

# Kühe, Grünland, Hafer und das Klima: Zusammenhänge, Narrative und wirksame Strategien



W. Windisch

TUM School of Life Sciences

Technische Universität München

# *Kühe, Grünland, Hafer und das Klima: Zusammenhänge, Narrative und wirksame Strategien*

# 1

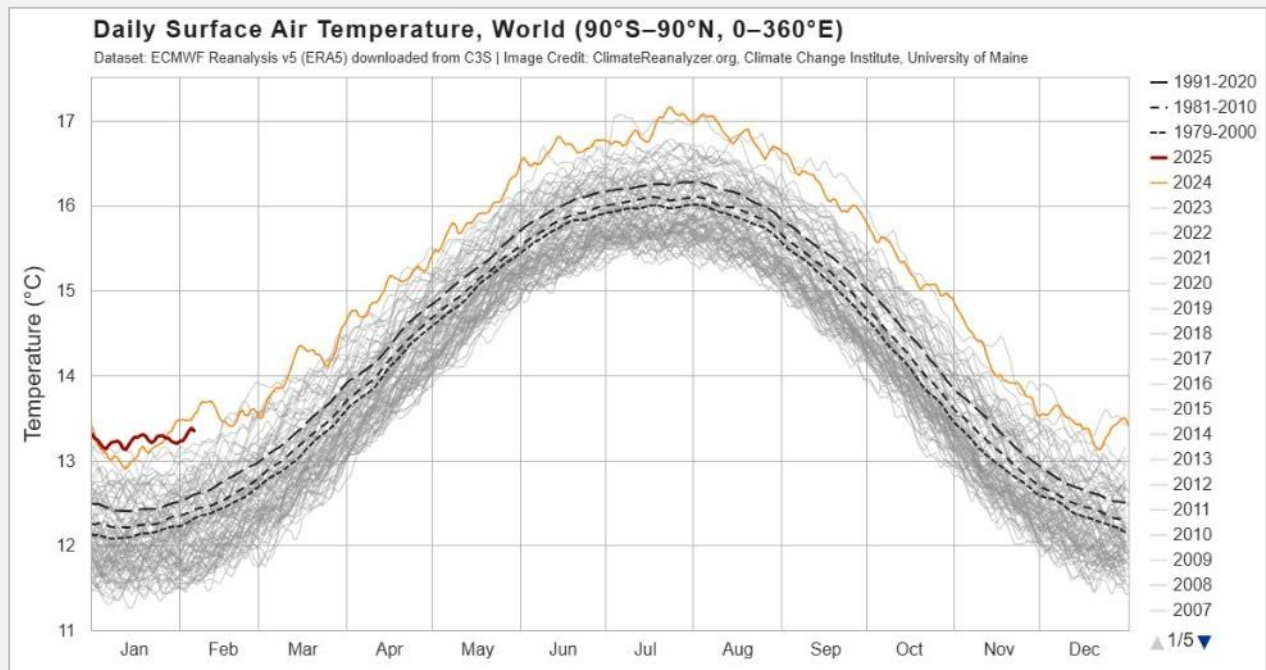
**Klimakrise, Bevölkerungswachstum und Verknappung von Nutzflächen machen Biomasse zu einer wertvollen Ressource**

# Landwirtschaft und Nutztiere in der Zwickmühle

## Climate Reanalyzer

Climate Change Institute | University of Maine

[https://climatereanalyzer.org/clim/sst\\_daily/](https://climatereanalyzer.org/clim/sst_daily/) Abruf am 12.02.2025



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

30 % Ernährungssystem bis zum Konsum  
20 % Landwirtschaft (Deutschland 8 %)  
12 % Nutztiere (Deutschland 4 %)

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

FAO: -50 % bis 2050  
EU: -30 % (2030), net zero (2050)

## Ernährungssicherung:

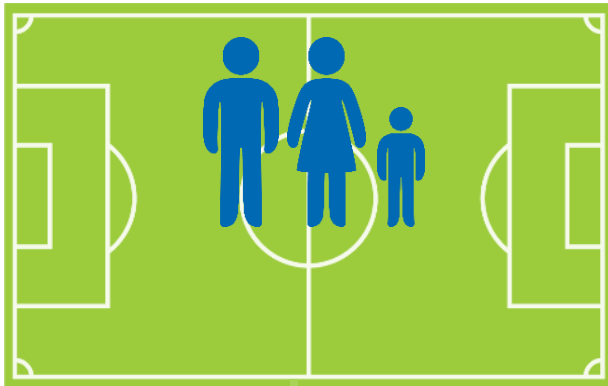
der Bedarf von Protein wächst dramatisch,  
wir brauchen noch mehr Tierproduktion,  
die „Alternativen“ reichen nicht

(FAO 2023)

# Wir nähern uns den planetaren Grenzen der verfügbaren Ackerfläche

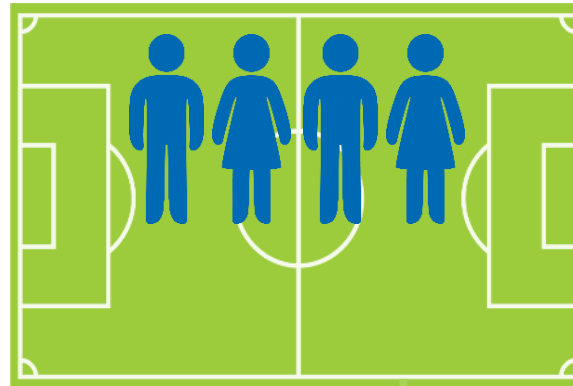
## Weltweit verfügbare Ackerfläche je Mensch

**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

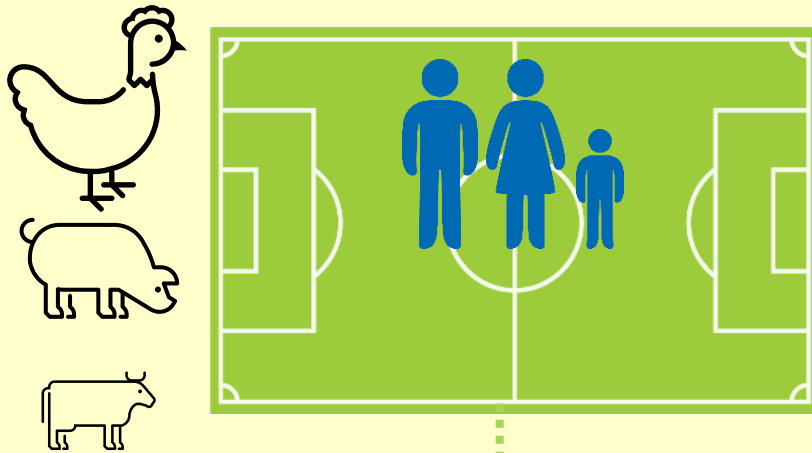


2050

# Biomasse: vom Überschuss zum knappen Gut

Große Erfolge im Pflanzenbau bescherten Überschüsse an Getreide, Mais, Soja, etc., hochwertige Futtermittel waren nahezu unbegrenzt verfügbar.

## Lineare Veredelungswirtschaft



1970

2050

# Side step: artgerechtes Futter für Nutztiere reicht von nicht-essbarer Biomasse bis zur Nahrungskonkurrenz

extensiv Milch, Rindfleisch	intensiv Milch, Rindfleisch	Schweine- fleisch	Geflügel- fleisch, Eier	Fisch aus Aquakultur
--------------------------------	--------------------------------	----------------------	----------------------------	-------------------------

## Nicht-essbare Biomasse:

Stroh, Gras(produkte), sonstiges Grüngut,  
Nebenprodukte der Verarbeitung von Lebensmitteln.

*Geringe Nährstoffdichte,  
keine Nahrungskonkurrenz zum Menschen*

## Essbare Biomasse:

Getreide, Mais, Soja,  
weitere Produkte des Ackerbaus.

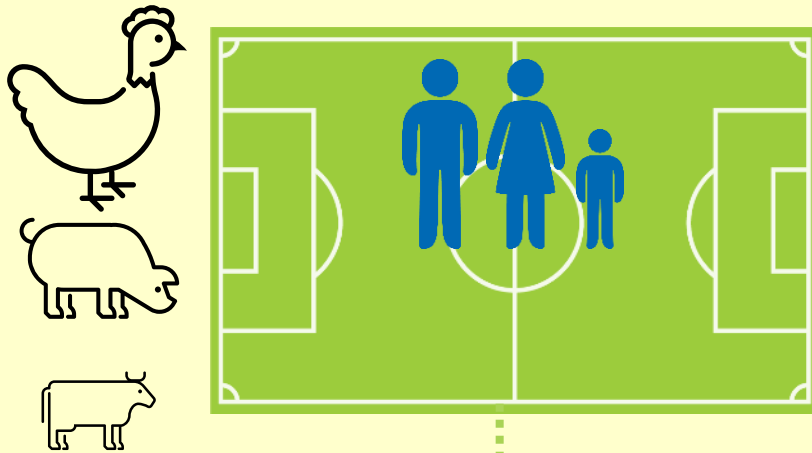
*Hohe Nährstoffdichte,  
Nahrungskonkurrenz zum Menschen.*

hohe Futterqualität = hohe Futtereffizienz = hohe Nahrungskonkurrenz

# Biomasse: vom Überschuss zum knappen Gut

Große Erfolge im Pflanzenbau bescherten Überschüsse an Getreide, Mais, Soja, etc., hochwertige Futtermittel waren nahezu unbegrenzt verfügbar.

