Können wir uns in Zukunft überhaupt noch Nutztiere leisten?

W. Windisch
Lehrstuhl für Tierernährung
TUM School of Life Sciences
Technische Universität München

„Luxusgut" Fleisch, Milch, Ei

Lebensmittel tierischer Herkunft sind reich an essenziellen Aminosäuren, Spurenelementen und Vitaminen. Sie schließen kritische Ernährungslücken (*hidden hunger*).

Ein Drittel der empfohlenen Proteinzufuhr soll tierischer Herkunft sein. Das entspricht etwa 20 g pro Person und Tag

(WHO 2007)

Aufnahme an Lebensmitteln tierischer Herkunft (g pro Person und Tag):

Globales Mittel:	24
Burundi:	2
Deutschland:	53
USA:	69

(WHO 2017)

Luxuskonsum in der westlichen Hemisphäre

Biodiversität

Ausbeutung von Mitgeschöpfen

Tierwohl

Lebensmittelkonkurrenz

Umweltbelastung

Resilienz

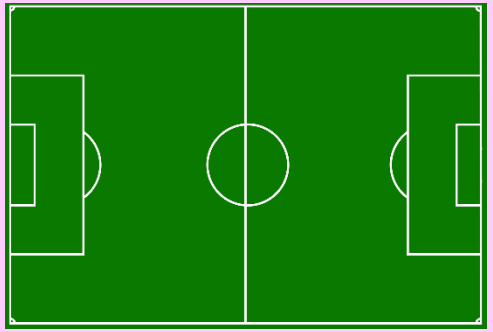
Vergeudung von Ressourcen: Land, Wasser, Energie, ...

Mehr Menschen, mehr Megastädte, zunehmender Hunger nach FLEISCH, MILCH, EI

(Steinberg et al. 2006)	**Änderung bis Jahr 2050**
Weltbevölkerung	+ 50%
Verbrauch an Lebensmittel, gesamt	Verdopplung
Verzehr an Fleisch (Huhn >> Schwein > Rind)	Verdopplung
Verzehr an Milch(produkten)	Verdopplung
Dichte an Nutztieren	Verdopplung
Bedarf an Futtermitteln	Verdopplung
Verfügbare landw. Nutzfläche pro Person	Rückgang um mind. 30%

Sollten wir Nutztiere nicht sofort abschaffen?

ha/Mensch:	1970	0,38
(global)	2020	0,24
	2050	0,15



Ein Fußballfeld (0,74 ha) muss jedes Jahr ausreichend Nahrung liefern:

jetzt	für 3 Menschen
im Jahr 2050	für 5 Menschen

Können wir uns in Zukunft überhaupt noch Nutztiere leisten?

Die Rolle der Nutztiere im agrarischen Stoffkreislauf

Zielkonflikt zwischen Umweltschutz, Effizienz und Lebensmittelkonkurrenz

Alternativen in Sicht?

Fazit

Die Landwirtschaft produziert überwiegend nicht essbare Biomasse

1 kg pflanzliche Lebensmittel erzeugen mindestens 4 kg nicht essbare Biomasse

Koppelprodukte (z.B. Stroh), Nebenprodukte der industriellen Verarbeitung

Grünland, Zwischenkulturen

Nicht essbare Biomasse

- **Grasland**: nicht ackerfähig; nicht essbare Biomasse; Deutschland 30 %, weltweit 70 % der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche.
- **Fruchtfolge**: enthält nicht essbare Zwischenkulturen.
- **Koppelprodukte**: nicht essbare Biomasse (z.B. Verhältnis Stroh zu Körner ca. 1:1).
- **Nebenprodukte**: aus der Verarbeitung pflanzlicher Ernteprodukte, größtenteils nicht essbare Biomasse (z.B. Verhältnis Rapsöl zu Extr.Schrot ca. 1:2)

