

Bio 3.0: Klischee oder Wirklichkeit?

Dossier zum animierten Bio-Wissensfilm

Episode 4: Ob Bio oder nicht macht doch für das Klima keinen Unterschied!?

Video-Link: https://youtu.be/5e7DH6Ej_Xw

Recherche und Zusammenstellung: Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL, 06/2019

- Neben dem natürlichen Treibhauseffekt, ohne den auf der Erde Temperaturen von -18°C herrschen würden, tritt seit Beginn der Industrialisierung im 19. Jahrhundert der menschlich verursachte (anthropogene) Treibhauseffekt. Er ist vor allem auf den rapiden Anstieg der Emissionen von Kohlendioxid (CO_2), Methan (CH_4) und Lachgas (N_2O) in der Atmosphäre zurückzuführen. Die unterschiedliche Klimawirksamkeit jedes Treibhausgases wird durch seine spezifischen chemischen Eigenschaften wie die molekulare Struktur oder die Verweildauer in der Atmosphäre bestimmt. Um ihre Auswirkungen auf das Klima vergleichen zu können, werden Treibhausgasemissionen in sogenannten CO_2 -Äquivalenten (CO_2eq) angegeben. Basis dafür bildet die Klimawirkung von Kohlendioxid ($1 \text{ CO}_2\text{eq}$). Für einen Betrachtungszeitraum von 100 Jahren beträgt der Klimawirksamkeitsfaktor von Methan 25 CO_2eq , der von Lachgas 298 CO_2eq . Methan wirkt sich also 25mal stärker auf das Klima aus als CO_2 , Lachgas sogar 298mal stärker.
- Der Weltklimarat IPCC hat ein entschlossenes Handeln angemahnt, um die Erderwärmung noch auf 1,5 Grad zu begrenzen. Notwendig seien "schnelle, weitreichende und beispiellose Änderungen in allen gesellschaftlichen Bereichen", heißt es in einem Sonderbericht des IPCC für den 91 Autor/innen aus 40 Ländern über 6.000 wissenschaftliche Studien ausgewerteten. Sollte dieses 1,5-Grad-Ziel verfehlt werden, drohen den Wissenschaftler/innen zufolge dramatische Folgen für das Leben auf der Erde.
Wie die Wissenschaftler/innen in ihrer Studie ausführen, gibt es Zweifel daran, ob das einstige Ziel, die Begrenzung der Erderwärmung auf zwei Grad, noch ausreicht. Jede weitere Erwärmung, besonders über 1,5 Grad hinaus könnte die Gefahr lang anhaltender oder nicht mehr umkehrbarer Veränderungen wie etwa dem Verlust von Ökosystemen vergrößern.
Pfade, welche die globale Erwärmung auf $1,5^{\circ}\text{C}$ begrenzen, würden schnelle und weitreichende Systemänderungen in den Bereichen Energie, Landwirtschaft, Industrie, Transport, Gebäude und Städte erfordern, heißt es. Der globale CO_2 -Ausstoß müsste von 2010 bis 2030 um 45 % sinken und 2050 bei null liegen. Als Klimaschutz- und Anpassungsoptionen im Bereich Landwirtschaft und Ernährung nennt der Bericht eine verbesserte Nutztierhaltung, effizientere Bewässerung, Agroforstwirtschaft und die Bekämpfung von Lebensmittelverlusten und -verschwendung. Die Autor/innen lassen keinen Zweifel daran, dass vor allem bei Tierhaltung und Fleischkonsum angesetzt werden muss, denn die Nutztierhaltung verursacht mehr Emission als alle anderen Lebensmittelquellen. Sie entstehen etwa durch Futtermittelproduktion, Methanausstoß der Wiederkäuer, tierische Abfälle, Landnutzungsänderungen sowie Viehtransport und -verarbeitung. Eine Umstellung der Ernährung könnte ein Fünftel der Minderung erzielen, die erforderlich ist, um die Erwärmung unter 2°C zu halten.
- Neben Industrie und Verkehr sind auch Lebensmittelproduktion und Ernährung wesentlich am Klimawandel beteiligt. Bis zu 30 % der Treibhausgasemissionen werden in