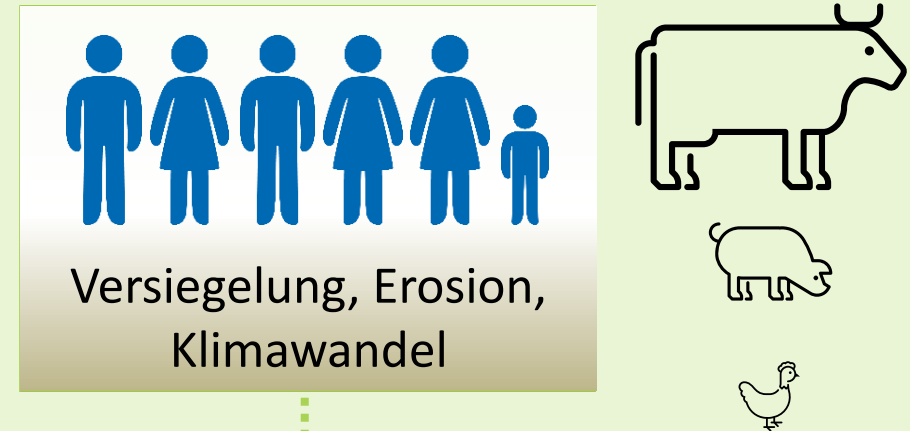
## Lineare Veredelungswirtschaft



1970

Das globale Bevölkerungswachstum verzehrt die Überschüsse aus dem Pflanzenbau. Nutzflächen und hochwertige Futtermittel werden knapp.

## Kreislaufwirtschaft



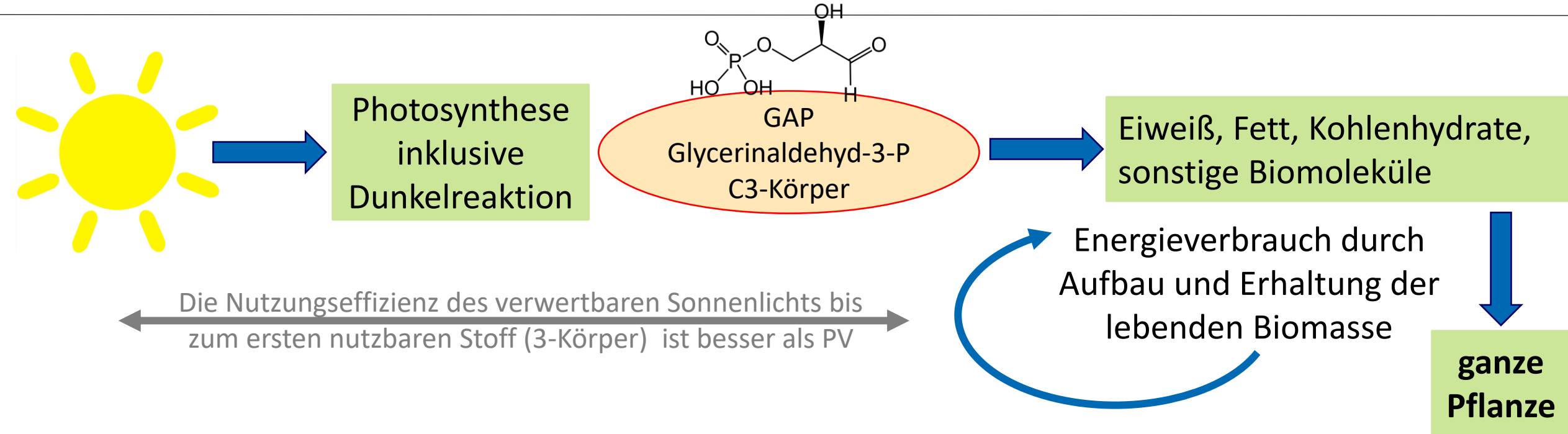
2050

# Kühe, Grünland, Hafer und das Klima: Zusammenhänge, Narrative und wirksame Strategien

1. Drei neue Treiber: Klimakrise, Bevölkerungswachstum, Verknappung von Nutzflächen

**2** Das Alleinstellungsmerkmal von Biomasse ist ihre hohe Funktionalität. Ihre Nutzung erfolgt entlang der Kaskade *Teller > Trog > Tank*

# Die Energiegewinnung aus Biomasse ist ineffizient

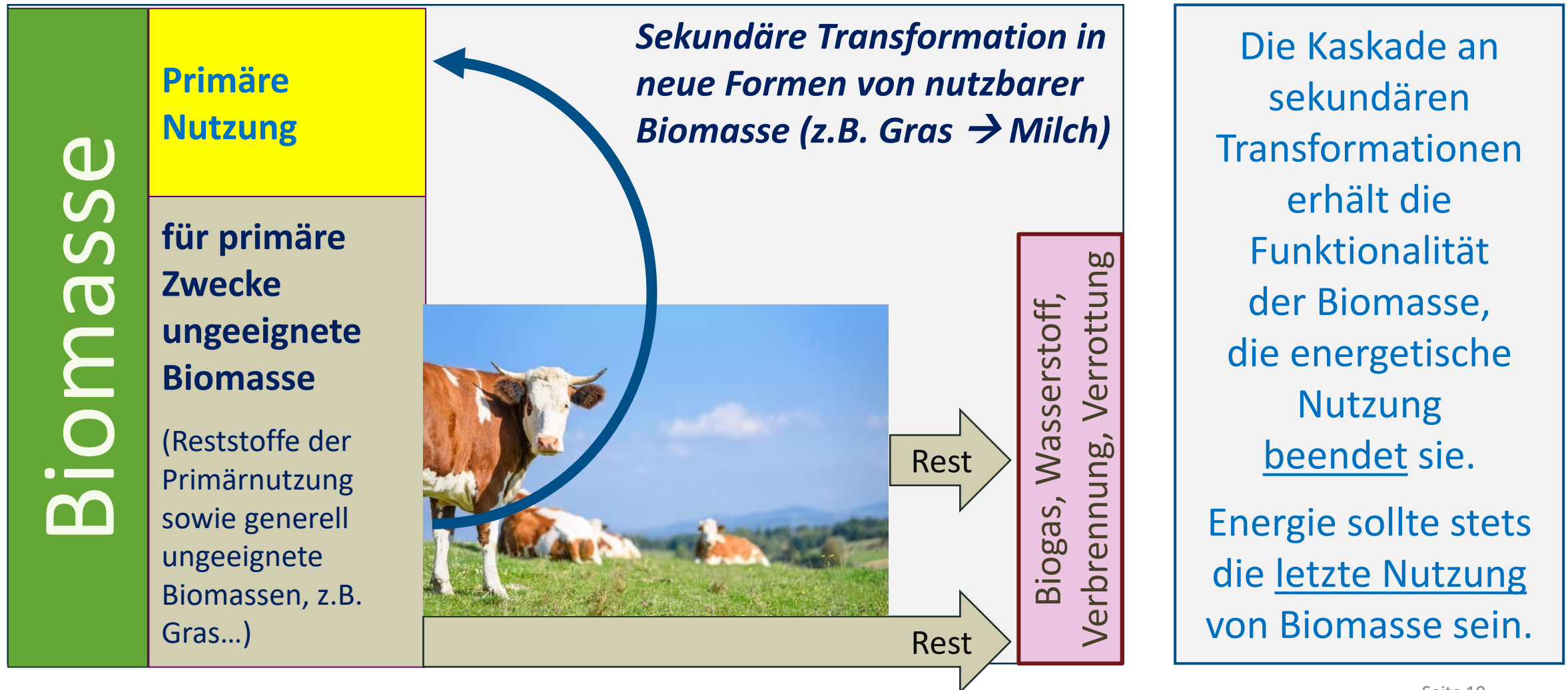


**Der Brennwert der geernteten Biomasse speichert im Mittel nur 1 - 3 % der eingestrahlten Sonnenenergie.**

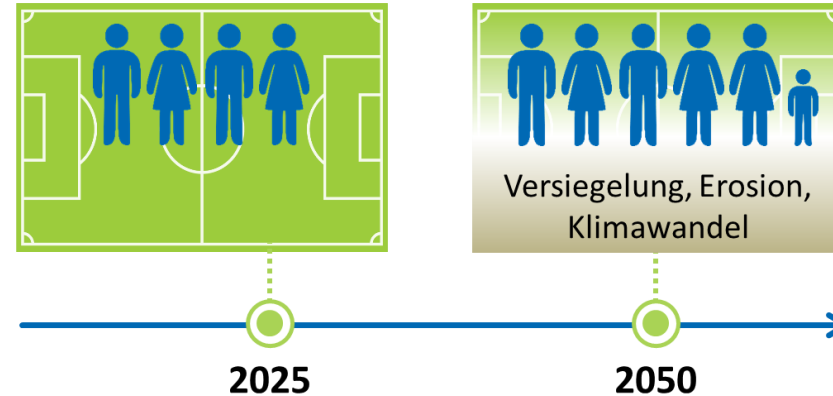


Par Arnaldo Zitti (user Homer) — Photographie personnelle, CC BY 2.5, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1223670>

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



# 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.

# Kühe, Grünland, Hafer und das Klima: Zusammenhänge, Narrative und wirksame Strategien

1. Drei neue Treiber: Klimakrise, Bevölkerungswachstum, Verknappung von Nutzflächen
2. Biomasse wird knapp, Funktionalität hat Vorrang vor Energie: *Teller* > *Trog* > *Tank*

