

# Nutztiere im Spannungsfeld zwischen Nahrungskonkurrenz, Emissionen und Stabilisierung der Kreislaufwirtschaft

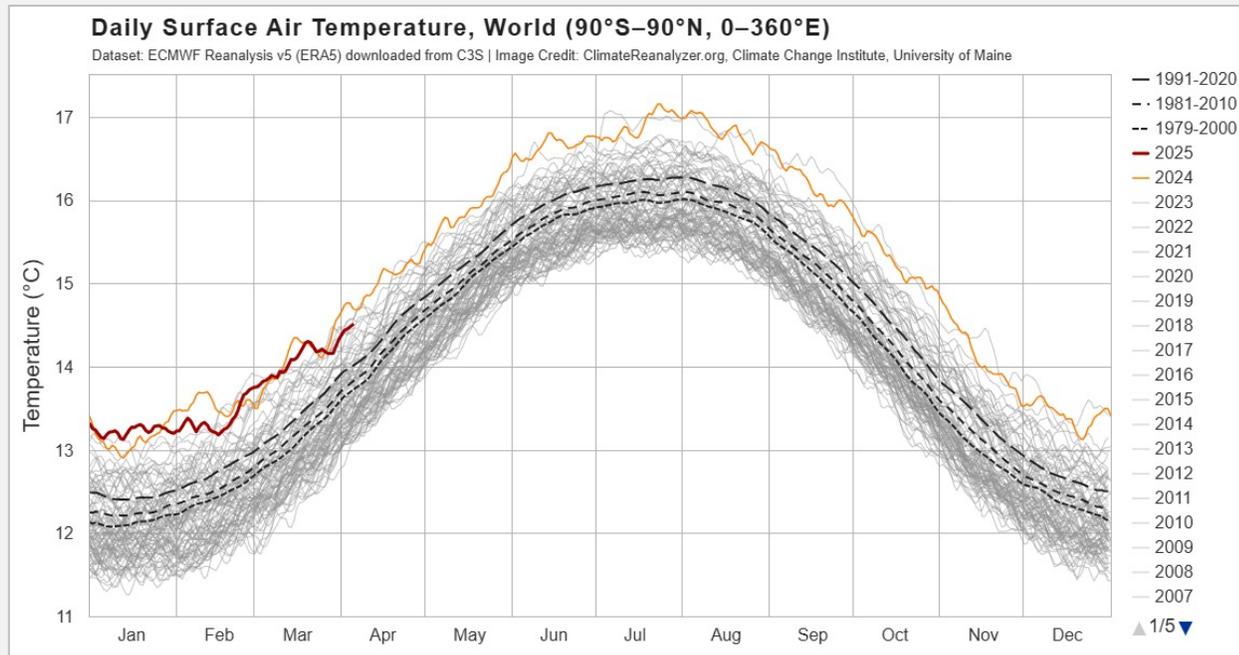


W. Windisch  
TUM School of Life Sciences  
Technische Universität München

# Landwirtschaft und Nutztiere in der Zwickmühle

## Climate Reanalyzer Climate Change Institute | University of Maine

[https://climatoreanalyzer.org/clim/sst\\_daily/](https://climatoreanalyzer.org/clim/sst_daily/) Abruf am 11.04.2025



## Globale anthropogene CO<sub>2</sub>eq:

30 % Ernährungssystem bis zum Konsum  
20 % Landwirtschaft (Österreich 11 %)  
12 % Nutztiere (Österreich 7 %)

## Reduktionsziele für CO<sub>2</sub>eq:

FAO: -50 % bis 2050

EU: -30 % (2030), net zero (2050)

## Ernährungssicherung:

der Bedarf von Protein wächst dramatisch,  
wir brauchen noch mehr Tierproduktion,  
die „Alternativen“ reichen nicht

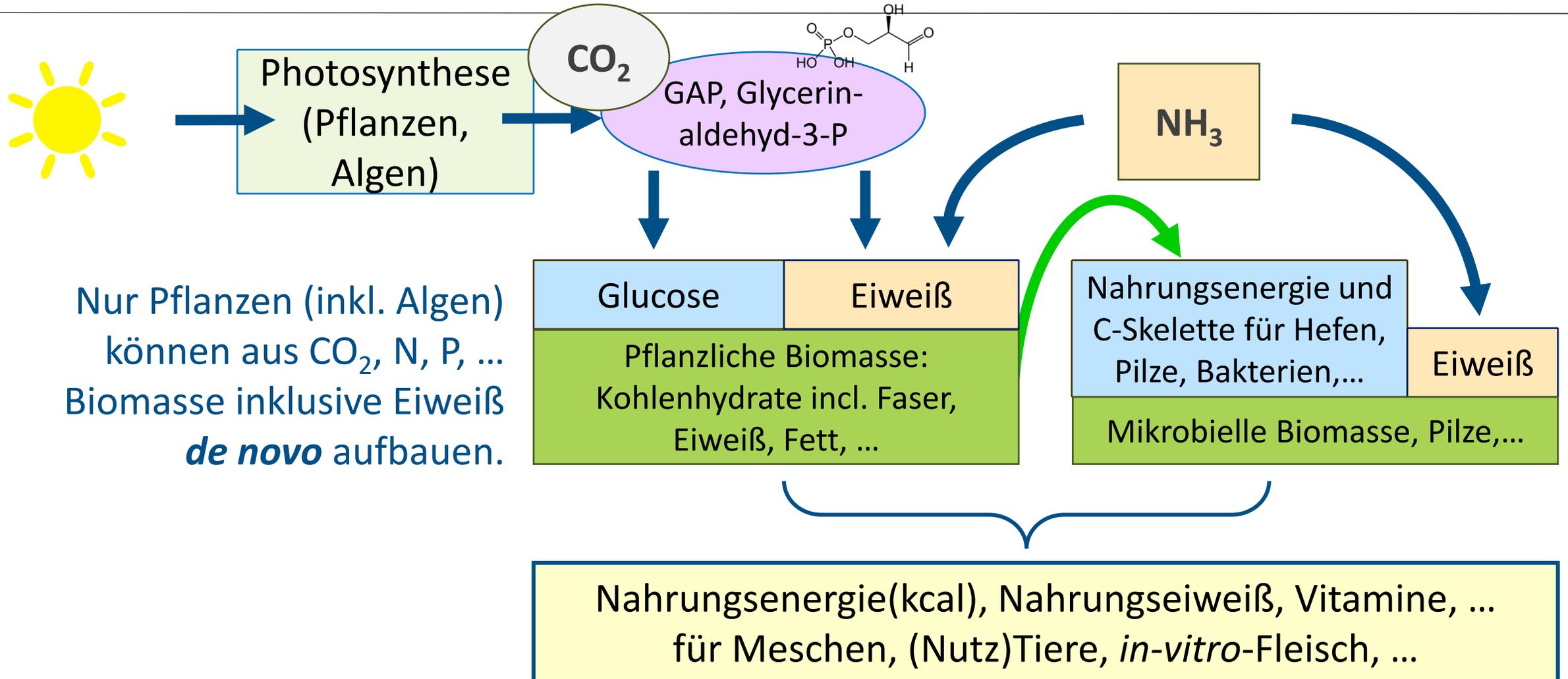
(FAO 2023)

**1**

**Ernährungssysteme beruhen vollständig  
auf pflanzlicher Biomasse.**

**Diese wird knapp.**

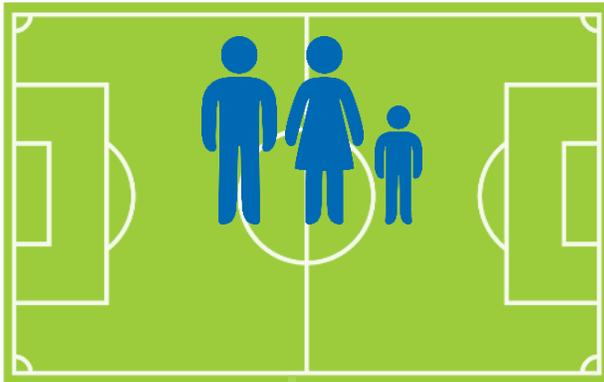
# Alle Lebewesen außer Pflanzen müssen mit Biomasse gefüttert werden



# Pflanzliche Biomasse wächst auf Nutzflächen; diese haben **planetare Grenzen** und werden knapp

## Weltweit verfügbare Ackerfläche je Mensch

**4 Mrd.** Menschen  
3.800 m<sup>2</sup> pro Person



1970

**8 Mrd.** Menschen  
1.800 m<sup>2</sup> pro Person



2025

**10 Mrd.** Menschen  
1.400 m<sup>2</sup> pro Person



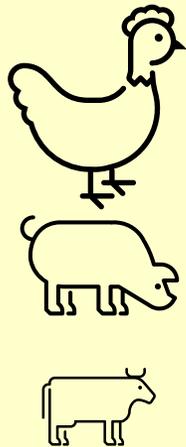
2050

# Historische Überschüsse an Getreide, Mais, Soja... erzeugten das System der „Tierischen Veredelung“

Große Erfolge im Pflanzenbau erzeugten Überschüsse an Getreide, Mais, Soja, ... Die hohe Verfügbarkeit hochwertiger Futtermittel wurde durch Zugewinn an Nutzflächen (Entwaldung) weiter stabilisiert.

## Lineare Veredelungswirtschaft

maximale Futtermittelverwertung



1970

Auf 40 % der weltweiten Ackerfläche werden derzeit Futtermittel für Nutztiere angebaut (Mottet et al. 2018).

