
Die Rolle der Nutztierhaltung in einem zirkulären Ernährungssystem



W. Windisch

TUM School of Life Sciences

Technische Universität München

1

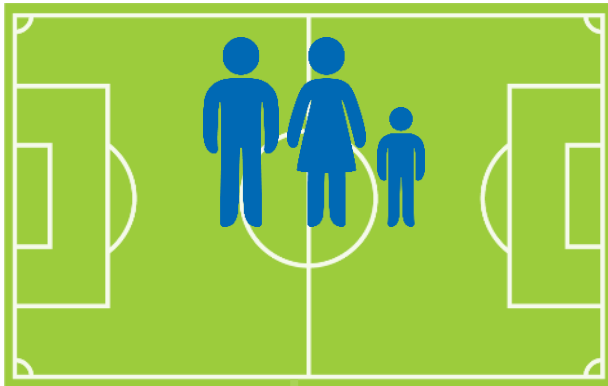
Pflanzliche Biomasse ist der limitierende Faktor aller Ernährungssysteme

- 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

Weltweit verfügbare Ackerfläche je Mensch

4 Mrd. Menschen
3.800 m² pro Person



1970

8 Mrd. Menschen
1.800 m² pro Person



2025

10 Mrd. Menschen
< 1.400 m² pro Person

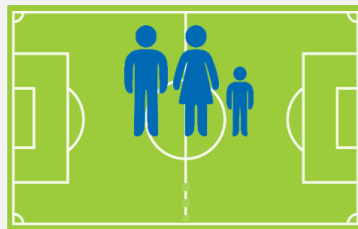
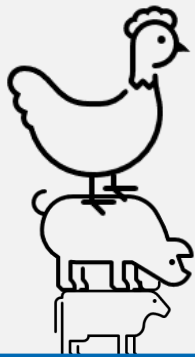


2050

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.



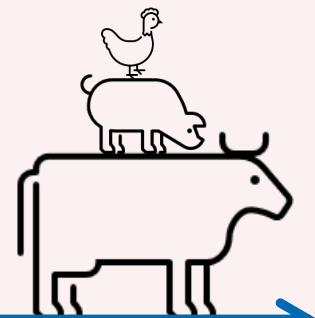
2025

Bevölkerungszuwachs und Klimawandel verknappen die pflanzliche Biomasse.

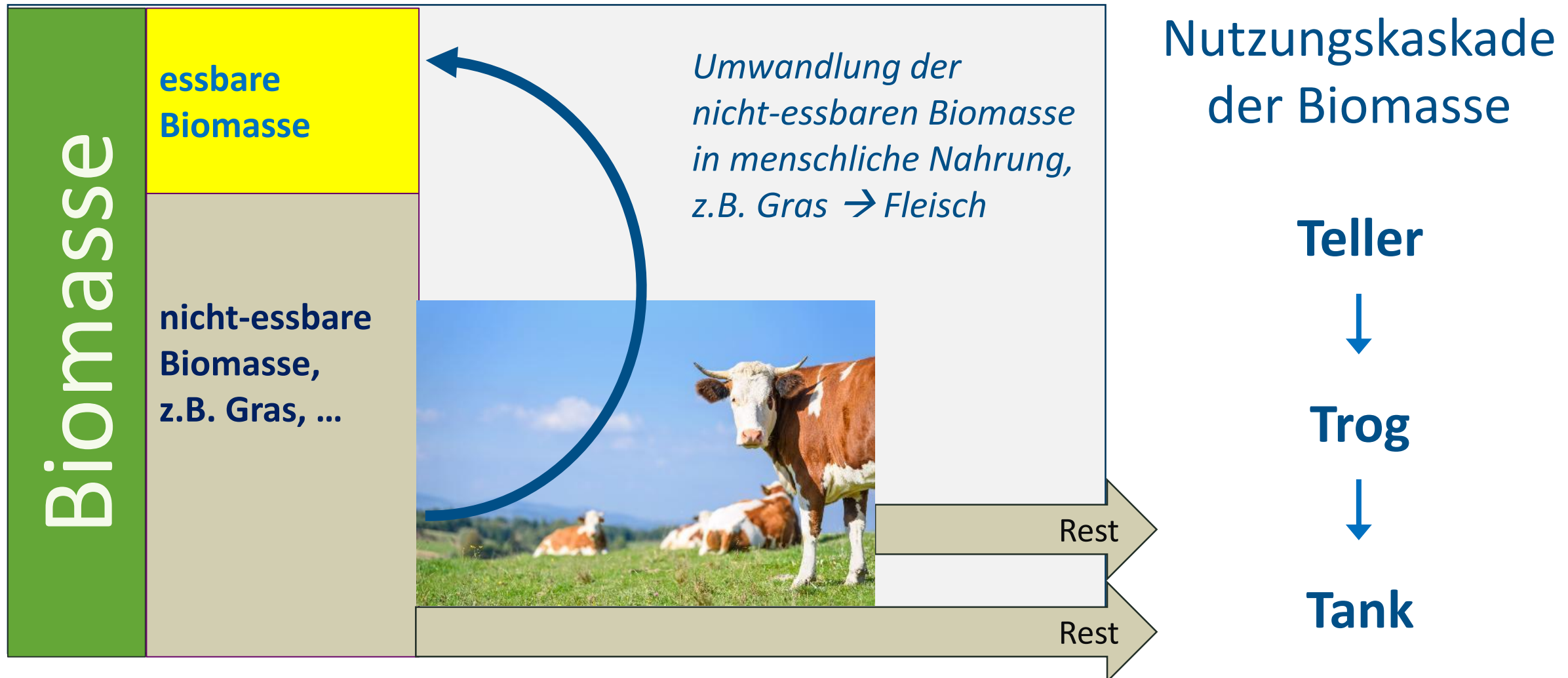
Kreislaufwirtschaft der nicht-essbaren Biomasse, Rückkehr der Wiederkäuer.