Die Landwirtschaft produziert überwiegend nicht essbare Biomasse

Pflanzen-kulturen für die Human-ernährung

andere Pflanzen

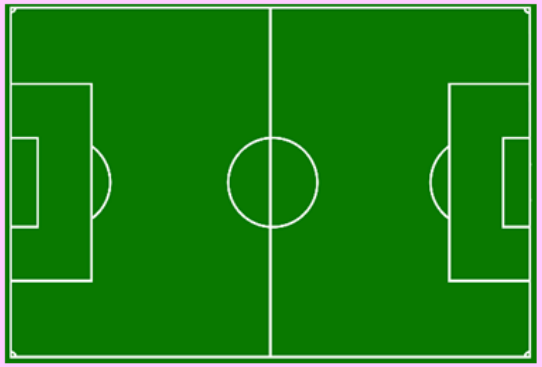
Lebensmittel aus Pflanzen

Koppelprodukte (z.B. Stroh), Nebenprodukte der industriellen Verarbeitung

Grünland, Zwischenkulturen

Nicht essbare Biomasse

- **Grasland**: nicht ackerfähig; nicht essbare Biomasse; weltweit 70 % der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche (Deutschland 30 %).
- **Fruchtfolge**: enthält nicht essbare Zwischenkulturen.
- **Koppelprodukte**: nicht essbare Biomasse (z.B. Verhältnis Stroh zu Körner ca. 1:1).
- **Nebenprodukte**: aus der Verarbeitung pflanzlicher Ernteprodukte, größtenteils nicht essbare Biomasse (z.B. Verhältnis Rapsöl zu Extr.Schrot ca. 1:2)

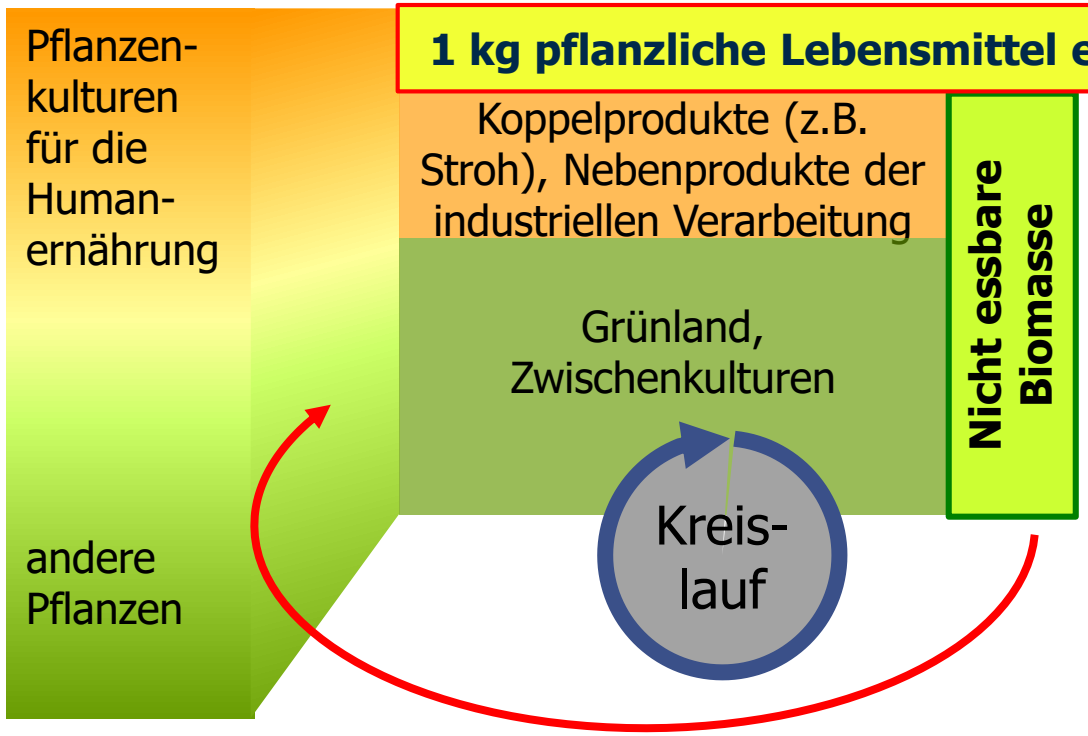


Ein Fußballfeld (0,74 ha) muss jedes Jahr ausreichend Nahrung liefern:

jetzt	für 3,2 Menschen
im Jahr 2050	für 5,0 Menschen

Global gesehen steht uns nur der Strafraum des Fußballfelds zur Erzeugung von veganen Lebensmitteln zur Verfügung. Und auch da fallen große Mengen an nicht-essbarer Biomasse an.

Die Pflanzennährstoffe (N, P, ...) der nicht essbaren Biomasse müssen zurück in den Kreislauf



1 kg pflanzliche Lebensmittel erzeugen mindestens 4 kg <u>nicht essbare</u> Biomasse

Alles zurück auf das Feld ("vegane Fruchtfolge"):
sehr langsam; ineffizient, da Freisetzung von N, P, mit dem Bedarf der Kulturpflanzen nicht synchron erfolgt.

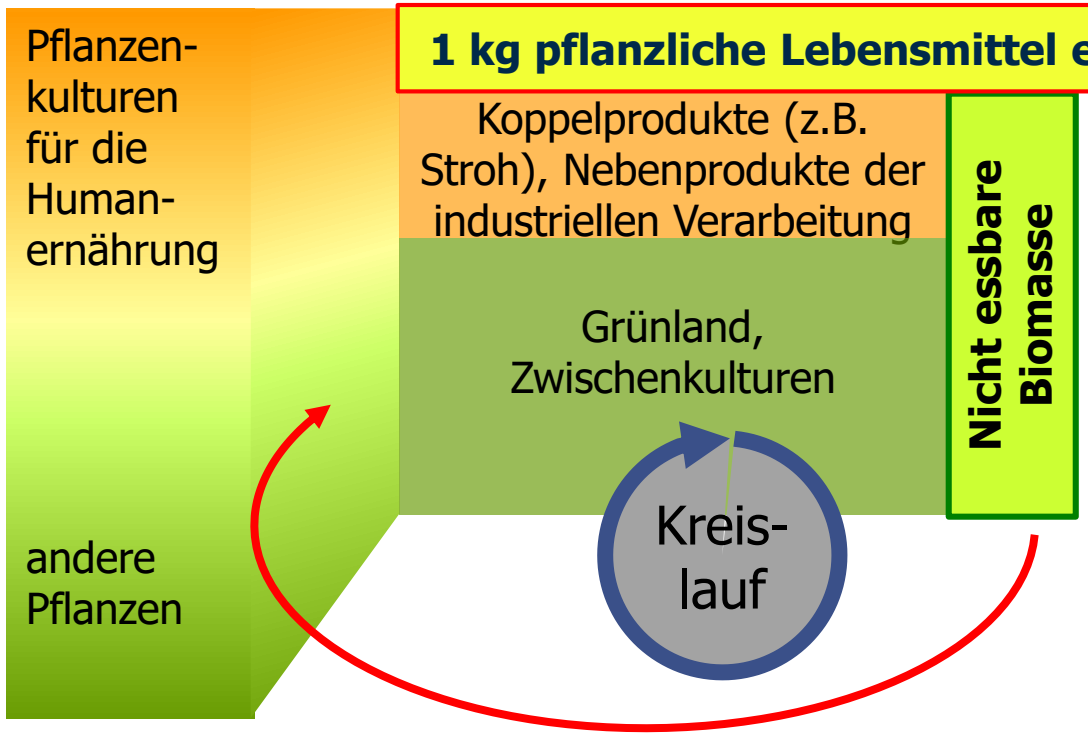
Vergärung zu Biogas (CH_4):
langsam; Gärreste sind hochwertiger Dünger; effiziente Ausbringung nach Bedarf der Pflanzen.