Nutztiere werden Nahrungskonkurrenten des Menschen. Die Bereitstellung der Futtermittel ist mit hohen Emissionen und einem hohen Verbrauch an Ressourcen gekoppelt (Land, Wasser, Energie, ...).

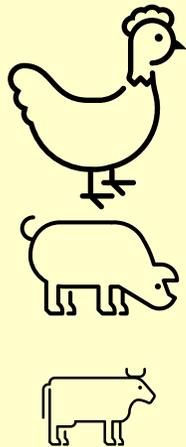
Ist das zukunftsfähig?

# Biomasse: vom Überschuss zum knappen Gut

Große Erfolge im Pflanzenbau erzeugten Überschüsse an Getreide, Mais, Soja, ... Die hohe Verfügbarkeit hochwertiger Futtermittel wurde durch Zugewinn an Nutzflächen (Entwaldung) weiter stabilisiert.

## Lineare Veredelungswirtschaft

maximale Futterverwertung



1970

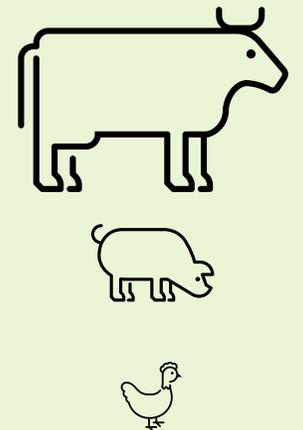
Das globale Bevölkerungswachstum verzehrt die Überschüsse aus dem Pflanzenbau. Nutzflächen und hochwertige Futtermittel werden knapp. Biomasse wird zu einer wertvollen Ressource.

## Kreislaufwirtschaft

minimale Nahrungskonkurrenz



2050



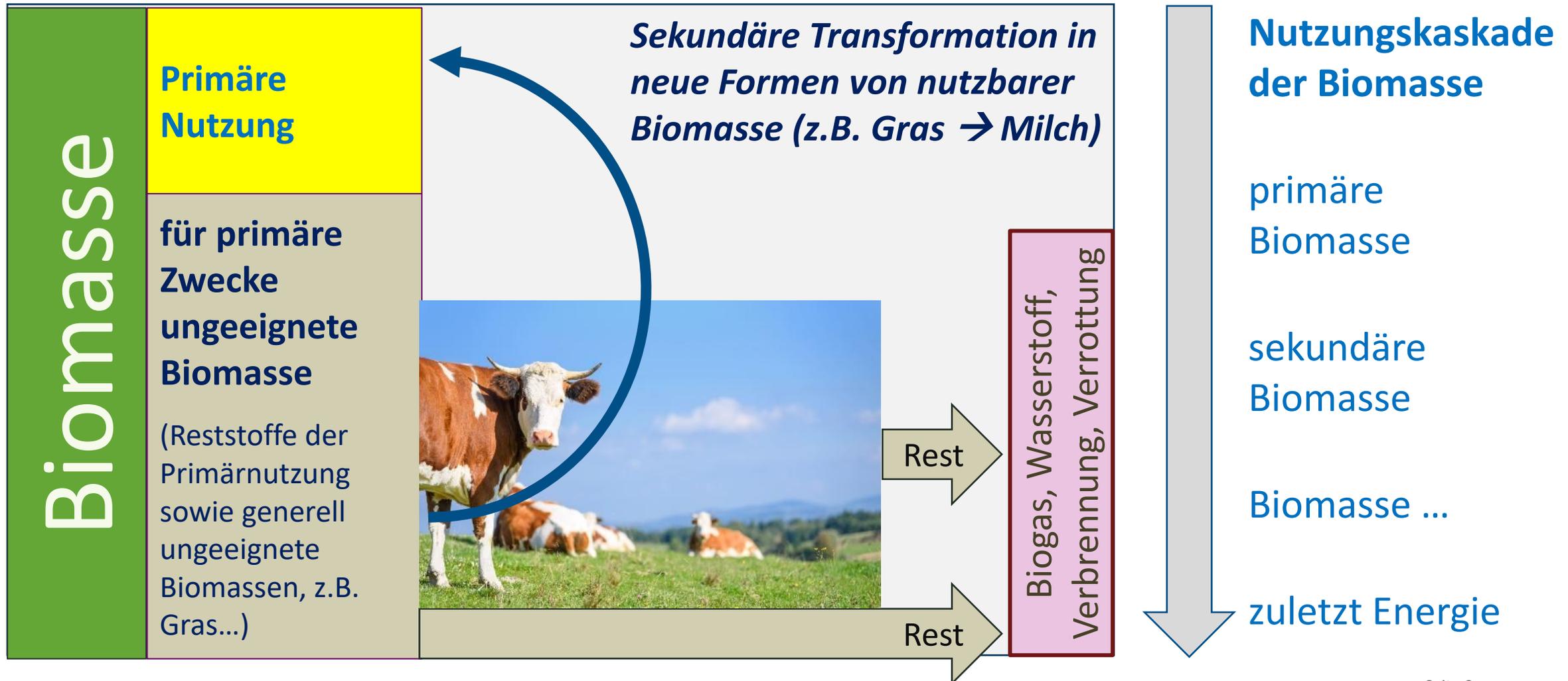
# 2

**Wir müssen Prioritäten setzen!**

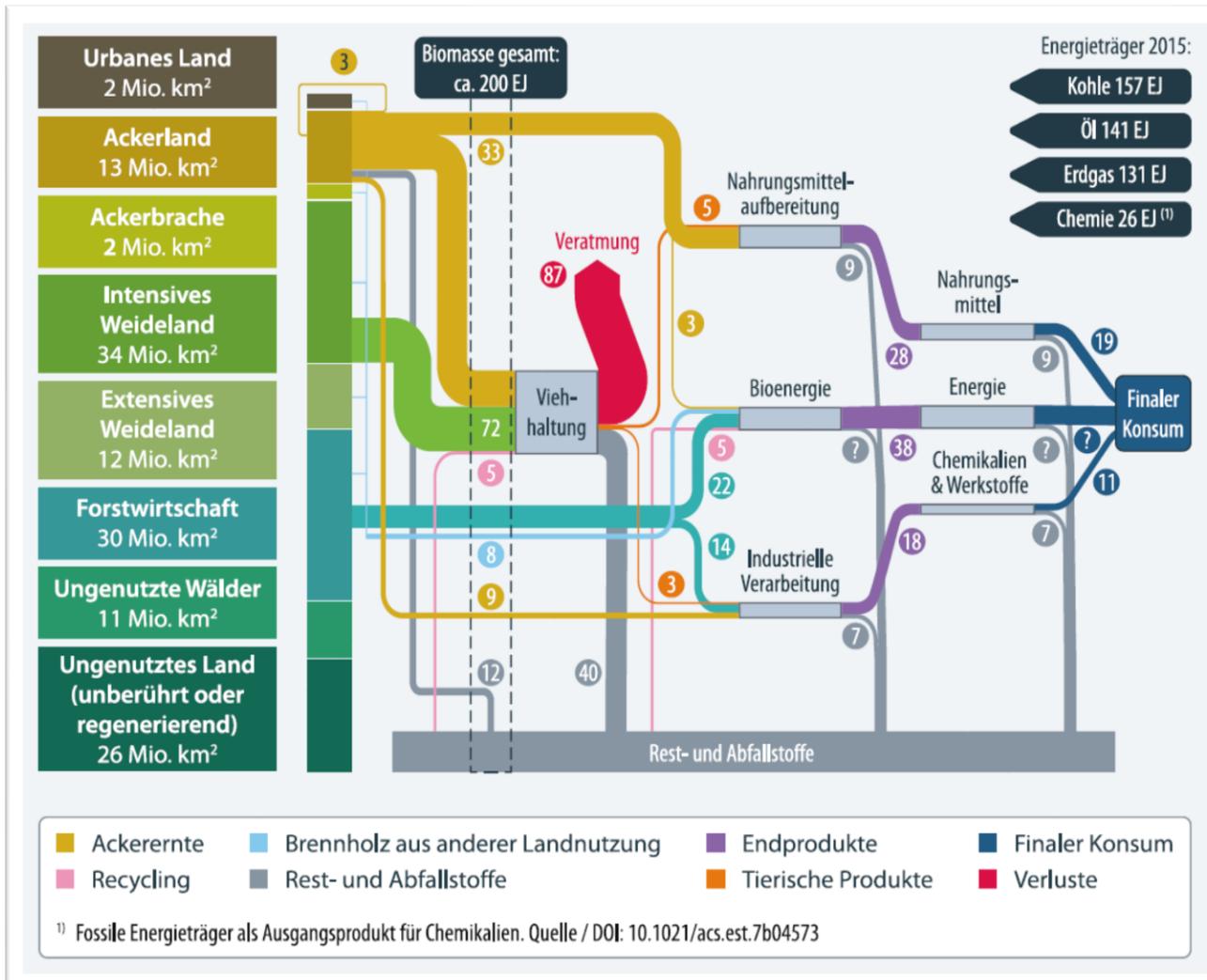
**Die Nutzungskaskade der Biomasse lautet**

