windenergie ist natürlich, klimaneutral, frei von Problemabfällen und unerschöpflich. Langfristig könnten mindestens sieben Prozent des heute in der Schweiz verbrauchten Stroms aus Wind gewonnen werden. Windenergie wird heute meist in grossen Anlagen bzw. Windparks erzeugt. Für Betriebe, Haushalte und Gemeinden an guten Windstandorten kann die Installation kleinerer Anlagen (Kleinwindanlage) wirtschaftlich und ökologisch sinnvoll sein. Windmessungen vor Ort klären die Frage, ob und wenn ja, wie wirtschaftlich der Wind genutzt werden kann.¹ Neben den klassischen Windkraftanlagen mit horizontaler Rotorachse gibt es auch noch vertikale Windkraftanlagen. Nach wie vor bietet die Mehrzahl der Hersteller Kleinwindkraftanlagen mit vertikaler Rotorachse an. Diese sind bislang weniger effizient. Sie haben aber den nicht unerheblichen Vorteil, dass sie meistens ästhetischer aussehen und weniger störend im Landschaftsbild wahrgenommen werden. Dieser Windanlagentyp eignet sich eher für Standorte mit turbulenten Windverhältnissen. Die Wartung ist zudem einfacher, und oft sind diese Anlagen leiser als Anlagen mit horizontaler Rotorachse.²

Windräder sind im Jura schon seit längerem auf den Weiden anzutreffen.

Wasserkraft

Jahrhundertlang trieb das Wasser dezentral Mühlen und Maschinen an. Wasser war (und ist) die wichtigste einheimische Energiequelle der Schweiz. Für landwirtschaftliche Betriebe kommen genehmigungsrechtlich fast nur Kleinwassernutzungen in Frage wie Turbinen in Quellwasserleitungen oder Kleinstturbinen in Bächen. Bei grösseren Projekten wird das Genehmigungsverfahren meistens sehr schwierig und lang-

wierig. Dabei fliesst das Wasser auch in Zeiten, in denen die Sonne nicht oder weniger scheint. Seine energetische Nutzung wäre deshalb eine ideale Ergänzung. Für Fragen rund um Kleinwasserkraftprojekte im Bereich Fliessgewässer sowie Trink- und Abwasserkraftwerke stehen Infostellen von Swiss Small Hydro zur Verfügung www.swissmallhydro.ch/de/.

zum Thema: www.agrocleantech.ch | www.suisse-eole.ch
www.swissmallhydro.ch: «Kleinwasserkraft»

¹ www.agrocleantech.ch: «Windenergie» und «Wasser»

² www.klein-windkraftanlagen.com: «Vertikale Windkraftanlagen»

KOHLENDIOXID CO₂ ENERGIE



Im Wald steckt noch eine grosse Menge Energie – und sie ist nachwachsend.

Holz ist klimaneutral, weil bei seiner Verbrennung nur jener Kohlenstoff in die Atmosphäre abgegeben wird, der Jahrzehnte zuvor in Form von CO₂ von den Bäumen aus der Atmosphäre aufgenommen wurde. Bereits heute werden mehr als die Hälfte der landwirtschaftlichen Wohngebäude mit Holz beheizt. Neben der Nutzung für die eigene Heizung kann Energieholz auch verkauft werden. Möglich ist der Verkauf als Stückholz für Einzelf Feuerungen oder als Hackschnitzel für Wärmeverbände oder Holzheizkraftwerke.

Mit dem Einsatz von Wärme-Kraft-Kopplungsanlagen (WKK) kann bei grösseren Anlagen gleich-

zeitig Strom produziert werden. Der Landwirtschaftsbetrieb kann so in Siedlungsnähe eine emissionsarme und erneuerbare Wärmequelle anbieten. Bis zum Jahr 2030 könnten theoretisch rund 3'000 kleinere Schnitzelfeuerungs-Anlagen mit 50 kW Leistung oder 750 mittlere Schnitzelfeuerungs-Anlagen mit 200 kW Leistung betrieben werden. Das würde einer Wärmeproduktion von jährlich rund 330 GWh entsprechen, welche das Klima entlasten.¹

zum Thema: www.waldwissen.net: «Holzenergie in der Schweiz: Entwicklung, Stand und Potenzial»

¹ www.agrocleantech.ch: «Holzenergie»

KOHLENDIOXID CO₂ ENERGIE



Martin, Bernhard und Marianna Aeschlimann arbeiten auf ihrer Alp mit eigenem Solarstrom, der in einer mobilen Salzbatte gespeichert wird.



Diese Solaranlage auf der Alp Honegg oberhalb von Eriz lässt sich zusammenfallen und transportieren.

Zur Speicherung von erneuerbarem Strom werden heutzutage meistens Lithium-Ionen-Batterien eingesetzt. Lithium-Akkus haben jedoch eine eher schlechte Umweltbilanz. Anders ist das bei Salzspeichern. Da kommen nur Stoffe zum Einsatz, die für die Umwelt völlig unbedenklich, beziehungsweise nachhaltig und weit verbreitet sind. Die Salzlösung ist nichts anderes als ein Natrium-Salzwasser Elektrolyt, beziehungsweise eine Salzsäure. Damit lässt sich Solarstrom zur weiteren Verwendung elegant zwischenspeichern. Dass das sogar mobil geht, beweist ein Alpbetrieb im Berner Oberland. Er speichert Solarstrom in einer mobilen Salzbatte und betreibt damit auf der Alp unter anderem eine Melkanlage.¹

Während sich Batterien für die relativ kurzfristige Speicherung und Bereitstellung von Strom eignen, hat die Gasspeicherung von Wasserstoff oder Methan Vorteile bei der Langzeitspeicherung.