Verfütterung an Nutztiere:
schnell; Wirtschaftsdünger sind hochwertige Dünger; effiziente Ausbringung nach Bedarf der Pflanzen.

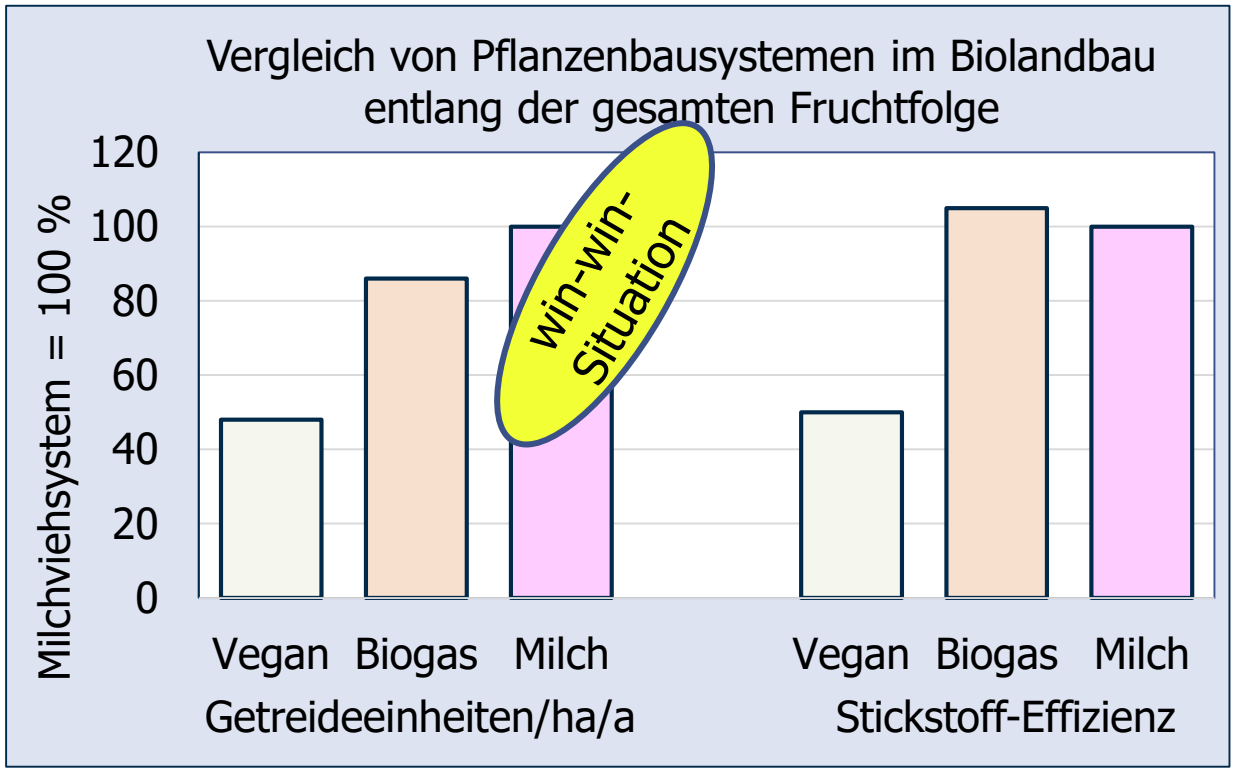
Nicht essbare Biomasse enthält große Mengen an Pflanzennährstoffen (N, P, ...)

(ca. 75% des P-Entzugs durch Getreide gelangt in der Kleie, 100% des N- und P-Entzugs von Ölsaaten gelangt in Extraktionsschrote etc.)

Die Pflanzennährstoffe (N, P, ...) der nicht essbaren Biomasse müssen zurück in den Kreislauf



1 kg pflanzliche Lebensmittel erzeugen mindestens 4 kg <u>nicht essbare</u> Biomasse



Bryzinski (2020); https://hypel.ink/bryzinski; ISBN: 979-8574395912

Nutztiere beschleunigen den Nährstoffkreislauf und fördern die pflanzliche Produktion.

