



Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL
info.suisse@fibl.org | www.fibl.org



Die Tierhaltung in der Landwirtschaft und das Klima

Anet Spengler Neff

Tagung ABV, Schloss Hamborn, 14. November 2021

Kohlenstoffspeicher der Erde

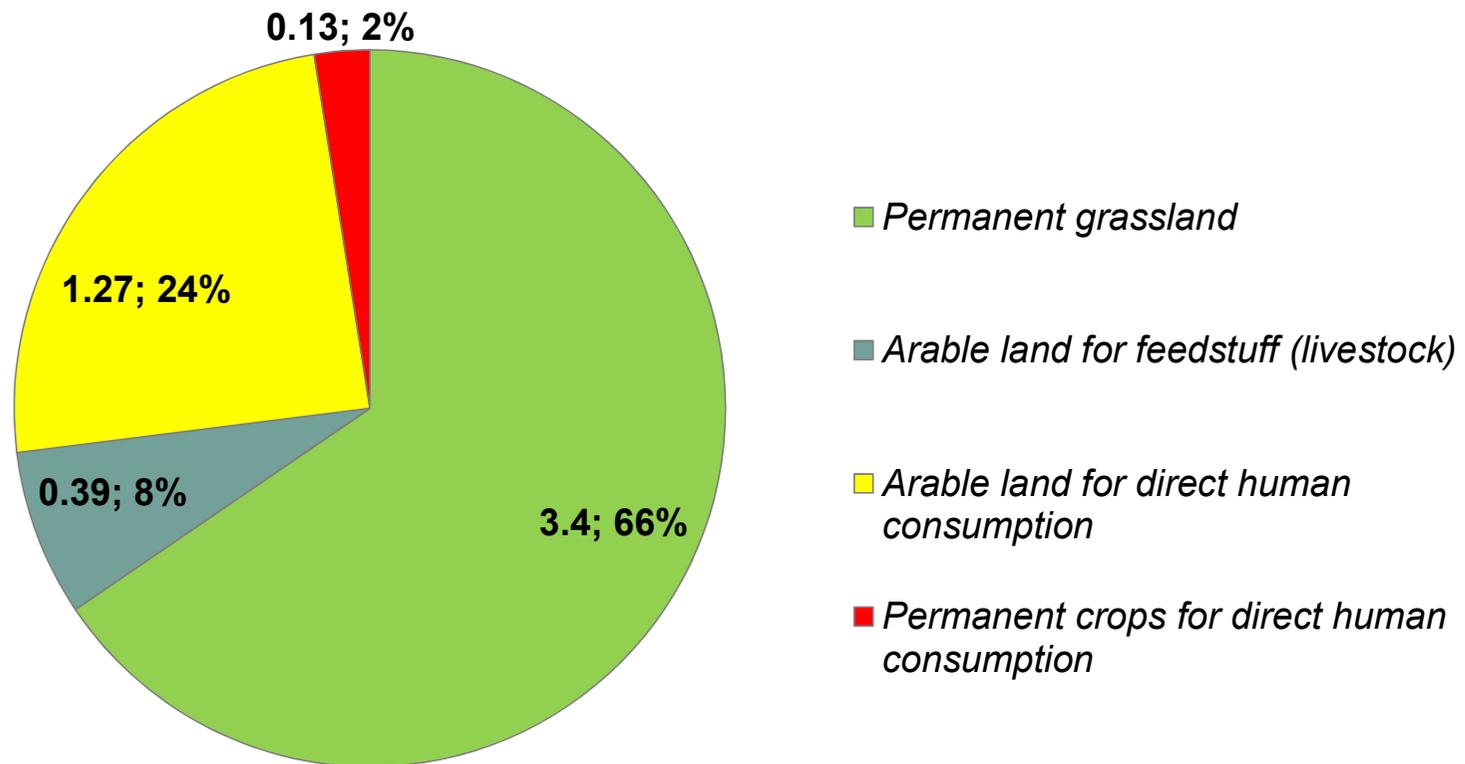
- 117 Milliarden Tonnen C sind in Ackerland gespeichert
- 191 Milliarden Tonnen C sind in Wüsten u. Halbwüsten gespeichert
- 372 Milliarden Tonnen C sind im Wald gespeichert
- **588 Milliarden Tonnen C sind im Grasland gespeichert**
- 657 Milliarden Tonnen C sind in Mooren gespeichert
- 1'500 Milliarden Tonnen C sind in fossilen (Brenn)stoffen gespeichert
- 39'000 Milliarden Tonnen C sind in den Meeren gespeichert

