Technische Universität München

Ist Hafermilch die Lösung? Warum wir auf Nutztiere nicht verzichten können

W. Windisch
TUM School of Life Sciences
Technische Universität München

Nutztierhaltung unter Druck

Technische Universität München

Die Vorwürfe:

- Nahrungskonkurrenz
- Landnutzungsänderung (v.A. Abholzung)
- Umweltverschmutzung (N, P, …)
- Verlust an Biodiversität
- Hohe Fußabdrücke (CO_2, Land, Wasser)
- …

Wie reagieren?

Tierhaltung insgesamt massiv reduzieren/einstellen?

oder

das Schlechte vermeiden, das Gute behalten?

1 Pflanzliche Biomasse ist der limitierende Faktor aller Ernährungssysteme

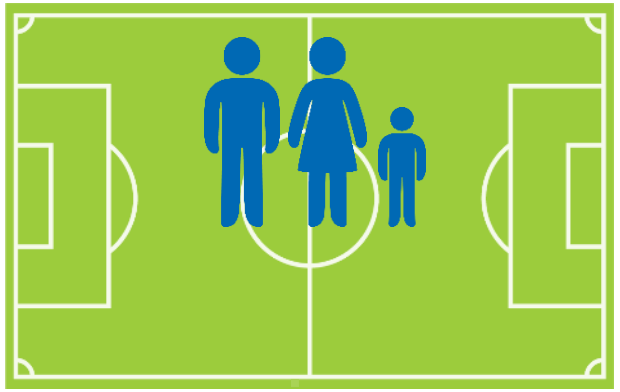
- Nur Pflanzen können Biomasse völlig neu aufbauen.
- Alle anderen Lebewesen brauchen Biomasse als Futter, selbst Mikroorganismen, Pilze, Zellkulturen, …

Die Erzeugung pflanzlicher Biomasse stößt an die planetare Grenze der Nutzflächen

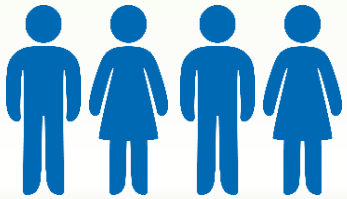
Technische Universität München

Weltweit verfügbare Ackerfläche je Mensch

4 Mrd. Menschen
3.800 m^2 pro Person

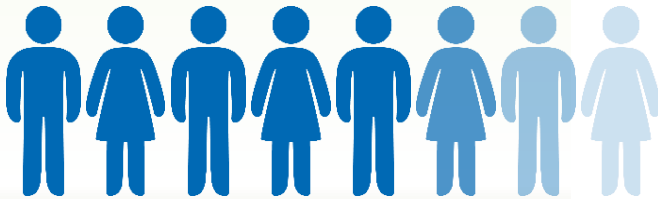


8 Mrd. Menschen
1.800 m^2 pro Person



Landnutzungsänderung (Entwaldung, …)

10 Mrd. Menschen
< 1.400 m^2 pro Person



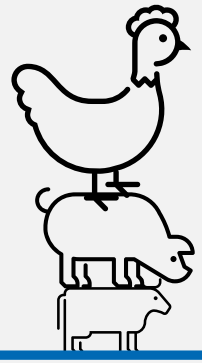
Klimawandel: Verlust an Fläche und Ertrag

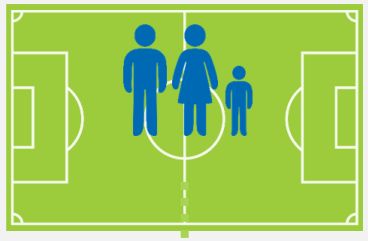
1970 **2025** **2050**

Vom Nahrungs-Überschuss zum Mangel

Grüne Revolution: Mineraldünger, Pflanzenzucht, Pflanzenschutz und Mechanisierung erzeugen **Überschüsse** an Getreide, ...

Veredelungswirtschaft, Siegeszug des Geflügels.





1970

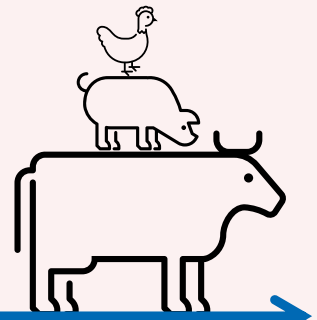
Überschüsse für die Veredelungswirtschaft durch **Landnutzungsänderung**.

Veredelungswirtschaft auf Kosten von Umwelt und Klima.

2025

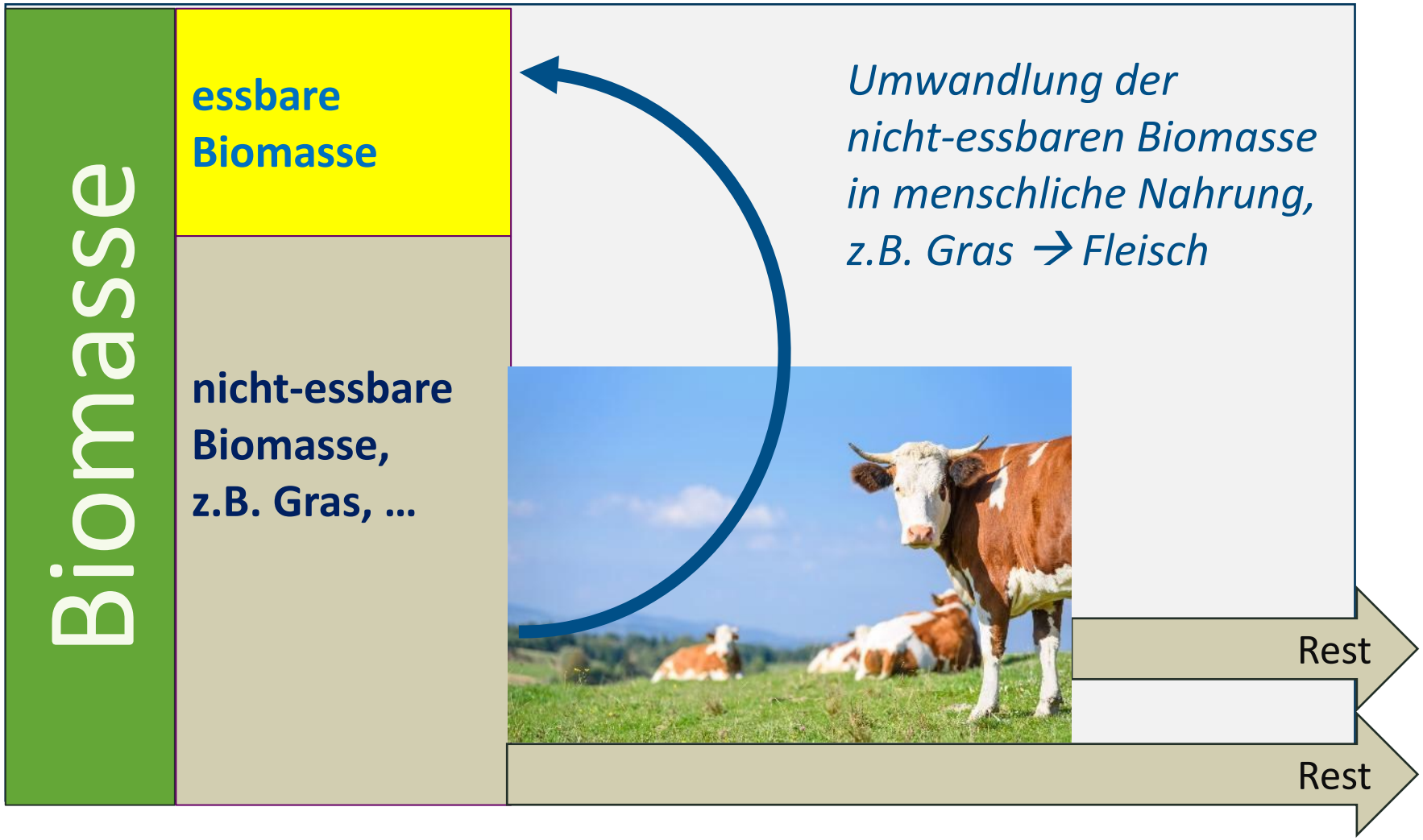
Bevölkerungszuwachs und Klimawandel verknappen die pflanzliche Biomasse.