***Teller > Trog > Tank***

# Das Alleinstellungsmerkmal der Biomasse ist ihre hohe Funktionalität (Nahrung, techn. Funktionsstoffe)



# Weltweit nutzbare Biomasse, ausgedrückt als Brennwert (Exajoule/Jahr) ( $10^{15}$ J/a) (aus Thrän et al. 2020)

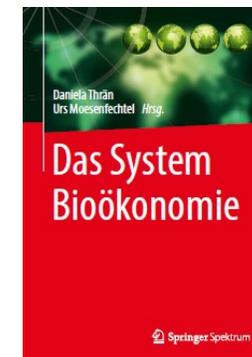


**Brennwerte in EJ/Jahr**

Biomasse: 200

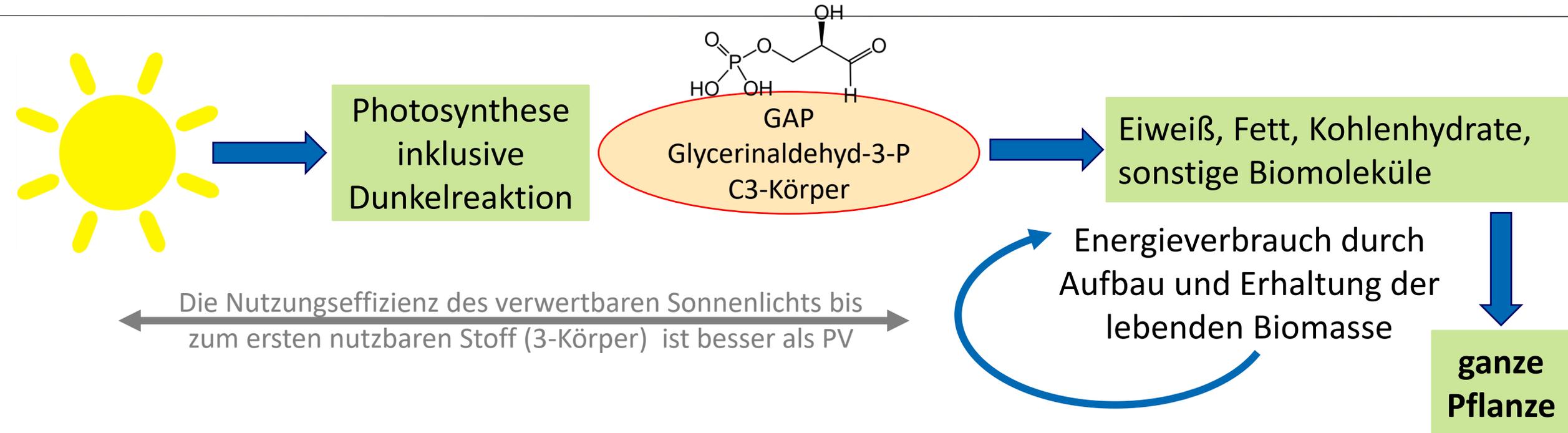
Fossile Energiequellen: 455

Die global geerntete Biomasse könnte nur die Hälfte des aktuellen Bedarfs an Energie ersetzen.



Thrän, D., Moesenfechtel, U. (Hrsg.; 2020) Das System Bioökonomie. Springer Spektrum, Springer-Verlag GmbH Deutschland, 390 S.

# Die Energiegewinnung aus Biomasse ist ineffizient

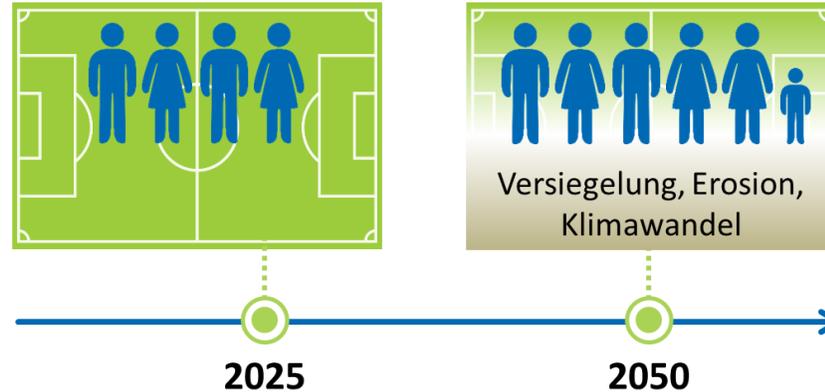


**Der Brennwert der geernteten Biomasse speichert im Mittel nur 1 - 3 % der eingestrahlten Sonnenenergie.**



Par Arnaldo Zitti (user Homer) — Photographie personnelle, CC BY 2.5, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1223670>

# Biomasse wird knapp, in Zukunft müssen wir priorisieren!



## **Teller:**

Die Gewinnung von pflanzlicher Nahrung hat Vorrang.

## **Trog:**

Nutztiere bekommen nur noch nicht-essbare Biomasse.

## **Tank:**

Am Ende der Biomasse-Nutzung steht die Energiegewinnung.

# 3 Pflanzenbasierte Nahrung (Teller) erzeugt ein Vielfaches an nicht-essbarer Biomasse (Trog)

# Ackerland liefert überwiegend nicht-essbare Biomasse

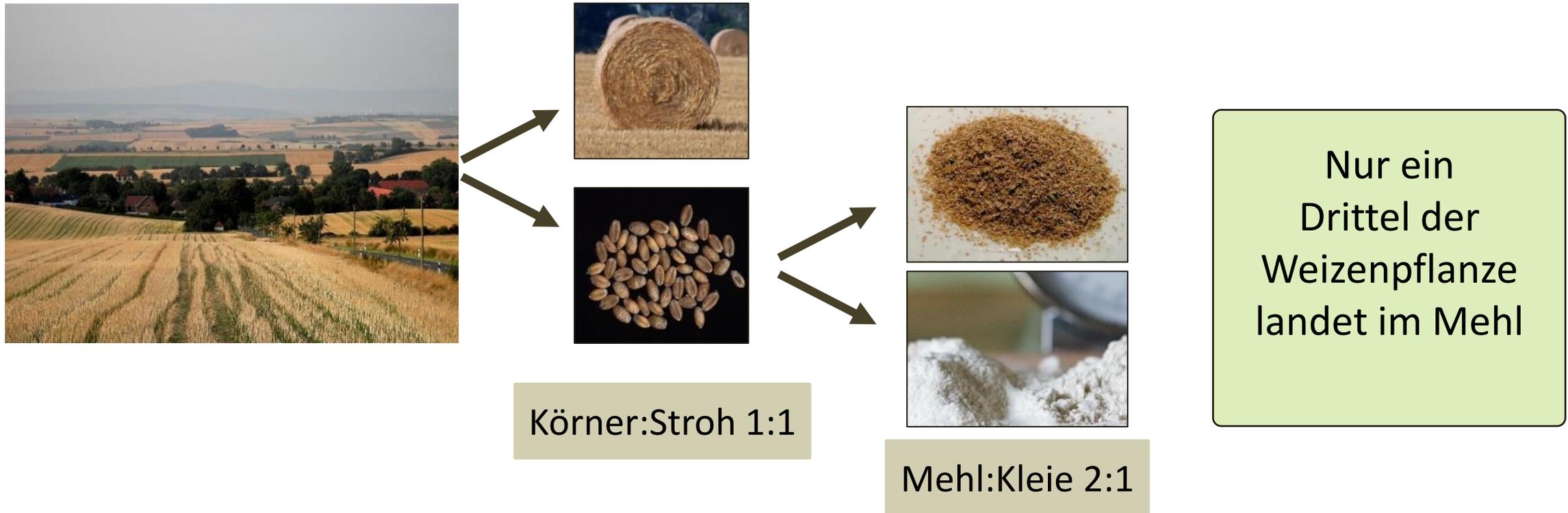


Foto oben links von Elmschrat bearbeitet von VH-Halle - Eigenes Werk, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=11032439>

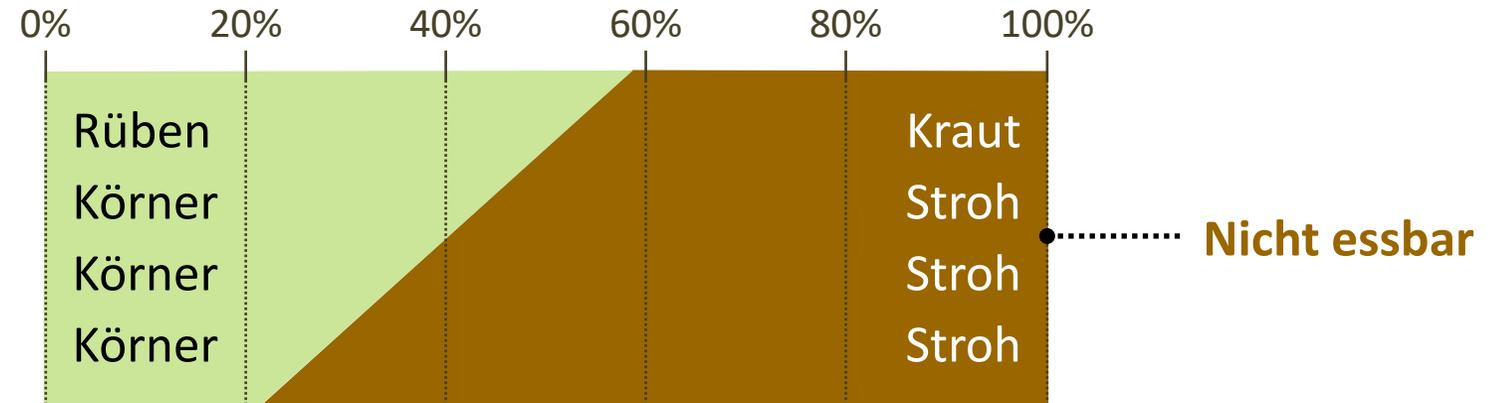
Bild Weizenkörner: Gemeinfrei, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2226027>

Bild Mehl: Von Mudd1 - Eigenes Werk, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=19147085>