- 99.9% des Kohlenstoffs auf der Erde sind in der Lithosphäre (Gestein) **langfristig** gespeichert (die obigen Zahlen betreffen die restlichen 0.1%)
- **Humusgehalte im Oberboden (ca. 58% C im Humus):**
 - Ackerboden: 1 - 4%
 - Wald: 2 - 8%
 - **Grünland: 4 - 15%**
 - **Grünland im Alpenraum: 12 - 25%**

Quellen:
Bodenatlas, 2015
NFP68, 2018
www.umweltbundesamt.de
FiBL-Factsheet Klima

Verteilung der weltweiten landwirtschaftlichen Flächen

- Rund 2/3 der landwirtschaftlichen Nutzflächen sind Grünland (sowohl weltweit wie auch in der Schweiz)







© Florian Leiber

FiBL



© Florian Leiber

The Qinghai-Tibetan Plateau (China)



Inner Mongolia



The Chaco Boliviano





Sénégal

- **Grünerlen kommen auf, wenn die Graslandbewirtschaftung im Alpenraum aufgegeben wird. Sie stoßen viel N₂O aus.**
- **(1'200 CO₂-eq. / ha / J.)**



Richtige Graslandnutzung fördert CO₂-Bindung im Boden und Biodiversität: Mittlere Artenzahl pro 10 Quadratmeter.

	Wald	Grasland	Acker	Menschl. Siedlung	Alpweide	Berggebiet, ohne Nutzung
Farne und Bärlappe	21 +/- 1	35 +/- 1	15 +/- 1	19 +/- 3	42 +/- 3	21 +/-
Moose	15 +/- 1	6 +/- 1	1 +/- 0	5 +/- 1	19 +/- 2	13 +/- 1
Schnecken	9 +/- 1	6 +/- 0	3 +/- 1	6 +/- 1	3 +/- 1	3 +/- 1

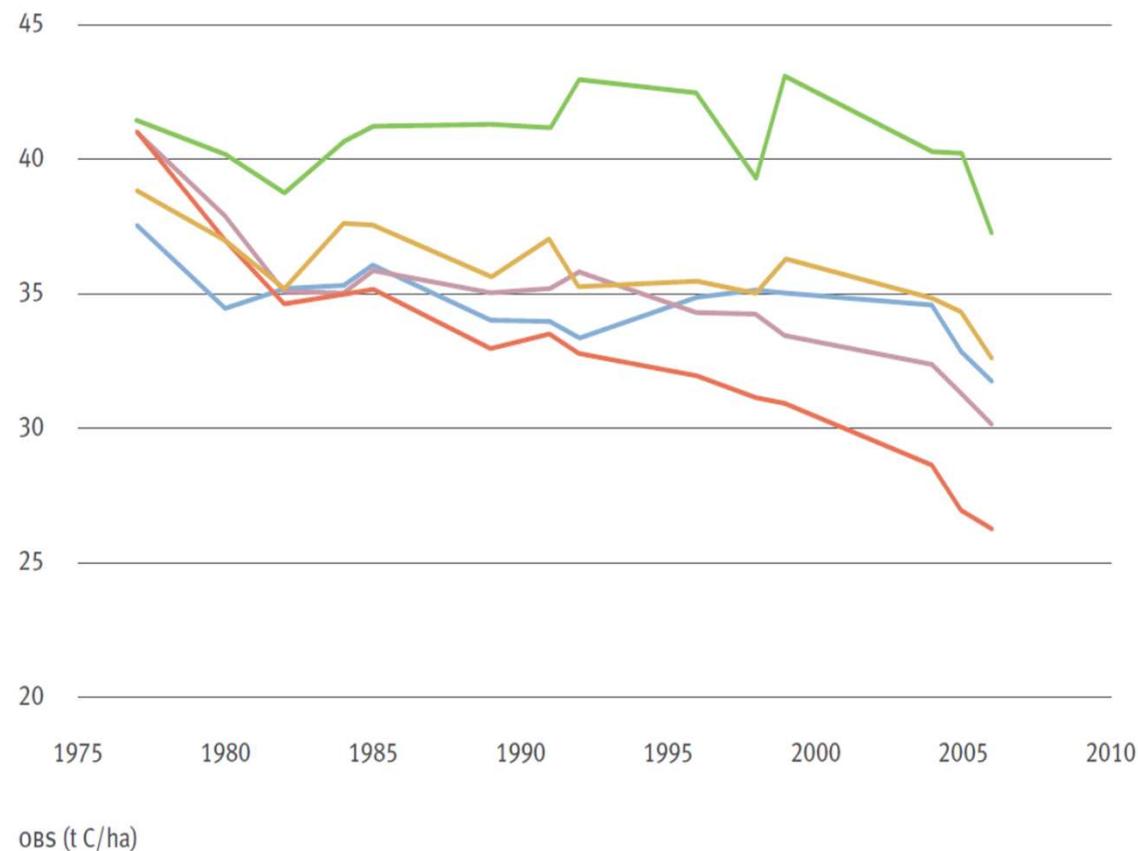
Siehe auch: Borer E.T. et al., 2014: Herbivores and nutrients control grassland plant diversity via light limitation, nature 508; 517-520