industrialisierten Ländern diesen beiden Sektoren zugeschrieben. Der Anteil der Ernährung an den gesamten Treibhausgasemissionen ist stark von unserem individuellen Essverhalten abhängig. Vor allem tierische Produkte wie Fleisch, aber auch Käse, verursachen sehr hohe Emissionen, ebenso wie nicht saisonales Gemüse, das aus beheizten Glashäusern stammt. Die Klimabilanz eines Lebensmittels erfasst eben diese Auswirkungen auf das Klima und erhebt sämtliche Treibhausgase, die durch Landwirtschaft, Verarbeitung, Verpackung, Transport, Kühlung, Lagerung usw. entstehen. Während der Transport unserer Lebensmittel vom Feld bzw. Stall bis in den Handel durchschnittlich „nur“ 5 bis 10 % der durch die Lebensmittelproduktion entstehenden Treibhausgasemissionen verursacht, entsteht der Großteil der ernährungsbedingten Emissionen bei der landwirtschaftlichen Produktion. Intensive Tierhaltung, Produktion und Einsatz schnelllöslicher mineralischer Stickstoffdünger sowie Landnutzungsänderungen – also die Umwandlung von Grünland oder (tropischen) Waldflächen in Ackerland, um z. B. Futtermittel wie Soja anzubauen – sorgen für hohe Treibhausgasemissionen. Allein die Herstellung der 125 Millionen Tonnen Stickstoffdünger, die weltweit pro Jahr erzeugt werden, setzt rund 800 Millionen Tonnen CO₂ frei. Besonders in diesem Bereich beweist die biologische Landwirtschaft ihr Potential: Der Verzicht auf schnelllösliche mineralische Stickstoffdünger, die Bindung von Kohlenstoff im Boden durch Humusaufbau, flächengebundene Tierhaltung, der geringe Einsatz von Kraftfuttermitteln sowie der effiziente und sparsame Umgang mit nicht erneuerbaren Ressourcen – all diese Faktoren tragen zur guten Klimabilanz des Biolandbaus bei. Doch nicht nur das, die Biolandwirtschaft punktet auch mit ihrem großen Anpassungspotential an den Klimawandel: Die Wasserspeicherkapazität humusreicher, fruchtbarer Bio-Böden schützt vor den negativen Auswirkungen intensiver Niederschläge und hilft andererseits, Trockenphasen besser zu überstehen.

- o Grundlagen einer klimafreundlichen Ernährungsweise

- o Weniger Fleisch, mehr Gemüse

Die Weltfleischproduktion liegt bei 322 Millionen Tonnen/Jahr – und bis 2050 soll laut Schätzungen der FAO, der Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen, noch einmal 1,5 mal mehr Fleisch verbraucht werden. Der Verzehr beeindruckender Fleischmengen ist längst nicht mehr rein auf Industrieländer beschränkt. Was den Pro-Kopf-Fleischkonsum betrifft holen auch Schwellenländer wie China oder Indien auf. Angesichts des steigenden Bevölkerungswachstums und der sich ändernden Ernährungsgewohnheiten wird geschätzt, dass der tägliche Fleischkonsum bis zum Jahr 2050 in den Industriestaaten um ein Viertel, in den sogenannten Entwicklungs- und Schwellenländern sogar um 150 % steigen wird. Der steigende Bedarf an Lebens- und Futtermitteln wird damit noch nie da gewesene Anforderungen an Landwirtschaft und natürliche Ressourcen stellen. Der hohe Fleischkonsum hat neben ethischen und gesundheitlichen Konsequenzen erhebliche Auswirkungen auf die Umwelt. Die Empfehlungen der WHO, der Deutschen Gesellschaft für Ernährung und des österreichischen Gesundheitsministeriums, den Fleischkonsum deutlich zu reduzieren, um eine gesündere Ernährung sicherzustellen (drei Portionen Fleisch pro Woche, fünf Portionen Obst und Gemüse pro Tag), gehen mit einer klimafreundlichen und nachhaltigen Ernährungsweise einher, denn unter den einzelnen Lebensmittelgruppen ist Fleisch als besonders klimabelastend anzusehen.