Bild Kleie: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=545348>

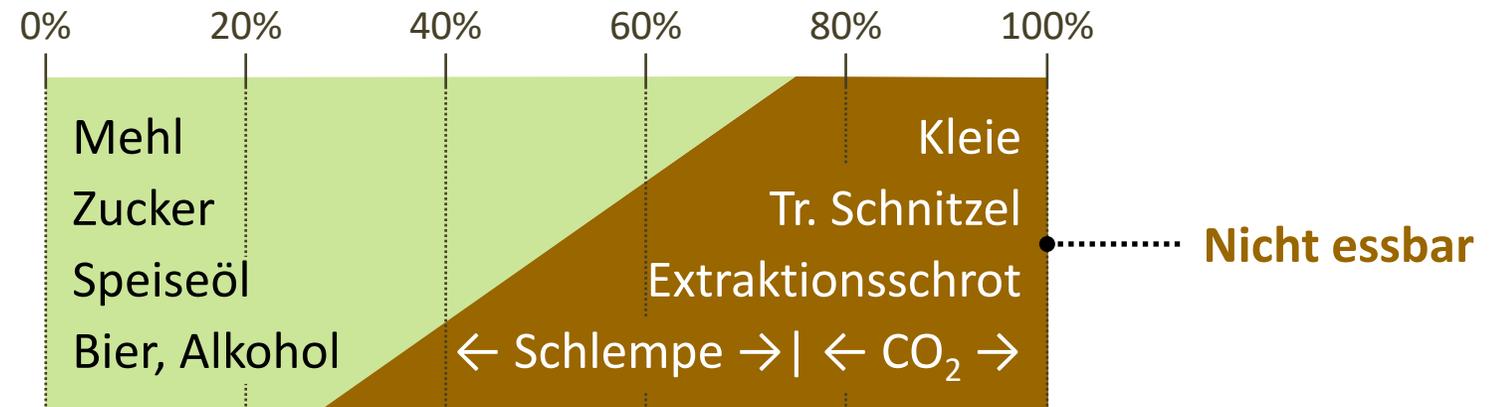
# Koppelprodukte & Nebenprodukte: große Mengen an nicht essbarer Biomasse

Zuckerrüben  
Getreide, Mais, Soja  
Raps, Bohnen, Erbsen  
Sonnenblumen



↓  
*Verarbeitung*

Müllerei (Getreide)  
Zuckerfabrikation  
Ölmühle (Raps, Soja, ...)  
Brauerei, Brennerei



Quelle: Daten aus Vorndran et al. (2024)

# Grünland ist keine Konkurrenz zum Acker und erzeugt ausschließlich nicht-essbare Biomasse



Foto: ARGE Heumilch, eigenes Werk, mit freundlicher Genehmigung)

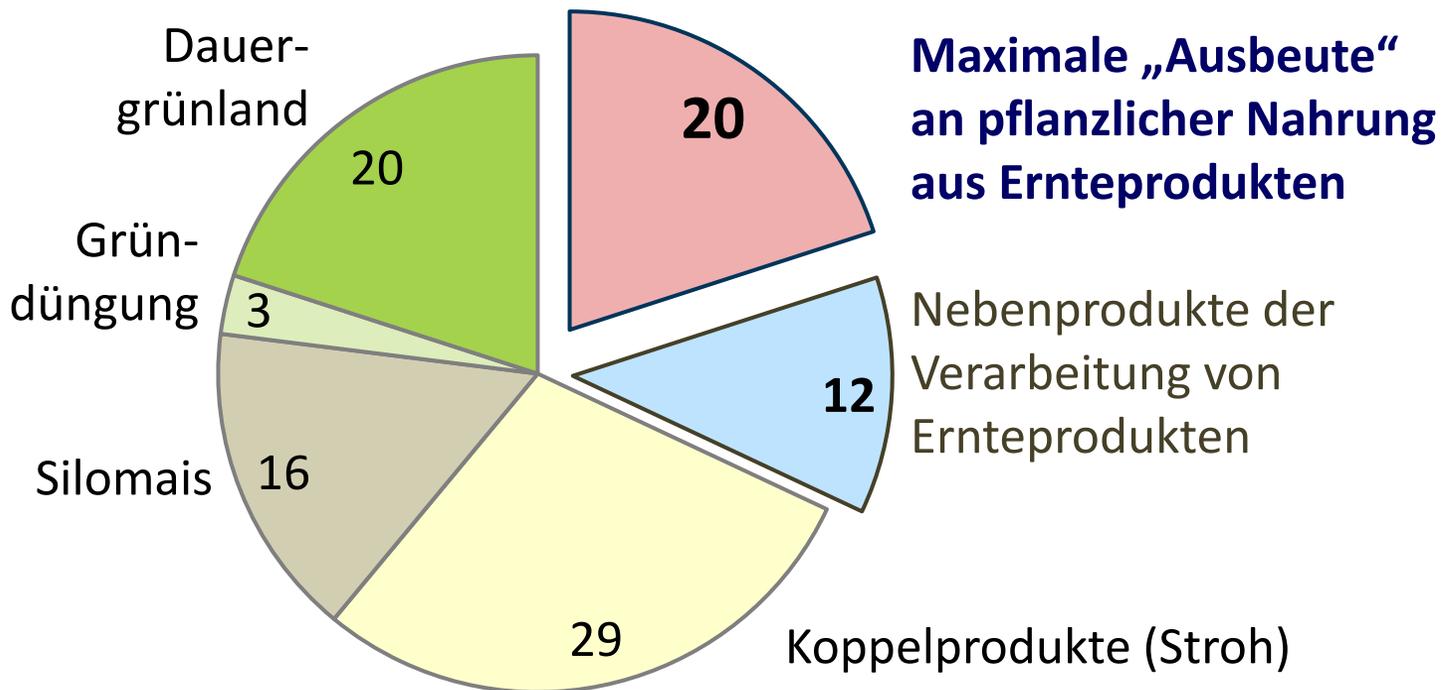
**Absolutes Grünland ist nicht ackerfähig:**  
(steil, uneben, steinig, nass, trocken, kalt, abgelegen, Überschwemmung...)

Anteil an der gesamten lw. Nutzfläche:

weltweit	etwa 70 %
Alpenraum	> 50 %
Deutschland	30 %

# Die Landwirtschaft erzeugt unvermeidlich große Mengen an nicht-essbarer Biomasse

Beispiel Deutschland: Verteilung der insgesamt geernteten Biomasse (120 Mio. Tonnen TM/Jahr) (%)



**1 kg pflanzliche Nahrung verursacht mindestens 4 kg nicht-essbare Biomasse.**

*Noch mehr nicht-essbare Biomasse unter praktischen Verhältnissen:*

- **Unvermeidbares Futtergetreide**
- **Fruchtfolge und Gründüngung (v.a. in der Bio-Landwirtschaft)**

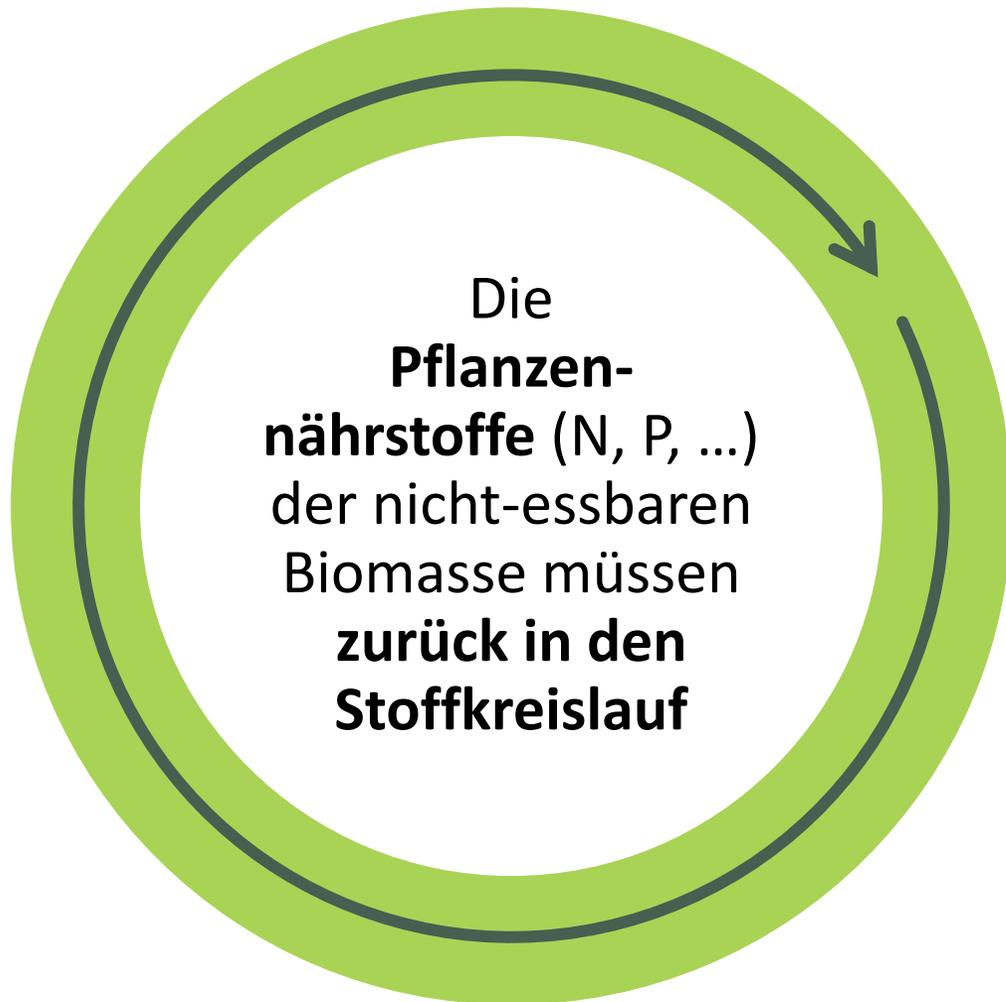
Daten aus Vorndran et al. (2024)