- Humusgehalt in Ackerböden: **BIODYN. BIOORG. KONV. MIN. NO FERTILIZER**
(Ergebnisse aus dem DOK-Versuch)

Abbildung 12
Änderung des C-Vorrats im DOK-
Langzeitversuch Therwil BL:
In Ackerböden, die zuvor als Grün-
land genutzt wurden, nehmen die
C-Vorräte über mehrere Jahrzehn-
te ab. Biologische Bewirtschaf-
tungssysteme mit organischer
Düngung können diesen Rückgang
nur abschwächen, erhöhen aber
die C-Vorräte im Vergleich zur
ungedüngten Kontrolle (BIODYN:
biodynamisch mit Mistkompost,
BIOORG: bioorganisch mit Gülle
und Mist, CONFYM: konventionell
mit Gülle und Mist, CONMIN:
konventionell mit Mineraldünger,
NOFERT: ungedüngt)^{35,37}.

— BIODYN
— BIOORG
— CONFYM
— CONMIN
— NOFERT



Der Gesamtausstoss an Klimagasen aus dem Boden war im DOK-Versuch im Vergleich folgendermassen:

- auf konventionellen Parzellen: 100%
- auf bio-organischen Parzellen: 61%
- auf biodynamischen Parzellen: 44%
- (*Quelle: Skinner et al., 2019: The impact of long term organic farming on soil-derived greenhouse gas emissions; www.nature.com/scientificreports*)

Table 2. Emissions (kg) of methane (CH₄), carbon dioxide (CO₂) and nitrous oxide (N₂O) from production of 1kg of protein from organic and conventional cattle, sheep, pig and chicken in the UK. Based on data from Smith *et al.*, 2019²⁴ applying carcass weight to meat and meat to protein conversions from GLEAM for consistency with table 1 above (conversion factors from table 9.1 in the [GLEAM 2.0 model description document](#)).

System Type	Animal Species	CH ₄	CO ₂	N ₂ O	CO ₂ + N ₂ O (GWP100 CO ₂ e)
Conventional	Cattle	1.67	15.32	0.12	47.12
	Sheep	3.57	11.55	0.11	40.7
	Pigs	0.22	16.89	0.04	27.49
	Chicken	0.02	21.52	0.04	32.12
Organic	Cattle	1.91	10.35	0.08	31.55
	Sheep	6.51	3.69	0.09	27.54
	Pigs	0.08	10.51	0.05	23.76
	Chicken	0.02	20.19	0.05	33.44

Source: Lynch, J., Garnett, T., Persson, M., Röös, E. & Reisinger, A. (2020). Methane and the sustainability of ruminant livestock (Foodsource: building blocks). Food Climate Research Network, University of Oxford.

Klima-Fussabdruck einer Kuh (6'500 kg Milch/Jahr; konventionell berechnet)

Methanemissionen (enterische Fermentation)	4'500 kg CO ₂ eq. /Jahr
Emissionen durch Atmung (CO ₂)	2'900 kg CO ₂ eq. /Jahr
Emissionen durch Verluste aus dem Mist	1'100 kg CO ₂ eq. /Jahr
Total Emissionen:	8'500 kg CO₂ eq. /Jahr

CO ₂ assimilation des gefressenen Grases	-2'900 kg CO ₂ eq. /Jahr
C-Fixierung im Boden durch guten Kuhdung	-1'200 kg CO ₂ eq. /Jahr
Methan Fixierung im Boden durch Tritt	-100 kg CO ₂ eq. /Jahr
Vermeidung von Grünerlen (Alpweiden)	-1'200 kg CO ₂ eq. /Jahr
<i>(Vermeidung der Verwendung von Kunstdünger (Talgebiet))</i>	<i>-800 kg CO₂ eq. /Jahr)</i>
Total C-Sequestrierung (alpine):	-5'400 kg CO₂ eq. /Jahr