Kreislaufwirtschaft der nicht-essbaren Biomasse, Rückkehr der Wiederkäuer.



2050

Möglichst viel Nahrung aus der limitierten Biomasse



Nutzungskaskade der Biomasse

Teller

↓

Trog

↓

Tank

2 Der überwiegende Anteil der pflanzlichen Biomasse ist nicht essbar

Der Acker hinterlässt jede Menge nicht-essbarer Biomasse

Weizenmehl

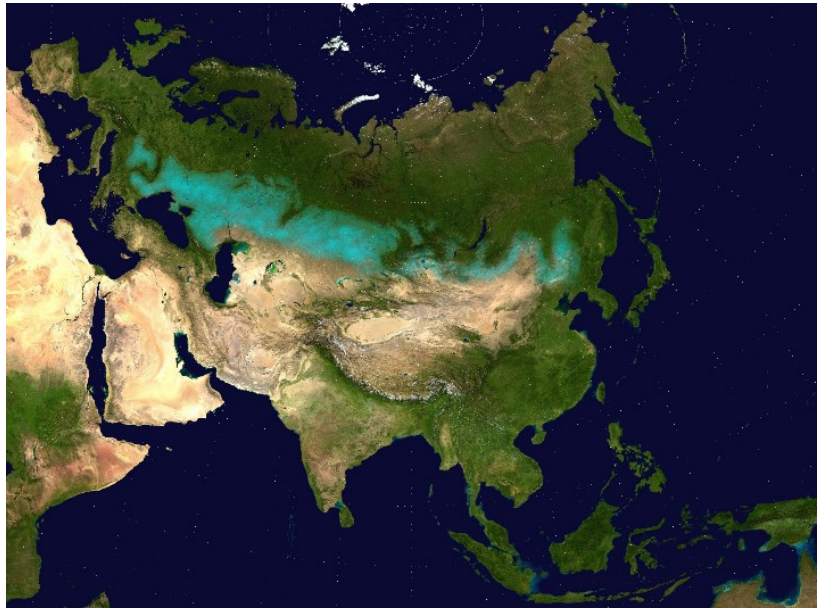
Weizenkleie

Weizenstroh

1 kg finales Lebensmittel (Trockenmasse)	Nebenprodukte der Lebensmittelverarbeitung (Trockenmasse)	Koppelprodukte auf dem Acker (Trockenmasse)	Relation essbares LM zu Rückstand
Weizenmehl	0,3 kg Weizenkleie	1,3 kg Weizenstroh	**1:2**
Sojaöl & -protein	1 kg Schalen/Ballaststoffe	2 kg Sojastroh	**1:3**
Zucker	1 kg Rübenschnitzel	2 kg Rübenblatt	**1:3**
Rapsöl	1,5 kg Rapsextraktionsschrot	4,5 kg Rapsstroh	**1:6**

(Vorndran et al. 2024)

Grasland erzeugt ausschließlich nicht-essbare Biomasse



Grasland stellt einen erheblichen Anteil der landwirtschaftlichen Nutzfläche dar.	Deutschland	30 %
	Alpenraum	> 50 %
	EU	34 %
	weltweit	70 %

Grasland ist eine hoch-produktive Quelle von Biomasse.

Der größte Anteil des Graslands ist nicht ackerfähig.

Grasland beherbergt die größten *hot spots* der Biodiversität.

Image up left: ARGE Heumilch Austria, own work, by curtesy

Von Two-point-equidistant-asia.jpg: Mdfderivative work: Shattered Gnome (Diskussion)earlier version: Cp6 - Two-point-equidistant-asia.jpg, Gemeinfrei, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=6871871

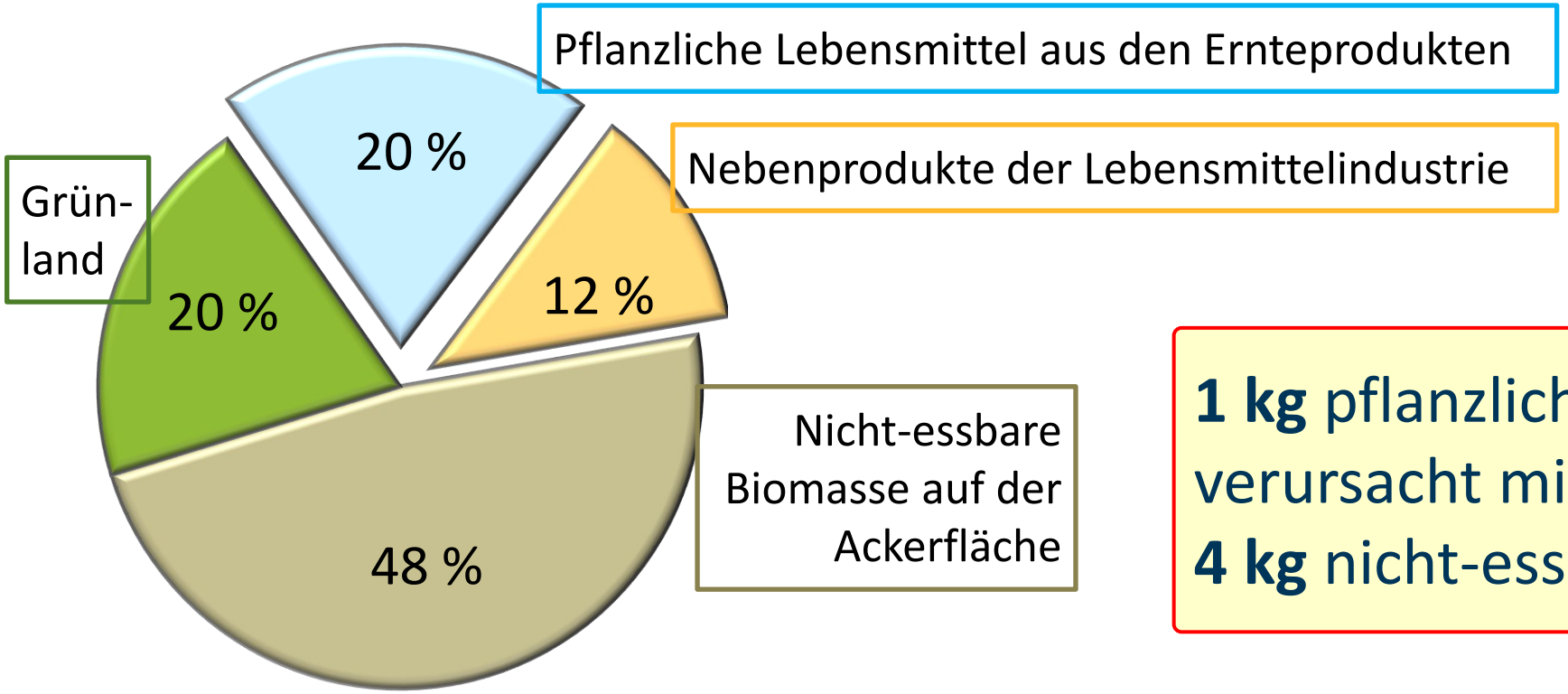
Sidestep: *Weidetiere sind die „zweitbeste Wildnis“*

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

Foto links : Source of image: Pablo Manzano, own work
Foto rechts: Von Ortrun Humpert (Schäferei Humpert) – eigenes Werk; mit freundlicher Genehmigung.