2050



Möglichst viel Nahrung aus Biomasse



2 Der überwiegende Anteil der pflanzlichen Biomasse ist nicht essbar

Der Acker hinterlässt jede Menge nicht-essbarer Biomasse



Weizenmehl



Weizenkleie



Weizenstroh



1 kg Lebensmittel (Trockenmasse)	Reste aus der Lebensmittelverarbeitung (Trockenmasse)	Reste auf dem Acker (Trockenmasse)	Relation essbar : Rest
Weizenmehl	0,3 kg Weizenkleie	1,3 kg Weizenstroh	1:2
Sojaöl & -protein	1 kg Schalen/Ballaststoffe	2 kg Sojastroh	1:3
Rapsöl	1,5 kg Rapsextraktionsschrot	4,5 kg Rapsstroh	1:6

(Vorndran et al. 2024)

Grasland erzeugt ausschließlich nicht-essbare Biomasse



Grasland ist eine hochproduktive Quelle von Biomasse.

Der größte Anteil des Graslands ist nicht ackerfähig.

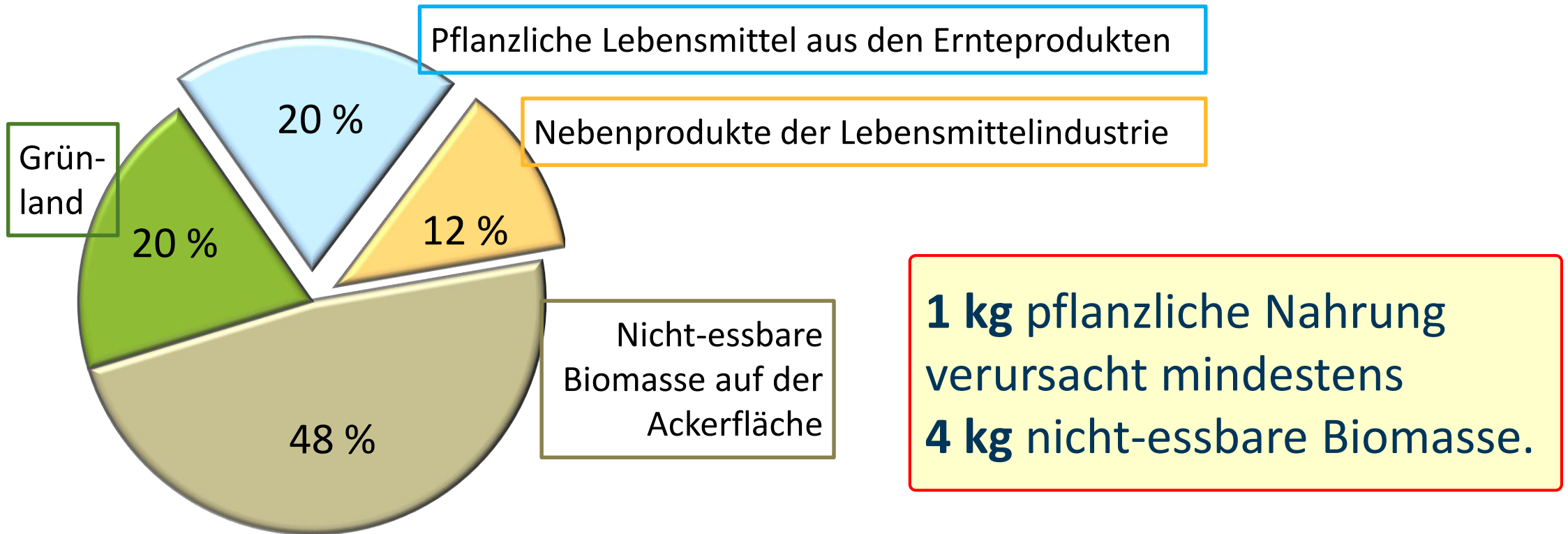
Grasland beherbergt die größten *hot spots* der Biodiversität.