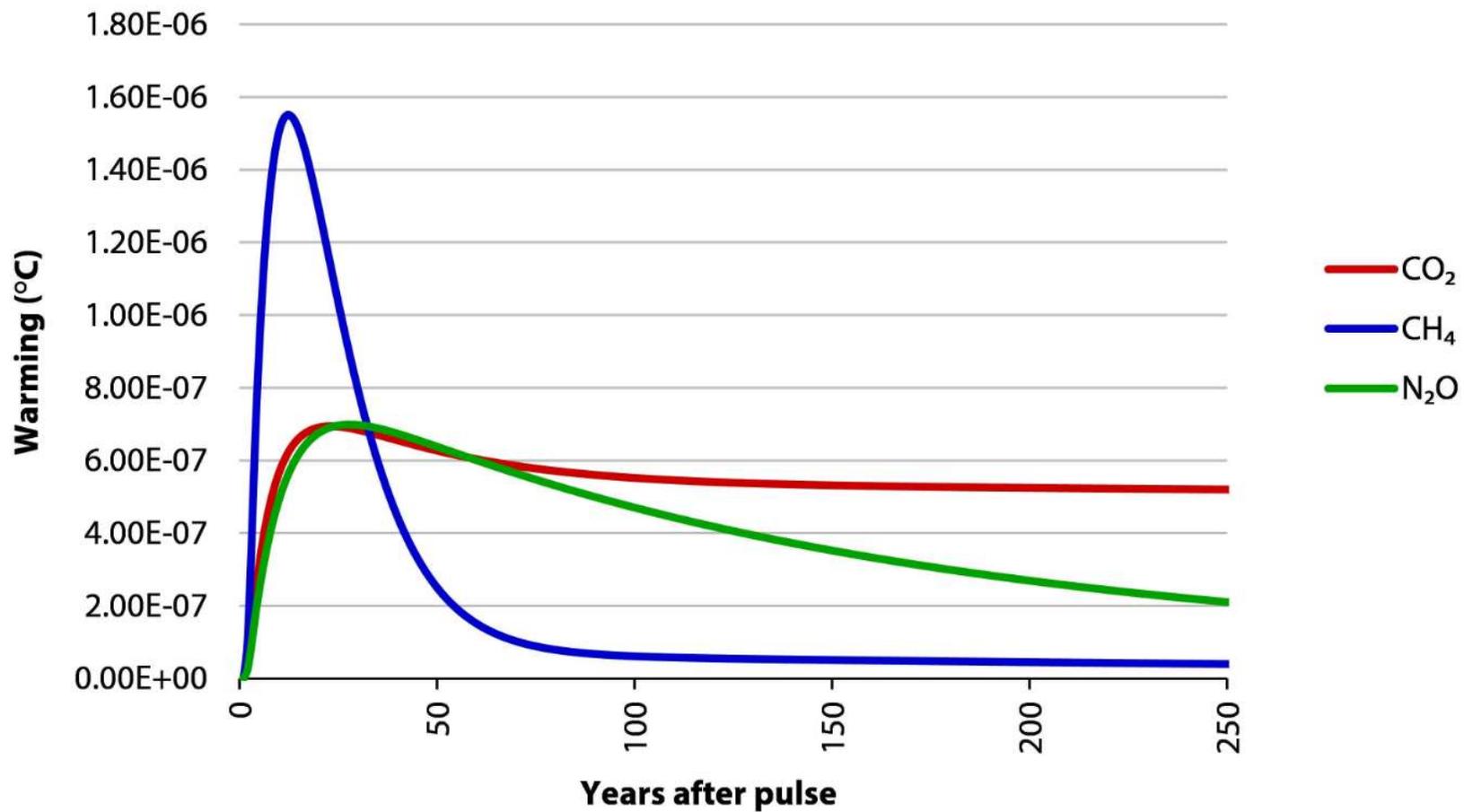
Netto-Emissionen: ca. 3'100 kg CO₂ eq. /Jahr

Dies sind Schätzungen aufgrund von folgenden Literaturangaben:

- Bühlmann, T., Hiltbrunner, E., Körner, C., 2014: *Alnus viridis* expansion contributes to excess reactive nitrogen release, reduces biodiversity and constrains forest succession in the Alps; *Alp Botany* 124; 187-191
- Hülsbergen, H.-J.; Rahmann G. (Hrsg.), 2015. Klimawirkungen und Nachhaltigkeit ökologischer und konventioneller Betriebssysteme – Untersuchungen in einem Netzwerk von Pilotbetrieben. Forschungsergebnisse 2013–2014. Braunschweig: Johann-Heinrich-von-Thünen-Institut, 175 p, Thünen Rep 29, doi:10.3220 / REP_29_2015
- Chagunda M., Løvendahl P. (editors), 2019: Quantification and Mitigation Strategies to Reduce Greenhouse Gas Emissions from Livestock Production Systems, *Animals*, Special Issue: https://www.mdpi.com/journal/animals/special_issues
- <https://wp-prd.let.ethz.ch/WP0-CIPRF91243/chapter/1186/>

Wiederkäuer als CO₂-Quellen

- Von der enterischen Fermentation der Wiederkäuer in der Nutztierhaltung kommen ca. 14.5 % des «menschengemachten» Methan-Ausstosses: Das sind 50 Mio. t CH₄ pro Jahr (das ist gleich viel wie alle Fahr- und Flugzeuge zusammen (fossil); 4 x mehr als 1890).
- Von Wildwiederkäuern stammen zusätzlich ca. 6 Mio. t.
- Von Termiten stammen 20 Mio t CH₄ pro Jahr
- Weitere wichtige Methanquellen: Mülldeponien, Reisplantagen
- Lecks bei Gasbohrungen (fossil)
- Methan ist für die Hälfte der Klimaerwärmung von 1 °C seit Industriebeginn verantwortlich



Global warming response to a one-off pulse emission of 1 Mt CO₂-equivalent of CO₂, CH₄ or N₂O, as defined using the 100-year Global Warming potential. Response functions and emission metric values as in the IPCC 5th Assessment Report (excluding climate-carbon-cycle feedbacks). (Lynch et al., 2020, University of Oxford; reproduced from the UK Committee on Climate Change Report «Land use: Policies for a Net Zero UK»)