Viel mehr Tierfutter als menschliche Nahrung

z.B. Deutschland: Verteilung der geernteten Biomasse (270 Mio. Tonnen TM/Jahr) (%)

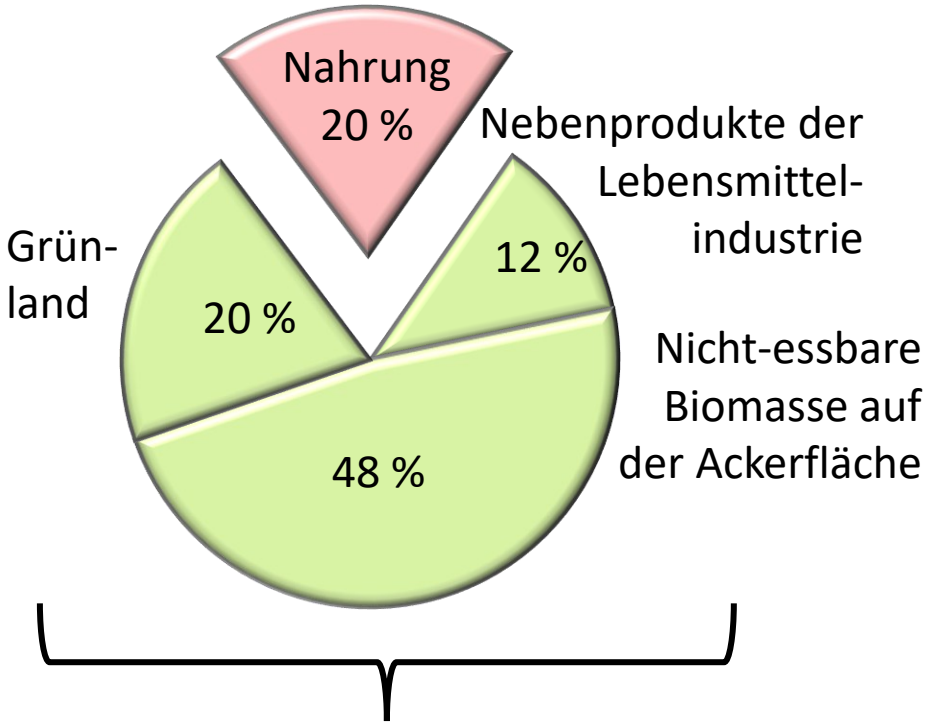


1 kg pflanzliche Nahrung verursacht mindestens **4 kg** nicht-essbare Biomasse.

(Vorndran et al. 2024)

3 Die nicht-essbare Biomasse ist der eigentliche Treiber des Ernährungssystems

1:4 Stoffkreislauf der nicht-essbaren Biomasse



Rückführung der Pflanzennährstoffe auf die Nutzfläche

- **Verrotten lassen, nicht nutzen?**
  ineffizient, geringe Düngerwirkung, geringe pflanzliche Ernte.
- **Biogas, Gärreste als Dünger?**
  effizient, hohe Düngerwirkung, doppelte Ernte an pflanzlicher Biomasse **und zusätzlich Biogas.**
- **Tierfutter, Mist als Dünger?**
  effizient, hohe Düngerwirkung, doppelte Ernte an pflanzlicher Biomasse **und zusätzlich Fleisch, Milch, Eier, …**

Biomasse ist als primäre Energiequelle ungeeignet

Photo-
synthese

Aufbau von
Kohlenhydraten,
Protein, etc.

Wachstum

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 nicht ihr Energiegehalt, sondern ihre hohe stoffliche Komplexität.

Wieviel Sonnenenergie bleibt in der Biomasse hängen?

1 % als Brennwert

2 ‰ als Methan

< 1 ‰ als Strom

Gasverbrauch für Heizung in Deutsch-land (Haushalte, Gewerbe)

330 TWh/Jahr

Biogas aus 17 Mio. ha Silomais: unsere gesamte Nutzfläche!

1:4

Nutztiere schenken uns viel Nahrung

essbar

z.B. Brot
100 g Eiweiß
3000 kcal

Verhältnis mind. 1:4

Nicht essbar

mind. 50% mehr Nahrung aus derselben Nutzfläche ohne Nahrungskonkurrenz

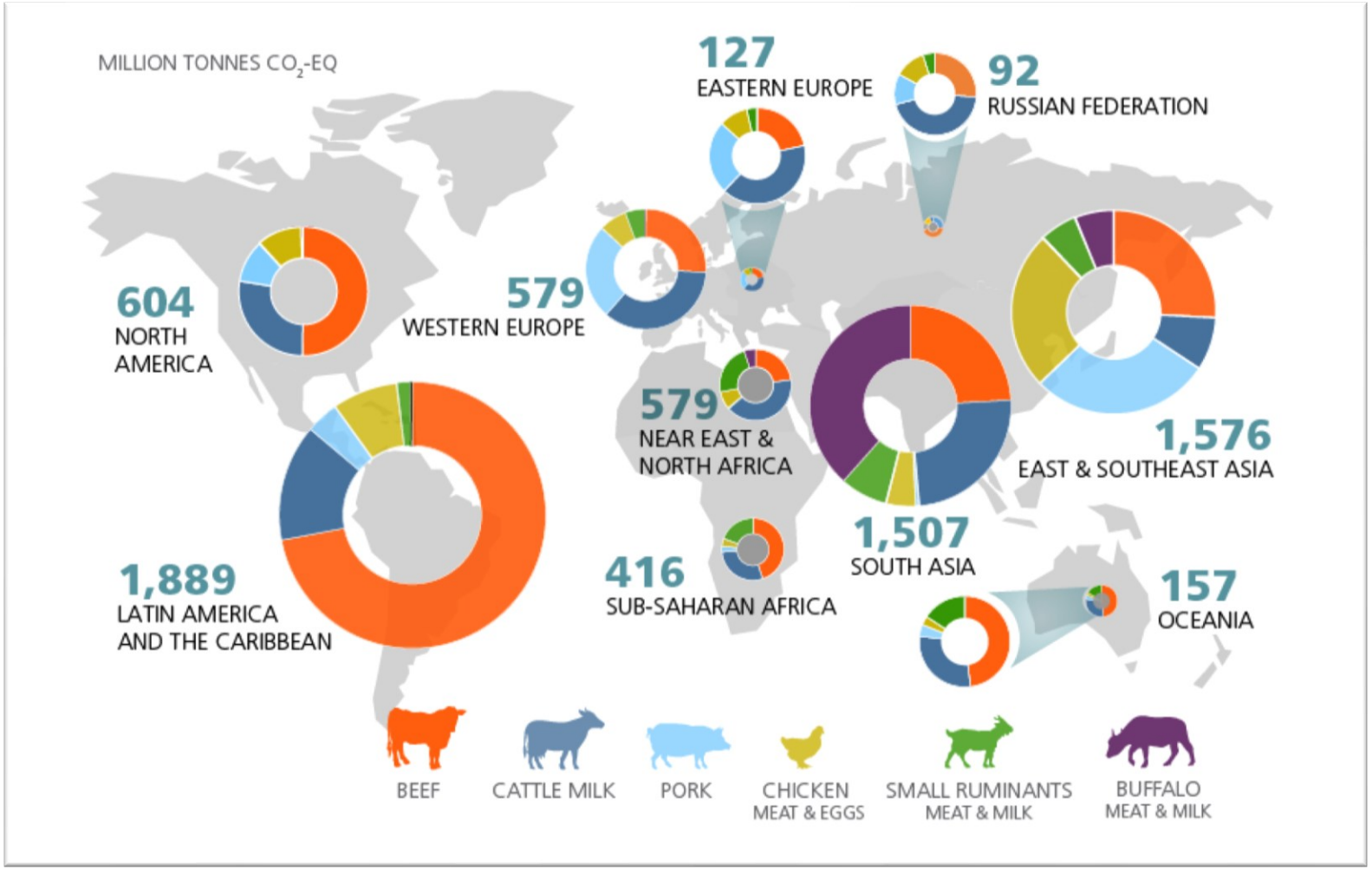
z.B. 3 kg Kuhmilch
oder 0,5 kg Fleisch
100 g Eiweiß
1500 kcal