Grasland stellt einen erheblichen Anteil der landwirtschaftlichen Nutzfläche dar.

Deutschland	30 %
Alpenraum	> 50 %
EU	34 %
weltweit	70 %

Viel mehr Futter als Nahrung

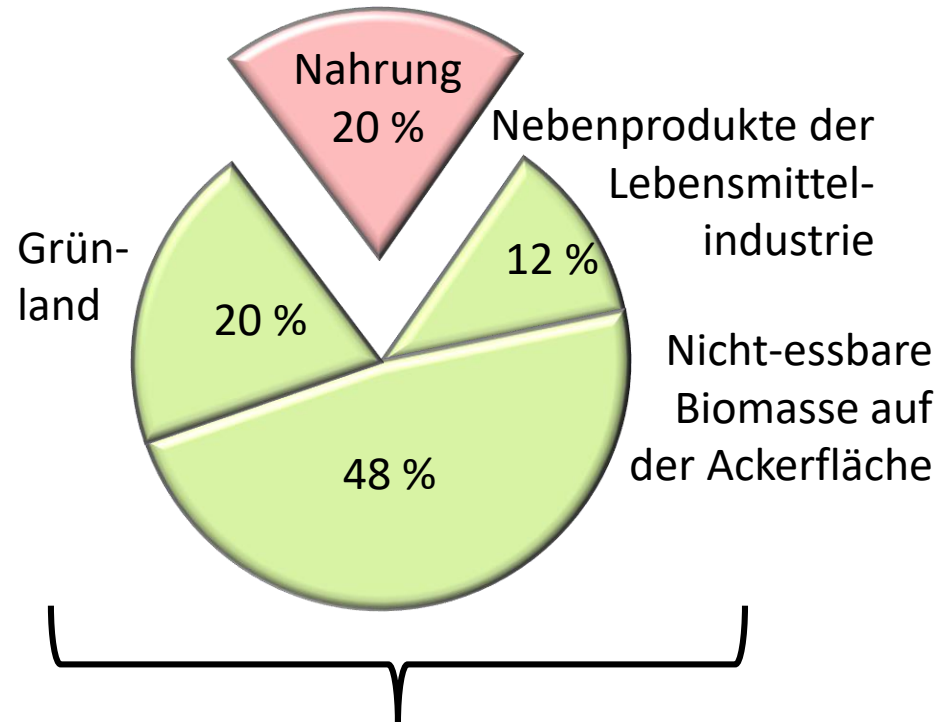
z.B. Deutschland: Verteilung der geernteten Biomasse (270 Mio. Tonnen TM/Jahr) (%)



(Vorndran et al. 2024)

Die Rolle der Nutztierhaltung in einem zirkulären Ernährungssystem

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



Rückführung der Pflanzennährstoffe auf die Nutzfläche

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

Biomasse ist als primäre Energiequelle ungeeignet

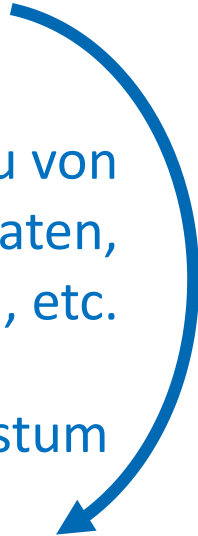


Photo-
synthese



Aufbau von
Kohlenhydraten,
Protein, etc.

