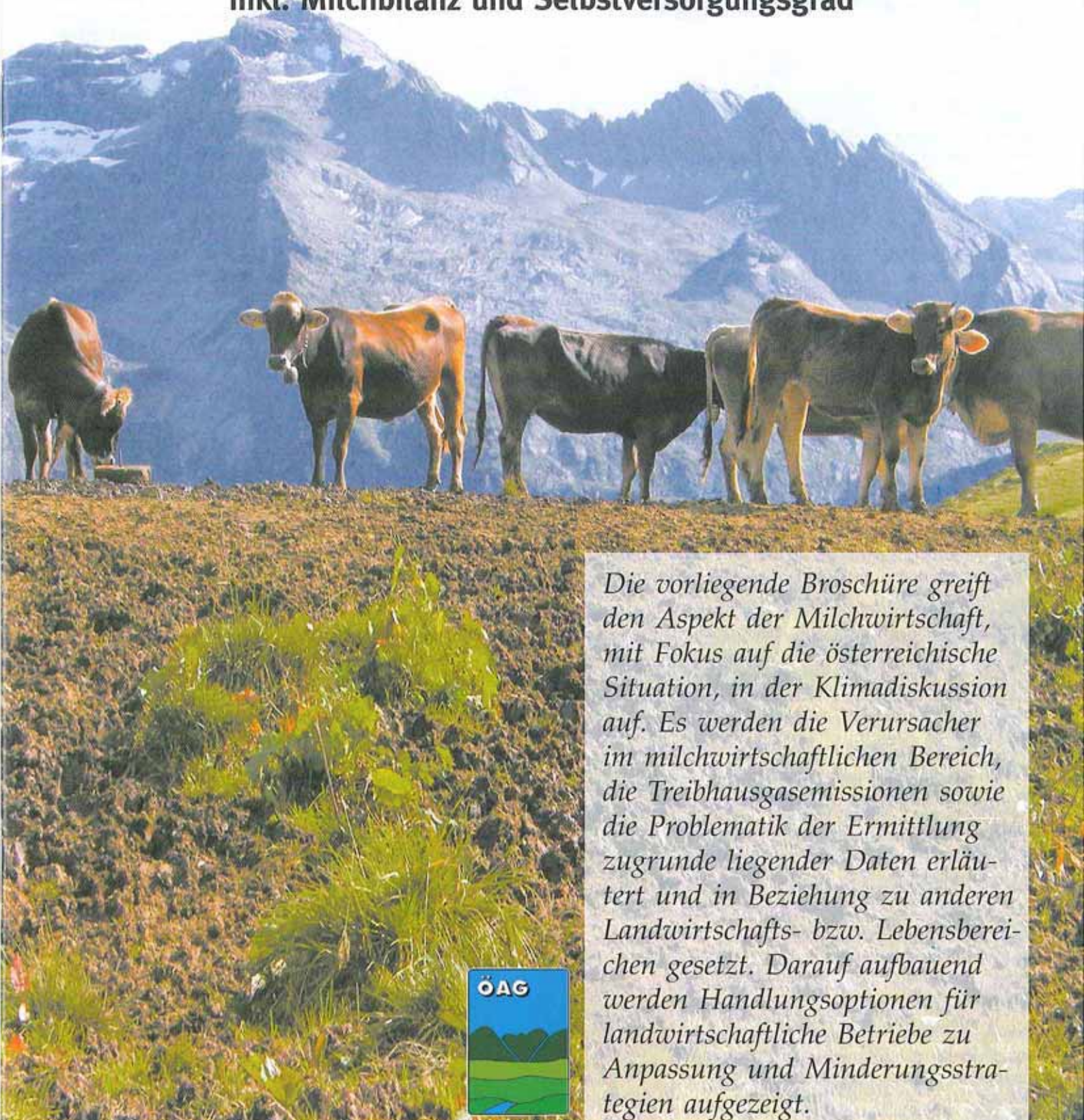


Aspekte der Milchwirtschaft in der Klimadiskussion

inkl. Milchbilanz und Selbstversorgungsgrad

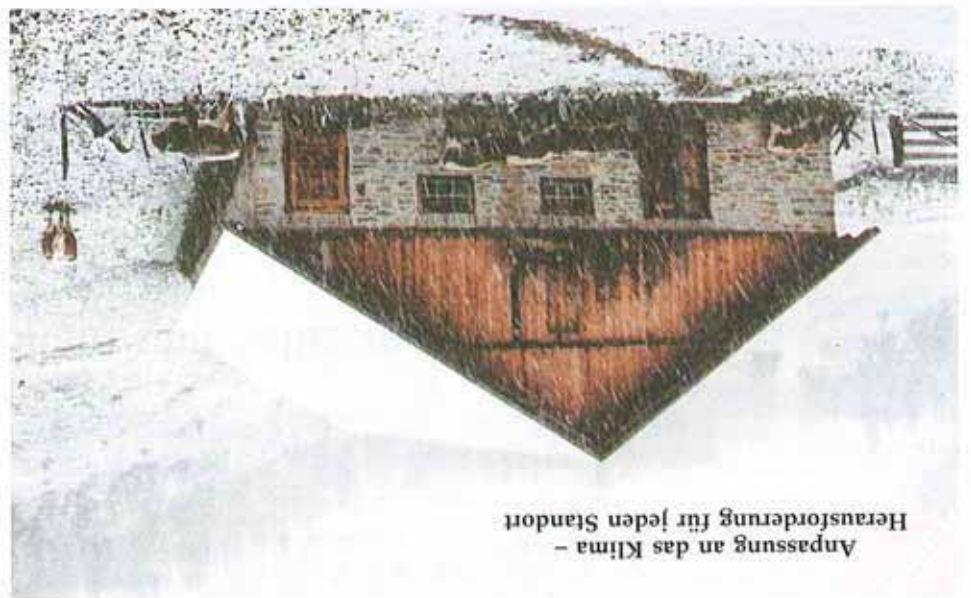


Die vorliegende Broschüre greift den Aspekt der Milchwirtschaft, mit Fokus auf die österreichische Situation, in der Klimadiskussion auf. Es werden die Verursacher im milchwirtschaftlichen Bereich, die Treibhausgasemissionen sowie die Problematik der Ermittlung zugrunde liegender Daten erläutert und in Beziehung zu anderen Landwirtschafts- bzw. Lebensbereichen gesetzt. Darauf aufbauend werden Handlungsoptionen für landwirtschaftliche Betriebe zu Anpassung und Minderungsstrategien aufgezeigt.



Autorin: Dr. Christiane PODIWINSKY, BMLFUW III/6 unter Mitwirkung der Fachbereichsgruppe Milchwirtschaft unter Vorsitz von Dipl.-Päd. Ing. Josef WEBER, der Fachgruppe Milchwirtschaft der ÖAG, Dr. Konrad BLAAS (BMLFUW, III/5), Franz GROISSMAYER (LK NÖ), DI Stefan HÖRTENHUBER (BOKU), DI Nora MITTERBÖCK (BMLFUW, V/4), DI Michael PICHLER (LK Sbg), DI Christian ROSENWIRTH (BMLFUW, III/6), DI Monika KRAMMER (BMLFUW, III/6), DI Karl SCHOBER (BMLFUW, III/6), Ing. Robert SCHWEIFER (LK NÖ), DI Andrea SPANISCHBERGER (BMLFUW, III/9), Eduard ZENTNER (LFZ Raumberg-Gumpenstein)

Anpassung an das Klima – Herausforderung für jeden Standort



- Zugang zu verfügbaren Technologien, Infrastrukturkapazitäten
- Sachkenntnisse Klima, Beratung

In der Landwirtschaft konnten die Folgen des Klimawandels bisher durch technologischen Fortschritt, bessere Betriebsführung und Anpassung der Bewirtschaftungspraktiken teilweise ausgeglichen werden. Dies ist jedoch nur begrenzt und topografisch in unterschiedlichem Ausmaß möglich. Die Entwicklung künftiger Anpassungs- und Treibhausgas-Minderungsstrategien ist daher unabdingbar.

Als anthropogene Hauptverursacher des Klimawandels gelten die von Energiesektor, Industriesektor und Landwirtschaftssektor emittierten Treibhausgase. Zu diesen zählen insbesondere Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄), Distickstoffmonoxid (Lachgas, N₂O) sowie fluorhaltige Gase.

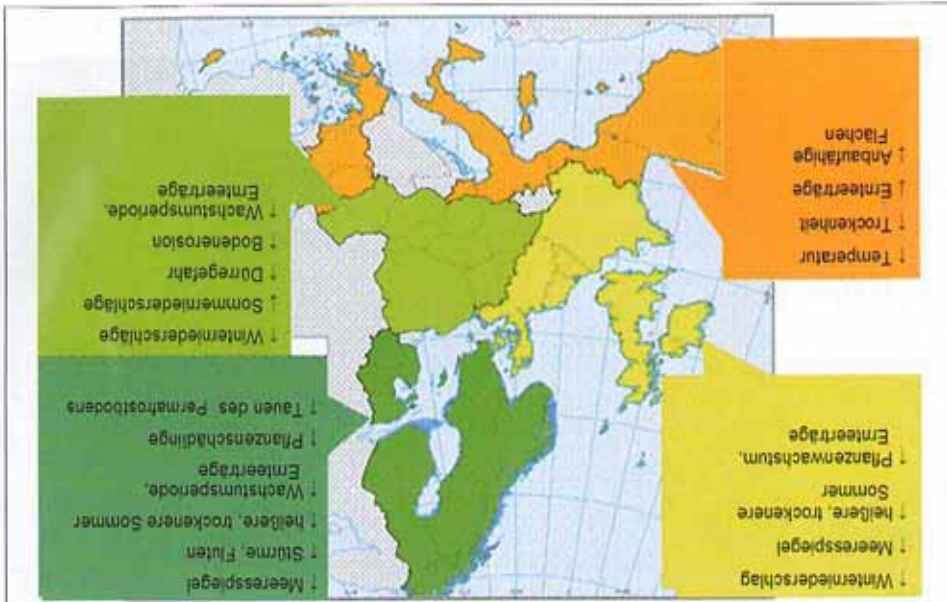
Ein Schritt in Richtung Bewältigung des Klimawandels wurde mit dem Abschluss des Kyoto-Protokolls, dem internationalen Abkommen von mehr als 150 Vertragsstaaten mit dem Ziel des Klimaschutz, im Jahr 1997 vollzogen (Zusatzprotokoll zur Ausgestaltung der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen (UNFCCC)). Dieses Abkommen trat 1995 in Kraft. Die EU verpflichtete sich, die Treibhausgasemissionen (THGE) zwischen 2008 und 2012 um 8 % gegenüber 1990 (wird übereinstimmend als Basisjahr angegeben) zu senken. Für Österreich wurde eine Senkung der Emissionen innerhalb dieses Zeitraums um 13 % festgelegt. Die EU hat sich weiters zum Ziel gesetzt, die Treibhausgasemissionen bis 2020 um mindestens 20 % gegenüber 1990 zu reduzieren.