Technische Universität München

4 Klima-Killer Kuh?

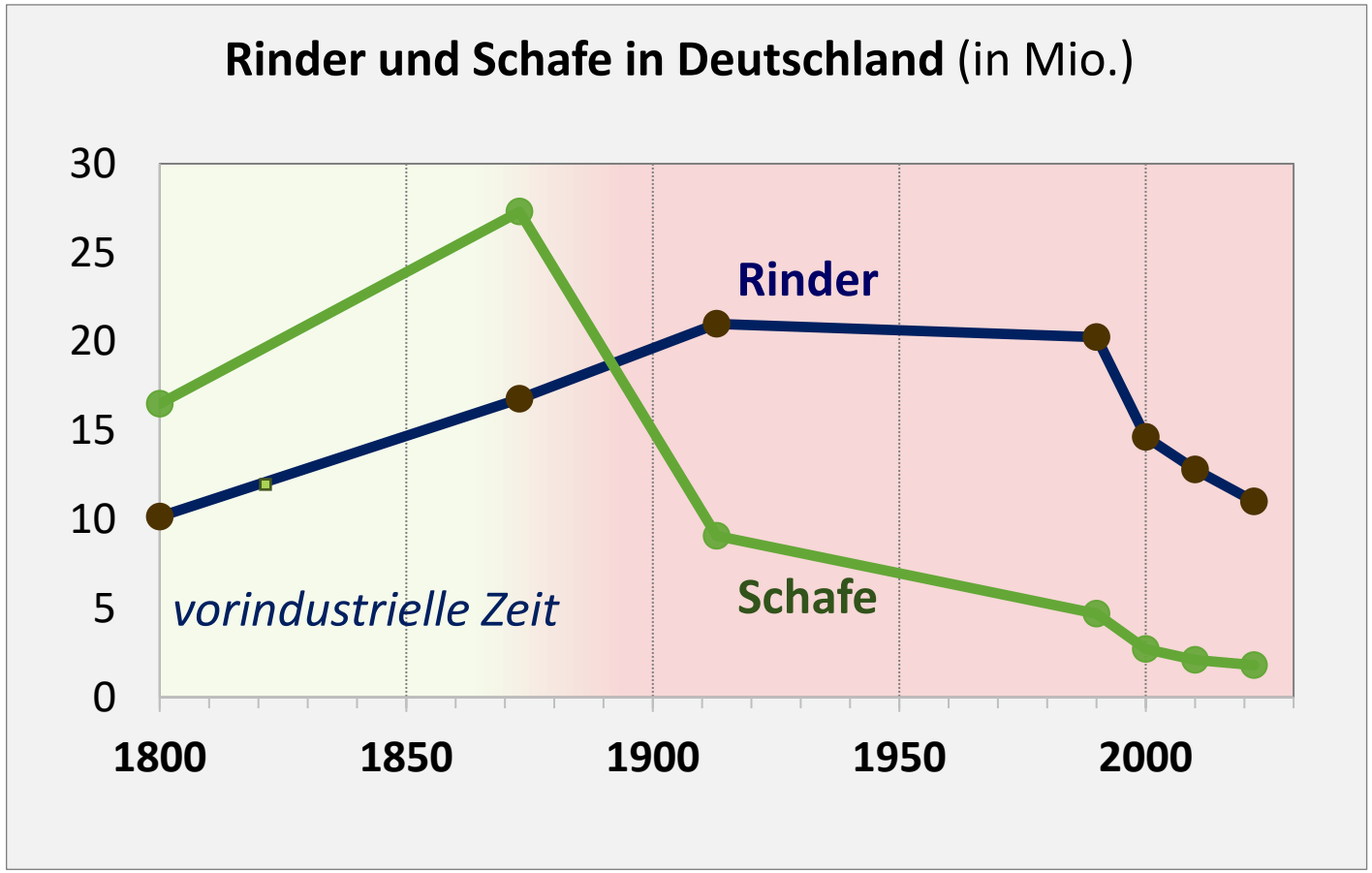
Nicht das Kind mit dem Bade ausschütten!

Globale CO_2-Äquivalente von Nutztieren (FAO GLEAM 2022)



Die Problemzonen der CH_4-Emissionen durch Wiederkäuer liegen in Südasien und Südamerika.

Deutschland: *CH_4-mission completed?*



- Weniger Wiederkäuer als im Jahre 1800.
- Wiederkäuer emittieren weniger CH_4 als zu Beginn der Industrialisierung (Kuhla and Viereck, 2022).

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

Nicht das Kind mit dem Bade ausschütten!

Technische Universität München

CH_4 ist ein starkes Treibhausgas mit kurzer Lebensdauer.

Bei konstanter Bestandsdichte und Produktionsintensität steht das Wiederkäuer-CH_4 in der Atmosphäre im Gleichgewicht zwischen Emission und Abbau.

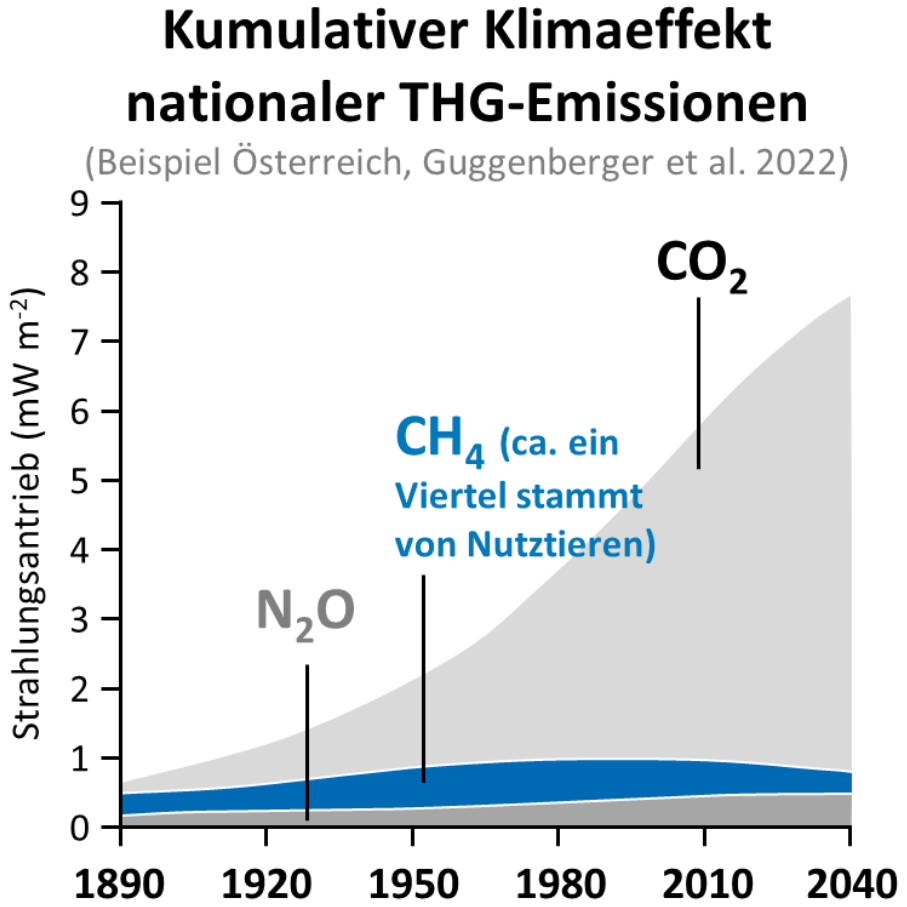
→ *Neue CH_4-Emissionen haben keine Heizwirkung mehr.*

→ *Der CH_4-Klimabeitrag von Fleisch und Milch sinkt auf Null.*

→ *Die Klimawirkung der Wiederkäuer ist indirekt: einmalige Abkühlung durch CH_4-Abbau nach Abschaffung der Tiere.*

Kreislaufwirtschaft reduziert massiv den Klimabeitrag von Fleisch und Milch. Die restliche CH_4-Bürde der Haltung von Wiederkäuern (Abkühlungspotenzial) ist gering.