## 3

**Pflanzliche Nahrung (*Teller*)  
hinterlässt ein Vielfaches an  
nicht-essbarer Biomasse (*Trog*)**

# Ackerland liefert überwiegend nicht-essbare Biomasse

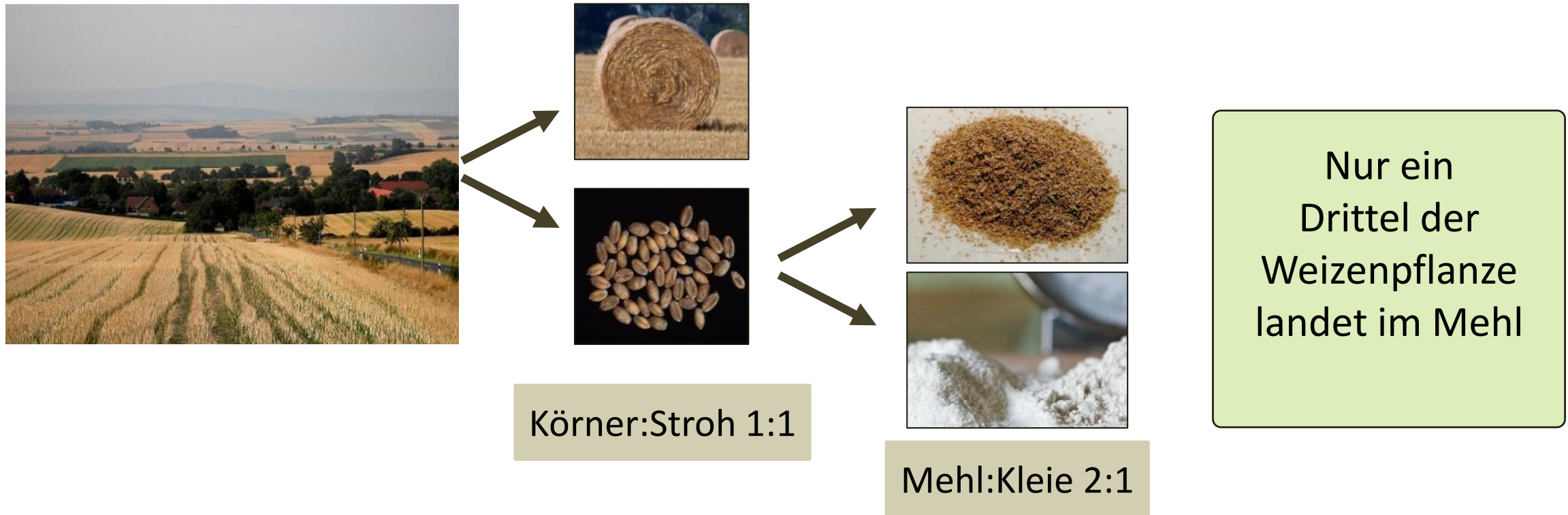


Foto oben links von Elmschrat bearbeitet von VH-Halle - Eigenes Werk, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=11032439>

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>

# Grünland ist keine Konkurrenz zum Acker



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

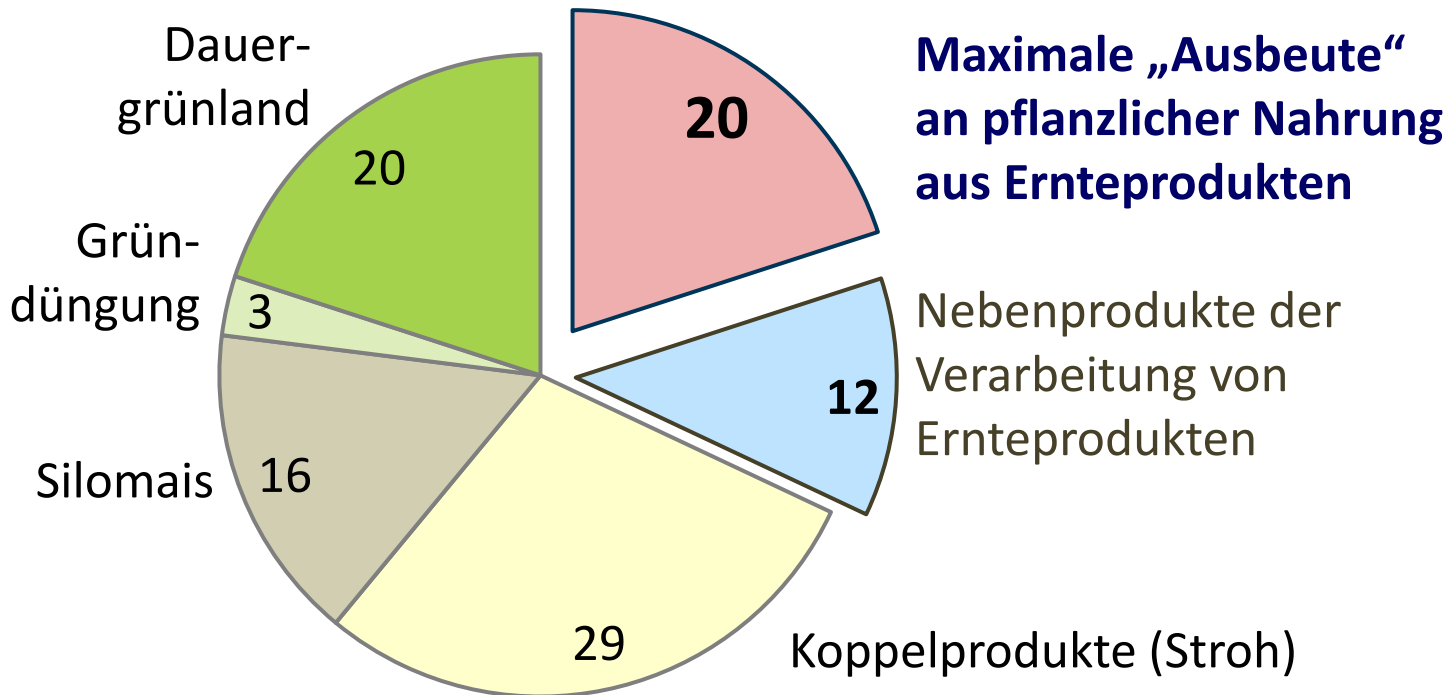
**Absolutes Grünland ist nicht ackerfähig:**  
(steil, uneben, steinig, nass, trocken,  
kalt, abgelegen, Überschwemmung...)

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**

Daten aus Vorndran et al. (2024)

# Kühe, Grünland, Hafer und das Klima: Zusammenhänge, Narrative und wirksame Strategien

1. Drei neue Treiber: Klimakrise, Bevölkerungswachstum, Verknappung von Nutzflächen
2. Biomasse wird knapp, Funktionalität hat Vorrang vor Energie: *Teller > Trog > Tank*
3. Der *Trog* ist mindestens viermal so groß wie der *Teller*