# 4

## **Kreislaufwirtschaft mit Nutztieren**

**= (wertvoller Dünger) + (zusätzliche Nahrung)**

# Biogasanlagen und Nutztiere sichern gleichermaßen eine hohe vegane Ernte...



- **Verrotten lassen, vegane Landwirtschaft?**  
Ineffizient, unkontrollierter Stoffabbau,  
geringe Düngerwirkung,  
geringe Ernte an veganer Nahrung
- **Biogas, Gärreste als Dünger?**  
Effizient, gezielt ausbringbar,  
hohe Düngerwirkung,  
hohe Ernte an veganer Nahrung
- **Tierfutter, Mist als Dünger?**  
Effizient, gezielt ausbringbar,  
hohe Düngerwirkung,  
hohe Ernte an veganer Nahrung

Relation der  
Erntemenge:

1

2

2

(Bryzinski 2020)

# ... aber nur die Nutztiere liefern zusätzliche Nahrung aus nicht-essbarer Biomasse



essbar

z.B. Brot  
100 g Eiweiß  
3000 kcal

Verhältnis mind. 1:4



Nicht essbar



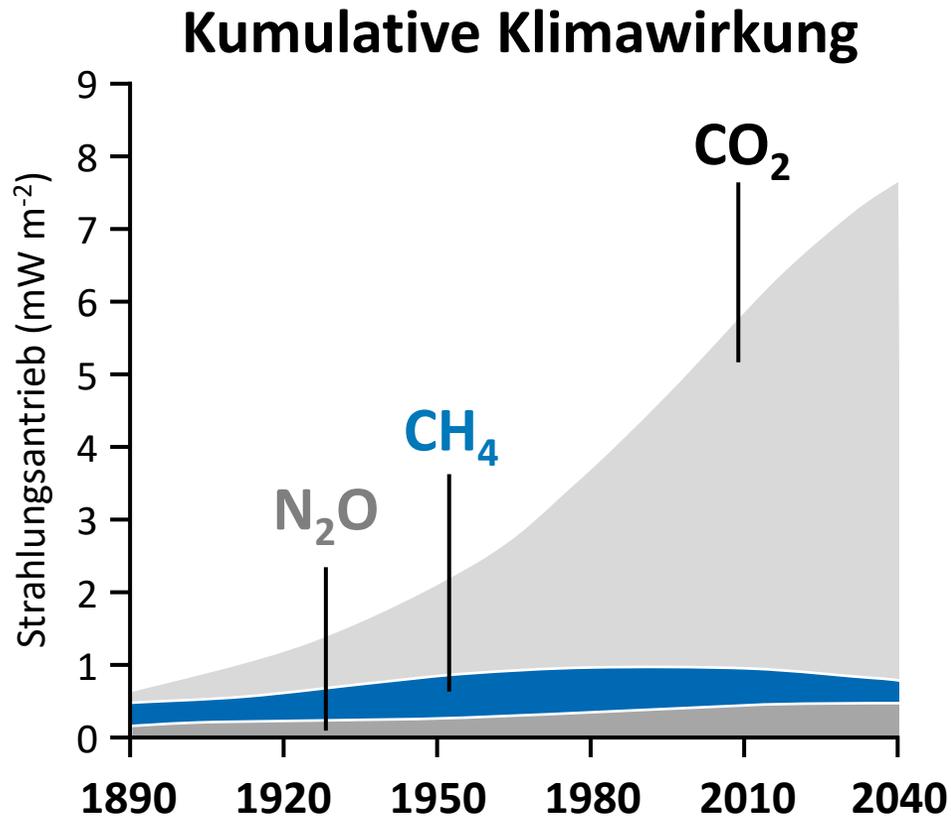
mind. 50% mehr Nahrung  
aus derselben Nutzfläche  
ohne Nahrungskonkurrenz

z.B. 3 kg Kuhmilch  
oder 0,5 kg Fleisch  
100 g Eiweiß  
1500 kcal



# ? KLIMA-KILLER KUH

## Unser lokales CH<sub>4</sub>-Problem wird massiv überschätzt



Quelle: Guggenberger et al. 2022, Österreich

Bei konstantem Bestand an Wiederkäuern ist die Klimawirkung der CH<sub>4</sub>-Emission gering (wegen des raschen Zerfalls von CH<sub>4</sub> in der Atmosphäre: Allen et al. 2018; Neu et al. 2022).

Deutschland: die Anzahl an Wiederkäuern und deren CH<sub>4</sub>-Emissionen ist unter das vorindustrielle Niveau gesunken (Kuhla und Viereck 2022).

Österreich: Der CO<sub>2</sub>-Fußabdruck von Milch/Rindfleisch wird um Faktor 2 überschätzt (Hörtenhuber et al. 2022).

Ziel des Klimaschutzes: Emission von CO<sub>2</sub> aus fossilen Quellen minimieren, CO<sub>2</sub>-Senken fördern (v.a. Grünland). Bestand an Wiederkäuern auf dem Niveau der Kreislaufwirtschaft konstant halten.

# 5

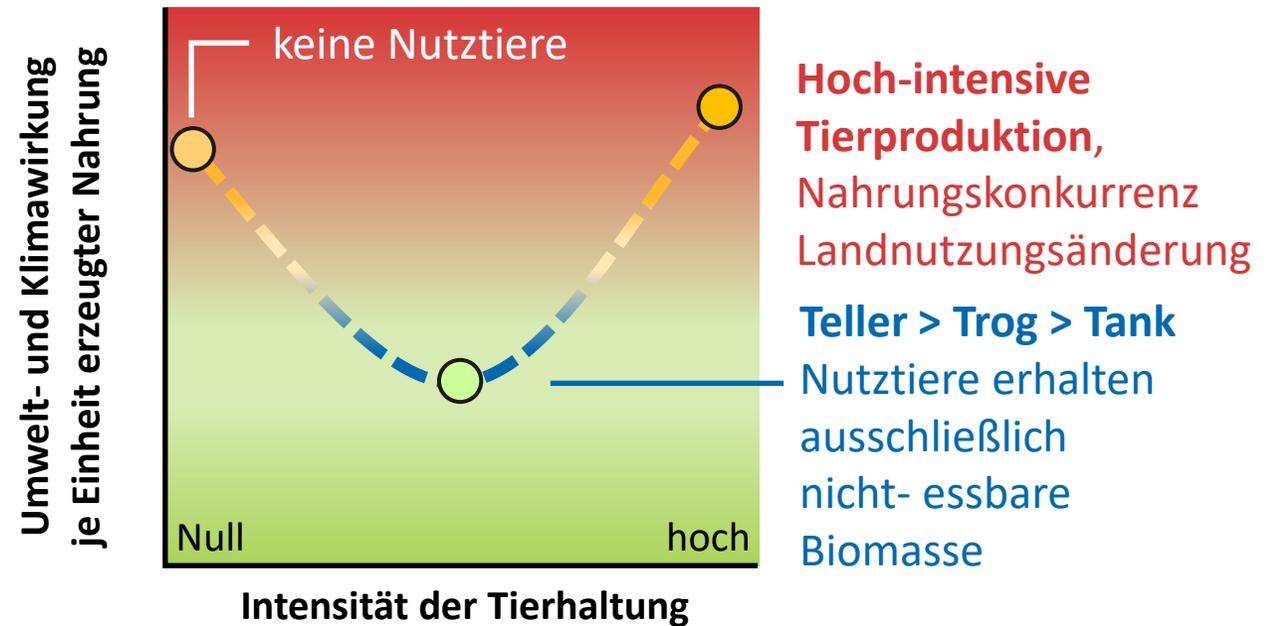
**Zu viel als auch zu wenig Nutztiere  
sind ein Schaden für Umwelt und Klima**

# Das Minimum der Umwelt- und Klimawirkung der Nahrungsproduktion benötigt Nutztiere

Die nicht-essbare Biomasse zerfällt und gibt dabei weitgehend dieselben Emissionen ab, egal ob durch Verrottung, Biogas, oder über Nutztiere. (CH<sub>4</sub> hat keine quantitative Bedeutung)

Der Verzicht auf die Verfütterung an Nutztiere vernichtet die dabei erzeugten Lebensmittel, ohne die Umwelt und das Klima nennenswert zu entlasten.

Ohne Nutztiere verbraucht die Ernährung von einem Menschen mehr Land, Wasser, Energie, Dünger, Pflanzenschutz, ...  
→ höhere Emissionen.



