



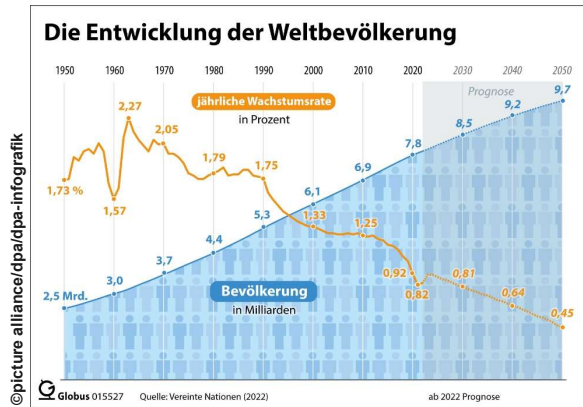
Forschungsinstitut
für Nutztierbiologie

Kreislaufwirtschaft in der Tierhaltung

F. Koch, M. Mielenz, B. Kuhla, C. C. Metges
AG Biochemie der Ernährung, AG Ernährungsphysiologie

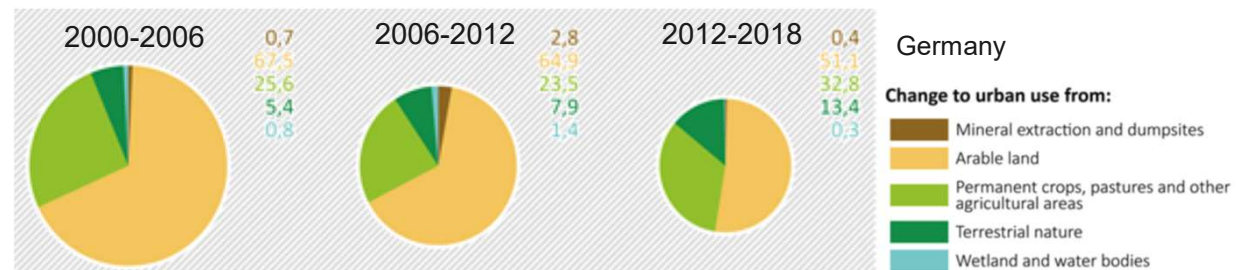
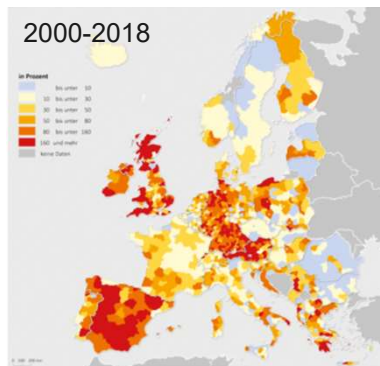
DAF-Tagung 2024 – 09.10.2024