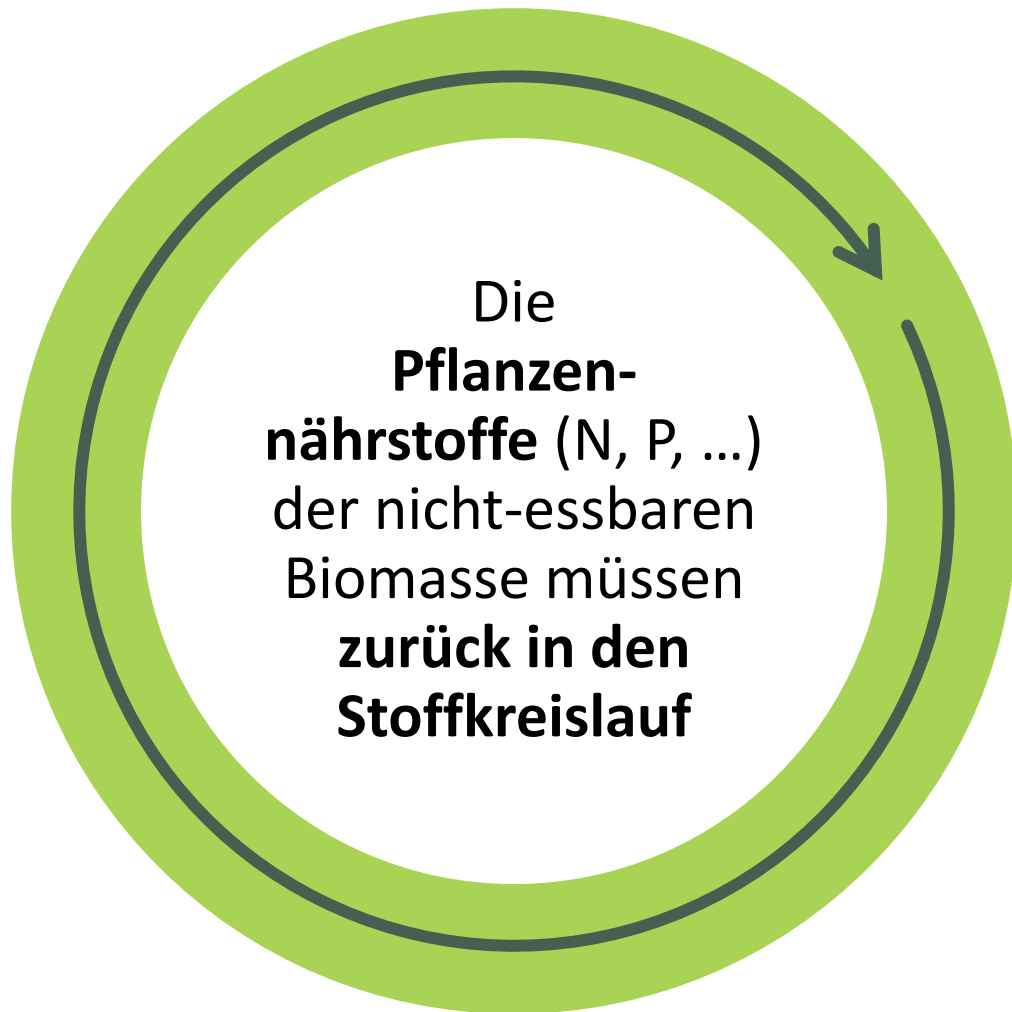
## 4

**Die Verfütterung der nicht-essbaren Biomasse an Nutztiere erzeugt einen doppelten Gewinn:**

→ mehr Dünger für die pflanzliche Nahrung

→ zusätzliche Lebensmittel ohne Nahrungskonkurrenz

# Biogasanlagen und Nutztiere sichern gleichermaßen eine hohe 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

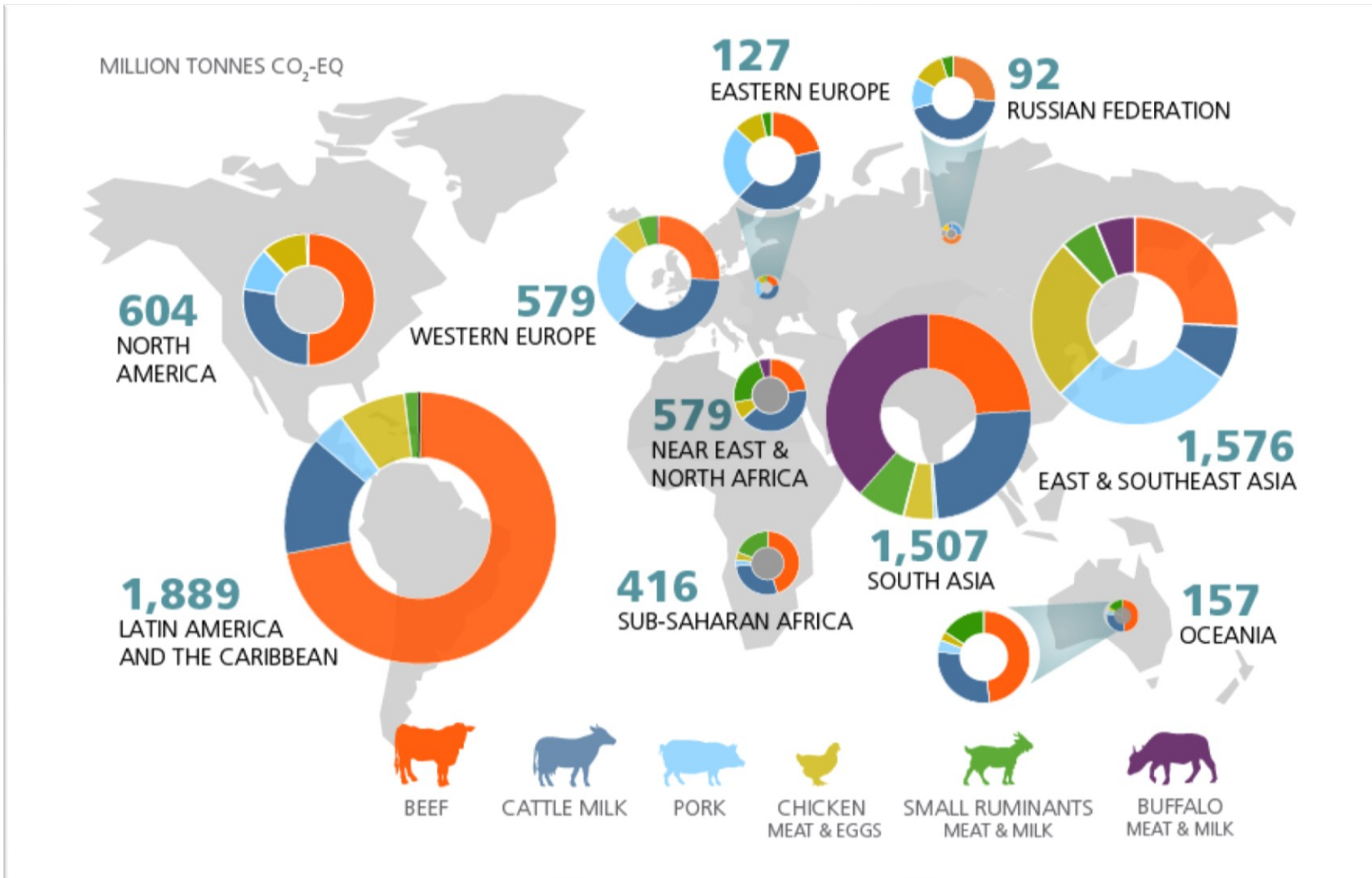


# Kühe, Grünland, Hafer und das Klima: Zusammenhänge, Narrative und wirksame Strategien

1. Drei neue Treiber: Klimakrise, Bevölkerungswachstum, Verknappung von Nutzflächen
2. Biomasse wird knapp, Funktionalität hat Vorrang vor Energie: *Teller > Trog > Tank*
3. Der *Trog* ist mindestens viermal so groß wie der *Teller*
4. Win-Win-Situation: Nutztiere liefern Dünger und zusätzliche Lebensmittel

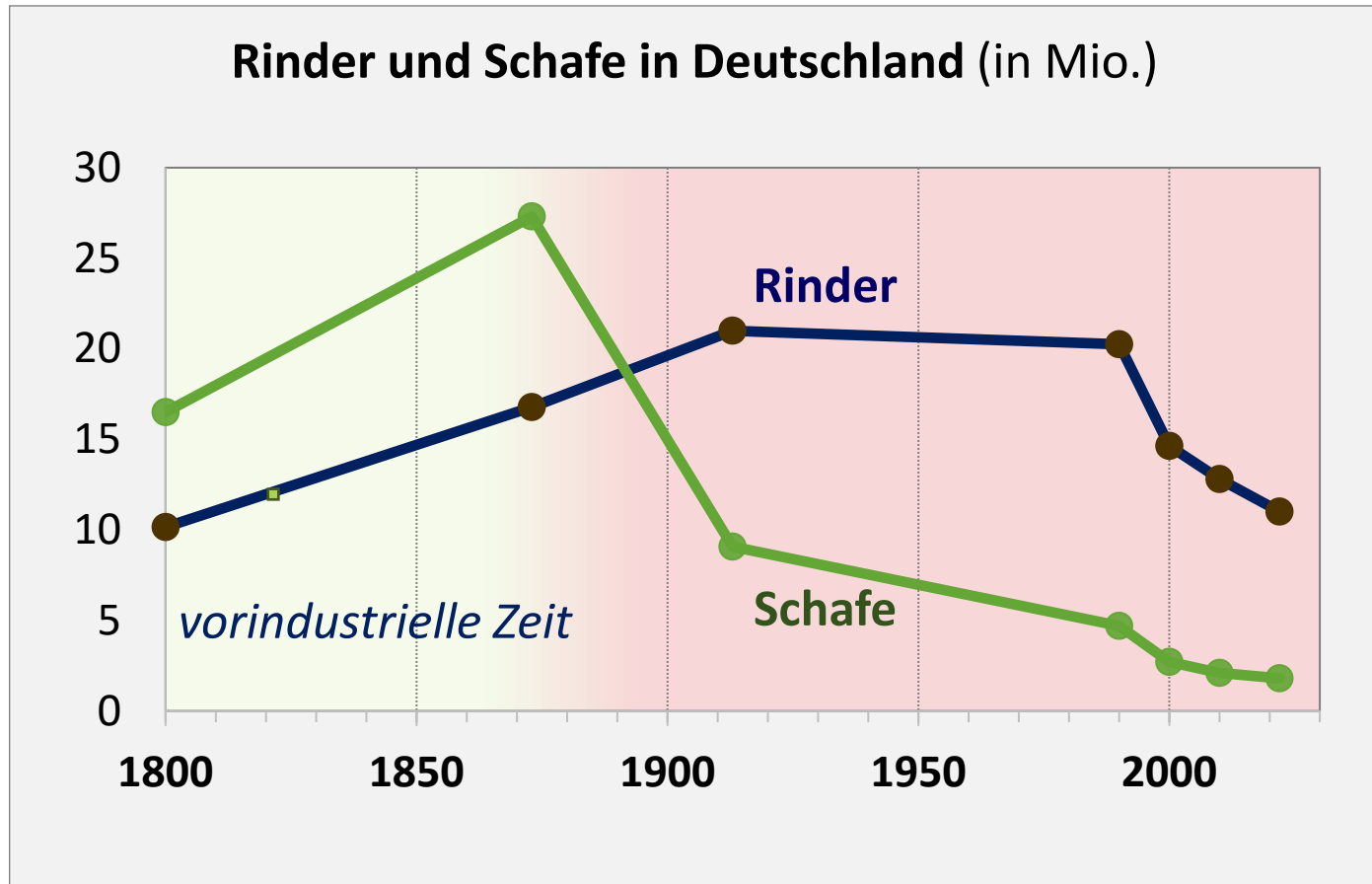
**5** *Teller > Trog > Tank* macht das  
**CH<sub>4</sub> der Wiederkäuer klimaneutral**

# Globale Emissionen von CO<sub>2</sub>-Äquivalenten aus der Haltung von Nutztieren (FAO GLEAM 2022)



Die Problemzonen der CH<sub>4</sub>-Emissionen durch Wiederkäuer liegen in Südasien und Südamerika.

# Die Nutztierhaltung in Mitteleuropa hat schon viel zur Erreichung der Klimaziele beigetragen



Quelle: Daten aus Schulze, 2014; bmel-statistik.de; Kuhla and Viereck, 2022

- Weniger Wiederkäuer als im Jahre 1800.
- Wiederkäuer emittieren weniger  $\text{CH}_4$  als zu Beginn der Industrialisierung (Kuhla and Viereck, 2022).
- Künftige Reduktion von  $\text{CH}_4$  von welchem Bezugspunkt aus? Die Hausaufgaben sind ja schon zum großen Teil gemacht.

# CO<sub>2</sub>-Äquivalente nach GWP100 liefern ein zu stark vereinfachtes Bild über Methan (CH<sub>4</sub>)

CO<sub>2</sub>-Fußabdruck nach GWP100 aus den Emissionen:  $CO_2eq = 1 \times CO_2 + 28 \times CH_4 + 265 \times N_2O$

**CO<sub>2</sub>** langlebig ( $t_{1/2} > 1000$  Jahre),  
akkumuliert in der Atmosphäre.

**Jede zusätzliche Emission ergibt eine  
dauerhafte Erwärmung der Atmosphäre.**

**CH<sub>4</sub>** kurzlebig ( $t_{1/2} = 12$  Jahre), Emission und Abbau münden  
rasch in ein atmosphärisches Gleichgewicht.