Die gegenwärtige Klimaproblematik zeigt sich an einer Reihe von Wandelprozessen während der vergangenen Jahrzehnte. So stieg die Temperatur während der letzten 100 Jahre im Durchschnitt um 0,6–0,9 °C an, während der kommenden 100 Jahre wird je nach Szenario ein Temperaturanstieg von 1,8–4 °C erwartet. Verschiebungen hinsichtlich Niederschlagsmengen und Niederschlagsverteilung führten zu einer Zunahme der Niederschläge in östlichen Nord- und Südamerikas, in Nordeuropa und Nord- und Zentralasien, während Westafrika, der Mittelmeerraum, das südliche Afrika und Teile Südasiens von vermehrter Trockenheit betroffen waren. Dieser Trend wird sich weiter verschärfen.

Die Folgen des Klimawandels fallen je nach Region der Erde unterschiedlich intensiv aus (Abbildung 1). Es wird mit einer Zunahme der wasserarmen Gebiete von heute 19 % auf etwa 35 % im Jahr 2070, Änderungen im Wasserkreislauf sowie einem weiteren Anstieg des Meeresspiegels und einer zunehmenden Versauerung der Meere gerechnet. In Nordeuropa könnte die Erzeugung von Wasserenergie um mehr als 5 % zunehmen, in Südeuropa um 25 % zurückgehen.

Die sich verändernden Regemengen, Meeresspiegels, -temperaturen und -strömungen nehmen Einfluss auf die Fauna und Flora, die Nahrungsmittelproduktion, die Gesundheit, Industrie und Verkehr und wirken auf die Unversehrtheit der Ökosysteme. In der Landwirtschaft werden sich die erwarteten Klimaänderungen auf Ackererträge, Herdenführung und Produktivität von Wirtstieren auswirken. Infolge der erhöhten Wahrscheinlichkeit und Intensität von Wetterextremen wird das Risiko von Ernteaussfällen entweder auf-

Abb. 1: Voraussichtliche Auswirkungen des Klimawandels auf verschiedene Regionen der EU (Kom, 2010)

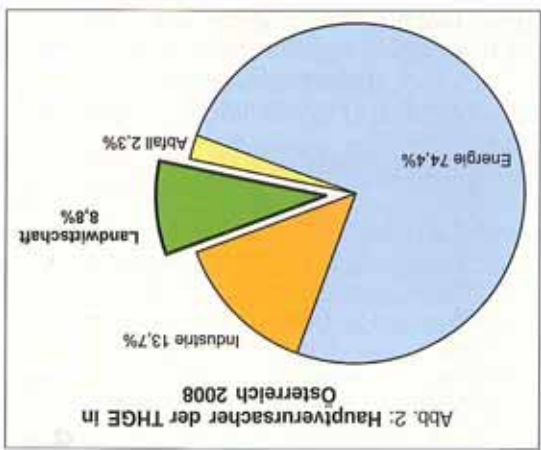


(entspricht 62 % der Gesamt-CH₄-Emissionen) und N₂O mit einem Anteil von 47 % an den LW THGE (entspricht 72 % der Gesamt-N₂O-Emissionen). Innerhalb des landwirtschaftlichen Bereichs können drei Hauptverursacher-Kategorien unterschieden werden (Tabelle 1): enterische Fermentation (Prozesse während der Verdauung im Magen/Rinderepansen), landwirtschaftliche Böden und Düngemangement. Die Kategorisierung erfolgt zum Zweck der internen

Tab. 1: Verursacher-Kategorien innerhalb des landwirtschaftlichen Bereichs und deren Anteil an den THGE

IPCC-Kategorie	4A Enterische Fermentation	4D LW Böden	4B Düngemangement
THG	CH ₄	N ₂ O	N ₂ O, CH ₄
THGE [Gg CO ₂ -eq] ¹	3.224	3.180	1.226
Anteil an Gesamt THGE (Summe LW: 8,8 %) [%]	3,7	3,7	1,4
Anteil an THGE der LW [%]	42	42	16

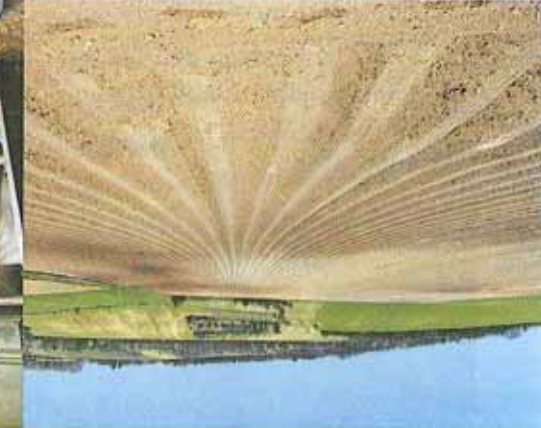
¹ CO₂-eq: CO₂-Äquivalent Umrechnung von CH₄- und N₂O-Emissionen auf die entsprechende äquivalente Menge CO₂ (Einheit für den Vergleich der Ernährungswirkung der THG, s. folgenden Abschnitt).



Treibhausgasemissionen: Bedeutung der Landwirtschaft

Zwecks Monitorings der THGE der einzelnen Staaten und zur Zielerreichung liefern die EU-Staaten jährlich einen Bericht (National Inventory Report, NIR) über ihre Emissionen entsprechend dem UNFCCC-Rahmenrichtes ab. Die Berichtslegung erfolgt nach standardisierten Vorgaben des IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change, Weltklimarat mit Sitz in Genf). In Österreich liegt die Zuständigkeit der Erstellung des Berichts beim Umweltbundesamt (UBA).

Im Jahr 2007 stammten weltweit 14 % der Gesamtemissionen aus dem landwirtschaftlichen Sektor (ohne Berücksichtigung der Emissionen aus Landnutzung und Landnutzungsänderungen). Zwischen 1990 und 2007 war eine Steigerung der Emissionen um 17 % zu verzeichnen. Diese Zunahme ist hauptsächlich auf vermehrte Emissionen in den Entwicklungsändern zurückzuführen. In der EU-27 betrug



Hauptverursacher der landwirtschaftlichen THGE: enterische Fermentation, landwirtschaftliche Böden, Wirtschaftsdüngermangement

Tab. 2: THGE aus enterischer Fermentation nach Tierkategorien 2008

Kategorie	Milchkühe	Mutterkühe	Rinder > 1 Jahr	Zucht-kalbinnen 1-2 Jahre	Mastvieh 1-2 Jahre
CH ₄ -Emissionen 2008 (Gg)	61,3	25,4	20,7	13,0	14,9
Anteil an Gesamt-CH ₄ (% von 4A)	40	16,6	13,5	8,5	9,8
Trend THGE 1990-2008 (%)	-30	+484	-33	-23	-26
Tierbestand 2008	530.230	266.452	636.469	200.787	230.457
Trend Bestand 1990-2008 (%)	-41	+467	-31	-21	-25

Tab. 3: THGE aus Düngemangement nach Tierkategorien 2008

Kategorie	Milchkühe	übrige Rinder
CH ₄ -Emissionen 2008 (Gg)	4,5	5,8
Anteil an Gesamt-CH ₄ (% von 4B)	30,0	38,8
Trend THGE 1990-2008 (%)	-43	+5
N ₂ O-Emissionen 2008 (Gg)	1,04	1,33
Anteil an Gesamt-N ₂ O (% von 4B)	35,6	54,3
Trend THGE 1990-2008 (%)	-16	+11

Dies ist vor allem auf die Reduzierung der Viehzahlen (insbesondere Rinder) zurückzuführen. Der Anteil der durch Milch- und Fleischproduktion (inklusive Milchkühe, Kalber, Verarbeitung, Verpackung, Transport) verursachten THGE an den Gesamt-THGE wird auf etwa 4 % geschätzt. 2,7 % hiervon werden der Milchproduktion zugerechnet.

Im Jahr 2008 der Anteil der landwirtschaftlichen THGE an den Gesamtemissionen 9,4 %, 5,4 % entfielen auf N₂O-Emissionen, 4 % auf CH₄-Emissionen. Zwischen 1990 und 2008 konnten die THGE um 20,2 % gesenkt werden. 2007 betrug die globale Menge produzierter Milch etwa 553 Mio t. Die THGE, die durch Milchvieh verursacht werden, werden auf 1,969 Mio t geschätzt (inklusive LULUCF). Davon werden 1,328 Mio. t der Milchproduktion zugeordnet. Der Anteil der durch die Reduzierung der Viehzahlen (insbesondere Rinder) zurückzuführen. Die wichtigsten landwirtschaftlichen Treibhausgasen sind CH₄ mit einem Anteil von 53 %

Berechnung der Treibhausgasemissionen

Die Berechnung der Treibhausgasemissionen im Rahmen der nationalen Berichte jedes Landes erfolgt nach den detaillierten Vorgaben des IPCC. Für die Treibhausgasinventur des Bereichs Landwirtschaft ist die emittierte Menge der Gase Methan (CH_4) und Distickstoffmonoxid ($Lachgas, N_2O$) von zentraler Bedeutung. CO_2 -Emissionen werden innerhalb anderer Sektoren der Inventur (Landnutzung und Landnutzungsänderung, Energie, Industriezesse) ermittelt. Ebenfalls nicht im Sektor Landwirtschaft enthalten sind Emissionen für Landwirte, die als Flussigkeitsmischsysteme; Hintergrund s. Kapitel Berechnung der THGE bzw. Minderungsstrategien).

Alle vorliegenden Daten sind dem österreichischen NIK entnommen.



Die Berechnung der Treibhausgasemissionen im Rahmen der nationalen Berichte jedes Landes erfolgt nach den detaillierten Vorgaben des IPCC. Für die Treibhausgasinventur des Bereichs Landwirtschaft ist die emittierte Menge der Gase Methan (CH_4) und Distickstoffmonoxid ($Lachgas, N_2O$) von zentraler Bedeutung. CO_2 -Emissionen werden innerhalb anderer Sektoren der Inventur (Landnutzung und Landnutzungsänderung, Energie, Industriezesse) ermittelt. Ebenfalls nicht im Sektor Landwirtschaft enthalten sind Emissionen für Landwirte, die als Flussigkeitsmischsysteme; Hintergrund s. Kapitel Berechnung der THGE bzw. Minderungsstrategien).

Alle vorliegenden Daten sind dem österreichischen NIK entnommen.

Die Berechnung der Treibhausgasemissionen im Rahmen der nationalen Berichte jedes Landes erfolgt nach den detaillierten Vorgaben des IPCC. Für die Treibhausgasinventur des Bereichs Landwirtschaft ist die emittierte Menge der Gase Methan (CH_4) und Distickstoffmonoxid ($Lachgas, N_2O$) von zentraler Bedeutung. CO_2 -Emissionen werden innerhalb anderer Sektoren der Inventur (Landnutzung und Landnutzungsänderung, Energie, Industriezesse) ermittelt. Ebenfalls nicht im Sektor Landwirtschaft enthalten sind Emissionen für Landwirte, die als Flussigkeitsmischsysteme; Hintergrund s. Kapitel Berechnung der THGE bzw. Minderungsstrategien).