Wachstum der Weltbevölkerung und Flächenverbrauch



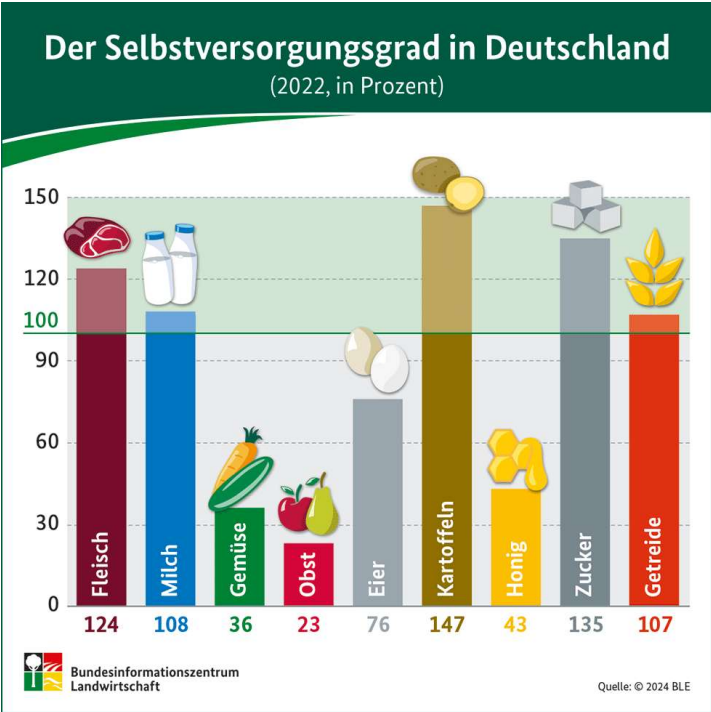
- Prognose: Bevölkerungswachstum auf 9,7 Mrd. Menschen bis 2050 (Vereinte Nationen, 2022)
- massive Zunahme von Lebensmitteln tierischer Herkunft
→ Symbol für „Wohlstand“
- Ausgewogene humane Ernährung beinhaltet eine tägliche Proteinaufnahme von 0,8 g/kg Körpergewicht pro Tag (DGE, 2018)
- Ungleichheiten in der weltweiten Versorgung von Protein (FAO, 2013)
→ 52,8 g pro Tag in Deutschland versus 1,7 g pro Tag in Burundi
- global schrumpfende Fläche für Landwirtschaft
→ 1970 noch 0,38 ha pro Einwohner versus 2050 nur noch ~ 0,15 ha pro Einwohner

Zuwachs Industrie- und Gewerbeflächen

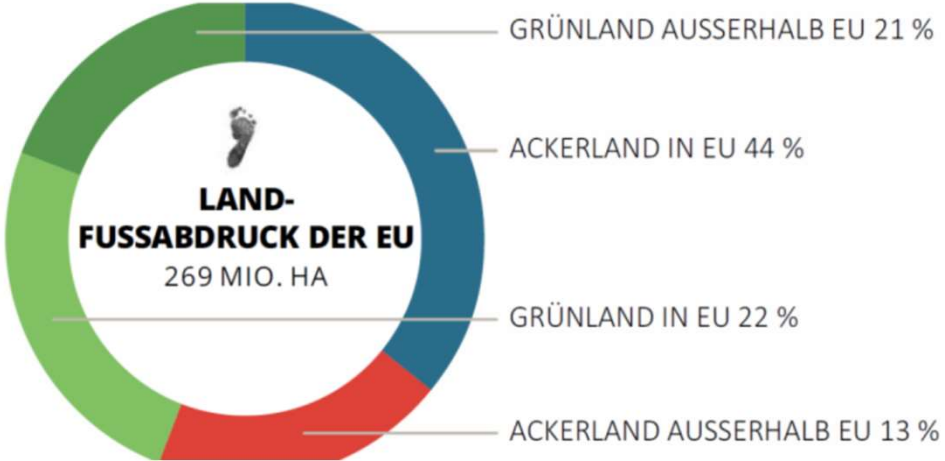


https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11850/publikationen/125_2023_texte_flaechenmonitoring_und_flaechenverbrauch.pdf

Ungleichgewichte zwischen Nahrungsmittelimport und -export



>100% bedeuten Export; <100% bedeuten benötigte Importe



- Nutzung von Ackerland im Ausland durch die EU stieg von 1990 bis 2009 um 34%
- Import von Pflanzenöle, Kakao, Kaffee & Gewürze
- Sojaimporte als Viehfutter: 2 t (USA) und 0,98 t (Brasilien) für Deutschland im Jahr 2022

https://www.bund.net/fileadmin/user_upload_bund/publikationen/ressourcen_und_technik/ressourcen_eu_land-fussabdruck.pdf