Die Herstellung von Wasserstoff ist bislang allerdings noch wenig erprobt. Ihr wird jedoch eine grosse Zukunft vorausgesagt. Die Forschungen am Paul Scherrer Institut laufen dazu auf Hochtouren.²



Die mobile Salzbatte speichert den Solarstrom und kann den Alpbetrieb während drei Tagen ohne Sonne mit Strom versorgen.

Bilder: Landwirtschaftlicher Informationsdienst LID

zum Thema: www.solarville.ch | www.klein-windkraftanlagen.com: «Wann ein Stromspeicher fürs Eigenheim sinnvoll ist»

¹ www.lid.ch: «Salzbatte statt Stromgenerator»

² www.psi.ch: «Energie und Umwelt – Forschung am Paul Scherrer Institut»

KOHLENDIOXID CO₂ ENERGIE

Bei der Pyrolyse werden Holz und anderes organisches Ausgangsmaterial in Abwesenheit von Sauerstoff verkoht. Dabei wird Energie frei. Es entstehen Pflanzenkohle (auch Biokohle genannt, englisch biochar) und Pyrolyseöl. Die so hergestellte Pflanzenkohle kann als Bodenverbesserer, aber auch als Einstreumaterial in Ställen (Bindung von Ammonium und Ammoniak) sowie als Futtermittelzusatz und Nahrungsergänzungsmittel eingesetzt werden. Allerdings ist der Nutzen von Pflanzenkohle als Bodenverbesserer und Treibhausgasminierer bislang noch nicht eindeutig geklärt (s. auch Seite 36, Terra Preta).

Für die Pyrolyse kann praktisch alles organische Material verwendet werden wie z.B. Gras, Maisstroh, Heckschnitt etc. Die Art der Anlage und das Herstellungsverfahren bestimmen, welches Ausgangsmaterial verkoht werden kann, wie hoch der Kohlenstoffgehalt im Endprodukt ist und wie gross der Ertrag an Pflanzenkohle sein wird. Die Grösse der Anlage sollte zum Betrieb

passen, es sollte dabei ein qualitativ hochwertiges Endprodukt herauskommen, das möglichst frei oder zumindest arm an Schadstoffen ist. Im Boden ist Pflanzenkohle ein Fremdstoff. Es ist noch nicht geklärt, welche Auswirkungen Pflanzenkohle auf den Schadstoffeintrag, die Biodiversität und die Bodenlebewesen hat. Durch den Pyrolyseprozess entstehen zahlreiche chemische Verbindungen, darunter auch Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK). Die Menge der entstehenden PAK hängt insbesondere von den Prozessbedingungen ab.

Man unterscheidet:

- Einzelbetriebliche (Klein-)Pyrolyseanlage mit Eigenverbrauch von Kohle und Wärme
- Überbetriebliche Pyrolyseanlage zur Herstellung von Pflanzenkohle für den Verkauf sowie Prozesswärme für Wärmeverbund oder Hackschnitzeltrocknung
- eine Kombination von Pyrolyseanlage und Kompostierung (Terra Preta-Methode)



Bild: oekozentrum.ch

Pyrolyseanlage: Produziert aus nicht kompostierbarem Baumschnitt Energie und Pflanzenkohle.



Martin Bläsi, Lenzerheide, streut Pflanzenkohle: Positiver Effekt für Tiere, Boden und Klima.

zum Thema: www.charnet.ch | www.oekozentrum.ch | www.swiss-biochar.com

¹ www.hosttech.eu: «Pflanzenkohle als C-Speicher – ein Zukunftsmodell?»

² www.baselland.ch: «Pyrolyseanlagen zur Energiegewinnung sowie für die Herstellung von Pflanzenkohle»

KOHLENDIOXID CO₂ LACHGAS N₂O

ENERGIE RESSOURCEN

Unter den erneuerbaren Energien gilt Biomasse als Alleskönner: Mit ihr ist die Produktion von Strom, Wärme, Dünger und sogar Treibstoff möglich. Energie aus Biomasse gilt als CO₂-neutral. Mit Biogas kann nicht nur der Hofdünger energetisch genutzt, sondern auch Methan reduziert werden. In der Regel lässt sich damit ein Zusatzeinkommen generieren.

Die Vergärung funktioniert im Grunde genommen wie der Verdauungstrakt einer Kuh, nur dass dabei kein Methan in die Umwelt entweicht. Das energiereiche, gasförmige und brennbare Gemisch aus CO₂ und Methan sammelt sich im Gasspeicher an und gelangt anschliessend in ein sogenanntes Blockheizkraftwerk, in dem es unter Gewinnung von Strom und Wärme verbrannt wird. Alternativ zum Verbrennen kann das Biogas vom CO₂ gereinigt und das fast reine Methan in ein Erdgasnetz eingespeist werden. Die zurückbleibende, vergorene Gärgülle wird als schnell wirksamer Nährstoffdünger verwendet. Sie kann auch noch in Gärdünggülle und Gärmist separiert werden.