Die Berechnung der Emissionen beruht auf landwirtschaftlichen Aktivitätsdaten, die mit zugehörigen Emissionsfaktoren multipliziert werden. Aktivitätsdaten beinhalten beispielsweise Tierbestandszahlen, Menge anfallender Wirtschaftsdünger oder Erntemengen. Emissionsfaktoren werden in Ausstoß je Einheit (z.B. $kg CH_4$ je Tier) angegeben. Diese Emissionsfaktoren beruhen (wenn verfügbar) auf nationalen Berechnungen. Falls keine spezifischen nationalen Vergleichbarkeit entsprechend der Vorgabe des IPCC.

Die Tabellen 2 und 3 geben einen Überblick über die 2008 emittierten Treibhausgase der Bereiche enterische Fermentation und Düngemanagement, aufgeschlüsselt nach Tierkategorien. Die Emissionen aus dem Wirtschaftsdüngermanagement hängen in hohem Ausmaß vom Entmischungssystem ab, daher ist in Tabelle 4 als Veranschaulichung die Verteilung der Systeme nach Tierkategorien dargestellt (Weide- und Festmistsysteme schneiden grundsätzlich unterschiedlich entsprechend Angaben in % Milchkuhe Mastvieh > 2 Jahre Zuchtvieh 1-2 Jahre Nicht-MV 1-2 Jahre Mastvieh > 2 Jahre)

Tab. 4: Wirtschaftsdünger-Managementssysteme 2008 (Amon und Hörtenhuber, 2008)

CH₄-Emissionen aus enterischer Fermentation je nach Tierart, Fütterung und Leistung.

Methan entsteht im Verdauungsstrakt als Nebenprodukt des mikrobiellen Kohlenhydrat-Abbaus unter anaeroben Bedingungen. In Abhängigkeit von vorrangiger Tierart, Lebendmasse, Höhe der Futteraufnahme, Rationsgestaltung, Leistung und Temperatur werden unterschiedliche Mengen an Methan aus dem Biem Wiederkäuer beträgt die Methanemissionen

Methan entsteht im Verdauungsstrakt als Nebenprodukt des mikrobiellen Kohlenhydrat-Abbaus unter anaeroben Bedingungen. In Abhängigkeit von vorrangiger Tierart, Lebendmasse, Höhe der Futteraufnahme, Rationsgestaltung, Leistung und Temperatur werden unterschiedliche Mengen an Methan aus dem Biem Wiederkäuer beträgt die Methanemissionen

Tab. 5: CH₄-Emissionen bei verschiedenen Wiederkäuern/kategorien [g CH₄ pro Tier und Tag]

200-600	Milchkühe laktierend
150-300	Milchkühe trockenstehend
110-250	Farsen (200-500 kg)
80-220	Mastriinder (200-500 kg)
5-35	Kleinviederkäuer (Ziegen, Schafe)

Tab. 6: Durchschnittliche Milchleistung und CH₄-Emissionen 1990 und 2008

3.000	3.791	Mutterkuh
92,6	97,1	Milchkuh
3.500	6.059	Milchleistung 2008
95,4	115,6	Emissionsfaktor 2008 [kg CH ₄ /Tier und Tag]

Intensität der Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger bilden Temperatur, Größe der Ausscheidung flüchtiger Stoffe und der sogenannte Methankonversionsfaktor berücksichtigt. Dieser gibt an, wie viel Prozent der Tier- und Stickstoffgehalt der Tier- und Fütterung (Futterration, Futtermittelqualität) auf die Höhe der Emissionen (Methan) gebildet werden und hängt u.a. vom Entmistungssystem und der Temperatur ab. Flüssigmistsysteme verursachen höhere Emissionen als anaerobe Systeme (sofern bei letzteren nicht offene Systeme höhere als geschlossene Lagerstätten. Mit der Temperatur steigen ebenfalls die Emissionen. Die N₂O-Emissionen werden in hohem Maße durch die N-Ausscheidung der Tiere über den Mist beeinflusst (Tabellen 7 und 8).



onsäure gebildet wird, wie z.B. Zucker und Stärke, eine geringere CH₄-Bildung zur Folge als Nährstoffe, bei denen im Rahmen der mikrobiellen Fermentation überwiegend Essigsäure entsteht, wie z.B. Zellulose und Hemicellulose. Raufaserreiches Futter verursacht somit höhere Emissionen als kraftfutterreiche Rationen mit höherer Verdauulichkeit (Flachowsky und Brade, 2007). Die Emissionen verringern sich mit zunehmender Futtermenge, da das Futter kürzer im Pansen verbleibt. Beim Milchvieh steigen die Emissionen je Kuh mit steigender Milchleistung, je kg Milch sind jedoch geringere Emissionen zu verzeichnen (Tabelle 6).

nen Einfluss. Emissionen aus dem Bodendüngemanagement entstehen während des Abbaus organischer Komponenten der Boden-, pH-Wert (Kohlenhydrate, Proteine) im Stallmist durch Bakterien. Unter aeroben Bedingungen wird v.a. CO₂ gebildet, unter anaeroben Bedingungen CH₄, N₂O entsteht durch die kombinierte Nitrifikations/Denitrifikation von Ammoniak-Stickstoff. Bedeutende Einflussfaktoren auf die

Tab. 7: Durchschnittliche Methankonversionsfaktoren für Flüssigmist- und andere Systeme 1990 und 2008 sowie für die kalte und warme Jahreszeit

Angaben in %	Milchkühe	andere Rinder
1990	8,7	8,3
2008	8,6	8,7
andere Systeme	3,3	1,9
Angaben in %	kalte Jahreszeit	warme Jahreszeit
Rinder	0,97	37,22

Anm.: Werte gelten für unbehandelte Gülle; Quelle: Armon et al. (2006)

Tab. 8: N-Ausscheidung von Milchkühen, Mutterkühen und übrigen Rindern

Angaben in kg/Tier und Jahr	Milchkühe	Mutterkühe	andere Rinder
1990	3.791	3.000	3.000
2008	6.059	3.500	3.000
1990	76,6	69,5	53,6
2008	97,0	74,0	68,4

Bezugsbasis, Systemgrenzen und LCA/Carbon footprint

Bezugsbasis

Die vorangegangenen Ausführungen gaben einen Überblick über die Situation in Österreich und die grundlegenden Elemente der Berechnung der THGE für den nationalen Bericht. Von Interesse ist darüber hinaus die Intensität der Emissionen je nach Produktionsstandort (Berggebiet, Talgebiet) und Produktionsweise (konventionell, biologisch). Hierfür ist es sinnvoll, die Emissionen nicht kumulativ oder je Kuh anzugeben, sondern einen Bezug zu einer Basis herzustellen, die (auch Län-



ment und aus dem düngemanagement und aus dem N₂O und CH₄-Emissionen aus dem Wirtschaftsdüngemanagement und Bearbeitung, Durchlüftung, Temperatur

Faktoren für die Höhe der Treibhausgasemissionen des landwirtschaftlichen Bereichs von zentraler Relevanz. Zu diesen zählen:

- Emissionen aus Vorketten: Produktion der Düngemittel, Pflanzenschutzmittel und (Zukaufs-) Futtermittel (insbesondere Kraftfutter)
- Emissionen/Emissionssensoren aus Landnutzung und Landnutzungsänderungen zum Zweck des Futtermittelanbaus und der Rohstoffherzeugung
- Emissionen ab dem Hofort: Transport, Verarbeitung der Produkte, Lagerung, Konsument
- Emissionen aus Remontierung (Aufzuchtphase der Tiere auf dem Betrieb bzw. Aufzuchtphase der Zukaufstiere, im Mittel 30 Monate)
- „eingesparte“ Emissionen aufgrund der Koppelprodukte Milch-Fleisch, ... Diese Faktoren sind prinzipiell für eine vollständige Schätzung der THGE in die Berechnungen mit einzuberechnen. Man spricht in diesem Zusammenhang von dem Boden sind eine Reihe weiterer Wirtschaftsdüngemanagement und aus dem Boden sind eine Reihe weiterer

Systemgrenzen

Neben den direkten Treibhausgasemissionen auf dem LW Betrieb aus der Tierhaltung (Milchkühe), durch das Wirtschaftsdüngemanagement und aus dem Boden sind eine Reihe weiterer Faktoren zu berücksichtigen. Tabelle 9 zeigt Berechnungen von Fladen zugrunde gelegt.

den zugrunde gelegt. ein und weiche Emissionsfaktoren werden in die Berechnungen gehen in die Berechnungen die Berechnungsmethode dar: Weiche Faktoren gehen in die Berechnungen ein und weiche Emissionsfaktoren werden in die Berechnungen gehen in die Berechnungen

den zugrunde gelegt. ein und weiche Emissionsfaktoren werden in die Berechnungen gehen in die Berechnungen

(Emissionen je ha). Der Bezug auf die Produkteinheit ist aus einem weiteren Grund notwendig: Beispielsweise liefert eine Milchkühe nicht nur Milch, sondern auch (Mast-)Käber und Fleisch. Milch wird zu Milchprodukten verarbeitet. Die Emissionen, die die Kuh verursacht, sind daher diesen verschiedenen Produkten zuzuordnen. Um Vergleichbarkeit zu gewährleisten, sollte sich die Angabe Emissionen je kg Milch auf Fett- und Protein-korrigierte Milch (FPCM, 4 % Fett, 3,3 % Eiweiß) beziehen. Es existieren bereits einige Studien, die sich mit THGE der tierischen Produktion in verschiedenen Ländern beschäftigen. Für den Milchviehbereich wird eine Streubreite der Emissionen von 0,8 bis über 7 kg CO₂-eq je kg Milch angegeben. Wodurch entsteht diese Spanne, d.h. worin unterscheiden sich die übergreifende Vergleiche ermöglichen. Diese Basis kann eine Produkteneinheit bilden (Emissionen je kg Milch, Fleisch oder Produkteinheit je ha). Der Bezug auf die Produkteinheit ist aus einem weiteren Grund notwendig: Beispielsweise liefert eine Milchkühe nicht nur Milch, sondern auch (Mast-)Käber und Fleisch. Milch wird zu Milchprodukten verarbeitet. Die Emissionen, die die Kuh verursacht, sind daher diesen verschiedenen Produkten zuzuordnen. Um Vergleichbarkeit zu gewährleisten, sollte sich die Angabe Emissionen je kg Milch auf Fett- und Protein-korrigierte Milch (FPCM, 4 % Fett, 3,3 % Eiweiß) beziehen. Es existieren bereits einige Studien, die sich mit THGE der tierischen Produktion in verschiedenen Ländern beschäftigen. Für den Milchviehbereich wird eine Streubreite der Emissionen von 0,8 bis über 7 kg CO₂-eq je kg Milch angegeben. Wodurch entsteht diese Spanne, d.h. worin unterscheiden sich die übergreifende Vergleiche ermöglichen.