Transformatoren von Biomasse



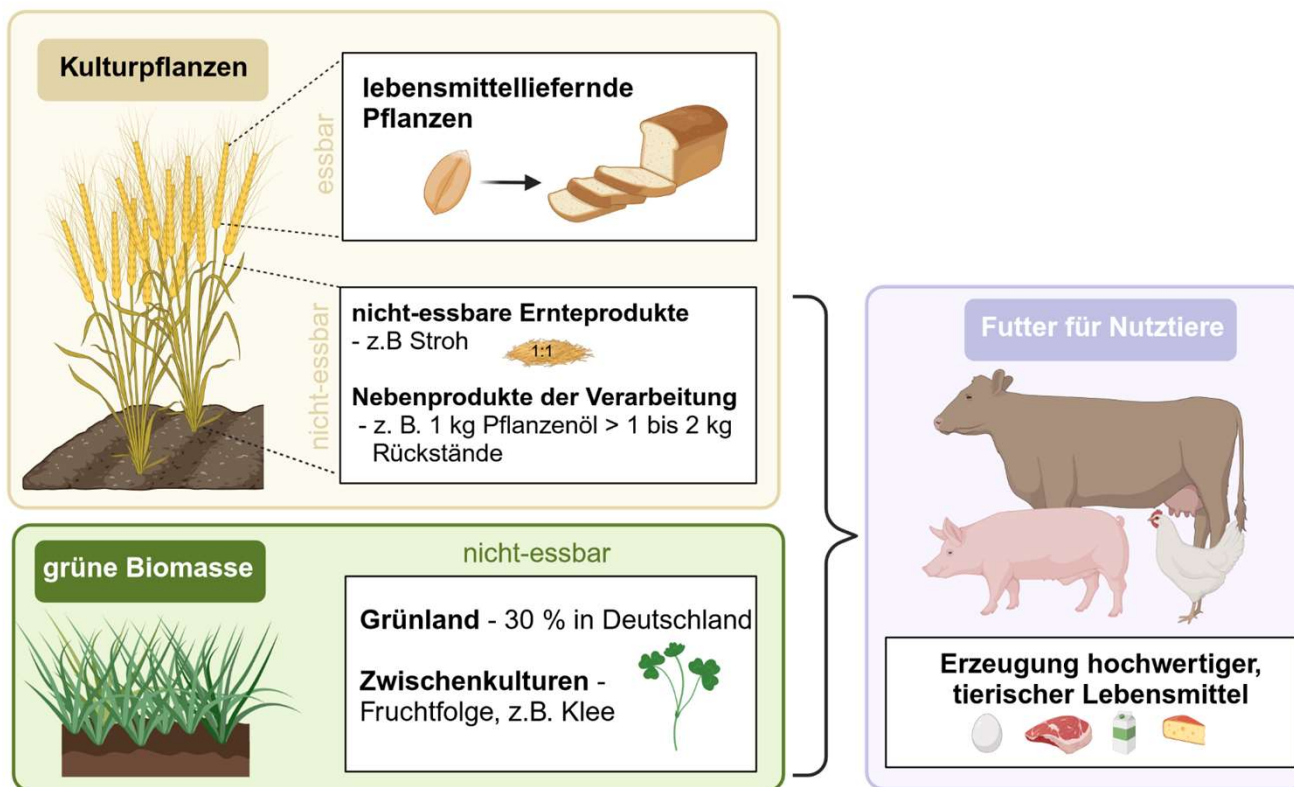
Transformatoren von Biomasse



- in einem nachhaltigen Stoffkreislauf sollte die Biomasse entlang von Kaskaden genutzt werden
→ ohne Abfall zu produzieren
- Selbsterhaltung durch das Einbringen Nährstoffen aus Pflanzen (z.B. Stickstoff, Phosphor)
- Priorität auf der Herstellung von Lebensmitteln
- nicht-essbare Biomasse als Futter für Nutztiere statt Kompost, Eintrag in die Erde oder in die Biogasanlage
→ geringere Effizienz

→ Entstehung weiterer hochwertiger, Lebensmittel tierischen Ursprungs
→ Berücksichtigung der Teller – Trog Konkurrenz

Nicht-essbare Biomasse auf Grünland und durch Ackerbau



→ für 1 kg „veganes Essen“ entstehen 4 kg nicht-essbare Biomasse (Vorndran et al., 2024)