Wachstum



Wieviel Sonnenenergie bleibt
in der Biomasse hängen?

1 % als Brennwert

2 ‰ als Methan

< 1 ‰ als Strom

Das Alleinstellungsmerkmal
der Biomasse ist nicht ihr
Energiegehalt, sondern ihre
hohe stoffliche Komplexität.



1:4

Nutztiere schenken uns viel Nahrung



z.B. Brot
100 g Eiweiß
3000 kcal

Verhältnis mind. 1:4



mind. 50% mehr Nahrung
aus derselben Nutzfläche
ohne Nahrungskonkurrenz

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



4

Kreislaufwirtschaft braucht Nutztiere

Kreislaufwirtschaft braucht Nutztiere

Beim Kreislauf der nicht-essbaren Biomasse entstehen dieselben Emissionen, egal ob Verrottung/Kompost, Biogas oder Nutztiere. (Ausnahme: das CH₄ der Wiederkäuer).

Der Verzicht auf Nutztiere reduziert den Ertrag an Nahrung aus derselben Fläche, ohne die Emissionen signifikant zu senken.



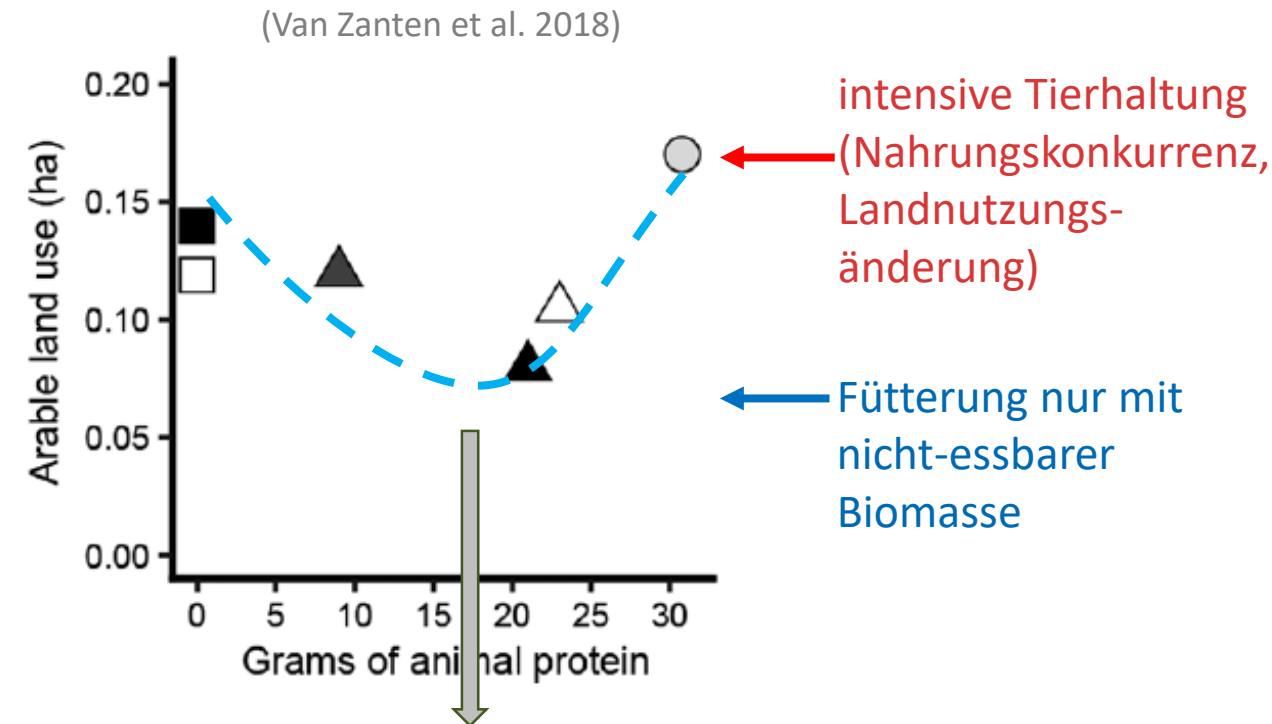
Kreislaufwirtschaft
über Rotte und
Kompost



Kreislaufwirtschaft
über Biogas und
Gärreste als Dünger



Kreislaufwirtschaft
über Nutztiere und
Wirtschaftsdünger



**Kreislaufwirtschaft
mit Nutztieren**

Kreislaufwirtschaft entschärft das CH₄-Problem der Wiederkäuer

CH₄ ist ein starkes Treibhausgas mit kurzer Lebensdauer.