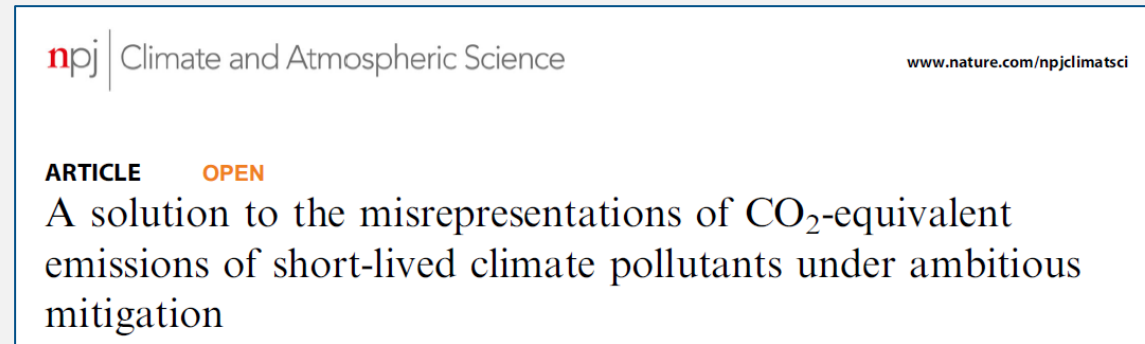
**konstante Emissionsrate: Gleichgewicht, keine Erwärmung**  
**sinkende Emissionsrate: Abkühlung**  
**steigende Emissionsrate: kurzfristig starke Erwärmung**

Beispiel Österreich: GWP100 überschätzt den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck von Milch  
und Rindfleisch um Faktor 2 (Hörtenhuber et al. 2022)

(Neu et al. 2022)



(Allen et al. 2018)



(Guggenberger et al. 2022)

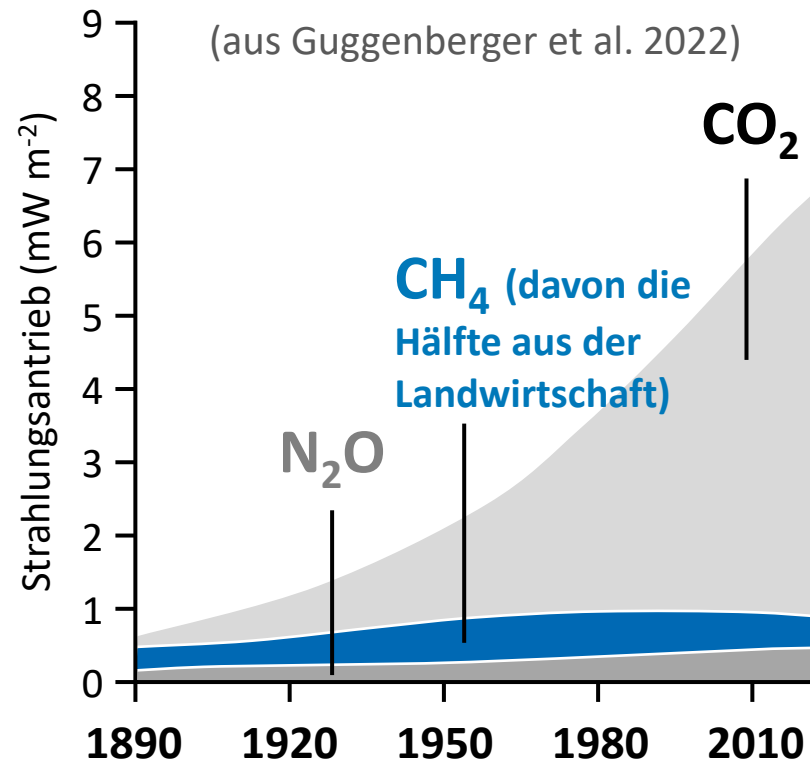


# Teller > Trog > Tank

## macht das CH<sub>4</sub> der Wiederkäuer klimaneutral

### Österreich: kumulative Klimawirkung nationaler Emissionen

(aus Guggenberger et al. 2022)



### Maßnahmen zum Stopp der globalen Erwärmung:

- CO<sub>2</sub>-Emissionen maximal drosseln.
- CO<sub>2</sub>-Senken fördern: Grünland > Wald >> Ackerland.
- Wiederkäuer auf das Maß der Kreislaufwirtschaft reduzieren und auf diesem Niveau die Produktion konstant halten.

→ CO<sub>2</sub> akkumuliert und verursacht den Hauptteil der Erwärmung.

→ CH<sub>4</sub> akkumuliert nicht. Die Abschaffung der Wiederkäuer hätte nur eine geringe Abkühlung zur Folge.

# Der CO<sub>2</sub>-Fußabdruck ist nicht alles. Vor allem die Wiederkäuer können viel mehr!

Bereich	Beitrag
<b>CO<sub>2</sub>-Senken</b>	Förderung von Grünland und Gründüngung auf Ackerstandorten
<b>Kulturlandschaft</b>	Offenhaltung der Landschaft durch Grünlandwirtschaft
<b>Biodiversität</b>	Moderate Weidewirtschaft, Exkrememente (Insekten, Bodenleben)
<b>Ernährungssicherung</b>	Verwertung von nicht-essbarer Biomasse
<b>Kreislaufwirtschaft</b>	Erzeugung hochwertiger Wirtschaftsdünger
<b>Resilienz gegen Folgen des Klimawandels</b>	Von der Ebene der Landschaft über landw. Betrieb (Ökonomie, Bodenfruchtbarkeit) bis zur Mikroskala (Biodiversität).

# Wilde Natur oder Kulturlandschaft?

## Die Nutzung von Grünland schützt die Biodiversität

In der Natur drängen große Pflanzenfresser den Wald zurück (Megafauna): Büffel, Antilopen, Elefanten, ... Wildrinder, Wildpferde (... schon in der Steinzeit ausgerottet...)



Weidetiere fördern  
signifikant die Biodiversität  
der Insekten



Offene Graslandschaft in der  
Wildnis Afrikas



Von Schafen gestaltete, offene Graslandschaft  
mit sehr hoher Biodiversität auf verwilderten,  
ehem. lw. Nutzflächen (Rhön, Deutschland)

Foto links : Source of image: Pablo Manzano, own work

Foto rechts: Von Ortrun Humpert (Schäferei Humpert) – eigenes Werk; mit freundlicher Genehmigung.

# Kühe, Grünland, Hafer und das Klima: Zusammenhänge, Narrative und wirksame Strategien

1. Drei neue Treiber: Klimakrise, Bevölkerungswachstum, Verknappung von Nutzflächen
2. Biomasse wird knapp, Funktionalität hat Vorrang vor Energie: *Teller > Trog > Tank*
3. Der *Trog* ist mindestens viermal so groß wie der *Teller*
4. Win-Win-Situation: Nutztiere liefern Dünger und zusätzliche Lebensmittel
5. Kreislaufwirtschaft macht das Methan klimaneutral

## 6

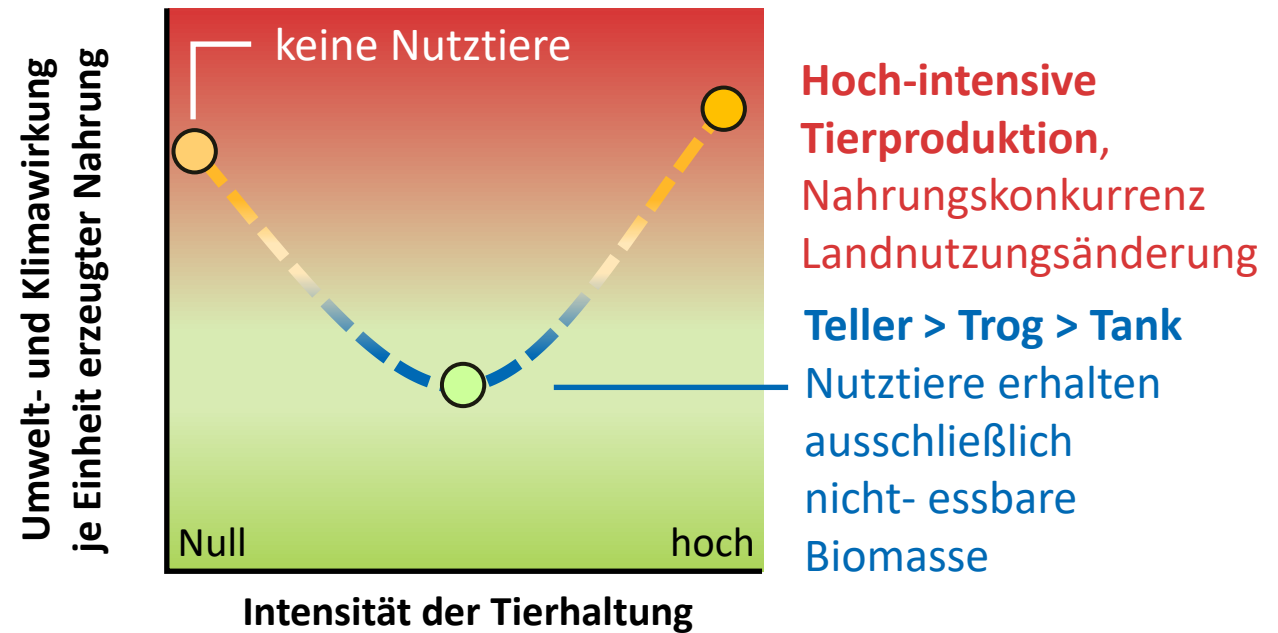
**Zu viel als auch zu wenig Nutztiere  
sind ein Schaden für Umwelt und Klima**