Verwertung nicht-essbarer Biomasse durch Nutztiere

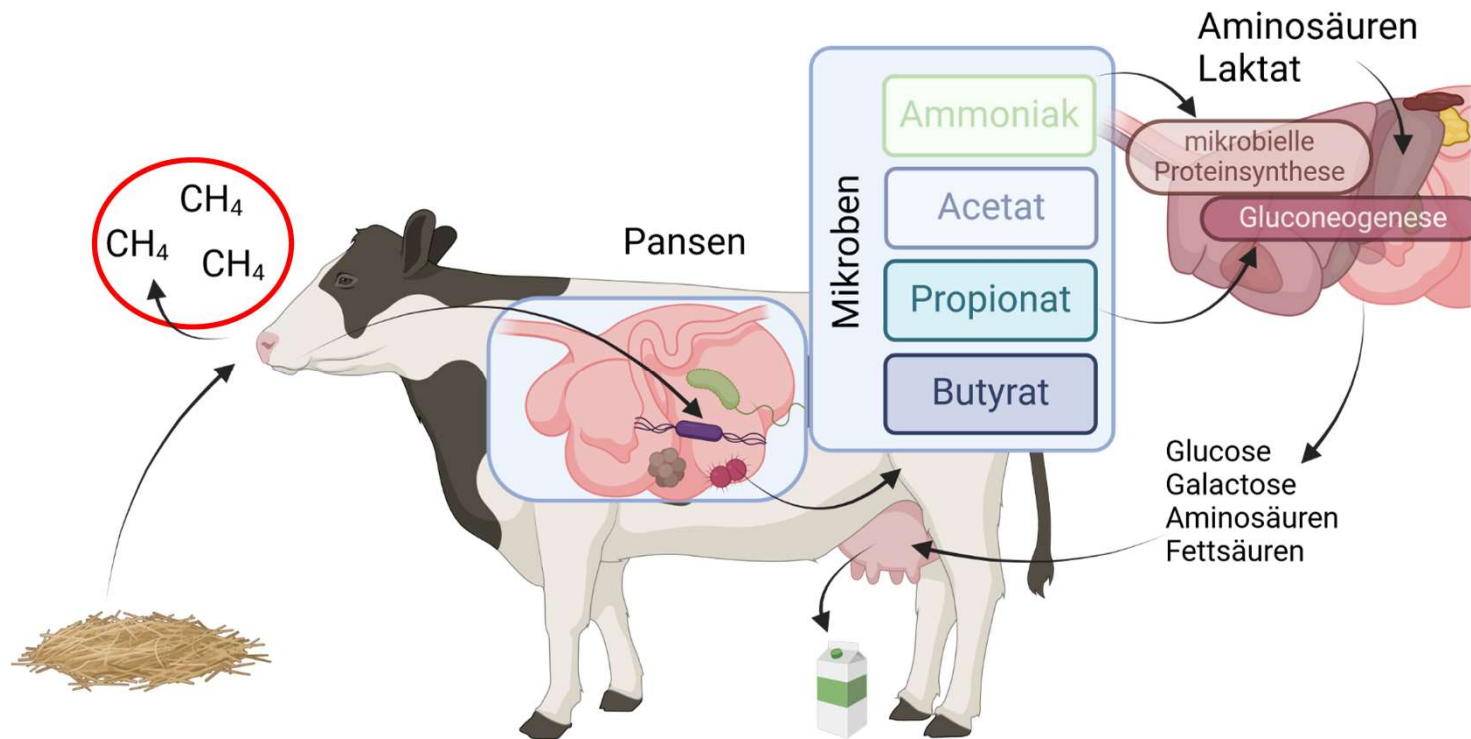


Beispielrationen		
<i>Milchkuh</i>		
	% in TM	
Grassilage	43	
Maissilage	25	
Mais	19	
Heu	4	
Sojextraktionsschrot	6	
Additive (Mineralstoffe, Vitamine, ...)	3	
<i>Mastschwein</i>		
	% in TM	
Weizen	36	
Gerste	50	
Sojaextraktionsschrot	11	
Additive (Mineralstoffe, Vitamine, essent. Aminosäuren)	3	
<i>Broiler</i>		
	% in TM	
Weizen	10	
Mais	50	
Sojaextraktionsschrot	30	
Fett	6	
Additive (Mineralstoffe, Vitamine, essent. Aminosäuren)	4	