WENIGER FUTTER GIBT MEHR GAS

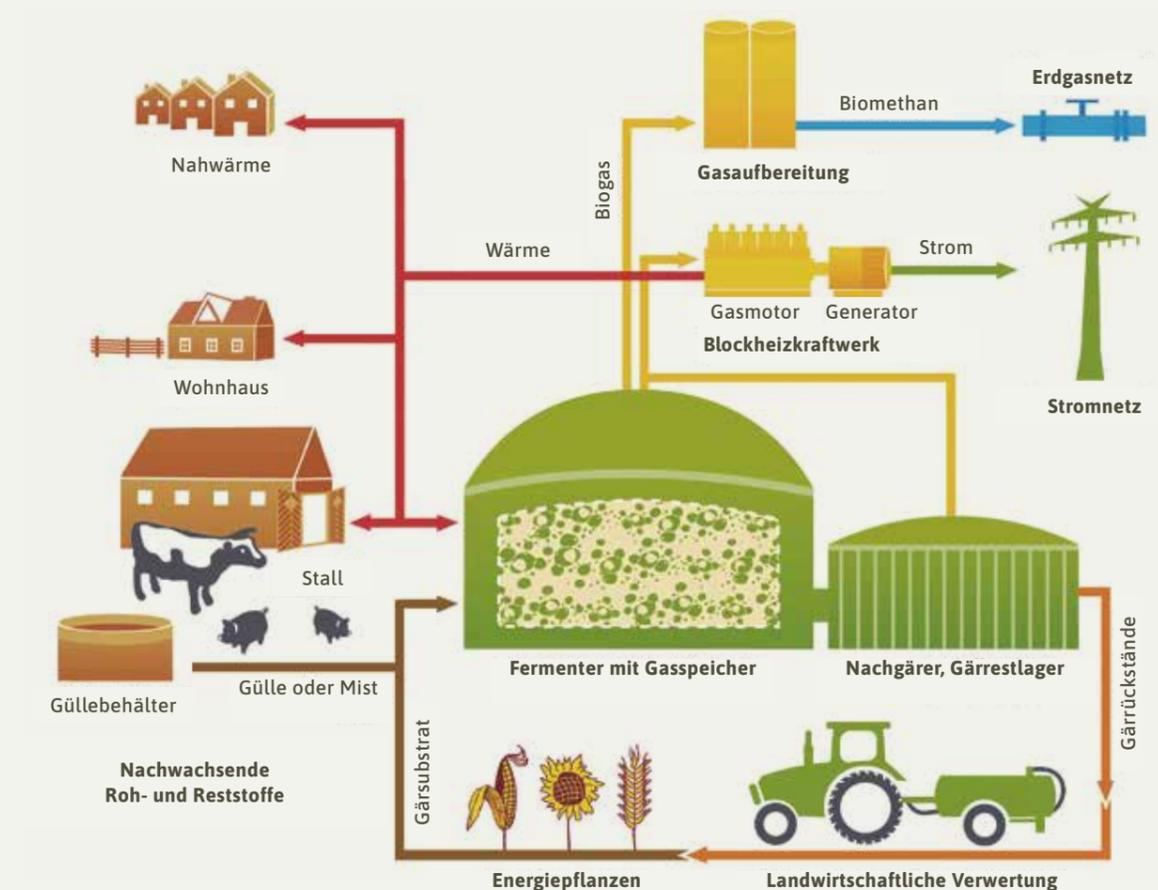
Forscher haben herausgefunden, dass mehr Biogas entsteht, wenn die Biogasanlage in grösseren Zeitabständen gefüttert wird. Den Wissenschaftlern gelang es, unter Laborbedingungen die Produktion von Methan als wertvollstem Bestandteil des Biogases um bis zu 14 Prozent zu steigern. Dazu gaben sie das Substrat nicht alle zwei Stunden in den Fermenter, sondern nur jeden bzw. alle zwei Tage. Die Forscher erklären sich die Zunahme damit, dass die mikrobielle Gemeinschaft vielseitiger wird und deshalb vor allem die schwer aufzuschliessenden Bestandteile der Biomasse effizienter verarbeitet werden können.⁴

Die Gärdünggülle ist ein schnelllöslicher Stickstoffdünger. Der Gärmist kann wie der herkömmliche Mist mit dem Miststreuer ausgebracht werden. Er wirkt langsamer. Während des Vergärungsprozesses von Hofdüngern und Co-Substraten steigt der Anteil an ammoniumgebundenem



Familie Ursin und Nicole Riedi in Morrisen vor der Gärlase der neuerstellten Biogasanlage.

Schema einer landwirtschaftlichen Biogasanlage



Quelle: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR)

Stickstoff (NH₄-N), welcher für Pflanzen direkt verfügbar ist. Gleichzeitig kommt es zu einer Erhöhung des pH-Wertes. Das erhöht das Risiko von gasförmigen Stickstoffverlusten in Form von Ammoniak bei unsachgemässer Ausbringung. Durch gute fachliche Praxis lassen sich diese Verluste weitgehend verhindern. Gärgülle sollte deshalb nach Ausbringung mittels Schlepplschläuchen auf unbedeckten Böden zusätzlich noch mechanisch eingearbeitet werden.

Es gibt sowohl einzelbetriebliche (Klein-) Biogasanlagen, mit denen vor allem der Eigenbedarf an Strom, Wärme und Dünger gedeckt wird, als auch überbetriebliche Anlagen mit Stromeinspeisung ins öffentliche Stromnetz und Wärmeabgabe an einen Wärmeverbund oder der Verwendung von Biogas als Treibstoff.⁵

zum Thema: www.biomassesuisse.ch | www.oekostromschweiz.ch
www.bafu.admin.ch: «Biogasanlagen in der Landwirtschaft»

- 1 www.bfe.admin.ch: «Energie aus Biomasse»
- 2 www.oekostromschweiz.ch: «Vergärungsprodukte aus landwirtschaftlichen Biogasanlagen»
- 3 www.oekostromschweiz.ch: Leitfaden «Abwärmenutzung auf Biogasanlagen»
- 4 www.topagrar.com: «Weniger Futter bringt mehr Biogas»
- 5 www.quh-energie.ch

Energie- verbrauch

Die Verbrennung von Kohle, Erdöl und Erdgas gehört zu den grössten Treibern des Klimawandels. In der Landwirtschaft ist der Verbrauch fossiler Energie allerdings nicht die grösste Stellschraube, um das Anheizen des Klimas zu mildern. Trotzdem ist es sinnvoll, den Energiebedarf auf den Bauernhöfen mit klugen Ideen zu drosseln. Denn zahlreiche Produkte und Geräte des täglichen Bedarfs benötigen bereits zu deren Herstellung viel graue Energie.