(z.B. Allen et al. 2018; Hörtenhuber et al 2022).



Wiederkäuer-CH_4 professionell managen

Technische Universität München

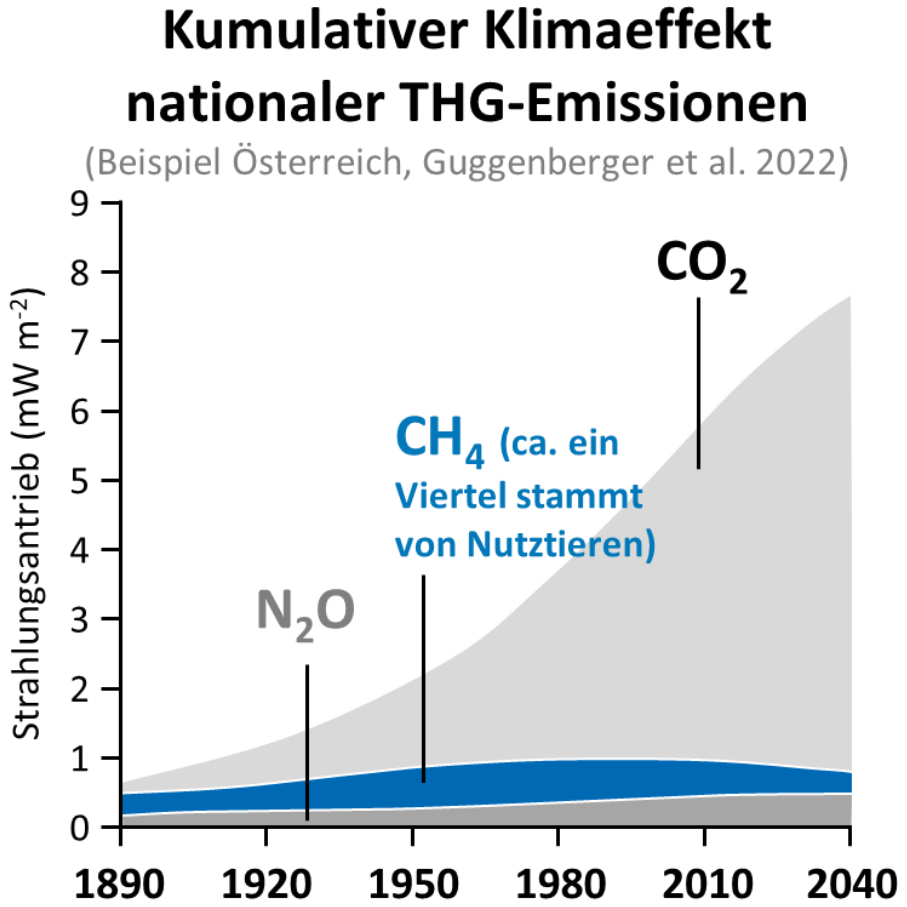
Die Klimawirkung des Wiederkäuer-CH_4 korrekt bewerten

Wiederkäuer-CH_4 möglichst niedrig halten

- Kreislaufwirtschaft
- Fütterung auf die nicht-essbare Biomasse begrenzen
- Futtereffizienz im Gesamtsystem optimieren

Der Schwerpunkt des Klimaschutzes liegt auf dem CO_2

- Energiewende (Decarbonisierung)
- Minimierung der CO_2-Ausgasung aus dem Acker beim Anbau von pflanzlicher Nahrung (Humusabbau):
  → Stopp der Landnutzungsänderung
  → Umstellung auf regenerativen Pflanzenbau.
- Aufbau von CO_2-Senken: Grünland



Technische Universität München

5 Nutztiere: Das Schlechte vermeiden und das Gute fördern

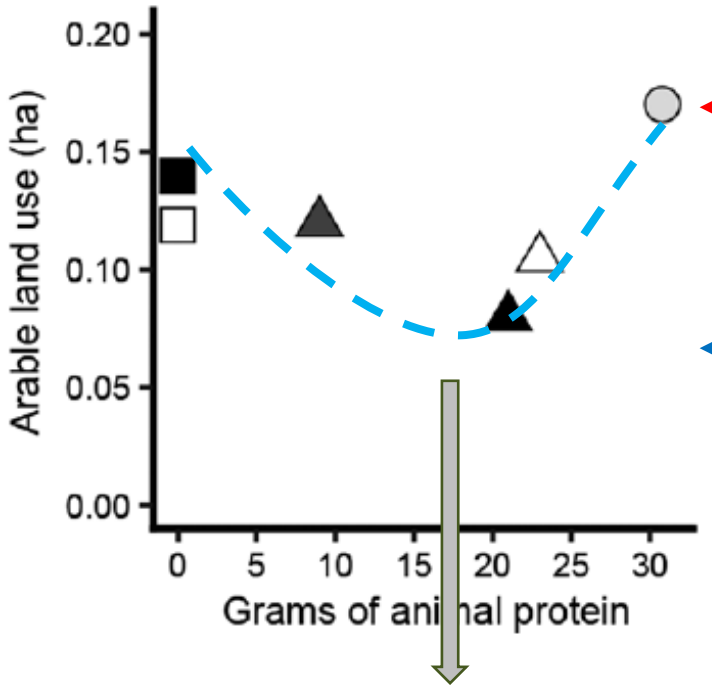
Kreislaufwirtschaft braucht Nutztiere!

Technische Universität München

Beim Kreislauf der nicht-essbaren Biomasse entstehen dieselben Emissionen, egal ob Verrottung/Kompost, Biogas oder Nutztiere.
(Das CH_4 der Wiederkäuer ist klimatechnisch kaum relevant).

Der Verzicht auf Nutztiere reduziert den Ertrag an Nahrung aus derselben Fläche, die Emissionen bleiben jedoch unverändert.