(modif. nach Windisch)

→ stetige Verbesserung der Qualität der Futtermittel für Nutztiere

Verwertung nicht-essbarer Biomasse durch Nutztiere



Verwertung nicht-essbarer Biomasse durch Nutztiere

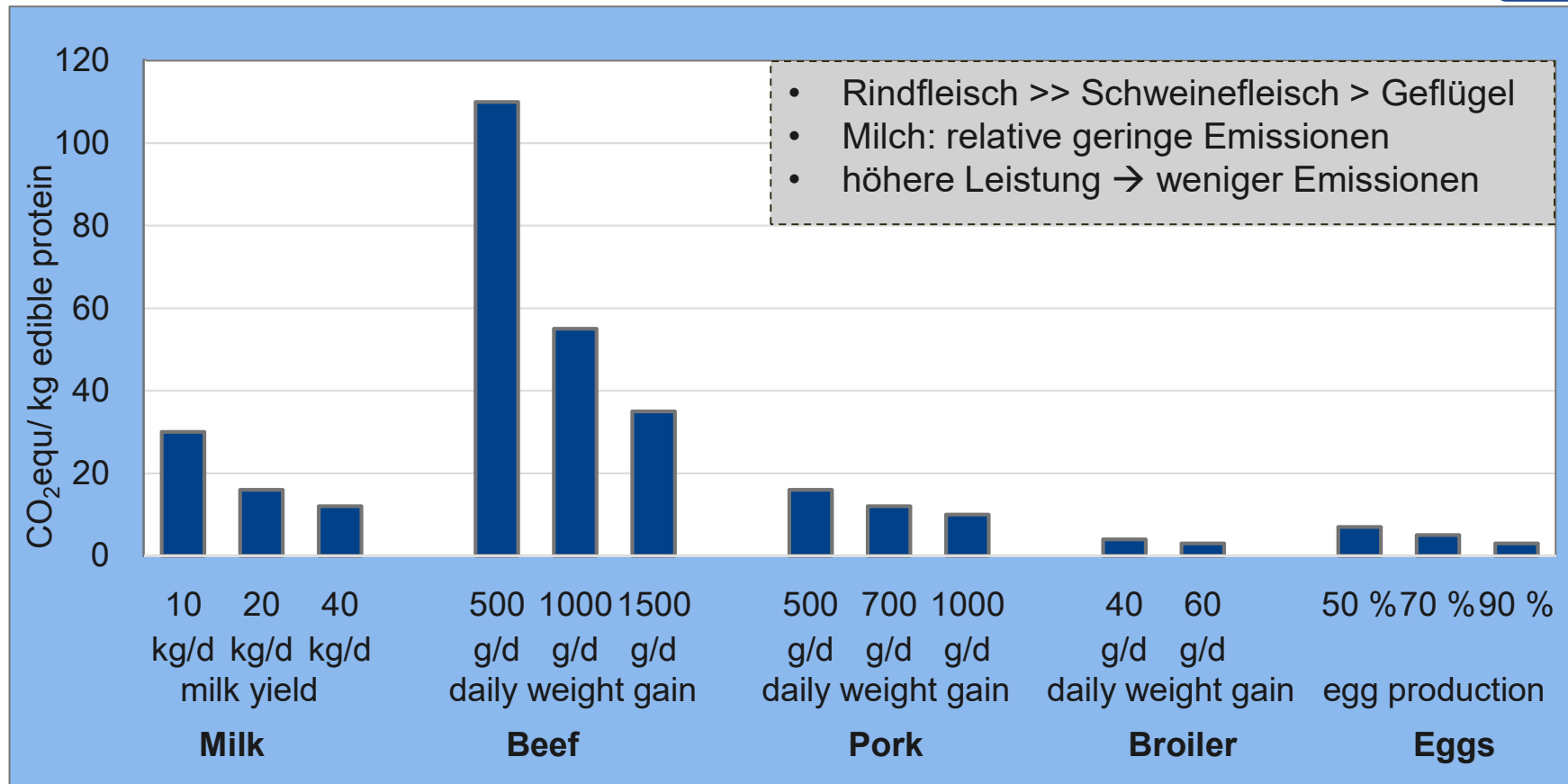


Beispielrationen		
<i>Milchkuh</i>		
	% in TM	
Grassilage	43	
Maissilage	25	
Mais	19	
Heu	4	
Sojextraktionsschrot	6	
Additive (Mineralstoffe, Vitamine, ...)	3	
<i>Mastschwein</i>		
	% in TM	
Weizen	36	
Gerste	50	
Sojaextraktionsschrot	11	
Additive (Mineralstoffe, Vitamine, essent. Aminosäuren)	3	
<i>Broiler</i>		
	% in TM	
Weizen	10	
Mais	50	
Sojaextraktionsschrot	30	
Fett	6	
Additive (Mineralstoffe, Vitamine, essent. Aminosäuren)	4	

(modif. nach Windisch)

→ weitere Verschiebung der Rationskomponenten zur Nutzung von für den Menschen nicht-essbarer Biomasse

Effizienz der Umwandlung von Futternährstoffen in tierischen Ansatz und CO₂-Fußabdruck



CO₂: Faktor 1; CH₄: Faktor 21; N₂O: Faktor 298

Flachowsky et al. 2017, Animals

Kritische Auseinandersetzung mit der Tierfütterung