Eco-Drive: Umweltschonend fahren

Energieverbrauch | Bereich Maschinen und Gebäude

Rund ein Drittel des Einsatzes an direkter Energie in der Landwirtschaft entfällt auf den Treibstoffverbrauch. Jeder Liter Benzin oder Diesel, der NICHT verbrannt wird, entlastet die Umwelt und das Portemonnaie. Sparsamkeit zahlt sich in diesem Bereich aus. Wesentlichen Einfluss auf den Treibstoffverbrauch haben neben der Art der eingesetzten Maschinen deren Antriebstechnik sowie Ausstattung und die Fahrweise. Zum Beispiel lässt sich an der Drehzahl schrauben. Je niedrigtouriger der Motor schnurrt, desto weniger Sprit wird verbraucht. Im Drehzahlbereich von 1300 bis 1700 U/min ist der Treibstoffverbrauch am geringsten. Der Reifendruck hat ebenfalls einen Einfluss: Auf der Strasse erhöht ein zu niedriger Reifendruck den Spritverbrauch und führt zu mehr Verschleiss. Bereits wenn der Reifendruck lediglich um 0,5 bar zu tief ist, erhöht sich der Treibstoffverbrauch um rund 5 Prozent. Auf dem Acker gilt das Umgekehrte: Hier schont ein niedriger Reifendruck den Boden und hilft Schlupf vermeiden.



FAKTEN: DIESELVERBRAUCH

In der Schweizer Landwirtschaft werden rund 150 Mio. Liter Diesel pro Jahr verbrannt. Gemäss Erfahrungen aus Frankreich kann mit konsequenter Optimierung des Traktoreinsatzes eine Reduktion des Dieselverbrauchs um etwa 20 bis 30 Prozent erreicht werden. Die Verbrennung von einem Liter Benzin setzt rund 2,3 Kilogramm CO₂, von einem Liter Diesel etwa 2,6 Kilogramm CO₂ frei.

Wer seinen Traktor korrekt ballastiert, spart nicht nur Sprit, sondern vermeidet auch Schlupf, welcher der Bodenstruktur schadet. Die besten Fahreigenschaften hat ein Standardtraktor meistens bei einer Achslastverteilung von etwa 40 zu 60 Prozent zwischen Vorder- und Hinterachse. Eine halbe Tonne Ballast zuviel erhöht den Dieselverbrauch um rund 1 Liter pro Stunde.



ECO-DRIVE

Wer gerade mal auf der Suche nach einem Geschenk für den Partner oder die Partnerin ist: Wie wäre es mit einem Gutschein für einen Kurs über umweltfreundlicheres Fahren, also EcoDrive? Mit dem Kurs allein ist es zwar noch nicht getan, die Umsetzung im Alltag ist herausfordernd. Aber es lohnt sich! Und es macht sich im Portemonnaie positiv bemerkbar.



Der Kluge spart im Zuge, der Klügere im Traktor!

Auch fehlende Wartung kann den Treibstoffverbrauch um bis zu 10 Prozent in die Höhe treiben und zugleich die Lebensdauer des Fahrzeugs verringern. Heizung und Klimaanlage sind ebenfalls Energiefresser: Sie treiben den Ausstoss von CO₂ um bis zu 13 Prozent in die Höhe und sollten deshalb nur eingeschaltet werden, wenn es sie wirklich braucht. Es gibt sicher noch mehr Stellschrauben für energieoptimiertes Fahren. Wenn der Liter Diesel 10, 20 oder gar 30 Franken kosten würde, kämen einem genug Sparmassnahmen in den Sinn. Stellen Sie sich das doch einmal mal vor!

Elektrisch betriebene Fahrzeuge und Geräte stossen kein CO₂ aus. Sie sind somit per se CO₂-Neutral. Allerdings sind auch sie nicht ganz frei von Emissionen, da sie wie alle Geräte graue Energie enthalten. Schliesslich brauchen diese Maschinen und Geräte eine Speichereinheit und werden oftmals aus energieintensiven Rohstoffen hergestellt. Dafür haben Fahrzeuge mit Elektroantrieb einen wesentlich geringeren Wartungsaufwand und gelten als besonders zuverlässig. Ausserdem lassen sich Elektromotoren sehr präzise ansteuern und liefern genauere Sensordaten, etwa zu Drehmoment und Motordrehzahl. Sie eignen sich deshalb speziell für den Bereich Precision Farming. Die grösste Herausforderung für Elektrotaktoren ist – wie bei Elektroautos – die Akkuleistung und die erforderliche Zeit zum Aufladen.

✓ PFERD = CO₂-NEUTRAL?

Ein Pferd frisst keinen Diesel und kann für diverse landwirtschaftliche Tätigkeiten eingesetzt werden. Ganz CO₂-neutral sind Ross und Wagen jedoch nicht. Die Zugtiere benötigen schliesslich Futter und dessen Herstellung belastet wiederum die Umwelt.

i E-BIKE UND E-SCOOTER

Kurze Wege liessen sich oft mit einem E-Bike oder E-Scooter zurücklegen. Wer diese Fahrzeuge auch noch mit selbstgewonnenem Strom aus erneuerbaren Energieträgern auflädt, rückt der Klimaneutralität ein schönes Stück näher.