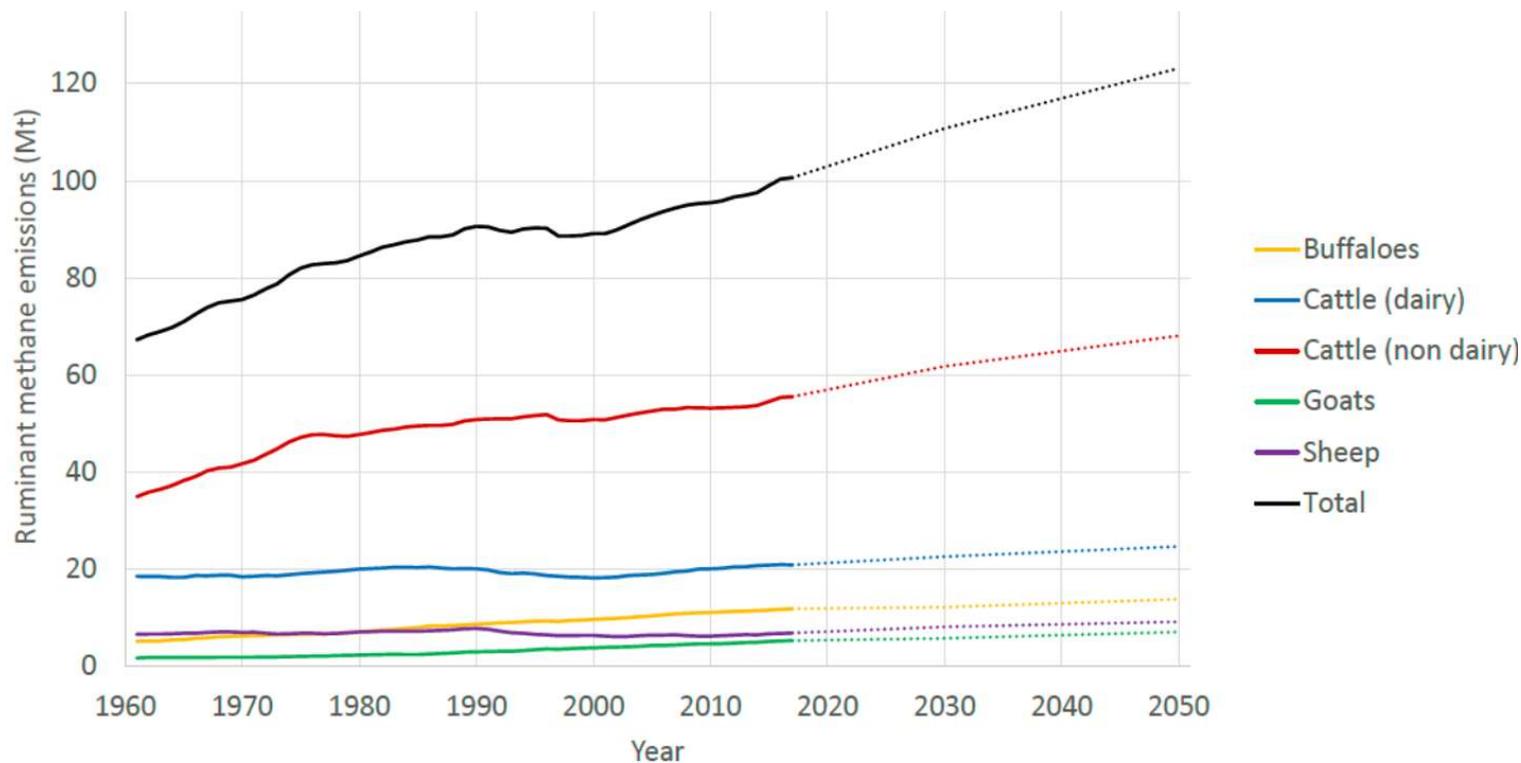
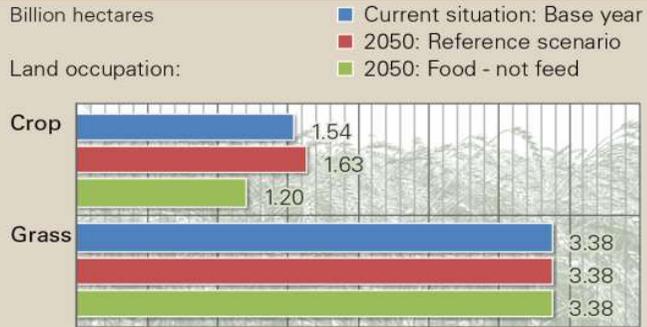


Figure 2. Trends and projections in methane emissions (from both enteric fermentation and manures) for major ruminant livestock. Data

Source: Lynch, J., Garnett, T., Persson, M., Röös, E. & Reisinger, A. (2020). Methane and the sustainability of ruminant livestock (Foodsource: building blocks). Food Climate Research Network, University of Oxford.