Die mit der intensiven Fleischproduktion verbundene Rodung der (Regen-) Wälder für Futtermittel und Weideland, Erosion durch Überweidung und intensiven Anbau von Kraftfuttermitteln in Monokulturen, der Einsatz großer Mengen von Düngemitteln und Pestiziden sowie die intensive und flächenunabhängige Nutztierhaltung sind alles Faktoren, die Fleisch zu einem besonders klimabelastenden Lebensmittel machen. Je nach Tierart und Haltungsform sind Höhe und Ursache der Treibhausgasemissionen zwar unterschiedlich zu beurteilen, doch grundsätzlich gilt: tierische Produkte sind für die höchsten ernährungsbedingten Treibhausgasemissionen verantwortlich.

15–24 % der weltweiten Treibhausgasemissionen (THGE) sind auf die Produktion von tierischen Lebensmitteln zurückzuführen. In der Rindfleischproduktion ist vor allem das von den Rindern ausgestoßene Methan (CH₄) für hohe Emissionen verantwortlich (Methan ist 25mal klimawirksamer als CO₂). Wiederkäuer sind aufgrund ihrer großen Anzahl weltweit zu den wichtigsten CH₄-Emittenten geworden. Die Verfütterung von energiereichem Kraftfutter kann Emissionen pro Kilogramm Milch oder Fleisch zwar reduzieren, doch verursacht hoher Kraftfuttereinsatz seinerseits enorme Treibhausgasemissionen beim Anbau (bedingt durch Landnutzungsänderungen und intensive Düngung). Zudem werden Rinder, die eigentlich Raufutter von Wiesen und Weiden nutzen, dadurch zu Nahrungskonkurrenten des Menschen. Während für Schweine und Geflügel die Futterproduktion allein auf Ackerland stattfindet, können Wiederkäuer Grünland zu Milch und Fleisch „veredeln“. Das heißt, Rinder stoßen zwar klimabelastendes Methan aus, doch wenn man sie artgemäß grasen lässt, kann diese Grünlandnutzung große Mengen an CO₂- und Lachgasemissionen vermeiden: Einerseits werden durch die Grünlandnutzung der Einsatz von Kraftfutter und die damit verbundenen THGE deutlich reduziert, andererseits speichern Wiesen und Weiden in ihren Böden weltweit mehr als ein Drittel des globalen Kohlenstoffs, der im Boden gebunden nicht als CO₂ in die Atmosphäre gelangt. Dies bedeutet, dass – trotz der öffentlichen Kritik an der Rinderhaltung aufgrund ihrer Methanemissionen – die Milch- und Fleischproduktion über die vorrangige Nutzung von Grünland durch Rind, Schaf und Ziege umweltpolitisch positiv zu bewerten ist. Allerdings werden hohe Leistungen in der konventionellen Milch- und Fleischproduktion immer weniger aus dem Grundfutter (Heu, (Klee)gras, ...) erzeugt.

Die Hühner- und Schweinefleischproduktion weist aufgrund fehlender Methanemissionen – verglichen mit der intensiven Rindfleischproduktion – niedrigere THGE auf. Die entstehenden Emissionen sind wesentlich von Art und Menge der eingesetzten Futtermittel abhängig, denn pro Kilogramm Hühnerfleisch stammen bis zu zwei Drittel der Emissionen von – hauptsächlich aus Südamerika – importierten Sojafuttermitteln. Die damit verbundene großflächige Umwandlung von Tropenwald oder auch Grasland in Ackerland (Landnutzungsänderung bzw. Land Use Change) verursacht sehr hohe THGE, da der ursprünglich in Bäumen bzw. Boden gespeicherte Kohlenstoff in die Atmosphäre gelangt.