# 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

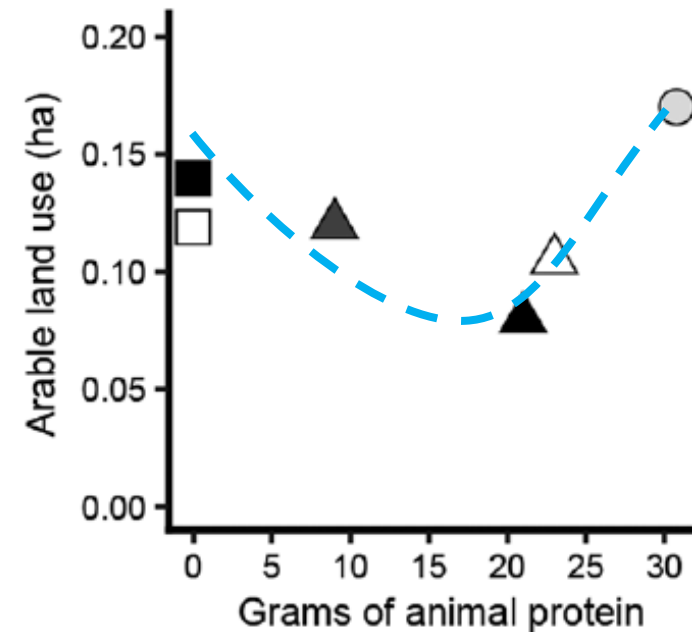
DOI: 10.1111/gcb.14321

RESEARCH REVIEW

WILEY Global

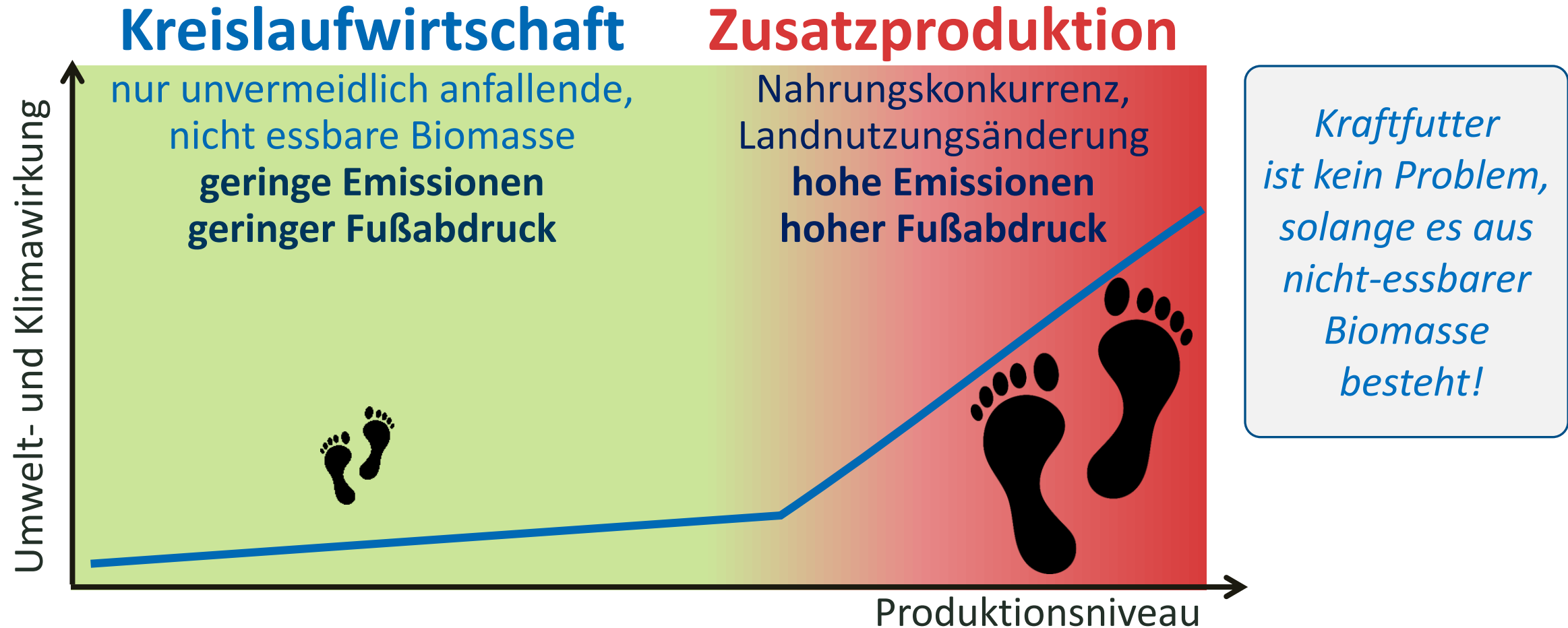
## Defining a land boundary for sustainable livestock consumption

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>

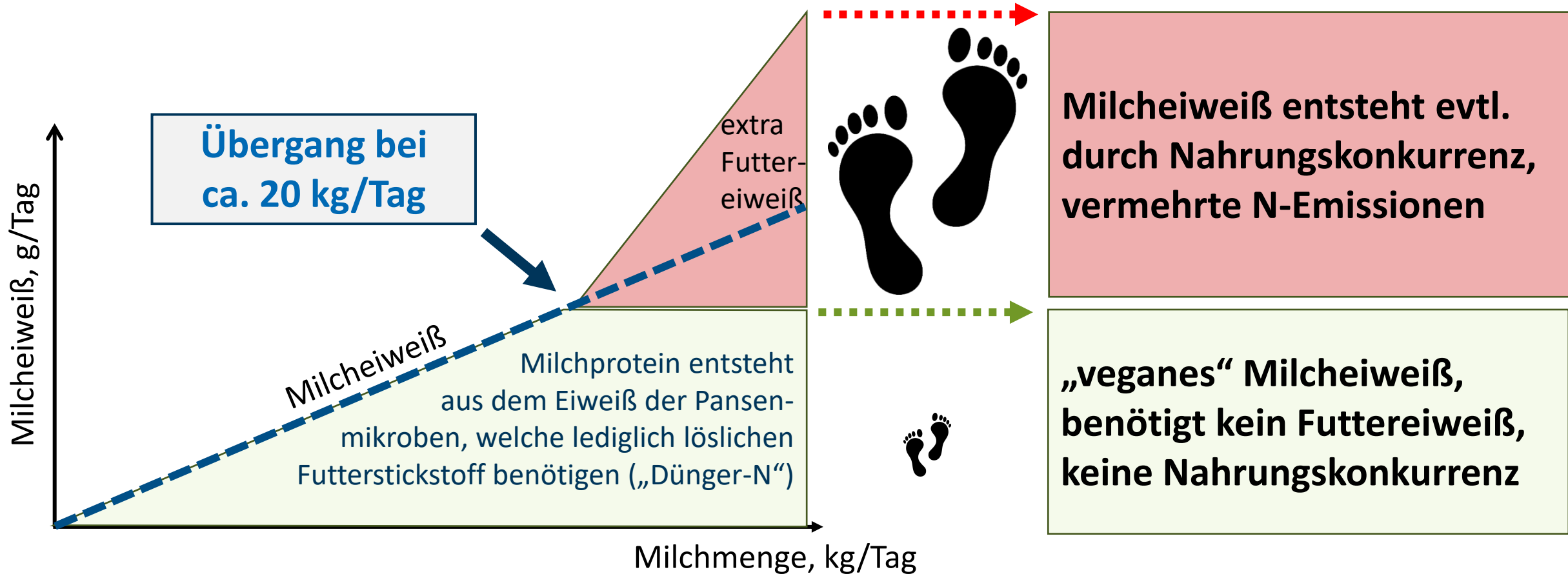


**Teller > Trog > Tank**

# Die Fußabdrücke tierischer Lebensmittel sind hoch variabel



# Die Fußabdrücke tierischer Lebensmittel sind hoch variabel: z.B. für Milcheiweiß



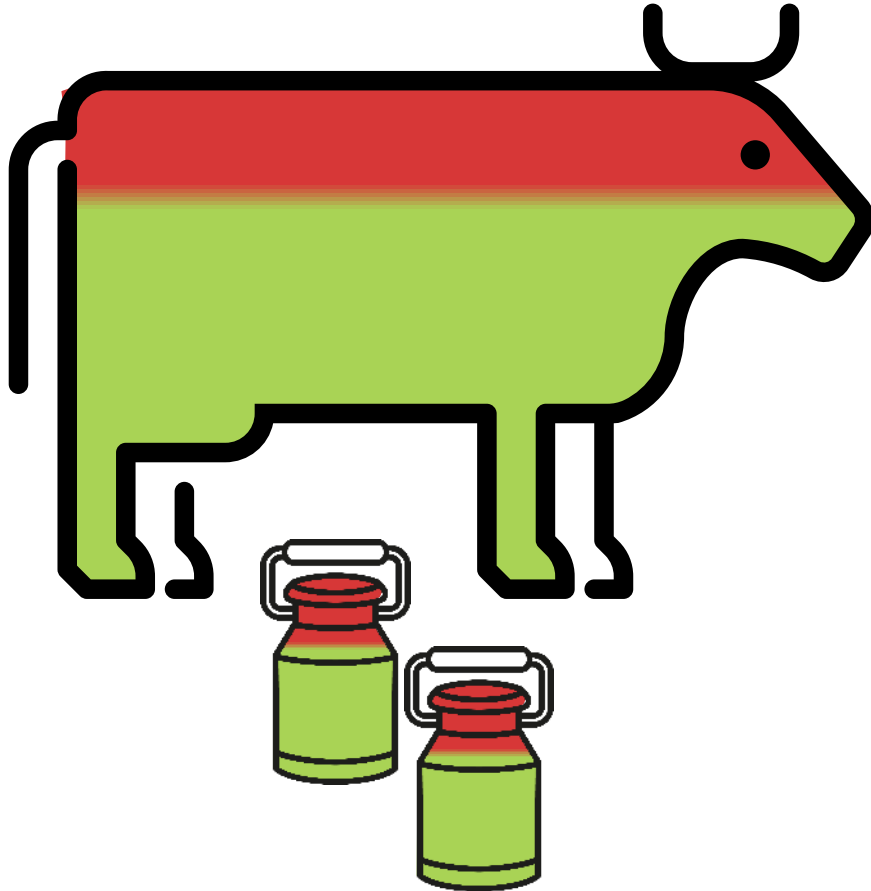
# Kühe, Grünland, Hafer und das Klima: Zusammenhänge, Narrative und wirksame Strategien