(Van Zanten et al. 2018)

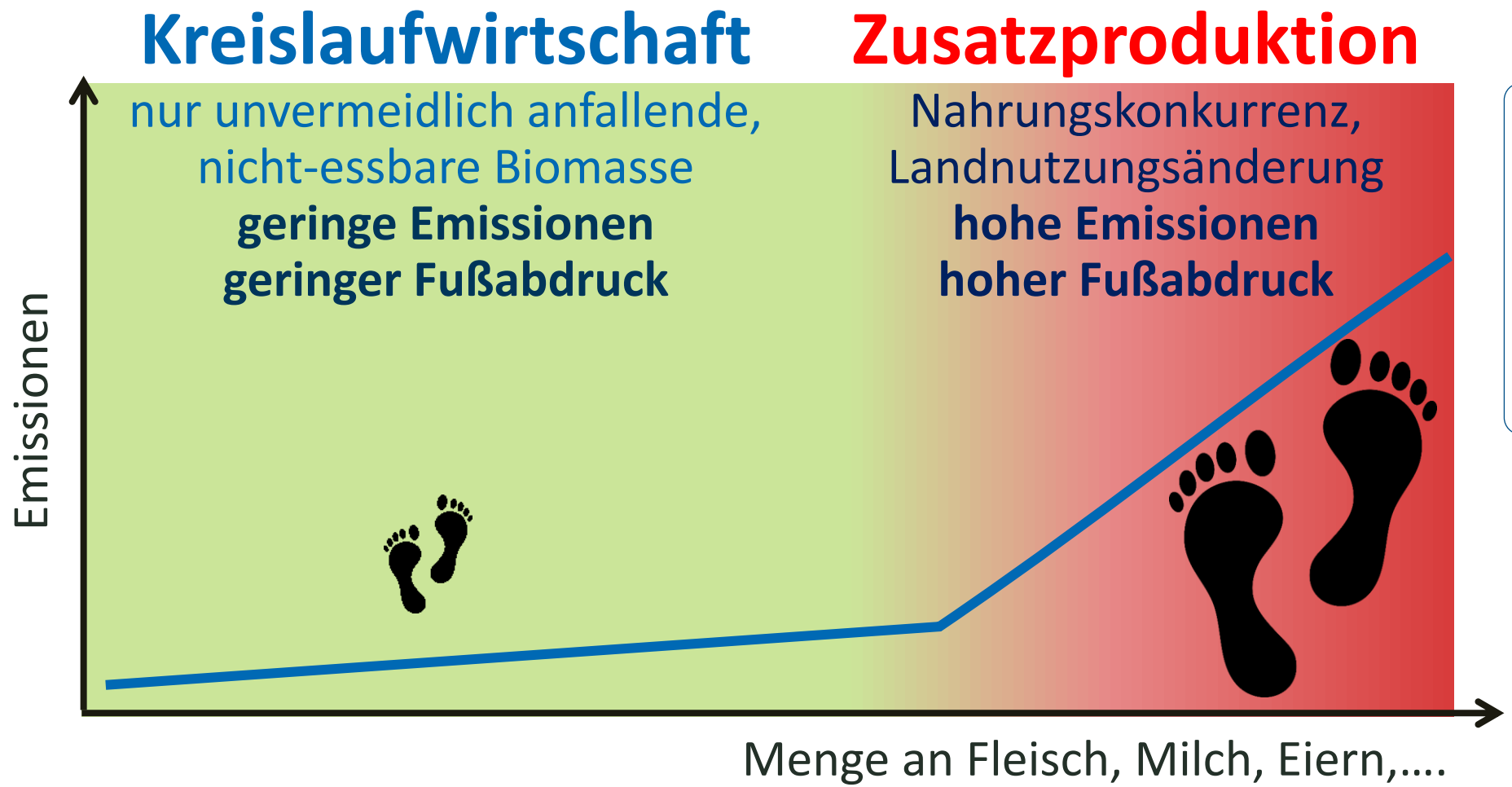


intensive Tierhaltung (Nahrungskonkurrenz, Landnutzungs-änderung)

Nutztier werden nur mit nicht-essbarer Biomasse gefüttert

Kreislaufwirtschaft mit Nutztieren

Fleisch, Milch, Eier, … haben zwei Fußabdrücke

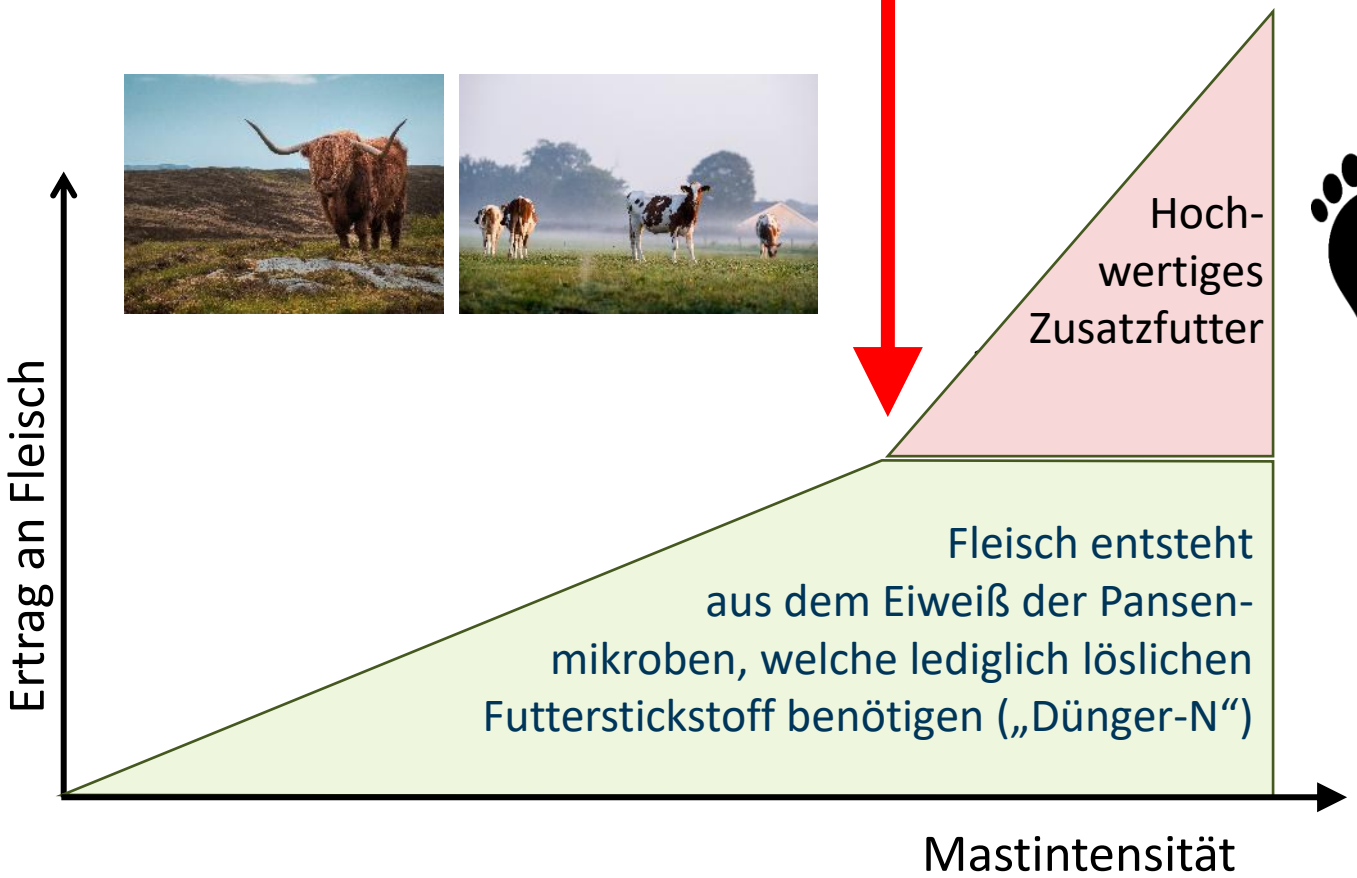


Kraftfutter ist kein Problem, solange es aus nicht-essbarer Biomasse besteht!