↓  
**Teller > Trog > Tank**  
**Kreislaufwirtschaft der nicht-essbaren Biomasse**

# Das Minimum der Umwelt- und Klimawirkung der Nahrungsproduktion benötigt Nutztiere

(Van Zanten et al. 2018)

Received: 18 December 2018 | Revised: 2 April 2018 | Accepted: 30 April 2018

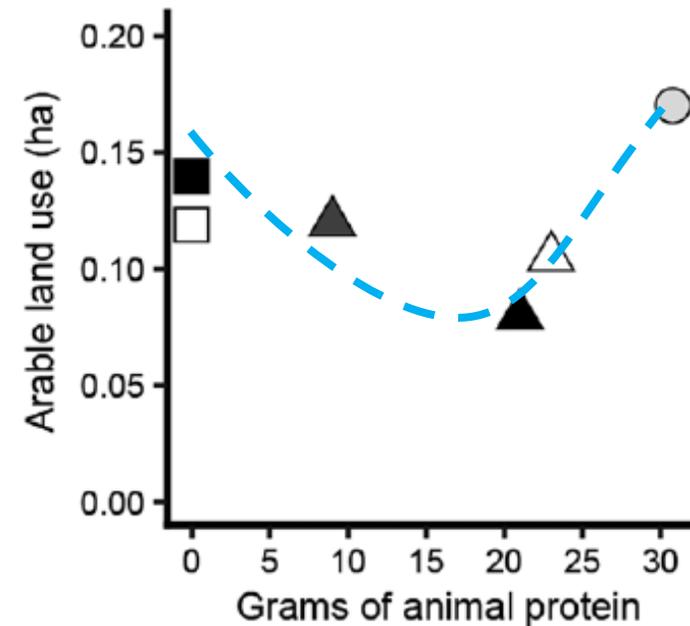
DOI: 10.1111/gcb.14321

RESEARCH REVIEW

WILEY Global

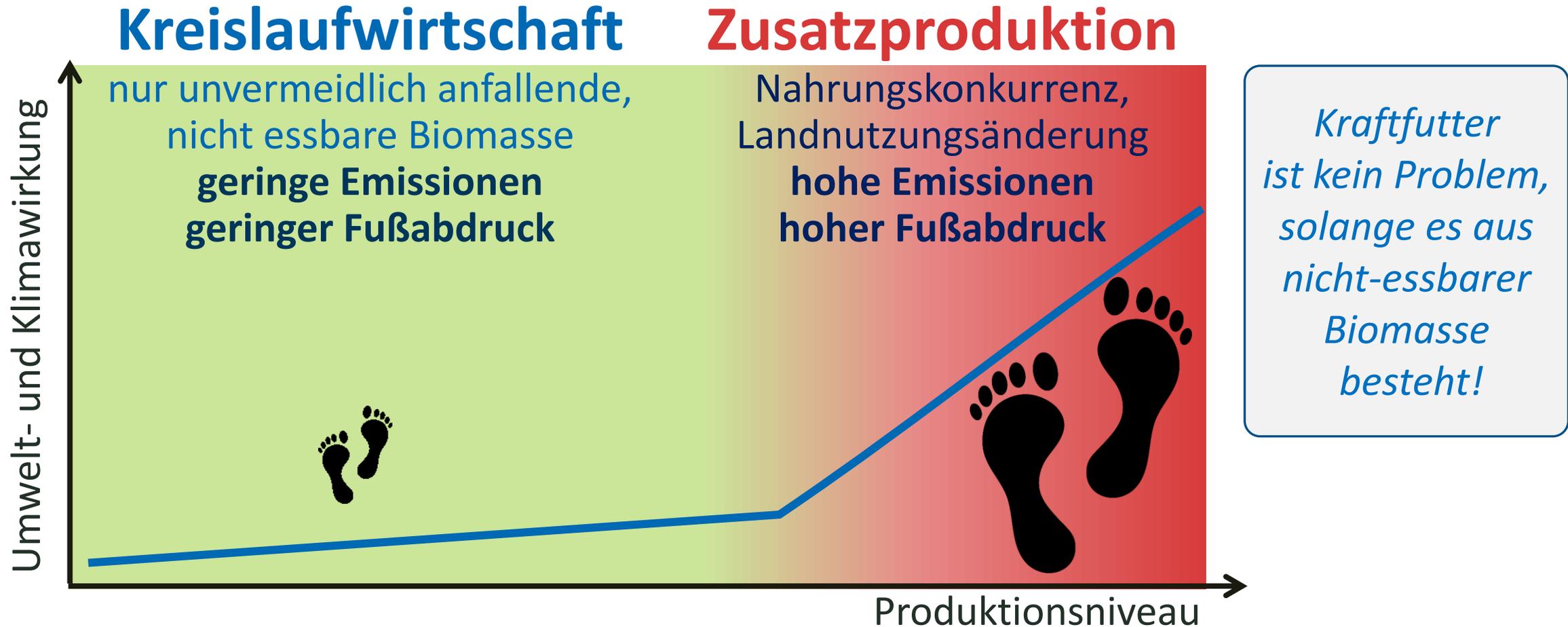
## Defining a land boundary for sustainable livestock consumption

Hannah H. E. Van Zanten<sup>1</sup>  | Mario Herrero<sup>2</sup> | Ollie Van Hal<sup>1</sup> | Elin Rööös<sup>3</sup>  
Adrian Muller<sup>4,5</sup> | Tara Garnett<sup>6</sup> | Pierre J. Gerber<sup>1,7</sup> | Christian Schader<sup>4</sup> |  
Imke J. M. De Boer<sup>1</sup>

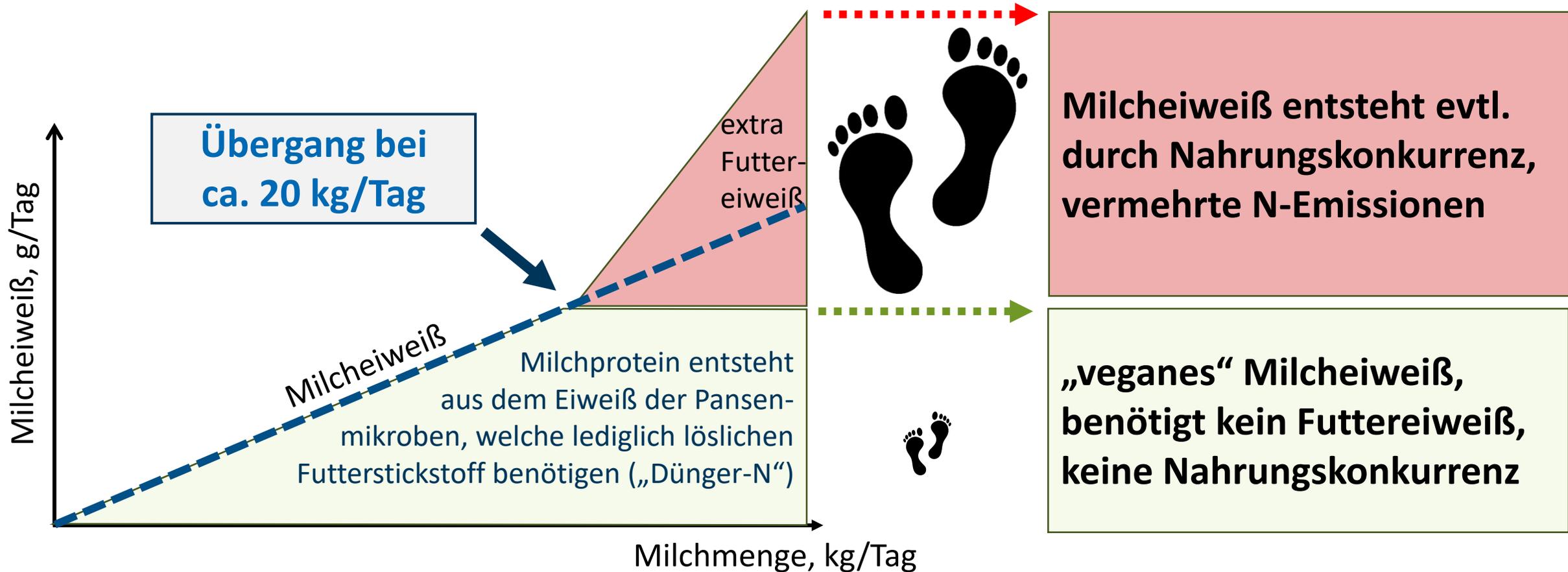


**Teller > Trog > Tank**

# Die Fußabdrücke tierischer Lebensmittel sind hoch variabel

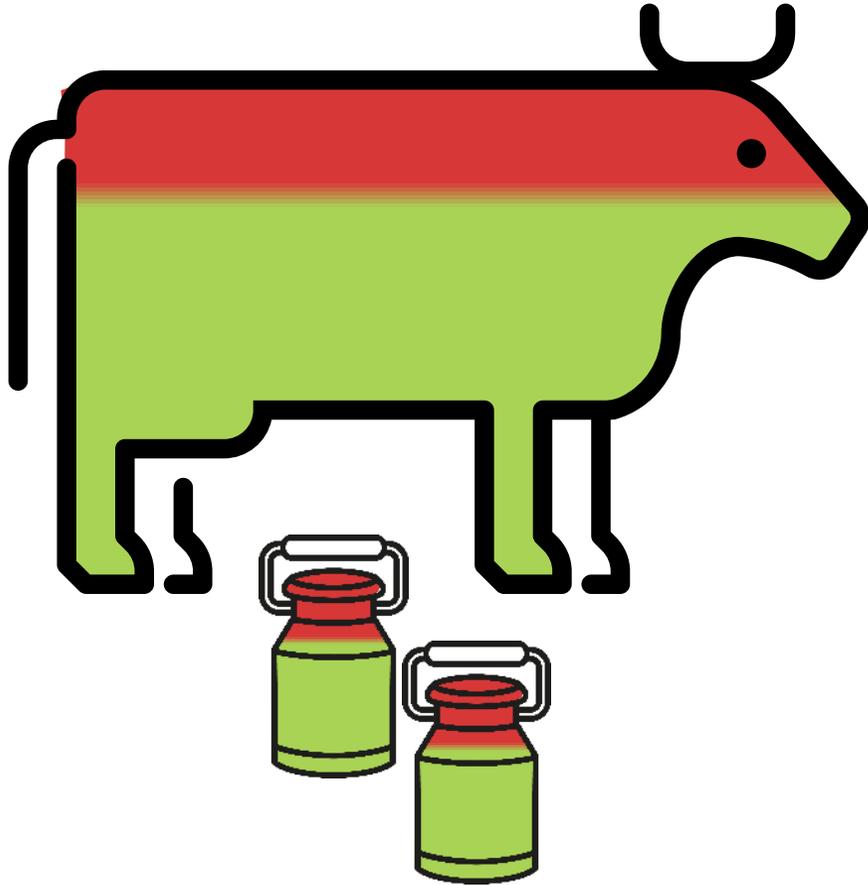


# z.B. Milchkühe: hohe Fußabdrücke entstehen erst bei höherer Leistung



# 6 **Effizienz** im Korsett der planetaren Grenzen bestimmt die zukünftige Tierproduktion

# Teller > Trog > Tank entlastet die Umwelt, limitiert aber die Produktivität



## Verzicht auf Nahrungskonkurrenz und Landnutzungsänderung (*Teller > Trog > Tank*)

- Deutlich geringere Emissionen
- Limitierung der Produktion durch geringere Futtermengen und niedrigere Qualitäten