Bei der Herstellung von pflanzlichen Produkten (Getreide, Gemüse) sind besonders Lachgasemissionen für THGE im landwirtschaftlichen Bereich verantwortlich. Diese entstehen vor allem bei der Ausbringung großer Mengen schnelllöslicher mineralischer Stickstoffdünger im Boden, da die Pflanzen nicht die gesamte ausgebrachte Stickstoffmenge aufnehmen können. Mikroorganismen im Boden bauen diese

stickstoffhaltigen Verbindungen ab bzw. um, wodurch das sehr klimawirksame Lachgas entsteht und in die Atmosphäre abgegeben wird (Lachgas ist etwa 298mal klimawirksamer als CO₂).

Doch grundsätzlich gilt: Unabhängig von Produktionsweise und Tierart sind tierische Produkte für die höchsten ernährungsbedingten THG-Emissionen verantwortlich, während Gemüse oder Obst deutlich weniger Emissionen verursachen - sofern sie nicht in beheizten Glashäusern kultiviert wurden. Eine Reduzierung des Fleischkonsums gekoppelt mit einer artgemäßen, flächengebundenen Bio-Tierhaltung ist daher die beste Möglichkeit, Treibhausgasemissionen in diesem Bereich zu minimieren.

o Vorrang für Bio

Werden Klimabilanzen pro Hektar berechnet, belegen zahlreiche Studien, dass die biologische Landwirtschaft klimafreundlicher ist als die herkömmliche. Dies beruht unter anderem auf dem Verzicht auf energieintensiv hergestellte mineralische Stickstoffdünger. Diese verursachen einerseits in der Produktion hohe THGE, andererseits sind sie für hohe Lachgasemissionen im Boden verantwortlich, die dort als Nebenprodukt bei der mikrobiellen Umsetzung von Stickstoff (v. a. durch die Nitrifikation und die Denitrifikation) entstehen und aus dem Boden entweichen. Ein weiterer Faktor, der zur positiven Klimabilanz der biologischen Landwirtschaft beiträgt: Im Biolandbau kommt der Erhaltung und Steigerung der Bodenfruchtbarkeit ein besonders hoher Stellenwert zu. Aufgrund höherer Humusgehalte können biologisch bewirtschaftete Böden daher große Mengen an CO₂ speichern (durchschnittlich 400–450 kg CO₂ / ha und Jahr). Produktbezogene Klimabilanzen zeigen vor allem durch den Verzicht auf schnelllösliche Mineraldünger und einen geringeren Anteil an importierten Futtermitteln einen Klimavorteil biologischer Lebensmittel – obwohl die Erträge pro Hektar geringer sind als bei konventioneller Bewirtschaftung. Berechnungen zeigen, dass der Biolandbau – je nach Produktionssystem (Futtermittelzusammensetzung, Standortbedingungen, extensive / intensive Systeme,...) – 30–60 % der THGE pro Hektar landwirtschaftlicher Nutzfläche einsparen kann. Laut Schätzungen könnte eine komplette Umstellung der österreichischen Landwirtschaft auf biologische Wirtschaftsweise bei unveränderten Ernährungsmustern etwa 30 % der Treibhausgasemissionen einsparen.

o Saisonal und regional

Obwohl sich in den letzten Jahrzehnten die verbrauchte Menge an Lebensmitteln pro Person kaum verändert hat, haben die Lebensmitteltransporte stark zugenommen. Lebensmittel werden immer häufiger über weite Strecken transportiert bevor sie konsumiert werden. Dies liegt einerseits am zunehmenden Verarbeitungsgrad vieler Produkte und an einer höheren Spezialisierung der einzelnen Betriebe, andererseits sorgt die ständige Verfügbarkeit unterschiedlichster Lebensmittel für ein hohes Verkehrsaufkommen rund um den Globus.