→ je Kilogramm essbares Protein werden die Land-, Wasser- und *Carbon Foot prints* bei höherer Leistung **geringer**, aber der **Kraffutteranteil steigt**

	Produktgewicht	Rohprotein	davon importiert
Raufutter:	63,9	4,81	0
Getreide:	22,5	2,25	-0,1
Ölkuchen/schrote:	7,4	2,53	1,7*
Nebenprodukte:	6,1	0,95	0,08
Hülsenfrüchte:	0,43	0,11	0
Nichtpfl. Quellen:	0,15	0,06	0
Ölsaaten:	0,13	0,04	0
Gesamtfutteraufkommen 2022/23 (in Mio. t)			*Sojaprodukte, Rapsextraktionsschrot

Dilemma: - hohe Effizienzen und geringe Umweltwirkung erfordern überwiegend hochwertige Futtermittel (Nahrungskonkurrenz für Menschen)
 - nicht-essbare Biomasse generiert mehr Emissionen → geringere Futterqualität → weniger Leistung → weniger effizient (aber: keine Nahrungskonkurrenz)

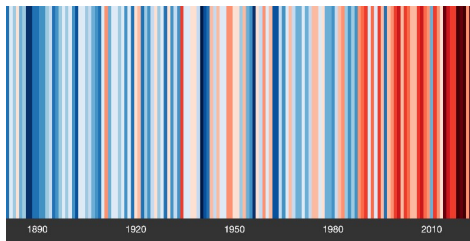
Herausforderungen und Perspektiven



- Verbrauch an Biomasse für nicht-produktive Lebensprozesse im Verhältnis zum Gesamtverbrauch minimieren
- Effizienz der Transformation innerhalb der Prozesse optimieren
- Nutztiere verwerten nicht-essbare Biomasse und deren Begleitstoffe sehr effektiv → Stoffkreislauf

→ Suche nach geeigneter, bislang ungenutzter Biomasse

Herausforderungen:

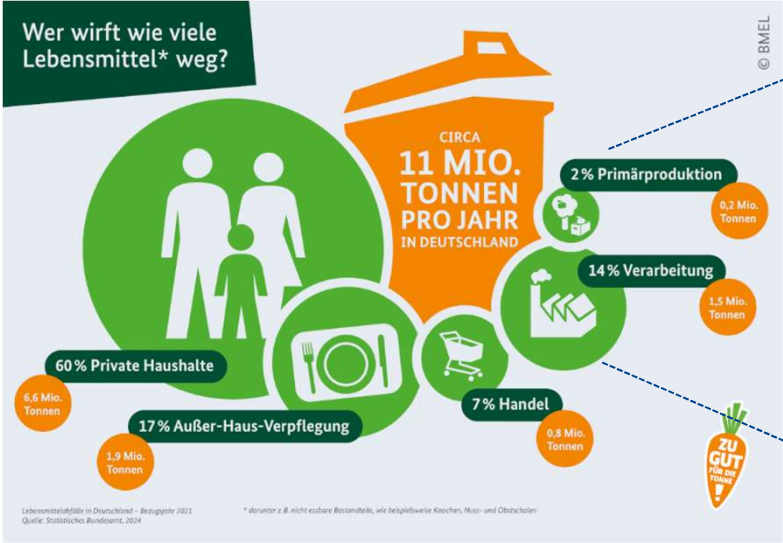


Temperaturveränderung in Deutschland seit 1881

- Klimawandel und Kultivierung anderer Pflanzen, z.B. aus den Tropen und Subtropen
- limitiert Landnutzfläche → aquatische Biomasse durch Makro- und Mikroalgen
- fehlende Verdauungsenzyme für optimale Nutzung andersartiger Biomasse
- hohes Aufkommen an Nebenprodukten und Nebenstoffströmen → nicht im Stoffkreislauf



Neue Perspektiven



- Verwertung von Reststoffen durch Nutztiere, insbesondere Insekten
- Aufwertung von Reststoffen mittels Biokonversion und Fermentation
- Nutzung bislang nicht erlaubter Nebenstoffströme (Futtermittelgesetz)

Wachstums- und Proteineffizienz im Vergleich

Table 2 Mean fattening period, relative and specific growth rates, feed conversion ratio, crude protein and gross energy conversion ratio (fresh matter) of black soldier fly larvae vs. meat producing monogastric livestock¹

Category	Fattening period, d	RGR ² , %	SGR ³ , % per d	FCR ⁴	PCR ⁵ , g CP/100 g BW gain	GE CR ⁶ , MJ GE/100 g BW gain
Black soldier fly larvae	21	634,428	41.3	7.9	24.6	5.1
Chicken (broiler)	39	5802	10.5	1.7	30.9	2.6
Pig (pork)	158	7061	2.7	3.1	44.6	4.5
Fish (Atlantic salmon)	587	1,702,045	1.7	1.2	49.3	2.7

³Spezifische Wachstumsrate = $((\ln(\text{Marktgewicht in g}) - \ln(\text{initiales Körpergewicht in g})) / \text{Mastperiode (d)}) \times 100$

⁵Umsatzrate für Protein = $\text{Einsatz g Rohprotein} / \text{Zunahme von 100 g Körpermasse}$