Zuordnung der Emissionen zu Milch und Milchprodukten sowie zu Koppelprodukten



Tierart/ kategorie bzw. Lebensmasse (kg/Tier)	Mittlere Lebensmasse (kg/Tier)	Charakterisierung Fütterung (Grundfutter/ Kraftfutter)	Leistungs- höhe	Essbares Protein (g/Tag)	Futtermittel- aufnahme (kg T/Tag)	Methan Emission (g/kg T)	essbares Protein (g/kg)
Milchkühe	650	90/10	10 kg/Tag	304	12	25	990
Milch		75/25	20 kg/Tag	608	16	23	610
Rindfleisch		95/5	500 g/Tag	48	6,5	26	3.520
Mastind	350	85/15	1000 g/Tag	95	7	24	1.770
Mastind (Kuh/Kalb)	600/250	5/95	1500g/Tag	143	12/4	25	2.800
Mastschwein	70		700 g/Tag	63	2	1,8	60
Schweinefleisch			1000 g/Tag	81	2,5	1,4	45
Masthuhn	1		40 g/Tag	4,8	0,07	(0,035)	(7)
Geflügelfleisch			70 g/Tag	8,4	0,10	(0,05)	(6)
Legenhühner	1,5		70 % Legeleist.	5,1	0,11	(1,0)	(22)
Eier			90 % Legeleist.	6,6	0,12	(0,12)	(18)

fettreduzierten Produkten nach Protein- oder Fettgehalt; deren Herstellung ist zwar energiereich, da diese Produkte jedoch kaum Protein bzw. Fett enthalten, würden ihnen daher auch kaum Emissionen zugeordnet. Der Nachteil der ökonomischen Allokation nach Marktwerten liegt in der Fluktuation der Preise, die häufig nicht die zugrundeliegenden Inputintensitäten widerspiegeln.

Die Emissionen, die direkt durch den landwirtschaftlichen Betrieb verursacht werden, sind vergleichsweise umfassend zuzuordnen, da das Emissionsausmaß relativ gut entsprechend der Aktivitäten berechenbar ist und der abgelieferten Milch bzw. dem Fleisch zugeordnet werden kann. Schwieriger ist,



Neben den Emissionen direkt auf dem landwirtschaftlichen Betrieb sind auch vor- und nachgelagerte Prozesse zu berücksichtigen.

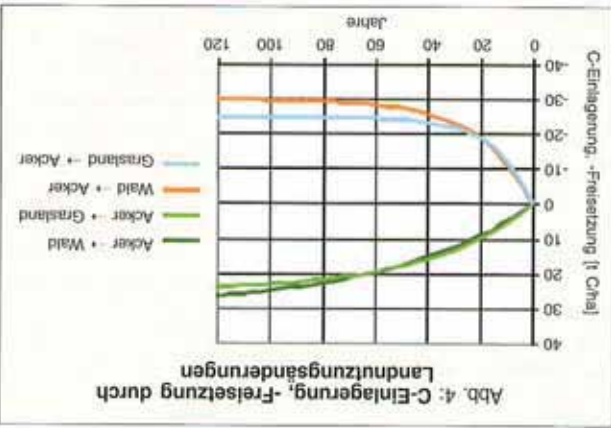


Abb. 4: C-Einlagerung, -Freisetzung durch Landnutzungsänderungen

Die Zuordnung der THGE zu einzelnen Produkten (Milch, Milchprodukte, Fleisch) kann nach unterschiedlichen Gesichtspunkten erfolgen: Studien unterscheiden sich hinsichtlich des Setzens dieser und somit der einbezogenen Faktoren. Abbildung 3 zeigt eine schematische Übersicht der Systemgrenzen.

Der Bereich Landnutzung und Landnutzungsänderungen bedarf näherer Erläuterung.

Im Zuge der Photosynthese nehmen die grünen Pflanzen CO₂ aus der Luft auf und binden es in organischer Form. Während des Abbaus der organischen Substanz wird Kohlenstoff (C) wieder frei und CO₂ gebildet. Jener Kohlenstoff, der sich im Kreislauf Futterpflanze-Tier-Futterpflanze befindet, kann als CO₂-neutral angesehen werden. Böden sind bedeutende Speicher von Kohlenstoff. Global ist im Boden etwa fünfmal mehr Kohlenstoff gespeichert als in der Vegetation. Besonders bei Entwässerung der Böden wird CO₂ in hohen Mengen freigesetzt.

Landnutzungsänderungen in Form der Umwandlung von Wald zu Acker- oder Wiesenflächen zu Ackerflächen tragen in hohem Maße zu an-

Landnutzungsänderungen spielen v.a. eine Rolle bei Betrachtung der Emissionen aus der Futterproduktion, insbesondere des Kraftfutters. Dieses wird in hohem Ausmaß importiert – Sojaextraktions- bzw. (in deutlich geringeren Umfang) Raps aus Osteuropa. Mit dem Aufbau der Futterpflanzen sind gerade in Südameri-

ka häufig Landnutzungsänderungen (Umbbruch von Waldgebieten) verbunden. Zuordnung zu verschiedenen Produkten bezogen auf Milch und Milchprodukte verursacht die landwirtschaftliche Produktion 80–95% der Lebensmittel-THGE. Die Emissionen ab Hof (Transport, Verarbeitung, Handel) betragen 5 bis 20% der THGE.

Die Zuordnung der THGE zu einzelnen Produkten (Milch, Milchprodukte, Fleisch) kann nach unterschiedlichen Gesichtspunkten erfolgen: Studien unterscheiden sich hinsichtlich des Setzens dieser und somit der einbezogenen Faktoren. Abbildung 3 zeigt eine schematische Übersicht der Systemgrenzen.

Der Bereich Landnutzung und Landnutzungsänderungen bedarf näherer Erläuterung.

Im Zuge der Photosynthese nehmen die grünen Pflanzen CO₂ aus der Luft auf und binden es in organischer Form. Während des Abbaus der organischen Substanz wird Kohlenstoff (C) wieder frei und CO₂ gebildet. Jener Kohlenstoff, der sich im Kreislauf Futterpflanze-Tier-Futterpflanze befindet, kann als CO₂-neutral angesehen werden. Böden sind bedeutende Speicher von Kohlenstoff. Global ist im Boden etwa fünfmal mehr Kohlenstoff gespeichert als in der Vegetation. Besonders bei Entwässerung der Böden wird CO₂ in hohen Mengen freigesetzt.

Landnutzungsänderungen in Form der Umwandlung von Wald zu Acker- oder Wiesenflächen zu Ackerflächen tragen in hohem Maße zu an-

ka häufig Landnutzungsänderungen (Umbbruch von Waldgebieten) verbunden. Zuordnung zu verschiedenen Produkten bezogen auf Milch und Milchprodukte verursacht die landwirtschaftliche Produktion 80–95% der Lebensmittel-THGE. Die Emissionen ab Hof (Transport, Verarbeitung, Handel) betragen 5 bis 20% der THGE.

Die Zuordnung der THGE zu einzelnen Produkten (Milch, Milchprodukte, Fleisch) kann nach unterschiedlichen Gesichtspunkten erfolgen: Studien unterscheiden sich hinsichtlich des Setzens dieser und somit der einbezogenen Faktoren. Abbildung 3 zeigt eine schematische Übersicht der Systemgrenzen.

Der Bereich Landnutzung und Landnutzungsänderungen bedarf näherer Erläuterung.

Im Zuge der Photosynthese nehmen die grünen Pflanzen CO₂ aus der Luft auf und binden es in organischer Form. Während des Abbaus der organischen Substanz wird Kohlenstoff (C) wieder frei und CO₂ gebildet. Jener Kohlenstoff, der sich im Kreislauf Futterpflanze-Tier-Futterpflanze befindet, kann als CO₂-neutral angesehen werden. Böden sind bedeutende Speicher von Kohlenstoff. Global ist im Boden etwa fünfmal mehr Kohlenstoff gespeichert als in der Vegetation. Besonders bei Entwässerung der Böden wird CO₂ in hohen Mengen freigesetzt.

Landnutzungsänderungen in Form der Umwandlung von Wald zu Acker- oder Wiesenflächen zu Ackerflächen tragen in hohem Maße zu an-

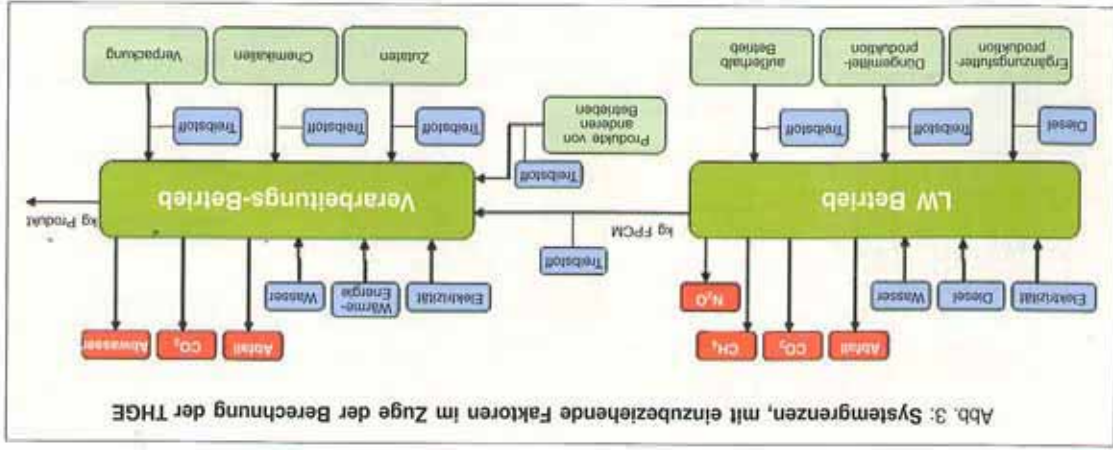


Abb. 3: Systemgrenzen, mit einbezogene Faktoren im Zuge der Berechnung der THGE

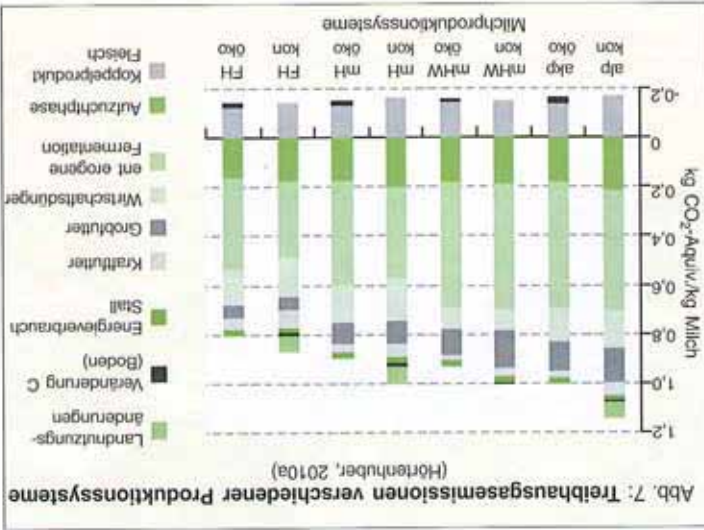


Abb. 7: Treibhausgasemissionen verschiedener Produktionssysteme (Hörtenhuber, 2010a)