Die Klimabelastung durch Lebensmitteltransporte hängt von der zurückgelegten Strecke und dem verwendeten Transportmittel ab: Transporte mit dem Flugzeug belasten die Umwelt am stärksten. Gerade empfindliche und nur kurz lagerfähige Obst- und Gemüsearten landen per Flugzeug in den österreichischen Regalen. Auch LKW stoßen deutlich mehr Treibhausgase aus als Bahn oder Schiff. In der Gesamtheit der Treibhausgasemissionen der Lebensmittelproduktion macht der Transportanteil aber

einen relativ geringen Anteil von 5–10 % aus. Besonders bei Obst und Gemüse sollte man auf die Art des Transportes achten und sich darüber informieren welche Sorte gerade Saison hat, um klimafreundlich zu konsumieren. Durch die geringeren THGE im landwirtschaftlichen Bereich fallen bei pflanzlichen Produkten Transport, aufwändige Verpackungen oder lange Lagerzeiten mehr ins Gewicht.

Auch wenn es empfehlenswert ist durch die persönliche Ernährungsweise für ein möglichst geringes Transportaufkommen zu sorgen, greift in manchen Fällen Regionalität in Sachen Klimaschutz zu kurz. So ist z. B. der saisonale Freilandanbau von Gemüse und Obst deutlich weniger klimabelastend als ihre Erzeugung in beheizten Glashäusern oder Folientunneln. Die Beheizung von Glashäusern mit nicht erneuerbaren Energieformen zählt zu den wesentlichen Quellen der Treibhausgasemissionen. Tomaten, die in Österreich außerhalb der Saison in mit fossilen Energiequellen beheizten Glashäusern kultiviert werden, verursachen bis zu achtmal mehr CO₂-Emissionen als saisonal geerntete Tomaten aus dem Freiland. Gemüse, das außerhalb der Saison in einem beheizten Gewächshaus kultiviert wird, hat mitunter eine schlechtere CO₂-Bilanz, als Gemüse, das aus dem Ausland importiert wurde. Vorausgesetzt es wurde dort im Freiland kultiviert und nicht mit dem Flugzeug transportiert. Was die Reduktion von Treibhausgasen betrifft ist jedenfalls eine Kombination von Bio, regional und saisonal die optimale Wahl beim Lebensmitteleinkauf.

- Um die Vorteile von Saisonalität und Regionalität zu verbinden, arbeiten Wissenschaftler/innen und Praktiker/innen aus der Bioszene daran, Gemüsesorten, die auch bei kalten Temperaturen wachsen und reifen, in Österreichs Küchen zu etablieren. Viele Gemüsesorten sind nämlich frostresistenter als man es ihnen bisher zugetraut hat und entwickeln sich auch bei Minustemperaturen sehr gut. Kohlgewächse, Spezialsalate und verschiedene Kräuter sind zwar etwas kleiner als die sommerlichen Vertreter, dafür aber besonders zart und schmackhaft. Genuss, Nachhaltigkeit, Vielfalt und Saisonalität – das Wintergemüse ist ein gutes Beispiel, wie sich kulinarische und ökologische Vorteile miteinander vereinen.
- Etwa 970 Millionen Tonnen fruchtbarer Boden gehen in der EU jedes Jahr durch Erosion verloren – genug Erde, um die gesamte Stadt Berlin einen Meter anzuheben. Jedes Jahr wird weltweit eine Fläche degradiert, die halb so groß wie die Europäische Union ist, wobei Afrika und Asien die am stärksten betroffenen Regionen sind. Auch Böden sind den mit dem Klimawandel einhergehenden, zunehmenden Wetterkapriolen direkt ausgesetzt. Ihre Funktionen und Eigenschaften werden stark von Klimaeinflüssen geprägt. Erst langsam wächst allerdings das Bewusstsein, dass dies auch umgekehrt gilt, dass also Böden das Klima beeinflussen und in Sachen Klimaschutz eine zentrale Rolle spielen. Wald, Weiden und auch Bio-Böden speichern CO₂. Damit sind sie ein Hoffnungsträger im Kampf gegen den Klimawandel. Böden sind nach den Ozeanen die größten Kohlenstoffspeicher. Sie enthalten mehr Kohlenstoff als die Atmosphäre und die gesamte Erdvegetation zusammen.
- Die FAO warnt, dass durch die Bodendegradation, die bereits ein Drittel der Böden weltweit betrifft, bereits enorme Mengen Kohlenstoff in die Atmosphäre freigesetzt wurden. Doch wenn diese Böden wieder verbessert würden, könnten Milliarden Tonnen Kohlenstoff wieder aus der Atmosphäre im Boden gebunden und so die Auswirkungen

des Klimawandels erheblich verringert werden.