z.B. Rindfleisch: hohe Fußabdrücke entstehen erst bei hoher Mastintensität

Technische Universität München

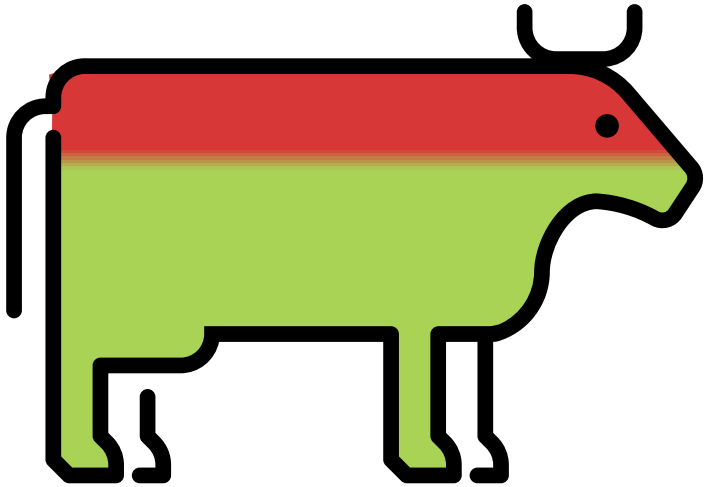
Weide, Grasfütterung | **Mais(silage) & Soja, etc., Feedlot**



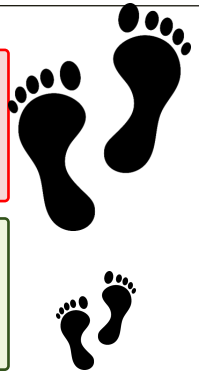
Zusätzliches Fleisch über Landnutzungsänderung, Nahrungskonkurrenz, vermehrte Emissionen

„veganes“ Fleisch ohne Futtereiweiß und ohne Nahrungskonkurrenz

Das Schlechte vermeiden und das Gute fördern



~~Veredelungswirtschaft.~~
~~Nahrungskonkurrenz, Landnutzungsänderung~~

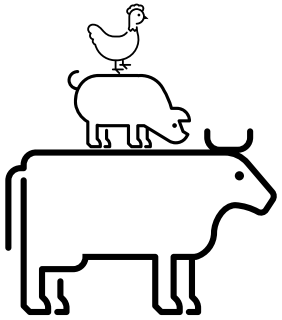


Kreislaufwirtschaft,
nicht-essbare Biomasse als Futtermittel

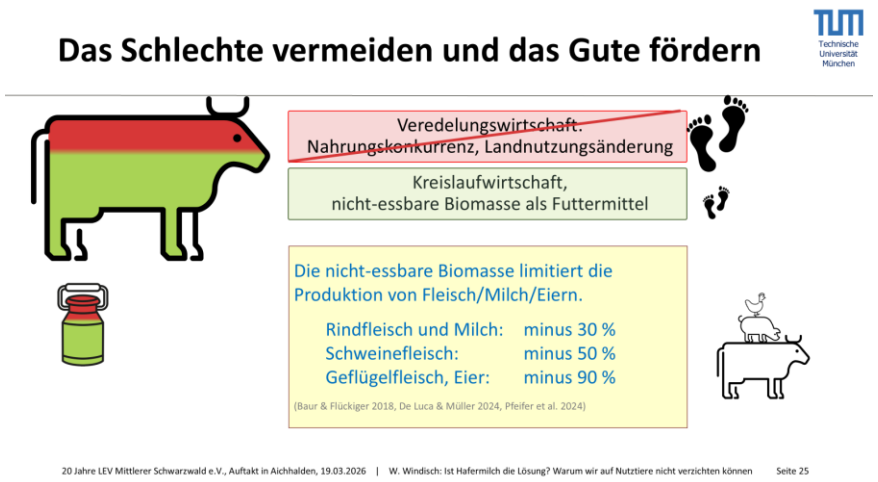
Die nicht-essbare Biomasse limitiert die Produktion von Fleisch/Milch/Eiern.

Rindfleisch und Milch:	minus 30 %
Schweinefleisch:	minus 50 %
Geflügelfleisch, Eier:	minus 90 %

(Baur & Flückiger 2018, De Luca & Müller 2024, Pfeifer et al. 2024)



Konsum – Produktion – Futtereffizienz: Was ist die beste Strategie für Umwelt und Klima?



Emissionen entstehen nicht beim Konsum von Fleisch, Milch, Eiern, … sondern bei der Produktion.

Die Drosselung des Konsums hat nur eine indirekte Wirkung auf Umwelt und Klima.

Das Korsett der Kreislaufwirtschaft hat eine starke Wirkung auf Umwelt und Klima. Damit geht indirekt ein Rückgang von Produktion und Konsum einher.

Innerhalb des Korsetts der Kreislaufwirtschaft erlaubt eine hohe Futtereffizienz mehr Konsum als bei bloßer Extensivierung der Produktion.

Futtereffizienz ist der gemeinsame Schlüssel für Umwelt, Klima und Konsum

Technische Universität München

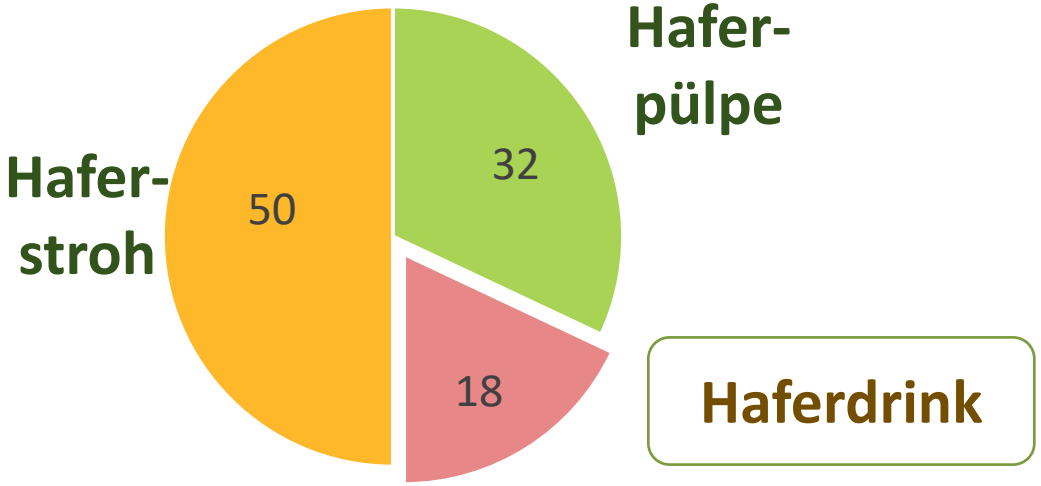
1. **Futterwirtschaft optimieren, (Grob)Futterqualität erhöhen**
   (Technologie & Pflanzenzüchtung)
2. **Precision feeding, Futtermittelzusatzstoffe**
3. **Minimierung von unproduktivem Futterverzehr im System**
   Tiergesundheit, Tierwohl, Langlebigkeit
4. **Anpassung des Leistungsniveaus an das Futterpotenzial**

Fotos: ARGE Heumilch, eigenes Werk, mit freundlicher Genehmigung

Technische Universität München

6 Auch die Alternativen zu Fleisch & Co. unterliegen dem Kaskadenprinzip Teller > Trog > Tank

Die Verarbeitung pflanzlicher Lebensmittel hinterlässt noch mehr nicht-essbare Biomasse