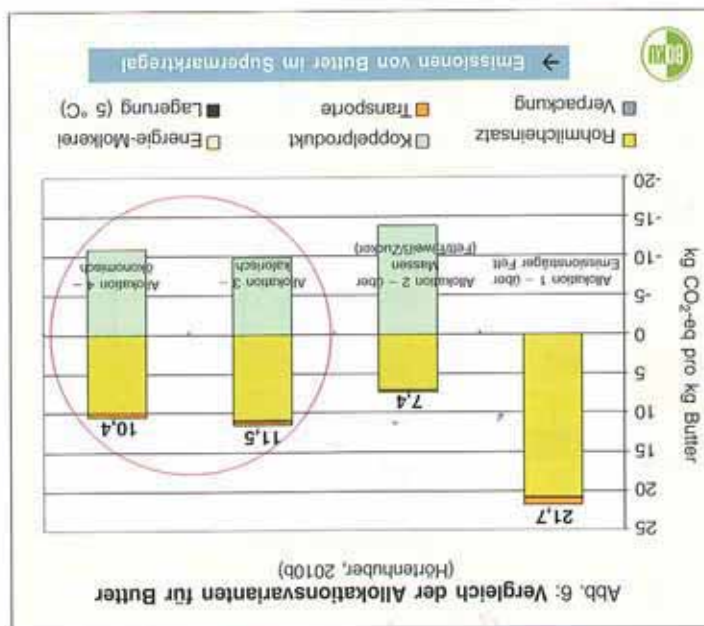


Abb. 6: Vergleich der Allokationsvarianten für Butter (Hörtenhuber, 2010b)

Die vorangegangenen Überlegungen bilden eine bedeutende Grundlage für die „Ökobilanzierung“, die systematische Analyse der Umweltwirkungen von Produkten während des gesamten Lebensweges („von der Wiege bis zur Bahre“, Lebenszyklusanalyse LCA). Diese beinhalten sämtliche Umweltwirkungen während der Produktion, Übergang zwischenein und dem nachgelagerten Prozesse (z.B. Herstellung der Rohhilfs- und Betriebsstoffe). Zu den Um-

Die vorangegangenen Überlegungen bilden eine bedeutende Grundlage für die „Ökobilanzierung“, die systematische Analyse der Umweltwirkungen von Produkten während des gesamten Lebensweges („von der Wiege bis zur Bahre“, Lebenszyklusanalyse LCA). Diese beinhalten sämtliche Umweltwirkungen während der Produktion, Übergang zwischenein und dem nachgelagerten Prozesse (z.B. Herstellung der Rohhilfs- und Betriebsstoffe). Zu den Um-

weltwirkungen zählt man Wirkungen auf u.a. Boden, Wasser, Biodiversität und sämtliche umweltrelevanten Entnahmen aus der Umwelt (z.B. Erze, Rohöl) sowie die Emissionen in die Umwelt (z.B. Abfälle, THGE). Der Carbon Footprint basiert auf dem LCA, beinhaltet jedoch nur sämtliche über den gesamten Lebenszyklus emittierten Treibhausgase. Für die Lebenszyklusanalyse werden die Produktionsprozesse mit allen Inputs und Outputs innerhalb definierter Systemgrenzen und in Bezug auf eine Referenzeinheit (funktionelle Einheit mit definierter Menge und Qualität) erfasst. Im Folgenden sind zur Veranschaulichung der Thematik Beispielrechnungen verschiedener Studien und zugehörige Anmerkungen dargestellt. Hörtenhuber et al. (2010a) vergleichen verschiedene Milchproduktionsysteme (biologisch, konventionell) unterschied-

Bei Intra-Industrie-Prozessen wird daher eine physikalisch-chemische Allokation empfohlen, bei Inter-Industrie-Prozessen eine ökonomische Allokation. Die Abbildungen 5 und 6 zeigen Beispiele für die Allokation von THGE zu Milchprodukten bzw. Fleisch. Lebenszyklusanalyse (LCA), Product Carbon Footprint

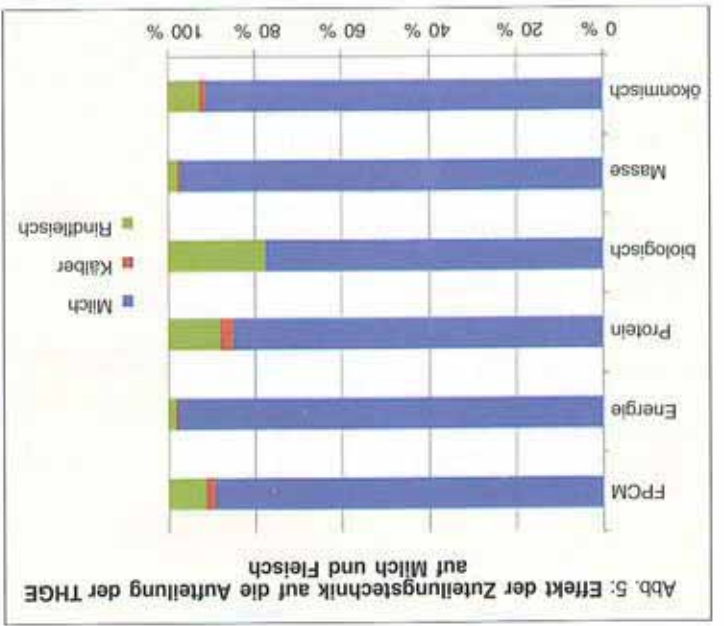


Abb. 5: Effekt der Zuteilungstechnik auf die Aufteilung der THGE auf Milch und Fleisch

Höhe der THGE angesehen. Je höher die Futterverdaulichkeit und die Milchleistung, desto niedriger fallen die THGE je kg Milch aus. Allerdings steigen mit höherer Milchleistung auch der Futterbedarf und andere Inputs, somit die Emissionen aus Futterproduktion und dem Mist. In Milchviehbetrieben (inklusive Erzeugung Rindfleisch) werden je kg Protein geringere Mengen an THGE verursacht als in reinen Mastbetrieben (46 vs. 176 kg CO₂-eq, Bsp. Niederlande).
 Abbildung 8 stellt die aktuellen Schätzungen der FAO (2010) der THGE aus dem Milchviehbereich (Produktion und Verarbeitung) für die Hauptregionen der Erde dar. Diese Berechnungen beruhen auf der LCA-Methode und inkludieren vorherrschende Produktionsysteme (Weidebasierte und gemischte Acker-Viehwirtschaft). Als funktionelle Einheit wurde Fett- und Eiweiß-korrigierte Milch zugrunde gelegt (FPCM). Für den Vergleich der Milchproduktion über die gesamte Erde wurden die mit Verarbeitung und Transport korrigierten THGE in kg CO₂-e je kg FPCM-äquivalent am Hofort berechnet (d.h. Zuordnung zu Emissionen vor dem Hofort). Emissionen aus Vorketten, wie Futtermitteln und Düngemittelproduktion, aus

Land	Niederlande	Indien	Indien -städtische Milchviehbetriebe	Brasilien
Milchleistung [kg/Jahr]	7.400	1.000	2.500	1.200
Futterverdaulichkeit [%]	75	49	55	60
Milchvieh THGE je kg Milch [kg CO ₂ -eq]	1,48	5,34	2,36	4,48
Milchvieh THGE je kg Fleisch [kg CO ₂ -eq]	9,68	30,4	14,5	24,3
Mastvieh THGE je kg Fleisch [kg CO ₂ -eq]	36,9	103,2	-	86,5
Milchvieh THGE je kg Protein [kg CO ₂ -eq]	46	160	-	128
Mastvieh THGE je kg Protein [kg CO ₂ -eq]	176	543	-	455

schafsweise, v.a. aufgrund der niedrigen Milchleistung. Es ist allerdings zu betonen, dass oftmals gerade die betrieblichen Emissionen aufgrund der Landnutzungsänderungen nicht inkludiert wurden. Bezieht man die THGE auf die genutzte Fläche, liegt die biologische Wirtschaftsweise zudem durch den geringeren Tierbesatz/ha und den aufgrund der verminderten Futterimporte geringeren Flächenbedarf für Kraftfuttermittel im Vorteil – die Emissionen je Kuh werden auf eine größere Fläche für Importfuttermittel (und somit die zugehörigen Emissionen) ist niedriger.
 Tabelle 10 zeigt den Einfluss der Bewirtschaftungsintensität unterschiedlicher Regionen der Erde auf die Höhe der Treibhausgasemissionen. Die un-

rechnungen basieren auf der Annahme, dass bei extensiven Produktionssystemen die Aufzucht mit dem Laktationsfütterer erfolgt und die Aufzuchtphase vermehrt bzw. in gleichem Umfang wie die Milchkuhe geweidet werden. Bei intensiven Produktionssystemen hingegen wird zugrunde gelegt, dass die Fütterung während der Aufzuchtphase vermehrt mit hochwertigem Kraftfuttermittel (hoher Proteinanteil, hochwertiges Eiweiß) erfolgt. Der Effekt des Standorts ist allerdings bedeutender als der Einfluss der Wirtschaftsweise. Die Berücksichtigung des Koppelprodukts Rindfleisch führt zu einer durchschnittlichen Minderung der Belastung je Kilogramm erzeugter Milch um 0,14 Kilogramm CO₂-eq.
 Einige Studien berichten von höheren THGE bei biologischer Wirtschaft-

Treibhausgasemissionen je nach Standort und Wirtschaftsweise.



terschiedliche Effektivität der Ressourcennutzung kommt hier zum Tragen. Inputparameter sind u.a. Tierzahl, Futterzusammensetzung und -produktion sowie Düngemanagement. Es ist zu berücksichtigen, dass Landnutzung und Landnutzungsänderungen in die Berechnungen noch nicht inkludiert wurden (vorläufige Berechnungen). Die Zuteilung der Emissionen erfolgte nach Proteingehalt der Produkte. Die Futterverdaulichkeit und die Milchleistung werden als Schlüsselfaktoren für die



samen THG-Ausstoßes je Kuh und Jahr). Die Emissionen während der Aufzuchtphase stehen mengenmäßig an zweiter Stelle. Der Faktor Landnutzungsänderungen spielt aufgrund der Kraftfutterimporte insbesondere bei konventioneller Wirtschaftsweise eine bedeutende Rolle. Im Durchschnitt sind die Treibhausgasemissionen je Kilogramm Milch bei ökologischen Produktionssystemen um elf Prozent niedriger als bei konventionellen. Dies beruht insbesondere auf Unterschieden der Produktionssysteme hinsichtlich der Faktoren Landnutzungsänderungen, Aufzuchtphase und Kraftfutter. Die Be-