Aber die Entwicklung geht zum Glück immer weiter, Elektrofahrzeuge und -geräte werden immer besser und leistungsfähiger. Heute schon erhältlich sind zum Beispiel:

- Traktor, Auto oder Hoflader mit Elektroantrieb
- Elektro-Scooter und E-Bike
- E-Freischneider, E-Heubläser usw.

Dennoch sind Elektrofahrzeuge nur so sauber wie der Strom, mit dem sie fahren. Beim üblichen Strommix schneiden Elektrofahrzeuge in Sachen Klimabilanz etwa 30 bis 40 Prozent günstiger ab. Je mehr Ladestrom aus erneuerbaren Energiequellen stammt, umso umweltfreundlicher sind Elektrofahrzeuge und -geräte.¹



Vollelektrischer Traktor Rigitrac SKE 40 aus Küssnacht am Rigi.

Bild: www.rigitrac.ch

zum Thema: www.agrocleantech.ch | www.ddp-innovation.ch | www.rigitrac.ch

1 www.isi.fraunhofer.de: «Die aktuelle Treibhausgasemissionsbilanz von Elektrofahrzeugen in Deutschland»

KOHLENDIOXID CO₂ ENERGIE



Gerade ältere Gebäude und Bauteile sind oft nicht optimal isoliert und verursachen unnötig hohe Energiekosten. Deshalb besteht in diesen Bereichen ein grosses Energie-Einsparpotential. Bei neuen Wohngebäuden kommt bereits häufig der Minergie-Standard zur Anwendung. Bei den «Wohnungen» für Schweine und Geflügel ist man von so einem Standard noch weit entfernt. Auch bei Gewächshäusern ist das Einsparpotential oft noch gross.

Vor allem Gebäudehülle und Fenster entscheiden darüber, ob nur drinnen oder quasi auch draussen geheizt wird. Rund 50 Prozent der Wärme gehen nämlich durch die Gebäudehülle verloren, weitere 30 Prozent entweichen durch die Fenster. Mit der entsprechenden Wärmedämmung (Verglasungsart, Energieschirm, Dichtungen etc.) kann der Energieverbrauch deutlich gesenkt werden. Bei Neubauten rechnet sich das. Denn die Mehrkosten für eine Wärmedämmung sind verhältnismässig gering, und das Energiesparpotential ist mit 10 bis 40 Prozent hoch. Anders sieht es bei bestehenden Gebäuden aus. Da rechnet sich eine nachträgliche Wärmedämmung nicht immer. Es lohnt sich deshalb, nach anderen Möglichkeiten Ausschau zu halten wie z.B. nach Wärmerückgewinnung aus der Abluft. Theoretisch ist dadurch ein Heizsarpotenzial von bis zu rund 60 Prozent möglich.

zum Thema: www.agrocleantech.ch

1 www.strohballenhaus.org | www.atelierschmidt.ch

2 www.caminada-energietechnik.ch: «Altoelbrenner»

i STROHKLUG!

In Minergiegebäuden steckt viel graue Energie. Wer mit Strohballen baut, kann diese graue Energie einsparen und statt einem Minergie- ein Passivhaus bauen. Der Isolationswert ist hervorragend, das Raumklima super und der Feuerwiderstand eines gut gepressten Strohballens kann sich ebenfalls sehen lassen. Stroh ist ein nachwachsender, CO₂-neutraler Baustoff.¹

✓ LEGEHENNENPLATZ

Für einen Legehennenplatz rechnet man mit rund 11 kWh (Heiz-)Energie pro Jahr, bei einem Schweinemastplatz sind es 120 kWh pro Jahr.

✓ WÄRMEDÄMMUNG

Weil nur der Raum, nicht jedoch die Umgebung aufgeheizt werden soll, steht die Wärmedämmung bei Gebäuden im Zentrum. Es kommt aber auch darauf an, wie und vor allem mit was geheizt wird. Eine Holzheizung oder ein Brenner, der mit altem Frittierfett betrieben wird, können sogar nahezu CO₂-neutral sein.²

KOHLENDIOXID CO₂ ENERGIE

Gesparte Energie ist immer klimafreundlicher als verbrauchte Energie. Es gibt zahlreiche Möglichkeiten, den Energieverbrauch im Betrieb zu optimieren. Zum Beispiel:

Wärmerückgewinnung aus der Stallabluft

Im Unterschied zu Wohnbauten fallen in Ställen grosse Mengen an Wärme, CO₂ und Wasserdampf an. Diese Wärme und den Wasserdampf kann man mit einer Wärmepumpe nutzen.

Die Wärmepumpe kann z. B.

- einen Raum kühlen oder entfeuchten und damit Wasser erwärmen,
- einen Weinkeller kühlen und trocknen, verbunden mit einer Wassererwärmung,
- einen Raum kühlen bzw. entfeuchten, verbunden mit einer Raumheizung (z.B. Wohnung oder Geflügelstall, Zuchtstall).¹

Wärmerückgewinnung bei der Milchkühlung

Die Kühlung der Milch erfolgt meist mit einem Kühlaggregat, die Erwärmung des Heisswassers zur Reinigung der Melkanlagen und des Milchgeschirrs mit einem separaten Elektroboiler. Mit dem Einbau einer Wärmerückgewinnungsanlage wird dem Elektroboiler ein Warmwasserspeicher vorgeschaltet, der die entzogene Wärmeenergie der Milch im Wasser speichert. Durch die Wärmerückgewinnung kann bei der Kühlung der Milch und vor allem bei der Erhitzung des Reinigungs- und Brauchwassers Strom gespart werden.²

Frequenzumformer für Melkmaschinen

Der Stromverbrauch der Vakuumpumpe lässt sich mit einem Frequenzumformer um bis zu 75 Prozent senken. Davon profitiert nicht nur die Umwelt und das Klima, sondern auch das Portemonnaie. Denn solche Frequenzumformer führen auch zu einem geringeren Verschleiss und weniger Lärm und Erschütterungen.

zum Thema: www.agrocleantech.ch

¹ www.bfe.admin.ch: «Erneuerbare Energien in der Landwirtschaft, Planungsgrundlagen»

² www.agrocleantech.ch: «Wärmerückgewinnung aus der Milchkühlung»

³ www.hauptner.ch: «Die neue Wundersache im Stall: LED»



BEIM ZAHLEN SPAREN

Auch der Bezug von zertifiziertem Strommix aus erneuerbarer Energie hilft Treibhausgase einsparen. Das Klima profitiert!