### Wieviel von der aktuellen Produktion liefert derzeit die nicht-essbare Biomasse?

ca. 2/3 von Milch und Rindfleisch

ca. 1/2 von Schweinefleisch

ca. 1/10 von Geflügelprodukten

(Baur und Flückiger 2018, De Luca & Müller 2024)

# Die nicht-essbare Biomasse muss effizient verwertet werden

- 1. Futterwirtschaft optimieren, (Grob)Futterqualität erhöhen**  
(Technologie & Pflanzenzüchtung)
- 2. Precision feeding, Futtermittelzusatzstoffe**
- 3. Minimierung von unproduktivem Futterverzehr im System**
  - Tiergesundheit, Tierwohl
  - robuste Jungtieraufzucht, hohe Lebensleistung
- 4. Begrenzung des Leistungsniveaus am Potenzial des Futters**  
(aber innerhalb des Angebots an nicht-essbarer Biomasse möglichst hohe Leistung)



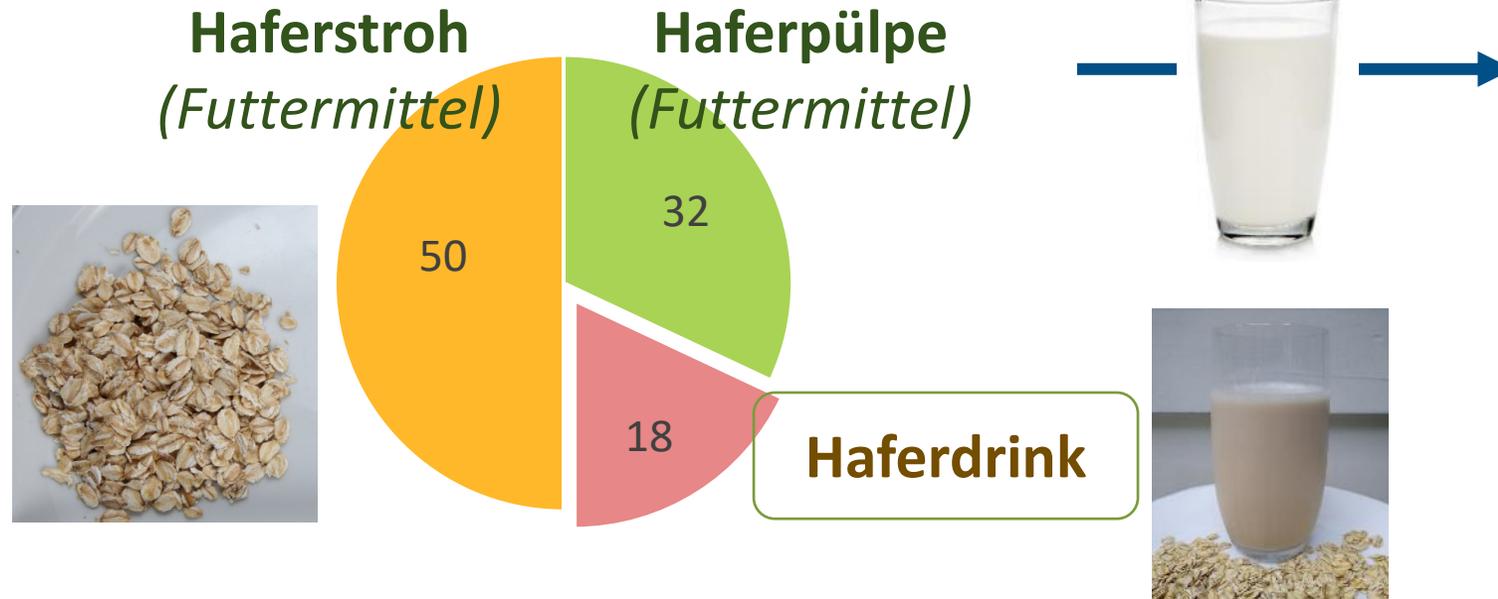
Fotos: ARGE Heumilch, eigenes Werk, mit freundlicher Genehmigung

# 7

**Das Prinzip *Teller > Trog > Tank*  
gilt auch für vegane Alternativen**

# Teller > Trog > Tank

## alle veganen Produkte erzeugen Futtermittel



Vegane Lebensmittel sind *keine Alternativen* zu tierischen Produkten *sondern Partner* einer gemeinsamen Nutzungskaskade.

**Ziel: optimale Verteilung der gesamten Biomasse zwischen Teller und Trog**

Sojapflanze:	35 % Protein+Öl,	65% Futtermittel
Lupinenpflanze:	10 % Protein	90% Futtermittel
Weizenpflanze:	35 % Mehl	65% Futtermittel
	7 % Eiweißextrakt	93% Futtermittel

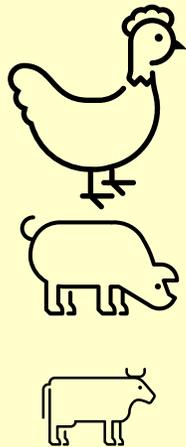
Foto oben Mitte von Mx. Granger - Eigenes Werk, CC0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=92508393>  
 Foto links, Ausschnitt, von Florian Schäffer - Eigenes Werk, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=39503973>

# *In-vitro* Fleisch treibt das Konzept der „*tierischen Veredelung*“ auf die Spitze

Große Erfolge im Pflanzenbau erzeugten Überschüsse an Getreide, Mais, Soja, ... Die hohe Verfügbarkeit hochwertiger Futtermittel wurde durch Zugewinn an Nutzflächen (Entwaldung) weiter stabilisiert.