Durch die Photosynthese wird Kohlendioxid aus der Atmosphäre in den Pflanzen gespeichert. Das Zusammenspiel unterschiedlichster Bodenorganismen sorgt in weiterer Folge dafür, dass organisches Material – Pflanzenreste, abgestorbene Bodenorganismen, aber auch Mist und Kompost – zersetzt wird und die für das Pflanzenwachstum benötigten Nährstoffe freigesetzt werden. Während dieses Prozesses wird Kohlenstoff wieder in die Atmosphäre abgegeben, aber auch im Boden gebunden. Wie schnell dies passiert und welche Kohlenstoffmengen gespeichert bzw. freigesetzt werden, hängt neben der Bodenstruktur und den klimatischen Bedingungen auch von der Bewirtschaftungsweise, dem Humusgehalt und der Aktivität der Bodenorganismen ab. Humusverlust, Bodenerosion und Landnutzungsänderungen sind jedenfalls für hohe CO₂-Emissionen verantwortlich.

- Im Biolandbau kommt der Bodenfruchtbarkeit ein besonders hoher Stellenwert zu. Organische Düngung, ausgewogene Fruchtfolgen und eine angepasste Bodenbearbeitung tragen zu einer Erhöhung des Humusgehalts bei. Bemühungen, die durchaus auch klimarelevant sind, denn während intensiv genutzte Böden CO₂ in die Atmosphäre freisetzen, können Bio-Böden aufgrund höherer Humusgehalte große Mengen an CO₂ speichern. Eine Auswertung internationaler Studien ergab, dass die Kohlenstoffvorräte in Bio-Böden durchschnittlich um 3,5 Tonnen pro Hektar höher sind als in Böden unter herkömmlicher Bewirtschaftung.
- Besonders das Grünland verdient Beachtung, denn Wiesen und Weiden speichern mehr als ein Drittel des globalen Kohlenstoffs. Da eine stabile Grünlanddecke ohne Beweidung und Nutzung dauerhaft nicht möglich ist, kommen hier die, aufgrund ihrer verdauungsbedingten Methanemissionen in Verruf geratenen Rinder ins Spiel. Die Wiederkäuer stoßen zwar klimabelastendes Methan aus, doch wenn sie, wie im Biolandbau üblich, artgemäß grasen anstatt große Mengen an ressourcenintensiv produziertem Kraftfutter zu fressen, kann diese Art der Grünlandnutzung große Mengen an Treibhausgas-Emissionen vermeiden.
- Eine intensive Bodennutzung verursacht aber nicht nur Kohlendioxid-, sondern auch besonders klimawirksame Lachgasemissionen (N₂O). Diese stehen in engem Zusammenhang mit dem hohen Einsatz von Stickstoffdüngern und entstehen vor allem als Nebenprodukt bei der mikrobiellen Umsetzung von Stickstoffverbindungen an der Bodenoberfläche.
- Durch den Verzicht auf mineralische Stickstoffdünger schlägt die biologische Landwirtschaft aus Sicht des Klimaschutzes daher gleich mehrere Fliegen mit einer Klappe: Es werden nicht nur große Mengen an fossiler Energie, die für die Herstellung mineralischer Stickstoffdünger erforderlich sind, eingespart, sondern auch die damit verbundenen CO₂- und Lachgasemissionen minimiert.
- Expert/innen sind sich jedenfalls einig: Klimaschutzziele können nur dann erreicht werden, wenn das Potential unserer Böden berücksichtigt wird. Es gilt also die Bodenfruchtbarkeit langfristig zu sichern – nicht zuletzt, weil sich fruchtbare und humusreiche Böden auch besser an mögliche Auswirkungen des Klimawandels anpassen.