In der Kreislaufwirtschaft erreicht das Wiederkäuer-CH₄ in der Atmosphäre eine Gleichgewichtskonzentration:

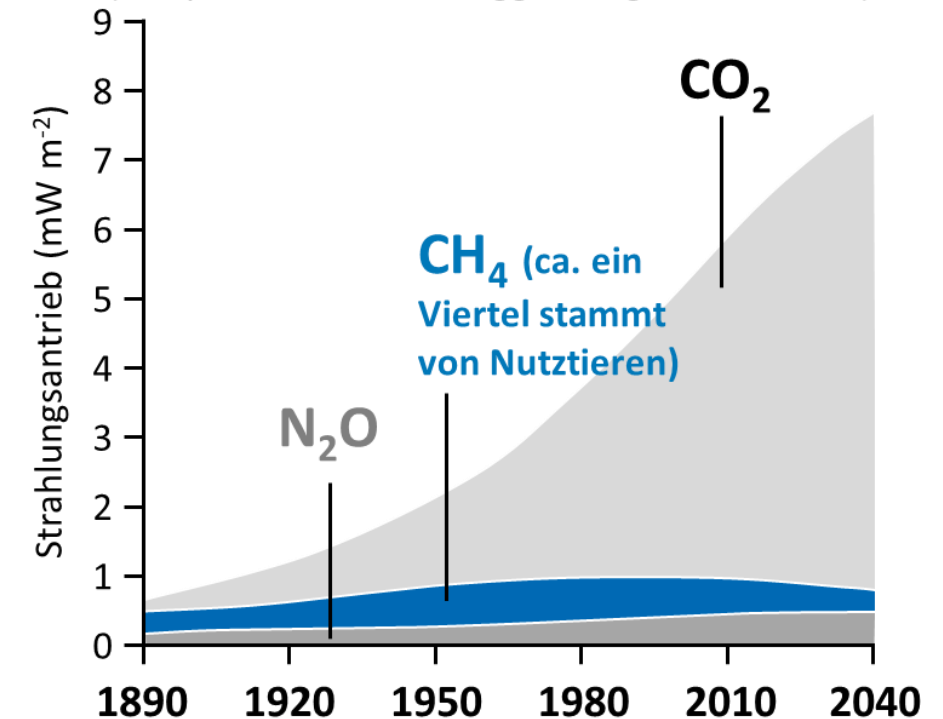
- CH₄ aus der Produktion von Fleisch und Milch hat keinen unmittelbaren Klimabeitrag mehr. GWP100 überschätzt diesen Klimabeitrag.
- Die Klimawirkung der Wiederkäuer ist dann nur noch indirekt (einmalige Abkühlung durch weniger CH₄ in der Atmosphäre).

Wiederkäuer-CH₄ entsteht bei der Verdauung des Futters. Diese CH₄-Bürde kann durch Steigerung der Futtereffizienz auf eine größere Produktmenge verteilt werden.

(Allen et al. 2018, Hörtenhuber et al. 2022)

Kumulativer Klimaeffekt nationaler THG-Emissionen

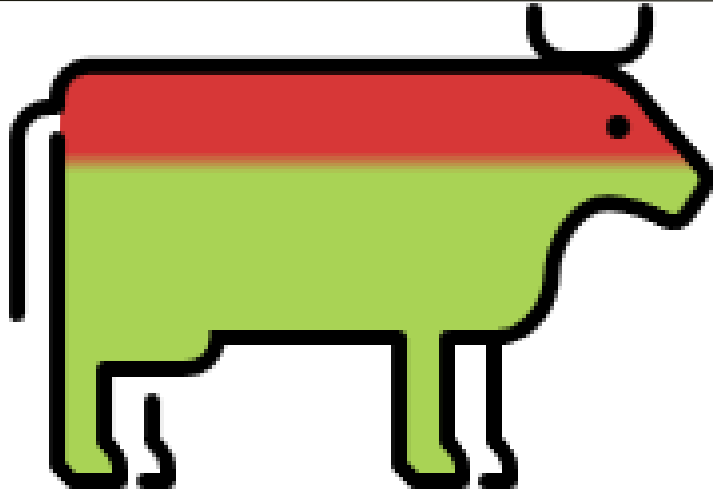
(Beispiel Österreich, Guggenberger et al. 2022)