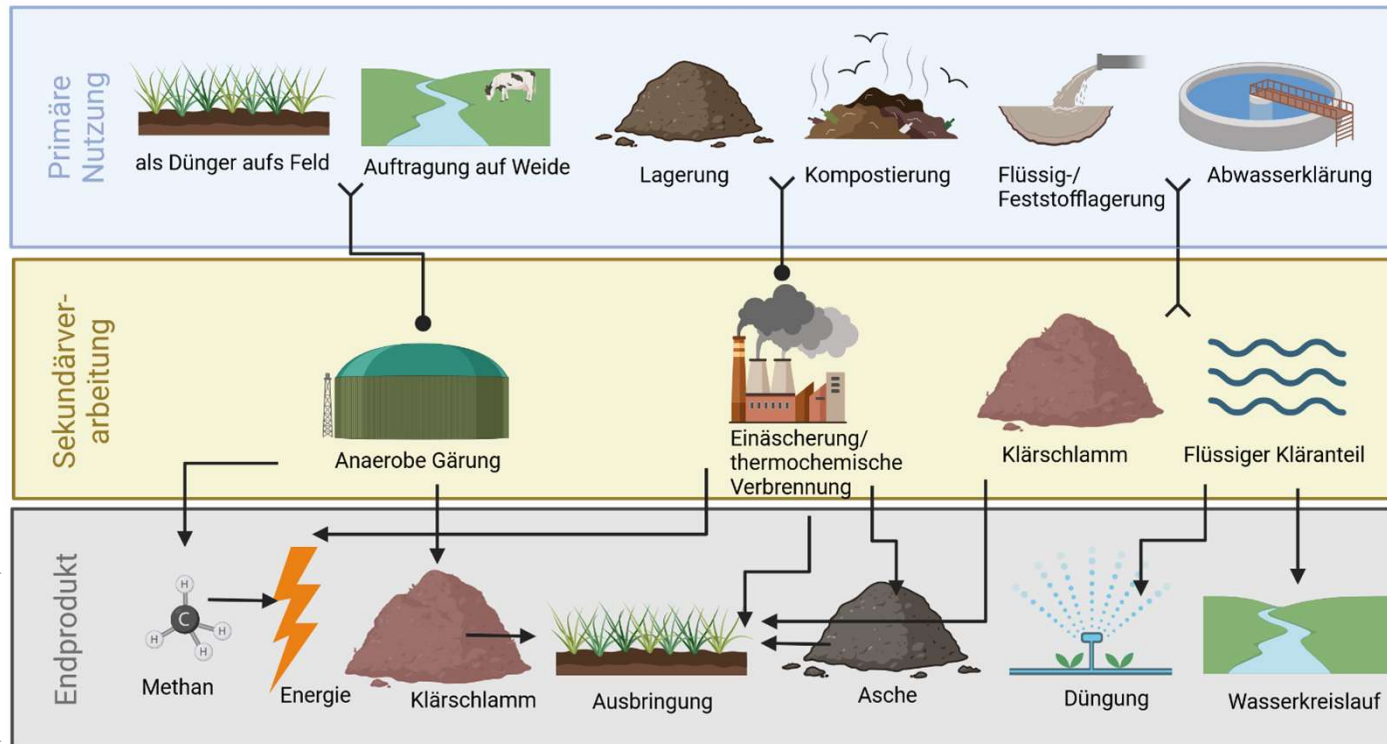
→ Insekten sind nur „besser“, wenn eine doppelte Transformation der Nährstoffe vermieden wird



Nutzung von Exkrementen – verwertbare Biomasse?



Güllequellen



(modif. nach FAO, 2024)

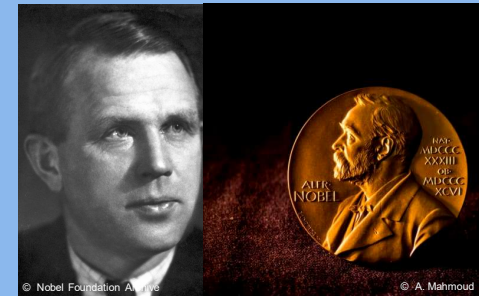
created with Biorender



Zusammenfassung



- Schrumpfende Verfügbarkeit der landwirtschaftlichen Nutzfläche
- Nutztiere als Transformatoren von nicht-essbarer Biomasse in hochwertige Lebensmittel
→ Effizienz abhängig vom Einsatz essbarer pflanzlicher Biomasse
→ Teller – Trog – Konkurrenz
- Zusätzlich: Importe von Produkten (globaler Land-, Wasser-, CO₂-Fußabdruck)
- Unterschiedliche Effizienz der Umwandlung von Futternährstoffen in Protein tierischer Herkunft (Milch und Geflügel sehr effizient)
- Suche nach neuer nicht-essbarer Biomasse als Futtermittel, neuen Verdauungsenzymen und neuen Nutztieren (Insekten)
- Aufkommen von Nebenprodukten und Nebenstoffströmen
→ Aufwertung durch Insekten, Biokonversion und Fermentation



1945 Nobelpreis für Chemie
Artturi Ilmari Virtanen
- Methode der Futtermittelkonservierung -



Forschungsinstitut für Nutztierbiologie
Wilhelm-Stahl-Allee 2
18196 Dummerstorf

www.fbn-dummerstorf.de