- o Biologisch bewirtschaftete Böden speichern nicht nur größere Mengen an Kohlenstoff, sondern tun dies auch langfristig. Sie haben einen höheren Anteil an Huminstoffen, weshalb sie atmosphärischen Kohlenstoff besonders effektiv und langfristig im Boden binden können. Eine aktuelle Studie bescheinigt Bio-Böden ein 26 % größeres Potenzial Kohlenstoff langfristig zu speichern als Böden unter konventioneller Bewirtschaftung. Ein Team der Northeastern University verglich mehr als 1000 Bodenproben, wobei unterschiedliche Anbaumethoden, Feldfrüchte und Bodentypen berücksichtigt wurden. Besonderes Augenmerk schenkten die Wissenschaftler/innen den Huminstoffen, die beim Abbau von abgestorbenem, organischem Material entstehen. Im Schnitt war der Anteil von Huminsäuren – jenen Bodenbestandteilen, die eine hohe Stabilität aufweisen und daher Kohlenstoff langfristig speichern – im Biolandbau um 44 % höher. Huminstoffe sind widerstandsfähig gegen Bodendegradation und halten sich mehrere hundert oder gar tausende Jahre im Boden. Je höher der Gehalt von Huminstoffen im Boden, desto länger speichern Böden Kohlenstoff und entziehen diesen der Atmosphäre. Abwechslungsreiche Fruchtfolgen, der Anbau von Zwischenfrüchten zur Gründüngung oder die Nutzung von Mist und Kompost tragen wahrscheinlich auch zu einer Erhöhung des Anteils von Huminstoffen in Bio-Böden bei.

Verwendete Literatur

- o Alföldi, T. (2011): Fakten & Hintergründe zu den Leistungen des Biolandbau. FiBL.
- o Berners-Lee, M. et al. (2012): The relative greenhouse gas impacts of realistic dietary choices. In: Energy Policy 43, 184–190.
- o Carlsson-Kanyama, A. & Gonzalez, A., D. (2009): Potential contributions of food consumption patterns to climate change. In: American Journal of Clinical Nutrition 89, 1704–1709.
- o Demmeler, M. (2007): Ökologische und ökonomische Effizienzpotenziale einer regionalen Lebensmittelbereitstellung – Analyse ausgewählter Szenarien. Dissertation, Technischen Universität München.
- o DGE Deutsche Gesellschaft für Ernährung (2004): DGE Ernährungskreis – Lebensmittelmengen. DGE info 5, 73.
- o Dorninger M. & Freyer, B. (2008): Bio-Landwirtschaft und Klimaschutz in Österreich: Aktuelle Leistungen und zukünftige Potentiale der Ökologischen Landwirtschaft für den Klimaschutz in Österreich. Erstellt im Auftrag von BIO AUSTRIA. Wien.
- o Elmadfa, I. et al. (2012): Österreichischer Ernährungsbericht 2012. Wien.
- o FAO (2006): Livestock's Long Shadow—Environmental Issues and Options. Food and Agriculture Organisation. Rome, Italy.
- o Foley, J.A. et al. (2011) Solutions for a cultivated planet. In: Nature 478, 337– 342.
- o Friedl, B. et al. (2007): Sustainable Food Consumption – Trends and Opportunities. Final Report.