5

Das Schlechte vermeiden und das Gute fördern

Das Schlechte vermeiden und das Gute fördern



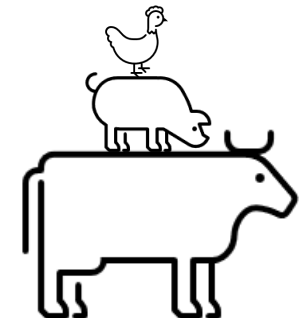
~~Veredelungswirtschaft.
Nahrungskonkurrenz, Landnutzungsänderung~~

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 tierischen Lebensmitteln, sondern primär bei der landwirtschaftlichen Produktion.

Die Kreislaufwirtschaft der nicht-essbaren Biomasse entlastet die Umwelt und das Klima wesentlich stärker als sie die Produktion einengt.

Die Steigerung der Futtereffizienz der nicht-essbaren Biomasse erhöht die Produktion und damit das Angebot für den Konsum.

Der Konsum von Fleisch, Milch, Eiern, ... ist mit Umwelt- und Klimaschutz vereinbar.

Voraussetzung dafür ist **Kreislaufwirtschaft** und **Futtereffizienz**.

Futtermittel-effizienz ist der gemeinsame Schlüssel für Umwelt, Klima und Konsum

- 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

6

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

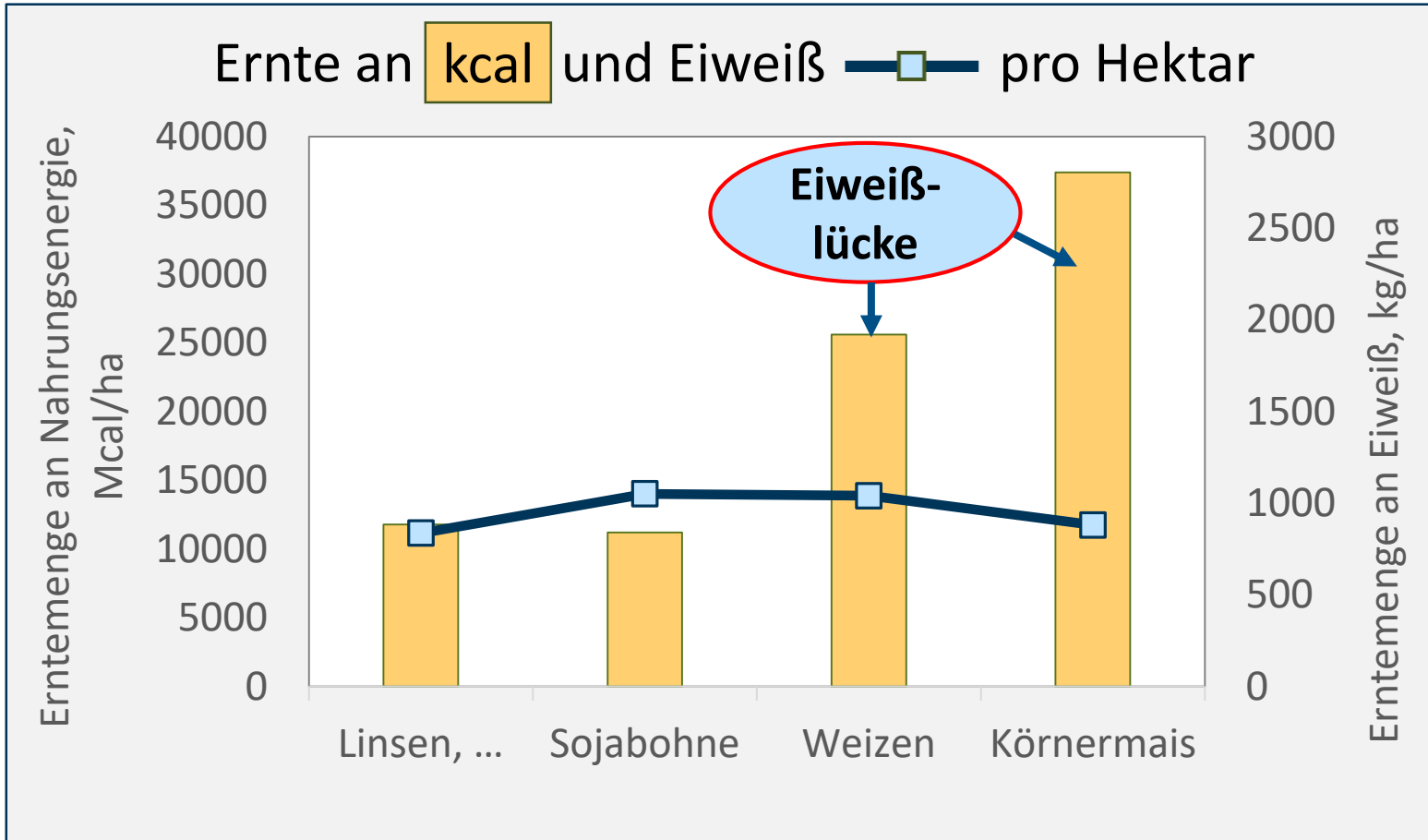
Die Verarbeitung pflanzlicher Lebensmittel hinterlässt noch mehr nicht-essbare Biomasse