Land use



Diets

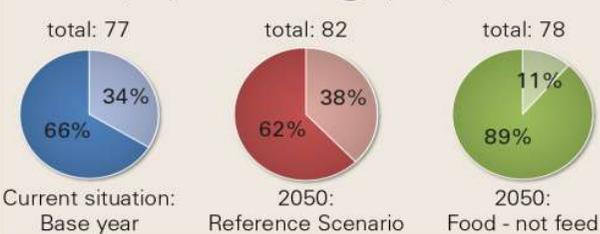
Energy intake

Kcal/cap/day



Protein intake

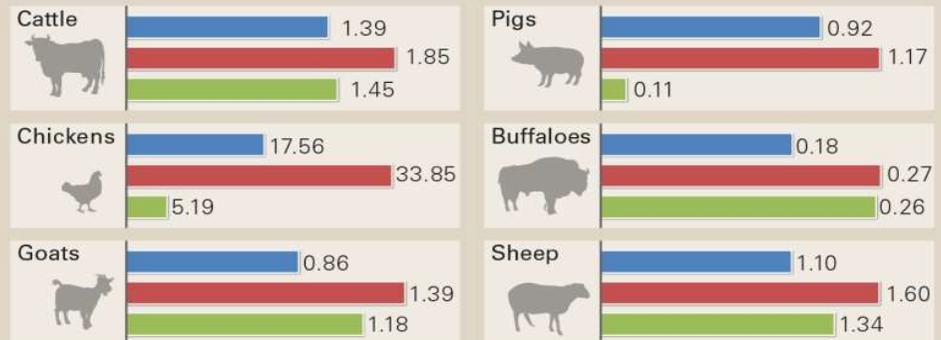
G Protein/cap/day



Livestock

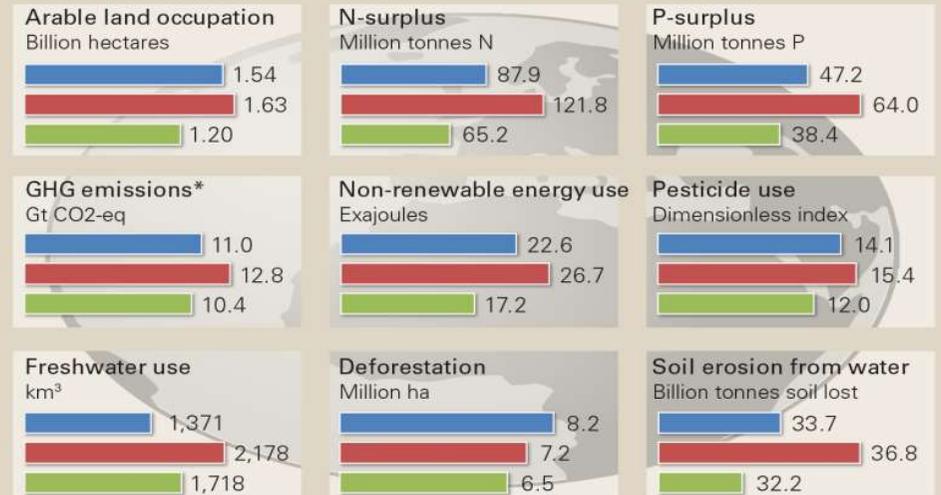
Billion animals

- Current situation: Base year
- 2050: Reference Scenario
- 2050: Food - not feed



Environment

- Current situation: Base year
- 2050: Reference Scenario
- 2050: Food - not feed



* GHG emissions include emissions from input provision, deforestation and organic soils.

Ideal



■ Tierhaltung ist bodengebunden, Pflanzenbau ist tiergebunden:

- Nährstoffkreisläufe sind regional geschlossen
- Tierhaltung ist artgerecht und standortgerecht und die Mensch-Tier-Beziehung ist gut
- Wiederkäuer nutzen Grasland und erzeugen viele hochwertige Nahrungsmittel
- Schweine und Geflügel verwerten Abfälle und erzeugen viele hochwertige Nahrungsmittel
- Menschen ernähren sich ausgewogen, gesund

Kriterien der Nachhaltigkeit in der Nutztierhaltung: alle sind zu berücksichtigen

- Gesundheit der Menschen
- Tierwohl
- Ressourcen
 - Landnutzung (u. Landnutzungsänderung)
 - Flächenverbrauch
 - Wasserverbrauch
- Emissionen
 - Klimagasemissionen
 - Wasserverschmutzung (N/P), Nährstoffkreislaufstörung
- Biodiversität (bzw. Biodiversitätsverlust)
- Kohlenstofffixierung (oder –verlust)

Nach: Broom, D. M., 2021: A Method for assessing sustainability, with beef production as an example. *Biological Reviews*, 96, 1836-1853

Systemvergleich Hohenrain (Agroscope, 2011)

2 Milchviehherden auf dem gleichen Betrieb wurden über 3 Jahre verglichen: eine Vollweideherde und eine Stallherde mit Hochleistungsstrategie

Kriterium	Vollweidestrategie	Hochleistungsstrategie
Fläche	13 ha	13 ha
Rassen	BV und SF	BV und HF
Milchleistung	5'900 kg/ Laktation	9'350 kg/ Laktation
Sommerfütterung	Weide	TMR Gras-/Maissilage
Winterfütterung	Heu / Emd	TMR Gras-/Maissilage
Kraftfutter	1 kg/ Tier u. Laktationstag	4 kg/ Tier u. Laktationstag
Befruchtung	Stier läuft mit	KB
Tierhaltung	Im Sommer nur Weide, im Winter Laufstall	Sommer und Winter Laufstall, im Sommer «Siestaweide»

Ergebnisse des Systemvergleichs bezüglich Umweltwirkungen (gemessen pro kg ECM)

Parameter	Vollweidestrategie	Hochleistungsstrategie
Energiebedarf	100%	100%
Eutrophierung	68%	100%
Ökotoxizität	50%	100%
Ressourcenbedarf K	15%	100%
Ressourcenbedarf P	45%	100%
Flächenbedarf	143%	100%
Abholzung	15%	100%
Treibhauspotenzial	123%	100%
Ozonbildungspotenzial	120%	100%
Biodiversitätspunkte	7.56 Punkte	5.37 Punkte