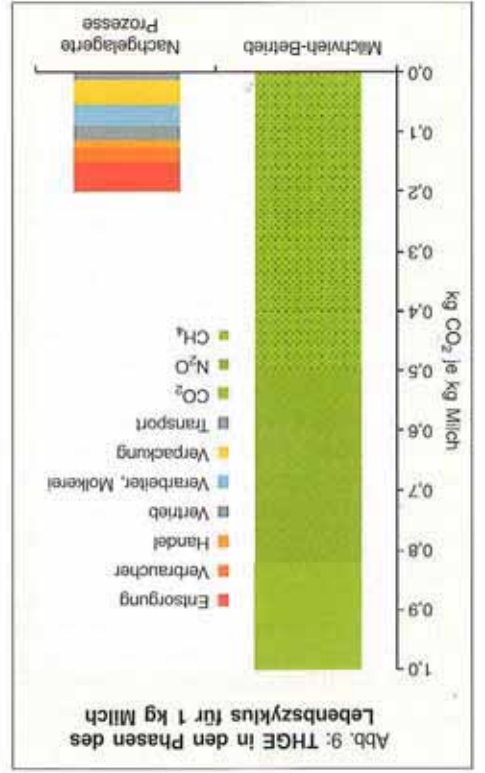


Abb. 9: THGE in den Phasen des Lebenszyklus für 1 kg Milch

an THGE durch Milchproduktion, Verarbeitung, Distribution und Entsorgung. Die durchschnittliche Menge (global) gegen oft mangelhaft (unvollständig, aber) jene aus Nicht-OECD-Ländern hin- und hergeführt werden. Die Daten aus OECD-Ländern sind generell von guter Qualität, jene aus Nicht-OECD-Ländern sind miteinbezogen. Die Daten aus OECD-Ländern sind aus den NIRS der Länder den Daten aus den IPCC-Richtlinien, es wurden erfolgreich nach IPCC-Richtlinien die Berechnungen durchgeführt. Die Berechnungen berücksichtigen den Protein-Gehalt des Milch und zugehörigen Emissionen wurden entsprechend des Protein-Gehalts zu Milch und Fleisch zugeordnet. Die Berechnungen berücksichtigen die Emissionen aus der Aufzucht/Mastvieh und LULUCF. Die THGE ab Hof für den landwirtschaftlichen Betrieb nicht nur Milch und Kühlung auf dem Hof, sondern auch die Emissionen aus der Aufzucht/Mastvieh und LULUCF. Die THGE ab Hof für den landwirtschaftlichen Betrieb nicht nur Milch und Kühlung auf dem Hof, sondern auch die Emissionen aus der Aufzucht/Mastvieh und LULUCF.

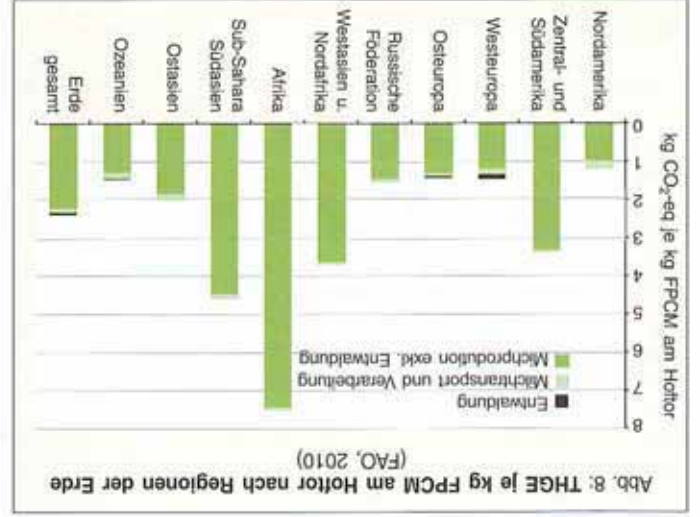


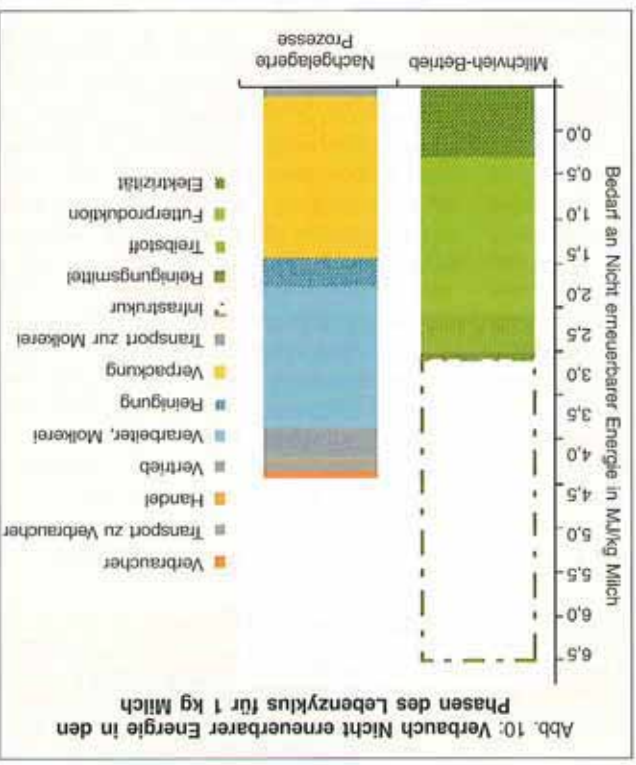
Abb. 8: THGE je kg FPCM am Hofort nach Regionen der Erde (FAO, 2010)

Abbildung 9 zeigt, dass im Durchschnitt 1,2 kg CO₂-eq je kg Milch anfallen. Zu 80 % ist der landwirtschaftliche Betrieb, zu 20 % sind die THGE anteilig. Die Berechnungen berücksichtigen die Emissionen aus der Aufzucht/Mastvieh und LULUCF. Die THGE ab Hof für den landwirtschaftlichen Betrieb nicht nur Milch und Kühlung auf dem Hof, sondern auch die Emissionen aus der Aufzucht/Mastvieh und LULUCF.

Als letzter Aspekt sind die Berechnungen der IDF mit Zusammenfassungen aus der Literatur, großteils aus Europa, (IDF, 2009) zu den Emissionen bzw. zum Energieverbrauch im Zuge der Produktion einzelner Milchprodukte angeführt. Es wurden der Energie-Input bzw. die THGE aus der Milchproduktion (inkl. Produktion des Futters und der Düngemittel, Melken, Kühlung), der Transport, die Kühlung und Lagerung durch Handel und Verbraucher berücksichtigt. Die Allokation der THGE/Energie erfolgte nach ökonomischen Kriterien (Marktwert).

Abbildung 9 zeigt, dass im Durchschnitt 1,2 kg CO₂-eq je kg Milch anfallen. Zu 80 % ist der landwirtschaftliche Betrieb, zu 20 % sind die THGE anteilig. Die Berechnungen berücksichtigen die Emissionen aus der Aufzucht/Mastvieh und LULUCF. Die THGE ab Hof für den landwirtschaftlichen Betrieb nicht nur Milch und Kühlung auf dem Hof, sondern auch die Emissionen aus der Aufzucht/Mastvieh und LULUCF.

Die Produktion von Milchpulver verläuft über einen komplexen Prozess, der die THGE in den verschiedenen Phasen des Lebenszyklus berücksichtigt. Die THGE in den Phasen des Lebenszyklus für 1 kg Milch sind in Abbildung 9 dargestellt.



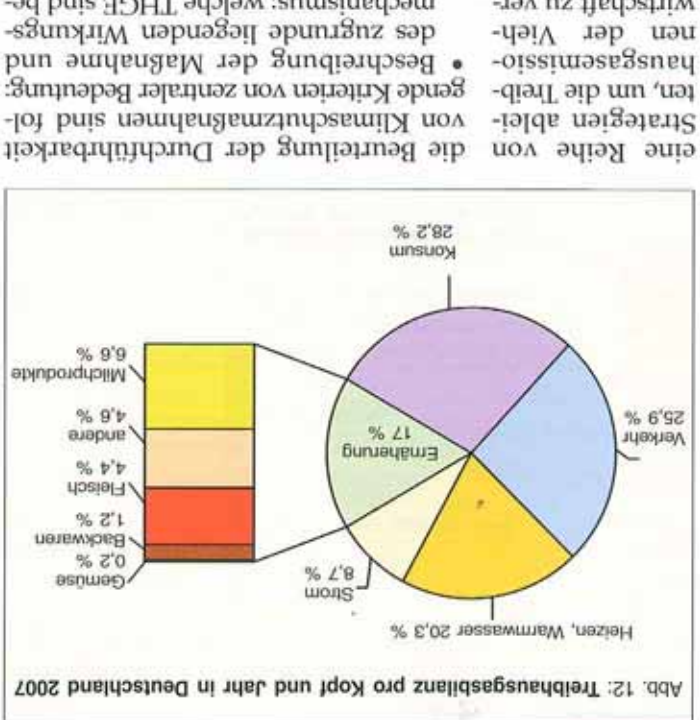
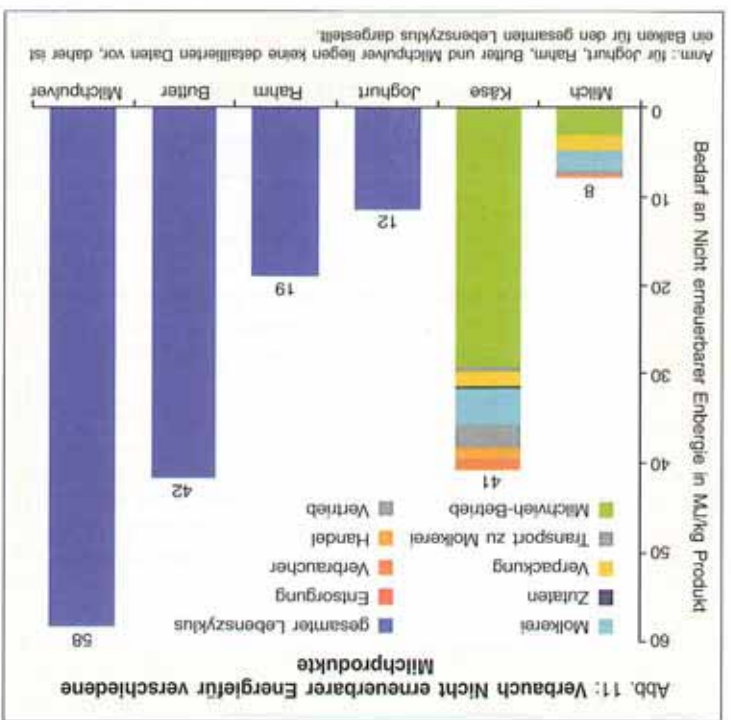
Im Gegensatz hierzu ist aus Abbildung 10 ersichtlich, dass bei Betrachtung des Energiebedarfs die nachgelagerten Prozesse, insbesondere die Verarbeitung in der Molkerei und die Verpackung, am stärksten beteiligt sind. Man kann sagen, dass etwa 40 % des Energiebedarfs durch den landwirtschaftlichen Betrieb verursacht werden, während für den landwirtschaftlichen Betrieb etwa 20 % der Energie benötigt wird. Die Verpackung und etwa 10 % der Energie für die Infrastruktur auf dem landwirtschaftlichen Betrieb; dieser Wert ist allerdings nur als grober Näherungswert zu betrachten. In Abbildung 11 wird der Energiebedarf für die Produktion verschiedener Milchprodukte betrachtet. Da die vorliegenden Werte allerdings eine Zusammenschau aus unterschiedlichen Literaturstellen darstellen, sind diese mit Vorbehalt zu beurteilen und dienen lediglich als grober Näherungswert zu betrachten.