- Ghabbour, E. A. et al. (2018): National Comparison of the Total and Sequestered Organic Matter Contents of Conventional and Organic Farm Soils. *Advances in Agronomy*, Volume 146, 2017, Pages 1-35.
- Gattinger, A. & Oehen, B. (2011): Merkblatt Klimaschutz auf Biobetrieben. FiBL, Frick, Schweiz.
- Gattinger et al. (2012): Enhanced top soil carbon stocks under organic farming. *PNAS* 109/44.
- Grethe, H. et al. (2011): How to feed the world's growing billions – understanding FAO world food projections and their implications. Heinrich Böll Foundation and WWF Deutschland.
- Heinrich Böll Stiftung, IASS, BUND, Le Monde Diplomatique (Hrsg.) (2015): *Bodenatlas. Daten und Fakten über Acker, Land und Erde.*
- Hörtenhuber, S. et al. (2010): Greenhouse gas emissions from selected Austrian dairy production systems – model calculations considering the effects of land use change. In: *Renewable Agriculture and Food Systems* 25, 316–329.
- Hörtenhuber, S.J. et al. (2011): Reduction of greenhouse gas emissions from feed supply chains by utilizing regionally produced protein sources: the case of Austrian dairy production. In: *Journal of the Science of Food and Agriculture* 91 (6), 1118–1127.
- Idel, A. (2011): *Die Kuh ist kein Klimakiller. Wie die Agrarindustrie die Erde verwüstet und was wir dagegen tun können.* Metropolis.
- IPCC (2007a): *Climate Change 2007. IPCC Fourth Assessment Report. The Physical Science Basis.* www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-wg1.htm (11. 6. 2007).
- IPCC (2007b): *Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change. (Working Groups I, II, III).* <http://www.ipcc.ch> (11. 6. 2007).
- IPCC (2018): *Global warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty.* <https://www.ipcc.ch/report/sr15/> (30.11.2018)
- Jungbluth, N. et al. (2012): *Umweltbelastungen des privaten Konsums und Reduktionspotenziale.* ESU Schlussbericht im Auftrag von Bundesamt für Umwelt, Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation.
- Kral, I. (2011): *Treibhausgasemissionen von Rind- und Schweinefleisch entlang der Produktionskette Landwirtschaft bis Großküche unter besonderer Berücksichtigung der landwirtschaftlichen Produktionsform.* Masterarbeit an der Universität für Bodenkultur Wien.
- Küstermann, B. et al. (2007): *Modelling carbon cycles and estimation of greenhouse gas emissions from organic and conventional farming systems.* *Renewable Agriculture and Food Systems* 23, 1-16.

- Lindenthal, T. et al. (2010): Greenhouse Gas Emissions of Organic and Conventional Foodstuffs in Austria. In: Proceedings of the VII International Conference on LCA in the Agri-Food, Bari, Italy, 22–24 September 2010. 319–324.
- Lindenthal, T. et al. (2011): Biologische Bodenbewirtschaftung als Schlüssel zum Klimaschutz in der Landwirtschaft. FiBL Österreich.
- Niggli, U. et al. (2009): Low Greenhouse Gas Agriculture: Mitigation and Adaptation Potential of Sustainable Farming Systems. FAO.
- Noleppa, S. (2012): Klimawandel auf dem Teller. WWF Deutschland.
- Pimentel, D. et al. (2005): Environmental, energetic, and economic comparisons of organic and conventional farming systems. In: Bioscience 55 (7), 573–582.
- Poore, J. & Nemecek, T. (2018): Reducing food’s environmental impacts through producers and consumers. *Science* 01 Jun 2018: Vol. 360, Issue 6392, pp. 987-992; DOI: 10.1126/science.aag0216
- Rosegrant, M.W. & Cline, S. A. (2003): Global Food Security: Challenges and Policies. In: *Science* 302, 1917–1919.
- Theurl, M.C. et al. (2013): Contrasted greenhouse gas emissions from local versus long-range tomato production. In: *Agronomy for Sustainable Development* DOI 10.1007/s13593-013-0171-8.
- Umweltbundesamt (Hrsg.) (2011): Themenblatt Boden. Anpassung an den Klimawandel
- Umweltbundesamt (2013): Klimaschutzbericht 2013. Wien.
- Virtanen, Y. et al. (2011): Carbon footprint of food – approaches from national input-output statistics and a LCA of a food portion. In: *Journal of Cleaner Production* 19 (16), 1849–1856.
- Wehde, G. & Youssefi-Menzler, M. (2011): Landwirtschaft und Klima im Wandel. In: *Ökologie und Landbau* 158, 12–15.
- <http://www.fao.org/news/story/en/item/1071012/icode/>
- www.weltagrarbericht.de