Ergebnisse des Systemvergleichs bezüglich Tiergesundheit

Parameter	Vollweidestrategie	Hochleistungsstrategie
Anteil Proben mit Zellzahlen > 200'000	13.5%	15.7%
Anteil Proben mit ZZ 100'000 - 200'000	18.6%	22.4%
Anteil Proben mit Zellzahlen < 100'000	67.9%	61.9%
Besamungsindex	1.53	2.01
Zwischenkalbezeit Tage	373	405
Tierarztkosten/ Kuh und Jahr CHF	272	467

Ergebnisse des Systemvergleichs bezüglich Wirtschaftlichkeit

Parameter	Vollweidestrategie	Hochleistungsstrategie
Direktkosten Futterproduktion/ 100 kg Milch (CHF)	3.80	3.90
Direktkosten Tiere/ 100 kg Milch (CHF)	26.70	30.40
Fremdkosten/ 100 kg Milch (CHF)	69.60	77.20
Strukturkosten eigen/ 100 kg Milch (CHF)	42.00	40.00
Arbeitszeitaufwand (Akh/Jahr)	2268	2553
Arbeitsverdienst (CHF/h)	13.20	7.90

Quelle: Agrarforschung 9/2011

Siehe auch: Gazzarin, C., Haas, T., Hofstetter, P., Höltschi, M., 2018: Milchproduktion: Frischgras mit wenig Kraftfutter zahlt sich aus; Agrarforschung Schweiz 9 (5), 148-155

**Ergebnisse des Systemvergleichs bezüglich
Lebensmittelkonvertierungseffizienz (LKE) =
Lebensmittelanteil am Output (Milch und Kalbfleisch)/
Lebensmittelanteil am Input (Futtermittel)**

Parameter	Vollweidestrategie	Hochleistungsstrategie
Summe Input (GJ)	77	333
Summe Input (kg Prot.)	513	2713
Summe Output (GJ)	509	624
Summe Output (kg Prot.)	5746	6902
LKE (Energie)	6.6	1.9
LKE (Protein)	11.2	2.5
LKE inkl. Proteinqualität	26.2	4.4

Vergleich verschiedener Milchviehtypen

Tab. 3 | Output des Modells in Szenario 2 mit konstanter Milch- und Fleischproduktion (M 6 = Milchkuh mit 6000 kg Milch/Jahr, M 7,1 = 7100 kg Milch/Jahr, M 8,5 = 8500 kg Milch/Jahr, M 10 = 10 000 kg Milch/Jahr, M 10s = M 10 mit Einsatz von gesextem Sperma und Mastrassenkreuzungen, MuKu = Mutterkuh, THGE = Treibhausgasemissionen)

	M 6	0,85 M 7,1 + 0,26 MuKu	0,71 M 8,5 + 0,47 MuKu	0,60 M 10 + 0,56 MuKu	0,60 M 10s + 0,42 MuKu
Milchproduktion (kg/Jahr)	5760	5760	5760	5760	5760
Fleischproduktion (kg/Jahr)	243	243	243	243	243
total THGE (kg CO ₂ eq/Jahr)	9226	9719	9717	9443	8787
enterische Fermentation	4980	5143	5056	4915	4638
übrige primäre Emissionen	3053	3246	3279	3169	2948
sekundäre Emissionen	1193	1330	1382	1359	1201

Quelle: Probst et al., 2019; Agrarforschung 10 (11-12); 440-445



Zusammenfassung

- Wiederkäuer umfassend anschauen, nicht nur den Methanausstoss durch die enterische Fermentation: Haltung, Fütterung, Mistlagerung spielen eine grosse Rolle für die Emissionen: Viel Weidegang, wenig Ackerfutter, ausgewogene, gute Grünlandnutzung sind wichtig.
- Auch andere Umweltaspekte sind wichtig: Tiergesundheit, Tierwohl, Menschengesundheit, Biodiversität, Energieverbrauch, Wasser, Boden...
- Methan von Wiederkäuern anders berechnen als Methan aus fossilen Brennstoffen, da es immer gleich bleibt, wenn die Tierzahl gleich bleibt (aus Fossilien nimmt es hingegen zu).
- Die Ernährung der Menschen einbeziehen: es ist nicht möglich, auf das Grasland für unsere Ernährung zu verzichten. Die Wiederkäuer spielen hier eine sehr wichtige Rolle.