Treibhausgas-Minderungsstrategien

Die Aufteilung der Gesamtemissionen in Deutschland ergab 2007 knapp 11 Tonnen CO₂-eq je Kopf, Verkehr- und Konsumbereich (Güter, Dienstleistungen) verursachen den größten Anteil der CO₂-eq-Emissionen, gefolgt von den Rubriken Heizen/Warmwasser, Ernährung und Strom.

Für den Bereich Ernährung sind Milchprodukte, Fleisch, Gemüse und Backwaren herausgegriffen. In Summe verursacht der Konsum von Milchprodukten nur einen geringen Anteil der gesamten CO₂-eq-Emissionen.

Aus den vorangegangenen Ausführungen und der Literatur lässt sich erkennen, dass die Milchproduktion in Deutschland eine der effizientesten ist. Die Produktion von Milch pro Kopf und Jahr ist im Vergleich zu anderen Ländern sehr hoch. Die Milchproduktion ist abschließend ein Verarbeitungsprodukt, sondern entsprechend der zugeordneten, sondern entsprechenden der gesamten Emissionen der eingestellten Milch dem jeweiligen Produkt der Herstellung werden allerdings nicht aufgeführt. Die Nebenprodukte während der Herstellung werden allerdings nicht aufgeführt. Die Nebenprodukte während der Herstellung werden allerdings nicht aufgeführt. Die Nebenprodukte während der Herstellung werden allerdings nicht aufgeführt.



- Grundlegende Strategien für landwirtschaftliche Betriebe zur Anpassung an den Klimawandel und Minderung der THGE sind:
- Zeitplan für landwirtschaftliche Prozesse, Precision Farming
- Technische Lösungen: Witterungsschutz, Kühlung
- Senkung Energiebedarf: Gebäudesanierung, Nutzung erneuerbarer Energien, angepasste Maschinierung
- Selektion anpassungsfähiger, angepasster Kulturen; Kassenwahl
- Optimierung Schädlings-/ Krankheitsbekämpfung (Monitoring, Nützlinge, Fruchtfolgen,...)
- Effiziente Wassernutzung, Speicherrung Wasser
- Angepasste Bodenbewirtschaftung, Erhaltung Landschaftsmerkmale
- Anpassung Fütterung



Auch über die Optimierung der Fütterung lässt sich die Klimarelevanz der Milchproduktion beeinflussen.

Foto: © RZ

Über die Wahl der Rasse, optimierte Fütterung und entsprechende Leistung können die Treibhausgasemissionen je kg Milch gesenkt werden.



Tabelle 11 stellt eine Übersicht verschiedener Minderungsmaßnahmen und deren Minderungspotenzial und Effekte dar. Abbildung 13 und 14 veranschaulichen den Bereich Zucht – Milchleistung und Nutzungsdauer.

Bereich	Maßnahme	Effekte, Potenzial, Anmerkungen	THG
Düngemanagement	Abdeckung der Lagerstätte	bauliche Abdeckung, Strohabdeckung; Bildung Schwimmschicht positiv	CH ₄ , N ₂ O, NH ₃
	Biogasanlage	Reduktion des verfügbaren N, Senkung THGE je kg Milch um 5 %, Nutzung Abwärme und erneuerbare Energie	CH ₄ , N ₂ O, NH ₃
Düngemittel	Festmistsystem (aerob) statt Flüssigmistsystem	Erhöhung Festmistsysteme um 10 % senkt THGE je kg Milch um 0,9 %; Voraussetzung: keine anaeroben Bedingungen; insbesondere Flüssigmistsystemen	CH ₄ , N ₂ O, NH ₃
	Belüftung Gülle	Senkung CH ₄ , allerdings Erhöhung N ₂ O, NH ₃	CH ₄
	Separation	erhöhte NH ₃	N ₂ O
	bodennahe Ausbringung, Einarbeitung (Schleppschlauch, Injektion)	Senkung der Verfrachtung, durch Injektion allerdings höhere N ₂ O-Emissionen – besser Schleppschlauch	N ₂ O, NH ₃
	angepasster Ausbringungzeitpunkt	Witterung: keine hohe Temperatur und Wind, Niederschlag positiv, Vegetationsperiode	N ₂ O
	reduzierte/angepasste N-Düngung mit mineralischen Düngemitteln	langsam verfügbarer N senkt Verluste	N ₂ O
	Nitrifikationsinhibitoren	Verminderung Umwandlung NH ₃ in Nitrat	N ₂ O
	angepasster Ausbringungzeitpunkt	Witterung: keine hohe Temperatur und Wind, Niederschlag positiv, Vegetationsperiode	N ₂ O
	reduzierte / Minimalbodenbearbeitung	Förderung C-Einlagerung (Effekt in oberen Bodenschichten), Verminderung Verdichtung	N ₂ O, CO ₂
	Boden	reduzierte / Minimalbodenbearbeitung	N ₂ O, CO ₂
Boden	Bodenbedeckung, Zwischenfrüchte	Förderung C-Einlagerung	N ₂ O, CO ₂
	Einarbeitung Ernterückstände	Förderung C-Einlagerung	N ₂ O, CO ₂
	Erhaltung Dauergrünland	Förderung C-Einlagerung	N ₂ O, CO ₂
	vermehrte Weide	Verminderung Emissionen aus Stallmist, Kühe 10 % des Jahres auf Weide verursachen 2,4 % geringere THGE als stallgehaltene Kühe	CH ₄ , NH ₄ , N ₂ O
	N-optimierte Fütterung	Optimierung N-Ausscheidung, Verringerung „N-Verschwendung“	N ₂ O
	entsprechend der Leistung	Erhöhung Energiegehalt um 0,1 MJ NEL senkt THGE um 1,5 %	CH ₄
	Verbesserte Grundfutterqualität, Weidemanagement	Vermeidung überständigen Futters, Senkung CH ₄ -Emissionen	CH ₄
	Erhöhung Verdaulichkeit, angepasstes Kraftfutter, verminderter Rohfasergehalt	Erhöhung Verdaulichkeit um 10 % senkt THGE je kg Protein aus Stallmist	CH ₄
	Protein-optimierte Fütterung	N-Ausscheidung optimiert, Verringerung „N-Verschwendung“	NH ₄
	Typ der Kohlenhydrat	Stärkeriches Futter besser als pektinreiche Futtermittel, Mais besser als Weizen, Gerste besser als melassierte Trockenschitzel, Leguminosen besser als Gras, Änderung der Fermentation: mehr Propionsäure, weniger Essigsäure, Bildung CH ₄	
Zucht	hohe Milchleistung	geringere Emissionen je kg Milch, allerdings höherer Kraftfutterbedarf	CH ₄
	Lebensleistung, lange Nutzungsdauer, niedriges Erstkalbealter	Emissionen aus Aufzuchtphase aufgeteilt, geringere Aufzuchtkosten, Erhöhung Lebensleistung um 5.000 kg senken THGE je kg Milch um 1,4 %	CH ₄
	Gebrauchskreuzung	Milchrassen mit Fleischrassen vorteilhaft – Koppelprodukt Milch-Fleisch	CH ₄

Tab. 11: Maßnahmen zur Verringerung der THGE

Mit zunehmender Milchleistung sinken zwar die Emissionen je kg Milch, es steigen allerdings die Emissionen je Kuh und der Kraftfutteraufwand. Bis etwa 8.000 kg Jahresmilchleistung ist eine gute Eiweißversorgung mit heimischen Eiweißfuttermitteln gewährleistet, darüber hinaus sind für eine optimale Versorgung eiweißreiche Futtermittel wie Sojaextrakt notwendig. Ab 12.000 kg ist die Emissionsersparnis zu vernachlässigen. Weiters muss die negative Korrelation zwischen Milchleistung und Proteingehalt bzw. Fettgehalt der Milch berücksichtigt werden. Hinsichtlich Züchtung sind zahlreiche Merkmale (Leistung – Tiergesundheit, Vitalität, ...) zu beachten. An angepasste Milchleistung in Kombination mit längerer Nutzungsdauer unterstützt das Ziel, die Emissionen zu senken. Abbildung 15 gibt schließlich einen Überblick über das Einsparungspotential über das Einsparungspotential



Starke heimische Weidewirtschaft



Das Wichtigste in Kürze

Im internationalen Vergleich zeichnet sich die österreichische Milchwirtschaft hinsichtlich der Treibhausgasemissionen durch vergleichsweise niedrige Emissionen je kg Milch aus. Dies betrifft sowohl extensive als auch intensive Produktionssysteme, unter Beachtung der Bezugssysteme (Beispiel Nigeria) und intensiven Systemen (Beispiel Schweden) durch. Jeweils ein Parameter wurde um 10 % geändert (erhöht oder gesenkt), während die übrigen Parameter konstant gehalten wurden. Das höchste Einsparungspotenzial liegt im Bereich der Fütterung, kombiniert mit hoher Milchleistung und niedrigem

über Effekte von Maßnahmen in extensiven Produktionssystemen, unter Beachtung der Bezugssysteme (Beispiel Nigeria) und intensiven Systemen (Beispiel Schweden) durch. Jeweils ein Parameter wurde um 10 % geändert (erhöht oder gesenkt), während die übrigen Parameter konstant gehalten wurden. Das höchste Einsparungspotenzial liegt im Bereich der Fütterung, kombiniert mit hoher Milchleistung und niedrigem