1 kg finales Lebensmittel (Trockenmasse)	Relation essbares LM zu Rückstand
Haferflocken	1:2
Haferdrink	1:5
Weizenmehl	1:2
Weizenprotein	1:>20

Pflanzliche Lebensmittel und Nutztiere sind *Partner* einer gemeinsamen Nutzungskaskade.

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

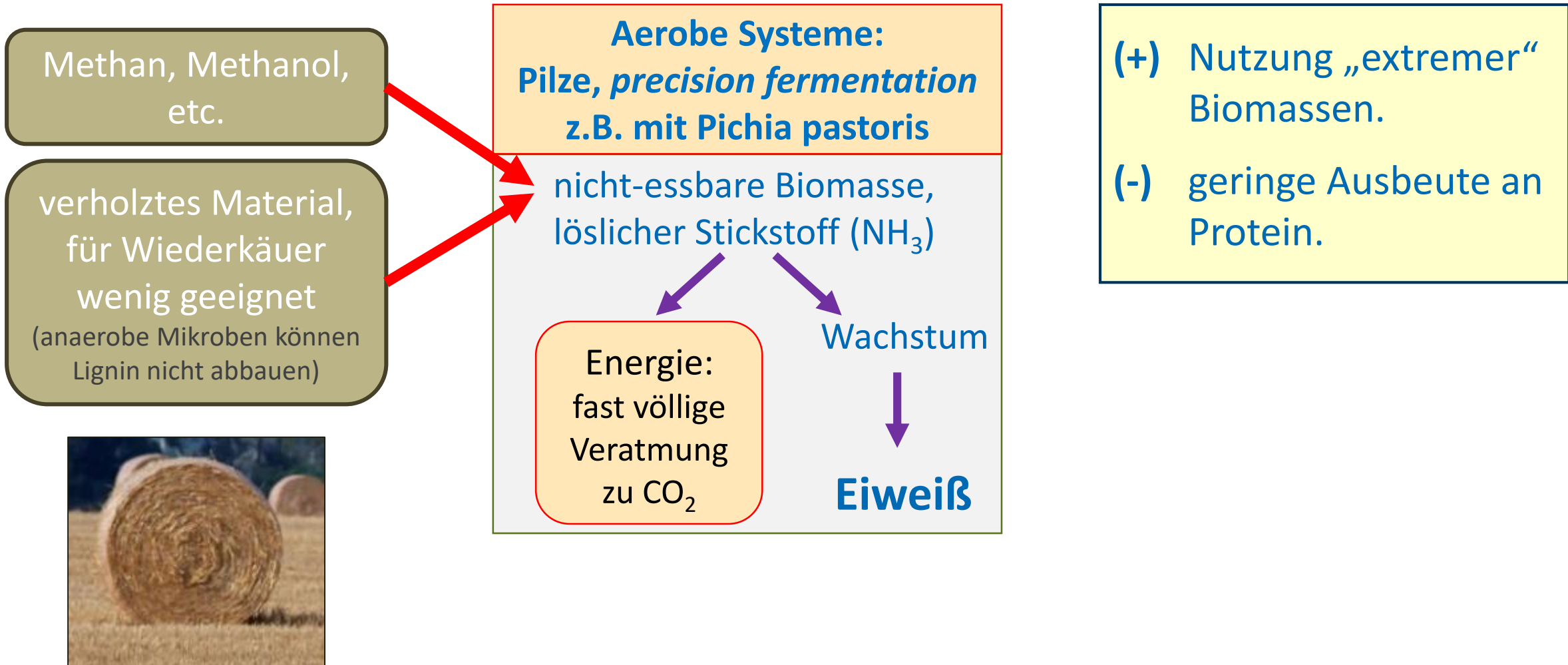
Die Eiweißlücke in der Bereitstellung pflanzlicher Lebensmittel