Energiearme Beleuchtung

Leuchtröhren waren gestern – LED ist heute. LEDs arbeiten sehr effizient, ihre Lichtausbeute ist besonders hoch. LEDs strahlen das Licht in einem definierten Winkel von rund 120° nach unten ab – das Licht kommt also da an, wo man es wirklich braucht.

In der Milchviehhaltung kommt dem Beleuchtungsmanagement eine besondere Bedeutung zu. Studien belegen, dass durch lange Tageslichtphasen mit 16 Stunden Helligkeit und 8 Stunden Dunkelheit die tägliche Milchproduktion um durchschnittlich 5–15% gesteigert werden kann. Voraussetzung ist eine gleichmässige Beleuchtungsstärke von 150–200 Lux. Bei Trockenstehern ist es umgekehrt: Da sind Phasen mit 8 Stunden Helligkeit und 16 Stunden Dunkelheit sinnvoll. Dies führt zu höheren Milchleistungen in der Folgelaktation. Zudem werden die Futteraufnahme und das Immunsystem positiv beeinflusst. Das richtige Leuchtmittel spart also nicht nur Energie und Stromkosten, sondern kann auch noch mehr Einnahmen generieren.³

Verbrauchsoptimierte Geräte

Es ist aus Ressourcenschutzgründen zwar sinnvoll, alte Geräte so lange wie möglich zu behalten. Doch manchmal ist es der Umwelt und dem Klima mehr gedient, wenn man ineffizient arbeitende Geräte mit hohem Stromverbrauch durch neue, effizientere Geräte ersetzt. Bei der Effizienz spielt auch die Wartung/der Service eine Rolle: Geräte, die selten bis nie gewartet werden, sind irgendwann nicht mehr effizient. Ein klassisches Beispiel ist der Warmwasserboiler, der nie entkalkt wurde.

KOHLENDIOXID CO₂ ENERGIE



Eingesammelte Siloballen landen bei der Innorecycling AG in Eschlikon, wo sie zu Kunststoffgranulaten und ähnlichem weiter verarbeitet werden.

Produktionskreisläufe schliessen gehört zur gesamtheitlichen Betrachtungsweise in der Landwirtschaft. Nicht nur in der Produktion von Lebensmitteln, sondern auch im Umgang mit Abfällen. Die Schweiz hat kein Erdöl und kein Erdgas, sie muss alle fossilen Rohstoffe importieren. Allein schon deshalb ist es wichtig, dass so viel wie möglich recycelt wird. Möglichkeiten gibt es viele, zum Beispiel:

Siloballenfolie recyceln

Der Aufwand ist gering, doch die Zahlen sind eindrücklich: Das Verbrennen von einer Tonne PE-Folie in der KVA produziert 3,14 Tonnen CO₂. Die Produktion von Recycling-Kunststoff benötigt dagegen 50% weniger Energie. Und im Recycling-Produkt bleibt der Rohstoff erhalten.¹

zum Thema: www.maschinenring.ch | www.oekozentrum.ch

¹ www.resi.ch: «Ökologie»

KOHLENDIOXID CO₂ ENERGIE RESSOURCEN



Umweltfreundliche Recyclingverpackung ist gut – keine Verpackung oder mehrfach verwendbare Behälter sind besser.

Aus Klimasicht gilt: die beste Verpackung ist gar keine Verpackung. Doch man kann Frischfleisch den Kunden nicht direkt in den Einkaufskorb legen oder Wein in die mitgebrachte Flasche leeren. Wer einen Hofladen betreibt oder in der Direktvermarktung tätig ist, hat jedoch die Möglichkeit seinen Kunden zu offerieren, dass sie ihre Waren in selbst mitgebrachte Behälter füllen. Zudem kann man auf Verpackungsmaterial setzen, welches weniger Ressourcen und Energie benötigt. Hier ein paar Beispiele:

- Papier wird aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt, Karton in der Regel aus recycelten Rohstoffen, beides ist ressourcenschonender als Plastik
- (Wein-)Flaschen können auch mit weniger Gewicht hergestellt werden, das spart Transportenergie
- Kunststoffkapseln bei Weinflaschen belasten die Umwelt weniger als Bleikapseln
- Mehrweggebinde schneiden – zumindest solange sie in der Region zirkulieren – energetisch immer besser ab
- Bienenwachstücher sind ein guter Ersatz für Alu- und Frischhaltefolien



BIOPLASTIK

Bioplastik tönt zwar gut, ist aber schlechter als sein Ruf. Die Herstellung von Biokunststoffen bildet nur dann eine sinnvolle Alternative zu erdöl-basierten Kunststoffen, wenn als Ausgangsmaterialien nicht Lebens- oder Futtermittel verwendet werden, sondern Abfälle, die entweder in der Kehrlichtverbrennung oder auf gemischten Deponien landen würden. Oft ist zudem die Kompostierbarkeit nicht gegeben. Nicht gelöst ist zudem das Problem der Migration unerwünschter Stoffe. Agrokunststoffe benötigen dieselben Weichmacher, Farben und andere Additive wie Kunststoffe aus Erdöl. Ihre Herstellung benötigt viel Energie und setzt grosse Mengen Treibhausgase frei.¹

zum Thema: www.partner.bio-suisse.ch: «Ökologische Verpackungen»

¹ www.fibl.org: «Merkblatt Agrokunststoffe»

KOHLENDIOXID CO₂ ENERGIE RESSOURCEN



Weniger Fahrten dank grösserer Transportmenge macht Sinn.