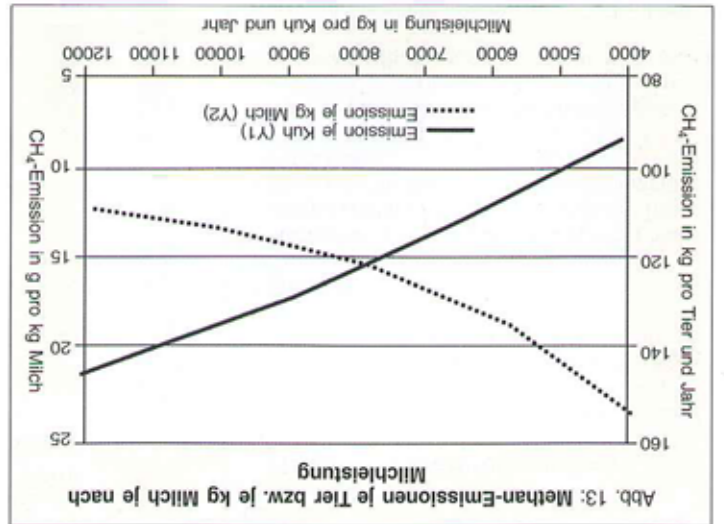


Abb. 13: Methan-Emissionen je Tier bzw. je kg Milch je nach Milchleistung

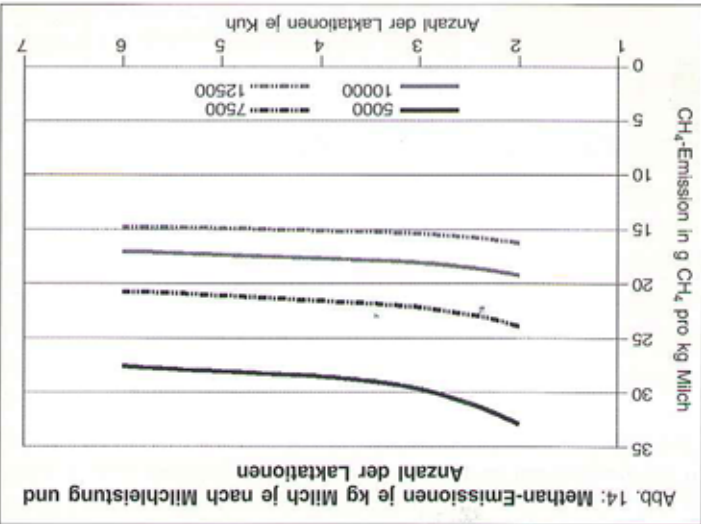
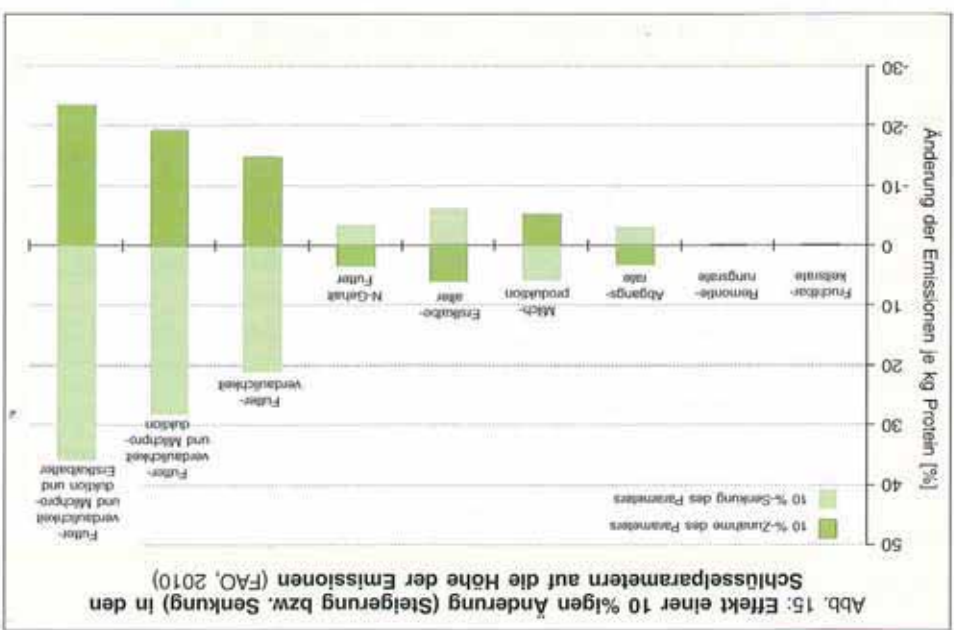


Abb. 14: Methan-Emissionen je kg Milch je nach Milchleistung und Anzahl der Laktationen

Bodenbearbeitung, der Fütterung und der Züchtung. Sparsamer und effizienter Einsatz der Produktionsmittel, beispielsweise Energie- und Eiweiß-optimierte Rationen, ist hierbei eine Grundvoraussetzung. Eine Erhöhung der Grundfutterqualität führt potentiell zu einer höheren Milchleistung aus dem Grundfutter und in der Regel zu einer deutlich günstigeren Emissionsbilanz je kg Milch. Es wird eine geringere Menge Kraftfutter benötigt. Im österreichischen Durchschnitt wäre eine Intensivierung der Milchherzeugung für die Treibhausgasbilanz nicht vorteilhaft, sofern diese auf Basis zugekaufter Kraftfuttermittel und nicht auf Basis hofeigener/regionaler Futtermittel erfolgt. In benachteiligten Gebieten ist eine zielgerichtete Extensivierung im Sinne der THGE meist günstiger. Aufforstungen des alpinen Grünlands würden jedoch keine Vorteile bringen. Im Boden ist in unseren Breiten wesentlich mehr Kohlenstoff gespeichert als in der Biomasse, im Waldboden tendenziell eine geringere Menge als im Boden des Grünlandes. Intensive Flachlandbetriebe verursachen einerseits aufgrund der höheren Energie-dichte im Futter, andererseits aufgrund der höheren Milchleistung geringere Emissionen je kg Milch als Bergbetriebe. Andererseits verursachen weitdebatete Systeme trotz geringerer Milchleistung relativ niedrige Emissionen je kg Milch, da die THGE aus dem Stallmist geringer ausfallen (wenn Tiere 60 % des Jahres auf der Weide verbringen) und der Kraftfuttereinsatz in der Regel niedriger ist. Eine bedeutende Menge der anthropogenen CO₂-Emissionen wird aufgrund von Landnutzungsänderungen zum Zweck des (Eiweiß/Kraft-) Futteranbaus verursacht.



sacht. Die Nutzung heimischer Erweißalternativen, wie beispielsweise Körnerleguminosen kann einen wertvollen Beitrag zur Senkung dieser (international verursachten) Emissionen leisten. Zu beachten ist allerdings auch, dass bei Umwandlung von Grünlandflächen in Ackerflächen (die mitunter mit der Verringerung der Viehzahlen, speziell in nichtalpinen Lagen, einhergeht, da die Flächen nicht mehr als Futterflächen für die Kinderhaltung genutzt werden) gebundenes CO₂ freigesetzt wird. Durch weitere positive Effekte wie Förderung der Biodiversität und des Wasserschlusses kann die heimische Weidewirtschaft Landwirtschaft gestärkt werden.

Landnutzungsänderungen: Umwandlung von Waldflächen in Wiesen- oder Ackerflächen sowie von Wiesenflächen zu Ackerflächen und umgekehrt, dadurch Freisetzung von gebundenem Kohlenstoff in die Atmosphäre bzw. Einlagerung von Kohlenstoff in den Boden/die Biomasse

LCA: Ökobilanzierung, Analyse der Umweltwirkungen von Produkten inkl. aller Weltwirkungen während der Herstellung, Verarbeitung, Nutzung, Entsorgung (Rohstoffbedarf, Treibhausgasemissionen, Abfälle, Wirkungen auf Boden, Wasser, Fauna, Flora, Ökosysteme)

Carbon Footprint: Erassung der gesamten Treibhausgasemissionen während des Lebenszyklus der Produkte

Methankonversionsfaktor: Faktor, wie viel Prozent der maximal möglichen Methanmenge unter praktischen Bedingungen während der Mistlagerung gebildet werden

Systemgrenzen: Differenzierung einzelner Stufen während des Produktlebenszyklus, inkl. der vorgelagerten Prozesse, die zur Produktion benötigt werden; Faktoren, die in die Berechnung der Treibhausgasemissionen mit einbezogen werden

Landnutzungsänderungen: Umwandlung von Waldflächen in Wiesen- oder Ackerflächen sowie von Wiesenflächen zu Ackerflächen und umgekehrt, dadurch Freisetzung von gebundenem Kohlenstoff in die Atmosphäre bzw. Einlagerung von Kohlenstoff in den Boden/die Biomasse

Inter-Industrie-Prozesse: Prozesse zwischen verschiedenen Produktionsbetrieben

Intra-Industrie-Prozesse: Prozesse innerhalb eines Produktionsbetriebes

GWP: Global Warming Potential, Erwärmungspotential, Treibhausgaspotenzial, Beitrag zum Treibhausgaseffekt: Fähigkeit, die von der Erdoberfläche reflektierte Wärmestrahlung im Infrarotbereich zu absorbieren und so die Atmosphäre zu erwärmen

Umrechnung von CH₄- und N₂O-Emissionen auf die entsprechende äquivalente Menge CO₂ (Einheit für den Vergleich der Erwärmungswirkung der Treibhausgase, Treibhausgaspotenzial)

GWP: Global Warming Potential, Erwärmungspotential, Treibhausgaspotenzial, Beitrag zum Treibhausgaseffekt: Fähigkeit, die von der Erdoberfläche reflektierte Wärmestrahlung im Infrarotbereich zu absorbieren und so die Atmosphäre zu erwärmen

allokation: Zuteilung der im Zuge der Nahherstellung verursachten Treibhausgasemissionen zu den verschiedenen Produkten

anthropogen bedingte Treibhausgasemissionen: durch menschliche Aktivität verursachte Treibhausgasemissionen

CO₂-Äquivalent: Menge an CO₂-Emissionen, die über einen definierten Zeithorizont (üblicherweise 100 Jahre) die gleichen Klimawirkung bewirkt, wie die Emissionen des betrachteten Treibhausgases (CH₄, N₂O, ...)

UNFCCC: United Nations Framework Convention on Climate Change, Protokoll zur Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen

THGE: Treibhausgasemissionen

UBA: Umweltbundesamt

Abkürzungen

CO ₂ -eq	CO ₂ -Äquivalent
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations, Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation, Rom
GWP	Global Warming Potential, Erwärmungspotential
IDF	International Dairy Federation, internationaler Milchwirtschaftsverband
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change, Weltklimarat, Life Cycle Assessment, Lebenszyklusanalyse
LCA	Life Cycle Assessment, Lebenszyklusanalyse
LULUCF	Land Use, Land Use Change and Forestry, Landnutzung und Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft
N	Stickstoff
NIR	National Inventory Report, nationaler Treibhausgasinventurbereich
THG	Treibhausgase