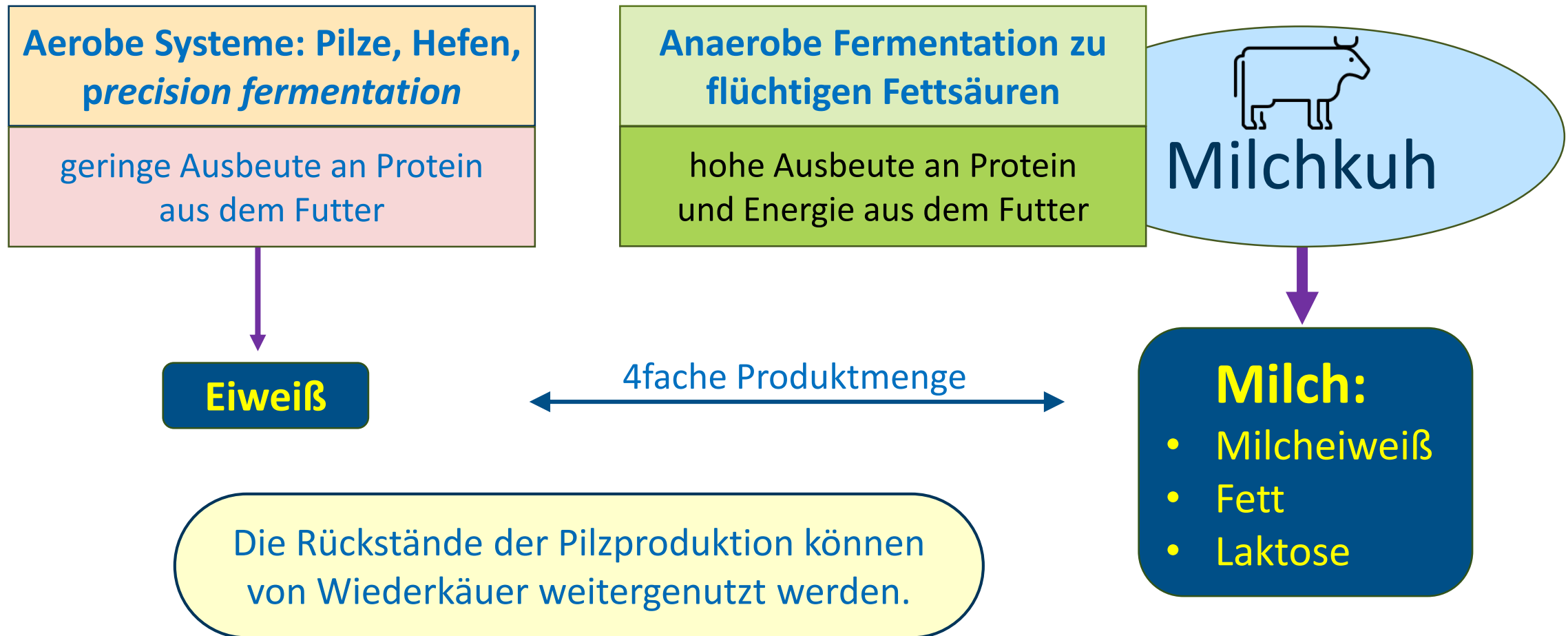
Die Schließung der Eiweißlücke funktioniert ausschließlich durch **sekundäre Transformation von nicht-essbarer Biomasse**:

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

Pilze und Hefen erweitern das Nutzungsspektrum der nicht-essbare Biomasse



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



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.