Wer den Verstand einschaltet, bevor er oder sie am Zündschlüssel dreht, findet Möglichkeiten, um Transporte – und damit Treibstoff – zu sparen. Dank optimaler Planung und überbetrieblicher Zusammenarbeit kann viel für die Klimaneutralität getan werden.

Auf fast jedem Betrieb gibt es eine oder mehrere Landmaschinen, die unterbeschäftigt sind. Sie könnten mehr und öfter ausgelastet werden. Werden sie gemeinsam genutzt, führt das nicht nur zu Effizienzgewinnen bei den Betrieben, sondern auch zu einem geringeren Energiebedarf und damit zu weniger CO₂-Emissionen. Zudem lässt sich der technische Fortschritt besser nutzen, wenn zwar wenige, dafür aber modernere Maschinen angeschafft werden. Dass dabei auch noch Geld gespart werden kann und weniger Platz für die Maschinenunterbringung nötig ist, ist ein zusätzliches Plus.

Neben dem sicht- und spürbaren Nutzen gibt es



MASCHINEN TEILEN

Teilen Sie Ihre Maschinen doch mal über eine App! Auf der Plattform «FarmX» können Sie Ihre Maschinen erfassen, die Nutzungszeiten verwalten, andere Maschinen mieten und die Abrechnung bequem online veranlassen. Ein Jahresabonnement ermöglicht die Anzeige der gesamten Inserate und die Verwendung aller Funktionen.

auch noch einen unsichtbaren Aspekt: Mit der überbetrieblichen Maschinennutzung lässt sich viel graue Energie sparen. Wissenschaftler gehen davon aus, dass die graue Energie, die mit der Herstellung von landwirtschaftlichen Gebäuden und Maschinen sowie der Bereitstellung von direkter Energie verbunden ist, ungefähr doppelt so gross ist wie der direkte Energieverbrauch.¹

zum Thema: www.maschinenring.ch

¹ www.blw.admin.ch: «Energieverbrauch der Schweizer Landwirtschaft – Graue Energie schlägt zunehmend zu Buche»

KOHLENDIOXID CO₂
ENERGIE RESSOURCEN

58 Die Welt ist in Bewegung – und es bleibt kompliziert

In der Landwirtschaft haben wir es mit komplexen Zusammenhängen zu tun. Die Herausforderungen einer klimaneutralen Landwirtschaft sind immens. Vor allem wenn man bedenkt, dass die Hauptaufgabe der Landwirtschaft nicht darin besteht, Klimaschutz zu betreiben, sondern die Menschen ausreichend mit Nahrungsmitteln zu versorgen.

Hunger trotz Grüner Revolution

Laut einer Studie der Vereinten Nationen (FAO, 2017) hat sich die landwirtschaftliche Produktion zwischen 1960 und 2015 weltweit verdreifacht. Eine moderne Landwirtschaft, die zunehmend nach industriellen Massstäben betrieben wird, hat zu dieser Ertragssteigerung geführt. Zweifellos hat diese Grüne Revolution die Ernährungssituation für viele Menschen erheblich verbessert. Trotzdem geht heute weltweit immer noch jeder neunte Mensch abends hungrig ins Bett. Noch mehr Menschen sind fehlernährt und leiden an ernährungsbedingten Krankheiten, weil sie zu viele Kalorien und zu viel Fett, aber zu wenig Mikronährstoffe zu sich nehmen.¹ Der Grünen Revolution ist es bislang nicht gelungen, die Menschen ausreichend mit gesunden und nachhaltig produzierten Nahrungsmitteln zu ernähren. Mehr noch: die negativen Folgen für



FOODWASTE

Rund ein Drittel aller in der Schweiz verfügbaren Lebensmittel landen im Abfall. Weltweit sind die Fakten noch erdrückender. Die Menge an weggeworfenen Lebensmitteln würde kalorienmässig ausreichen, um rund 3.5 Milliarden Menschen zu ernähren. Mehr als ein Viertel der weltweiten Landwirtschaftsflächen werden verwendet, um Lebensmittel zu produzieren, die weggeworfen werden. Das entspricht der gesamten Landfläche von China, der Mongolei und Kasachstan.⁴

Umwelt und Klima sind erheblich! Ein Team um den schwedischen Wissenschaftler Johan Rockström machte 2009 deutlich, dass in vier von neun Bereichen die ökologische Belastungsgrenze der Erde überschritten ist (siehe Grafik).²