1. Drei neue Treiber: Klimakrise, Bevölkerungswachstum, Verknappung von Nutzflächen
2. Biomasse wird knapp, Funktionalität hat Vorrang vor Energie: *Teller > Trog > Tank*
3. Der *Trog* ist mindestens viermal so groß wie der *Teller*
4. Win-Win-Situation: Nutztiere liefern Dünger und zusätzliche Lebensmittel
5. Kreislaufwirtschaft macht das Methan klimaneutral
6. In der Balance der Kreislaufwirtschaft: weder zu viel noch zu wenig Nutztiere

## 7

**Künftiger Wohlstand beruht auf nicht mehr auf bloßem Wachstum sondern auf Effizienz und Produktivität**

# 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

# Kühe, Grünland, Hafer und das Klima: Zusammenhänge, Narrative und wirksame Strategien

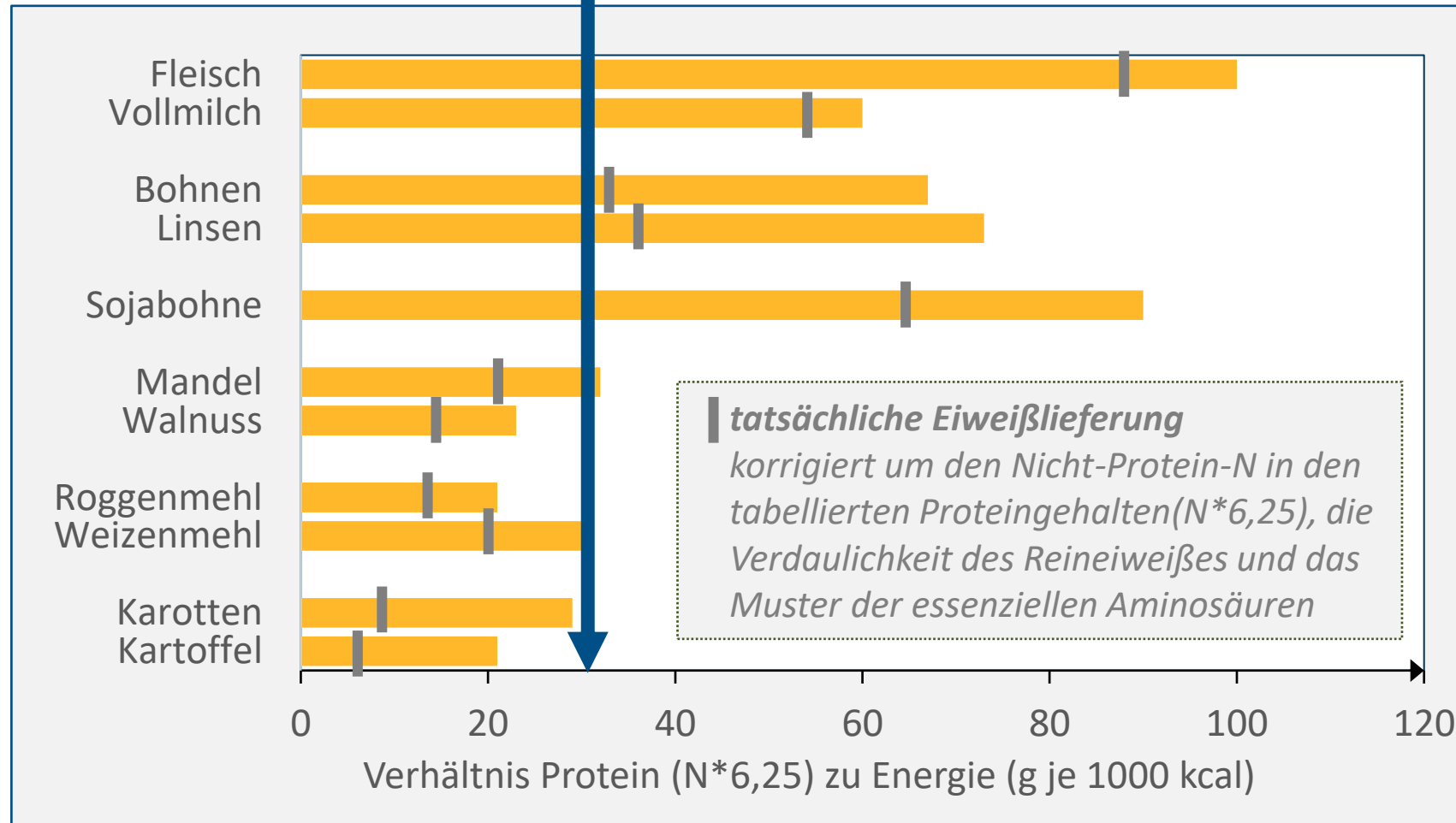
1. Drei neue Treiber: Klimakrise, Bevölkerungswachstum, Verknappung von Nutzflächen
2. Biomasse wird knapp, Funktionalität hat Vorrang vor Energie: *Teller > Trog > Tank*
3. Der *Trog* ist mindestens viermal so groß wie der *Teller*
4. Win-Win-Situation: Nutztiere liefern Dünger und zusätzliche Lebensmittel
5. Kreislaufwirtschaft macht das Methan klimaneutral
6. In der Balance der Kreislaufwirtschaft: weder zu viel noch zu wenig Nutztiere
7. Künftiger Wohlstand beruht auf standortangepasster Effizienz und Produktivität

## 8

**Alle Alternativen zu Nutztieren unterliegen dem Prinzip *Teller > Trog > Tank***

# Pflanzliche Eiweiß-Alternativen liefern gleichzeitig auch viel Kilokalorien

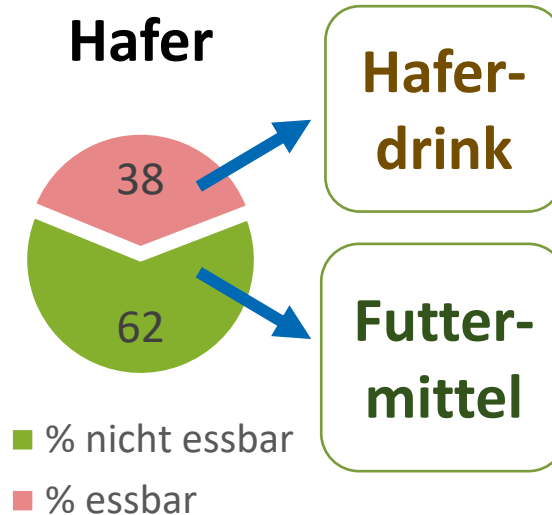
*Erforderliches Verhältnis für Erhaltung und mäßige Arbeitsbelastung*



Nur wenige native pflanzliche Lebensmittel sind wirklich proteinbetont

# Teller > Trog > Tank

## alle veganen Produkte erzeugen Futtermittel



*1 Glas Haferdrink erzeugt ein  
ein weiteres Glas Kuhmilch*

Vegane Produkte und  
Nutztiere können sich  
in einem gemeinsamen  
Ernährungssystem  
durchaus synergistisch  
ergänzen

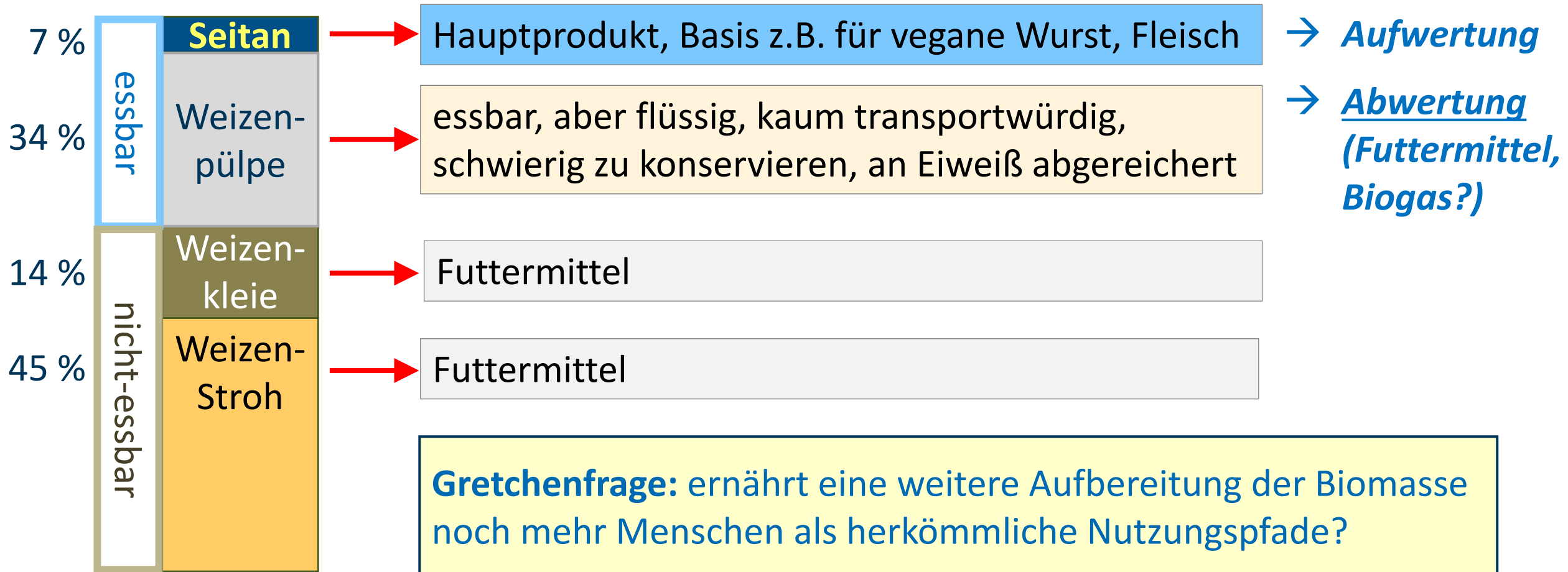
Lupine:	30% essbar,	70% Futtermittel
Soja:	70% essbar,	30 % Futtermittel
Weizen:	10% Seitan	90% Reststoffe