1 Glas Haferdrink generiert ein weiteres Glas Kuhmilch

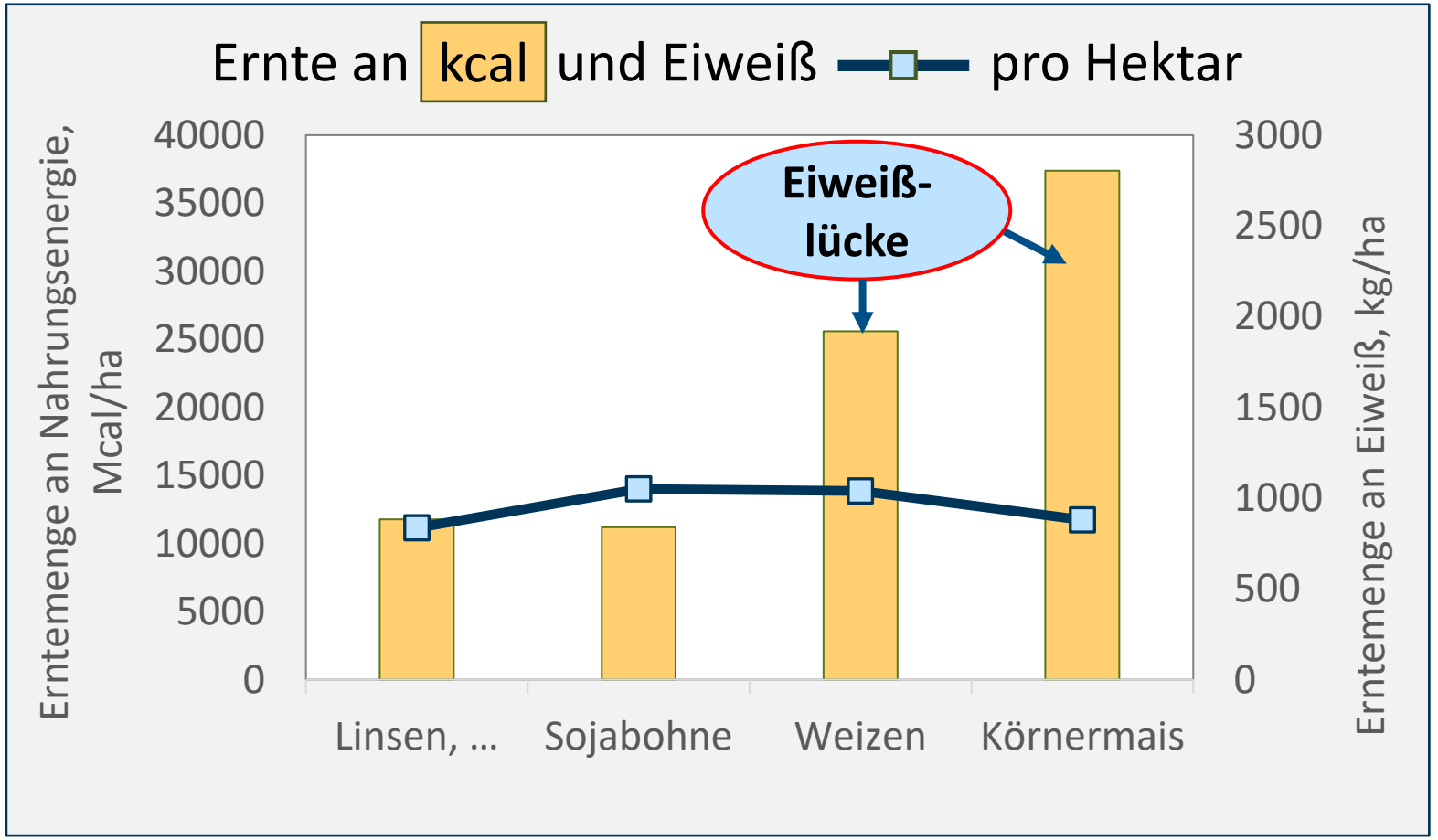
1 kg finales Lebensmittel (Trockenmasse)	**Relation essbares LM zu Rückstand**
Haferdrink	**1:5**
Lupinenprotein	**1:7**
Weizenprotein	**1:>20**

Pflanzliche Lebensmittel sind *keine Alternativen* zu tierischen Produkten *sondern Partner* einer gemeinsamen Nutzungs-kaskade.

Ziel: optimale Verteilung der gesamten Biomasse zwischen Teller und Trog

Bild Haferdrink von Mx. Granger - Eigenes Werk, CC0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=92508393

Die Eiweißlücke in der Bereitstellung pflanzlicher Lebensmittel



Die Schließung der Eiweißlücke funktioniert ausschließlich durch **sekundäre Transformation von nicht-essbarer Biomasse**:

- Nutztiere (v.a. Wiederkäuer)
- Pilze, Mikroorganismen, …

Pilze und Hefen erweitern das Nutzungsspektrum der nicht-essbare Biomasse

Technische Universität München

Methan, Methanol, etc.

verholztes Material, für Wiederkäuer wenig geeignet
(anaerobe Mikroben können Lignin nicht abbauen)

Aerobe Systeme:
Pilze, *precision fermentation*
z.B. mit Pichia pastoris

nicht-essbare Biomasse,
löslicher Stickstoff (NH_3)

Energie:
fast völlige
Veratmung
zu CO_2

Wachstum

Eiweiß

(+) Nutzung „extremer“ Biomassen.

(-) geringe Ausbeute an Protein.

Bei „normalem“ Futter haben Hefe & Pilze gegenüber Wiederkäuern keine Chance

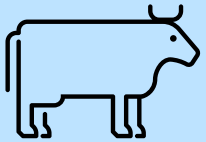
Technische Universität München

Aerobe Systeme: Pilze, Hefen, *precision fermentation*

geringe Ausbeute an Protein aus dem Futter

Anaerobe Fermentation zu flüchtigen Fettsäuren

hohe Ausbeute an Protein und Energie aus dem Futter



Milchkuh

Eiweiß

4fache Produktmenge

Milch:

- Milcheiweiß
- Fett
- Laktose

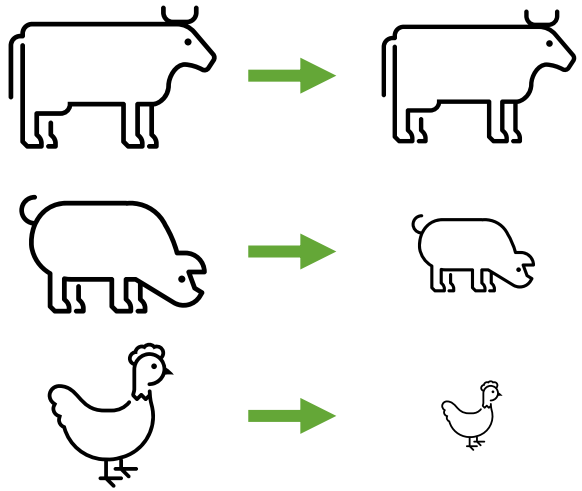
Die Rückstände der Pilzproduktion können von Wiederkäuer weitergenutzt werden.

Technische Universität München

7 Ausblick

Zeitenwende, Energiewende, Nutztierwende

	Energiewende	Nutztierwende
Abkehr von	fossiler Energie	Nahrungskonkurrenz, Landnutzungsänderung
Hin zu	Regenerierbare Energie: Sonne, Wind,…	Regenerierbares Futter: nicht-essbare Biomasse
Limitierung	Menge, Speicherung	Menge, Futterwert
Effekt für den Konsumenten	geringeres Angebot, höherer Preis	weniger Milch, Fleisch, Eier, …, höherer Preis
Reaktion	Quellen erschließen, Wirkungsgrade maximieren	Futterwirtschaft und Futtereffizienz maximieren



Technische Universität München

7 Fazit

- Künftige Agrar- und Ernährungssysteme werden vom knappen Angebot an pflanzlicher Biomasse limitiert (essbar und nicht-essbar).
- Die Nutzungskaskade lautet *Teller > Trog > Tank*.
- Effizienz, Nachhaltigkeit, Umwelt- und Klimaschutz entstehen erst im Gesamtsystem durch synergistische Kopplung aller Einzelteile: Boden, Pflanzen, Nutztiere, Mikroorganismen, Pilze, ...
- Nutztiere bleiben auch in Zukunft essenziell, und zwar als sekundäre Transformer von nicht-essbarer Biomasse.