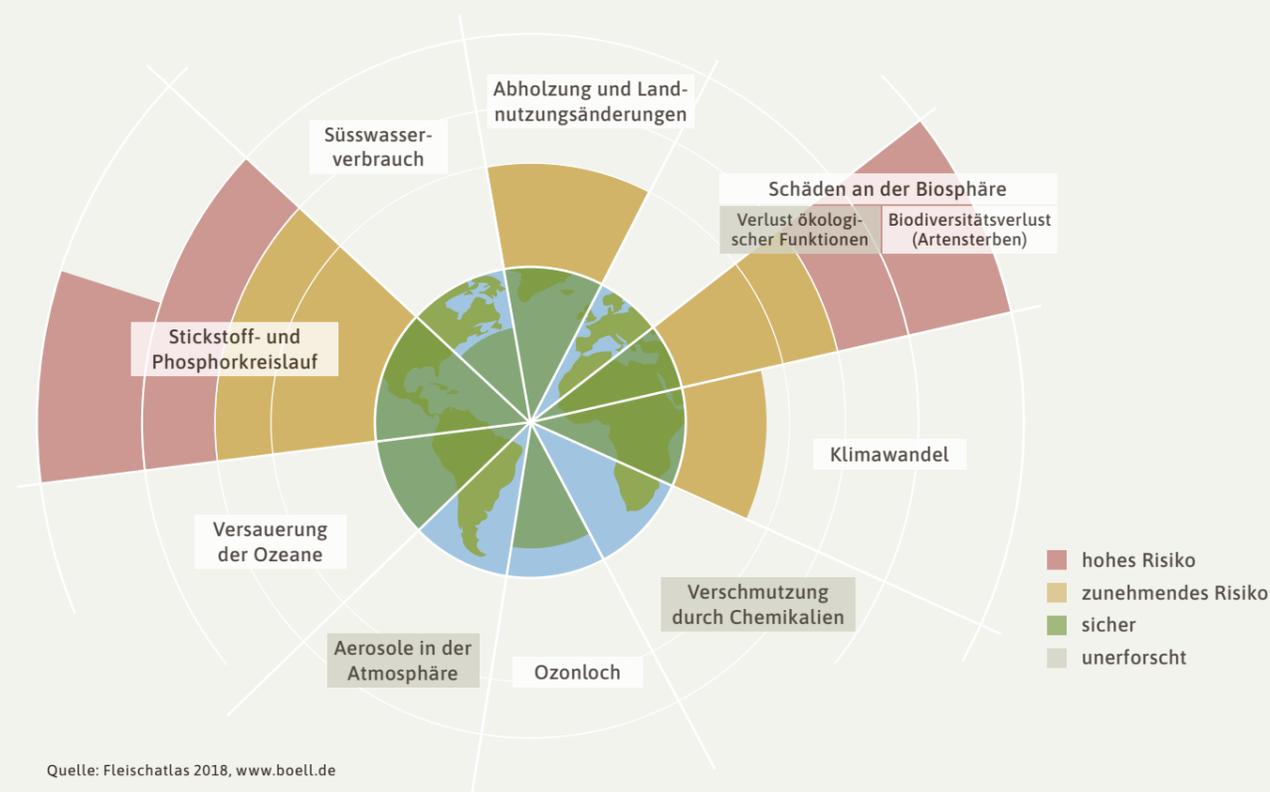
Komplexe Auswirkungen

Von einer industriellen Landwirtschaft und ihren negativen Folgen sind wir in Graubünden weit entfernt. Trotzdem werden auch bei uns importiertes Kraftfutter verfüttert und überschüssige Dünger über Pässe aus dem Kanton gekarrt, was das Klima belastet. Die Bäuerinnen und Bauern alleine für die negativen Auswirkungen ihres Handelns



Planet mit Grenzen

Belastung des Systems Erde in neun ökologischen Dimensionen



verantwortlich zu machen, wäre jedoch verfehlt. Da alles mit allem zusammenhängt, ist das Konsumverhalten jedes einzelnen für eine nachhaltige Nahrungsmittelproduktion mitverantwortlich. Daraus ergibt sich die Frage: Mit welcher Art von Landwirtschaft soll die Bevölkerung ernährt werden, ohne dabei das Klima und die Tragfähigkeit der Erde zu gefährden?

Ökologisierung oder Intensivierung?

Einige sehen den Ausweg in einer reinen Effizienzsteigerung der landwirtschaftlichen Produktion, um mit möglichst wenig Input einen maximalen Ertrag zu erwirtschaften. Ihre Anhänger halten die Probleme der ökologischen Zerstörung und die Ernährung einer wachsenden Weltbevölkerung für lösbar, und zwar dank technischem Fortschritt. Eine Ökologisierung der Landwirtschaft ist in ihren Augen nicht nachhaltig, weil aufgrund tieferer Erträge deutlich mehr Land benötigt wird.

Am anderen Ende der Skala stehen die Verfechter der Suffizienz. Ihr Konzept stellt die Bewahrung der Bodenfruchtbarkeit ins Zentrum. Sie setzen auf angepasste Fruchtfolgen, eine raufutterbasierte Tierfütterung und die Düngung mit hofeigenen Nährstoffen. Tiefere Erträge nehmen sie in Kauf und wollen diese durch eine Mässigung des Konsumverhaltens kompensieren. Ein geringerer Fleischkonsum und weniger Foodwaste sehen sie als unverzichtbare Begleitmassnahme.³

Wer von beiden Seiten richtig liegt, kann wohl nur im Rückblick beantwortet werden. Daran wird auch dieser Ideenkatalog nichts ändern. Er liefert aber wertvolle Denkanstösse, um an der klimaneutralen Landwirtschaft dranzubleiben.

Claudio Müller
Co-Projektleiter Klimaneutrale Landwirtschaft
Graubünden

¹ Hans Rudolf Herren: «So ernähren wir die Welt», Rüffer & Rub 2016

² Stolze, Weissshaidinger, Bartel, Schwank, Müller, Biedermann: «Chancen der Landwirtschaft in den Alpenländern», Haupt 2019

³ Urs Niggli: «Alle satt?», Residenz 2021

⁴ www.lid.ch: «Clever essen»

Klimaneutrale Landwirtschaft Graubünden