Foto oben Mitte von Mx. Granger - Eigenes Werk, CC0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=92508393>

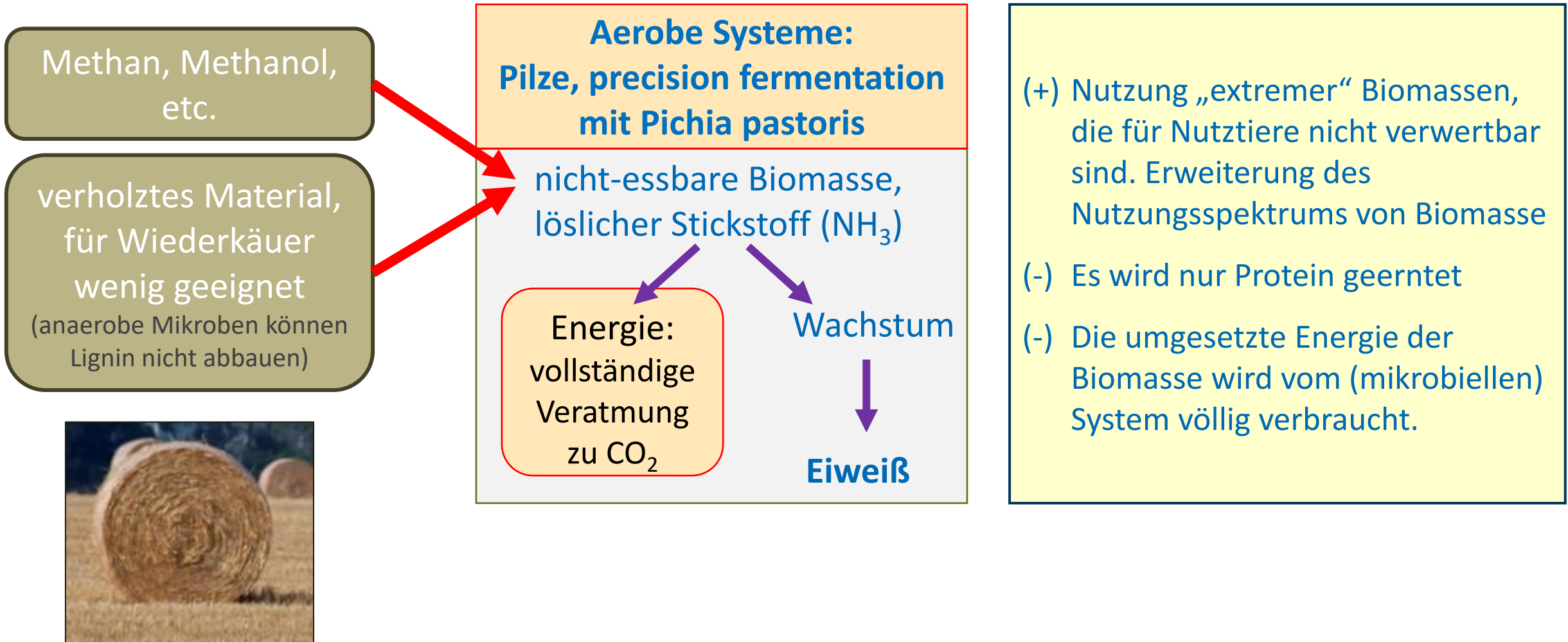
Foto links, Ausschnitt, von Florian Schäffer - Eigenes Werk, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=39503973>

# Beispiel Seitan: Was tun mit den unvermeidlichen Koppel- und Nebenprodukten?

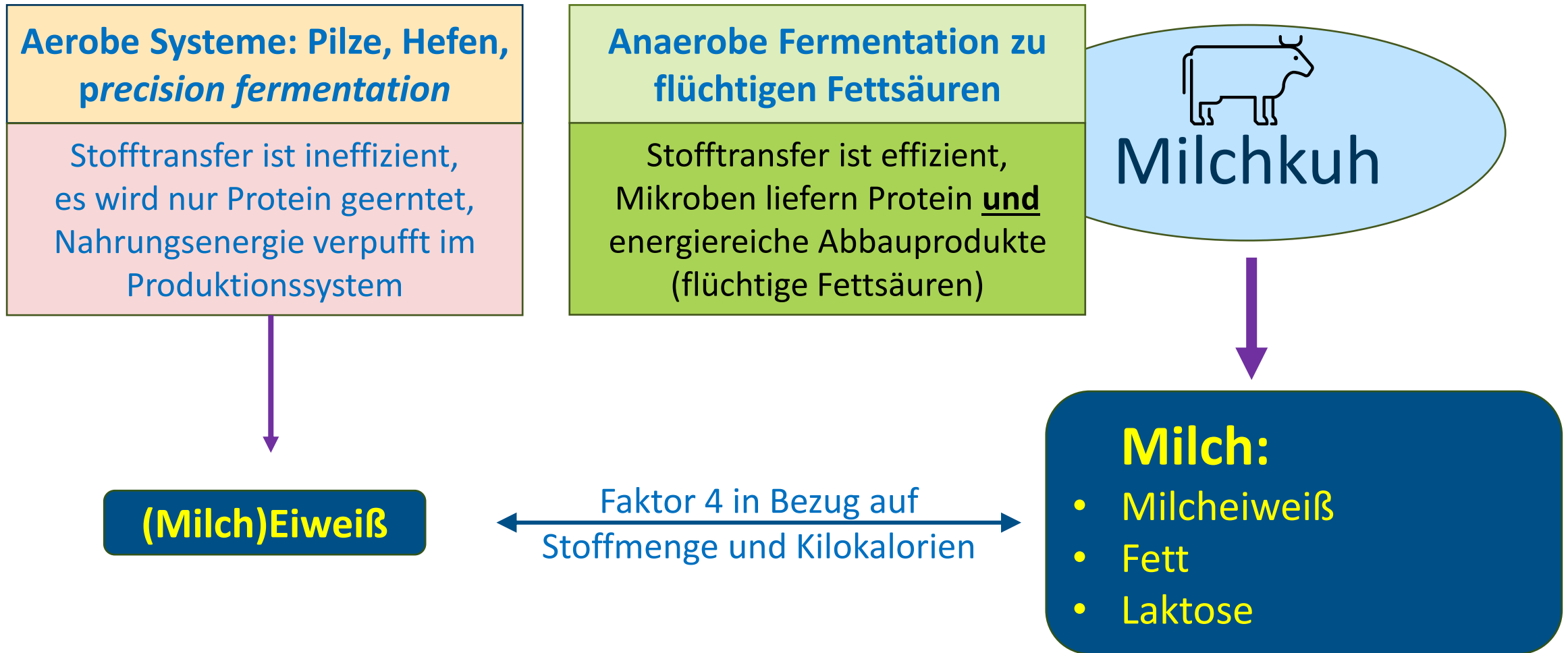
*Im Vergleich zu Mehl oder Brot:*



# 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



# Insekten sind auch nur Nutztiere

- Zugelassene Insekten sind überwiegend Vorratsschädlinge.
- Eine hohe Futtermittelverwertung beruht auf Nahrungskonkurrenz.
- Insekten können Faser kaum verwerten (≠ Wiederkäuer).

**Die Nische der Insekten:**  
hochwertige Biomasse,  
die rasch verbraucht werden  
muss (verderblich, nass,  
nicht transportwürdig, ...)

*Mehlwürmer können Nahrungsfaser nicht verdauen. Sie kompensieren eine geringere Futterqualität mit einem höheren Futterverzehr (wie Hühner). Sie benötigen eine hohe Futterqualität und sind somit Nahrungskonkurrenten.*

Mehlwürmer – Mast <i>(Eisen et al. 2013)</i>	Schweine- futter	Schweine- futter plus 20% Weizenkleie
Futtermittelverwertung (Basis TM) (Futter je Zuwachs, g/g)	1,10	1,20
Proteinproduktivität (XP- Zuwachs/XP-Futter, g/g)	0,59	0,42

# *in-vitro*-Fleisch ist ein einzelliges Nutztier mit extrem hohen Ansprüchen



- *In-vitro*-Fleisch ist kein Fleisch und muss erst verarbeitet werden.
- Die Zellkultur benötigt höchstwertiges „Futter“ = Nahrungskonkurrenz.
- Die Bereitstellung der Nährlösung verursacht hohe Emissionen.
- Die Produktion im industriellen Maßstab funktioniert nicht.
- *In-vitro*-Fleisch ist der Gipfel der linearen Veredelungswirtschaft und ist mit Kreislaufwirtschaft unvereinbar (*Teller > Trog > Tank*).

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>

# Kühe, Grünland, Hafer und das Klima: Zusammenhänge, Narrative und wirksame Strategien

1. Drei neue Treiber: Klimakrise, Bevölkerungswachstum, Verknappung von Nutzflächen
2. Biomasse wird knapp, Funktionalität hat Vorrang vor Energie: *Teller > Trog > Tank*
3. Der *Trog* ist mindestens viermal so groß wie der *Teller*
4. Win-Win-Situation: Nutztiere liefern Dünger und zusätzliche Lebensmittel
5. Kreislaufwirtschaft macht das Methan klimaneutral
6. In der Balance der Kreislaufwirtschaft: weder zu viel noch zu wenig Nutztiere
7. Künftiger Wohlstand beruht auf standortangepasster Effizienz und Produktivität
8. Nutztiere und ihre Alternativen arrangieren sich gemäß *Teller > Trog > Tank*

# 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