## Lineare Veredelungswirtschaft

maximale Futterverwertung



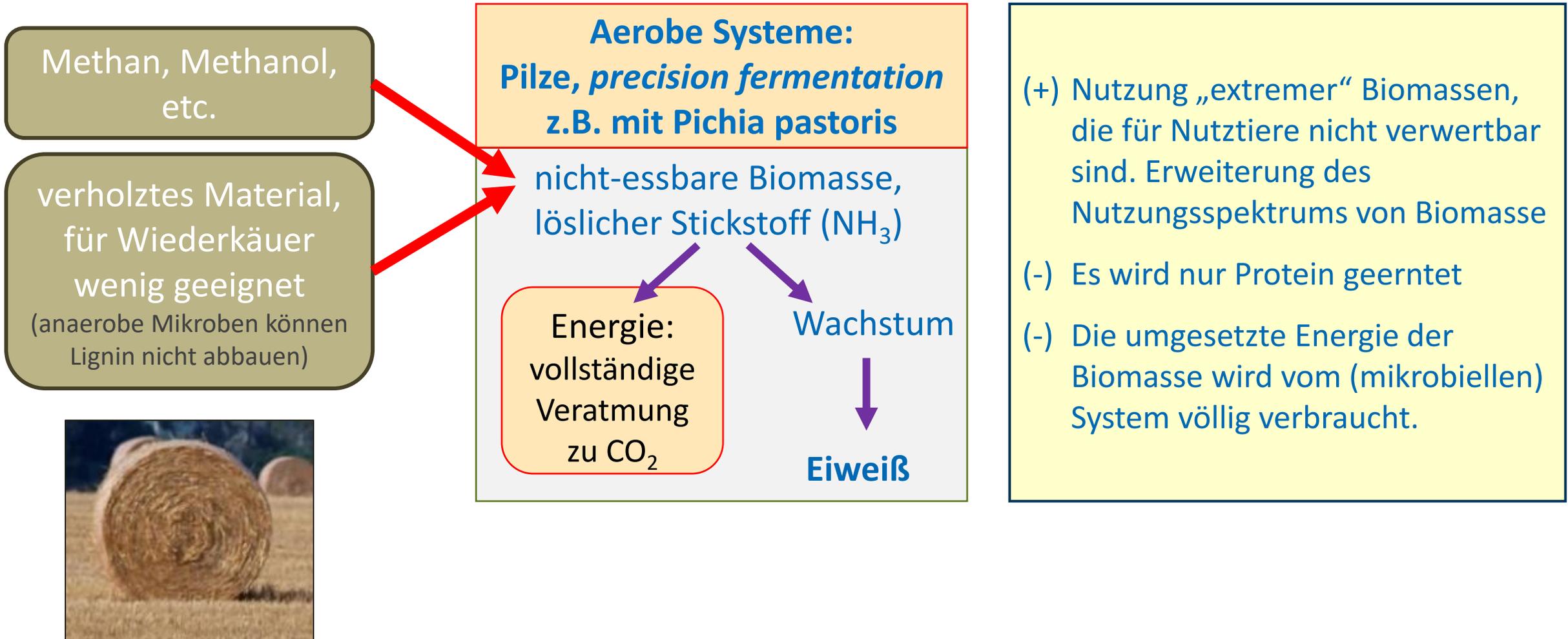
1970



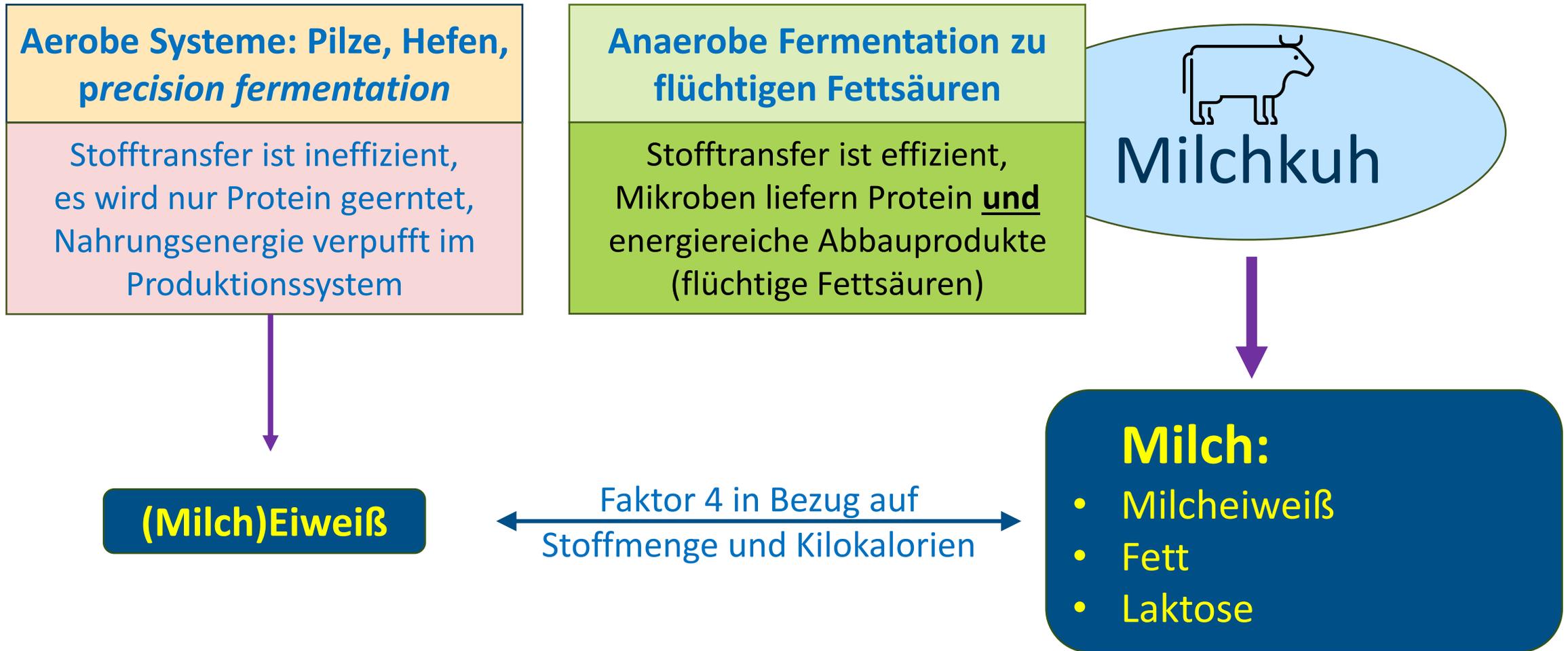
Foto: By World Economic Forum  
- File:The Meat Revolution Mark  
Post.webm (7:48), CC BY 3.0,  
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=65595200>

- Muskelzellen benötigen reine Nährstoffe (Glukose, Aminosäuren, ...), die aufwändig aus Getreide, Mais, Soja,... hergestellt werden.
- *In-vitro*-Fleisch ist der größtmögliche Nahrungskonkurrent des Menschen.
- Die Stofftransformation ist nicht effizienter als Mastgeflügel (dem System fehlen Leber und Niere).
- Das erforderliche upscaling funktioniert nicht.
- *In-vitro*-“Fleisch“ ist noch kein Fleisch!

# Aerobe (mikrobielle) Systeme können das Spektrum der Nutzung von nicht-essbare Biomasse erweitern



# Anaerobe Systeme in Kopplung mit Wiederkäuern zeigen die größte Effizienz im Stofftransfer



# 8

## **Ausblick**

# Eine umwelt- und klimafreundliche Landwirtschaft braucht v.a. Wiederkäuer in der Balance der Kreislaufwirtschaft

Abkehr von

Hin zu

Limitierung

Effekt für den  
Konsumenten

Reaktion

## Energiewende

fossiler Energie

Regenerierbare Energie:  
Sonne, Wind,...

Menge, Speicherung

geringeres Angebot,  
höherer Preis

Quellen erschließen,  
Wirkungsgrade  
maximieren

## Nutztierwende

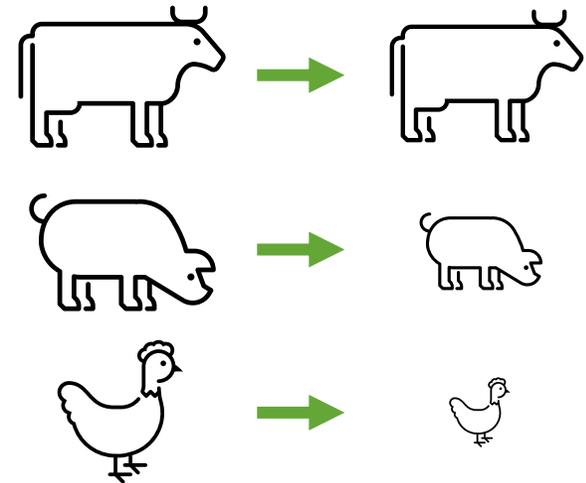
Nahrungskonkurrenz,  
Landnutzungsänderung

Regenerierbares Futter:  
nicht-essbare Biomasse

Menge, Futterwert

weniger Milch, Fleisch,  
Eier, ..., höherer Preis

Futterwirtschaft und  
Futtereffizienz  
maximieren



# Nutztiere im Spannungsfeld zwischen Nahrungskonkurrenz, Emissionen und Stabilisierung der Kreislaufwirtschaft

## Literatur, Teil 1:

Allen, M.R., Shine, K.P., Fuglestvedt, J.S. Millar R.J, Cain M., Frame D.J., Macey A.H. (2018): A solution to the misrepresentations of CO<sub>2</sub>-equivalent emissions of short-lived climate pollutants under ambitious mitigation. *npj Clim Atmos Sci* 1, 16 (2018).

<https://doi.org/10.1038/s41612-018-0026-8>

Baur, P., Flückiger, S. (2018). Nahrungsmittel aus ökologischer und tiergerechter Produktion. Eine Studie im Auftrag von Greenpeace Schweiz. Wädenswil: ZHAW Institut für Umwelt und natürliche Ressourcen. <https://doi.org/10.21256/zhaw-1411>

Bryzinski T (2020): Erträge, Energieeffizienz und Treibhausgasemissionen ökologischer und konventioneller Pflanzenbausysteme: Methodische Einflüsse und feldexperimentelle Ergebnisse.

De Luca K. and Müller A. (2024): Das Potenzial einer Grünlandbasierten Milchproduktion in Deutschland. Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL und Greenpeace Deutschland e.V.

FAO (2023). Pathways towards lower emissions – A global assessment of the greenhouse gas emissions and mitigation options from livestock agrifood systems. Rome. <https://doi.org/10.4060/cc9029en>

Guggenberger, T.; Terler, G.; Herndl, M.; Fritz, C.; Grassauer, F. (2022): Langzeitbewertung von Treibhausgasemissionen in Österreich. Forschungsbericht der HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning-Donnersbachtal

Hörtenhuber, S.J.; Seiringer, M.; Theurl, M.C.; Größbacher, V.; Piringer, G.; Kral, I.; Zollitsch, W.J. (2022): Implementing an appropriate metric for the assessment of greenhouse gas emissions from livestock production: A national case study. *Animal* 16(10).

<https://doi.org/10.1016/j.animal.2022.100638>

# *Nutztiere im Spannungsfeld zwischen Nahrungskonkurrenz, Emissionen und Stabilisierung der Kreislaufwirtschaft*

## **Literatur, Teil 2:**

Kuhla, B.; Viereck, G. (2022): Enteric methane emission factors, total emissions and intensities from Germany's livestock in the late 19th century: A comparison with the today's emission rates and intensities. *Science of The Total Environment* 848.

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157754>

Mottet, A., C. de Haan, A. Falucci, G. Tempio, C. Opio and P. Gerber (2017): Livestock: On our plates or eating at our table? A new analysis of the feed/food debate. *Global Food Security* 14, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2017.01.001>

Neu, U. (2022): Climate effect and CO2 equivalent emissions of short-lived substances. *Swiss Academies Communications* 17(5).

<https://doi.org/10.5281/zenodo.6343974>

Vorndran A.M., Steinhoff-Wagner J., Windisch W.M. (2024): Ermittlung des Aufkommens an nicht-essbarer Biomasse aus dem Agrar- und Verarbeitungssektor Deutschlands. *Züchtungskunde* 69: 56-76.

Windisch W and Flachowsky G (2022): Livestock-based Bioeconomy. In: Thrän D and Moesenfechtel U (eds). *The Bioeconomy System*. Springer Berlin, Heidelberg. pp68-83. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-64415-7>

Wood, P., Thorrez, L., Hocquette, J.-F., Troy, D., Gagaoua, M. (2023): “Cellular agriculture”: current gaps between facts and claims regarding “cell-based meat”. *Animal Frontiers*, 13 (2), 68-74. <https://doi.org/10.1093/af/vfac092>