Nutztiere erzeugen Lebensmittel <u>zusätzlich</u> zur Pflanzenproduktion.

Können wir uns in Zukunft überhaupt noch Nutztiere leisten?

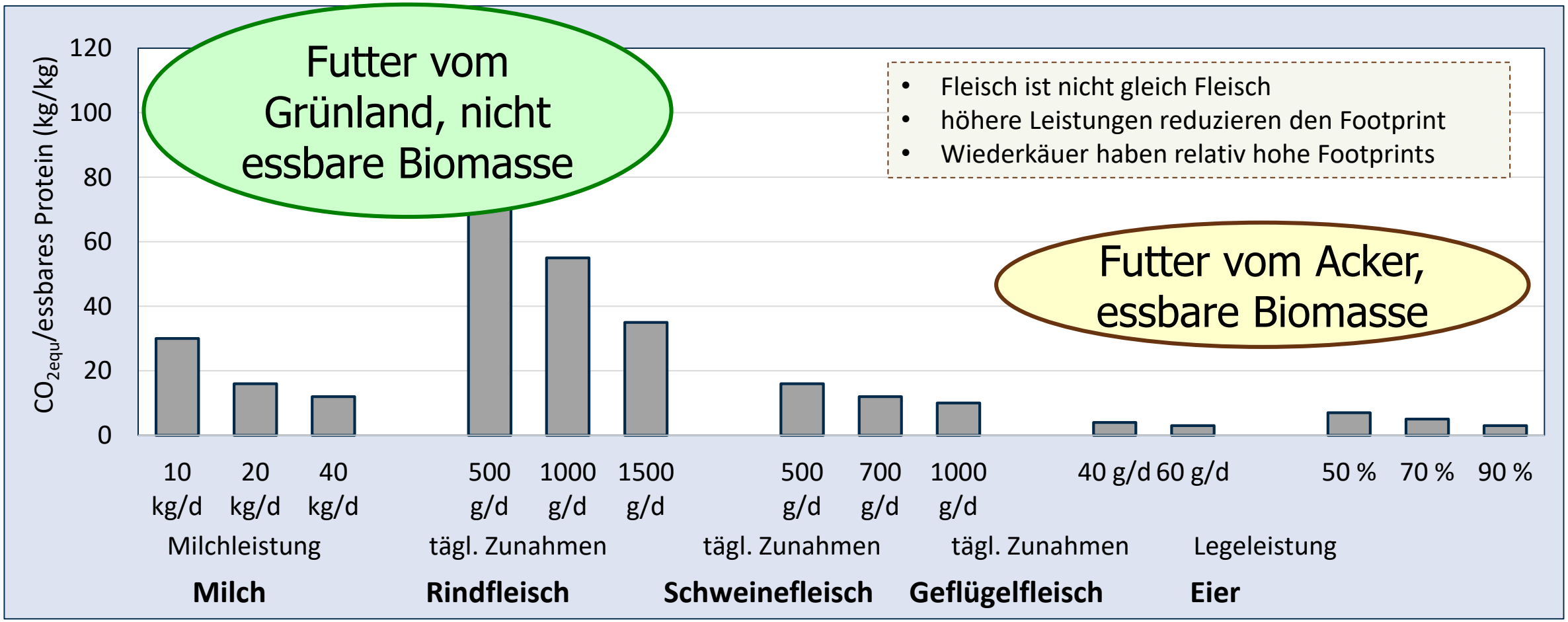
Die Rolle der Nutztiere im agrarischen Stoffkreislauf

Zielkonflikt zwischen Umweltschutz, Effizienz und Lebensmittelkonkurrenz

Alternativen in Sicht?

Fazit

Carbon-Footprint bezogen auf essbares Eiweiß im tierischen Produkt

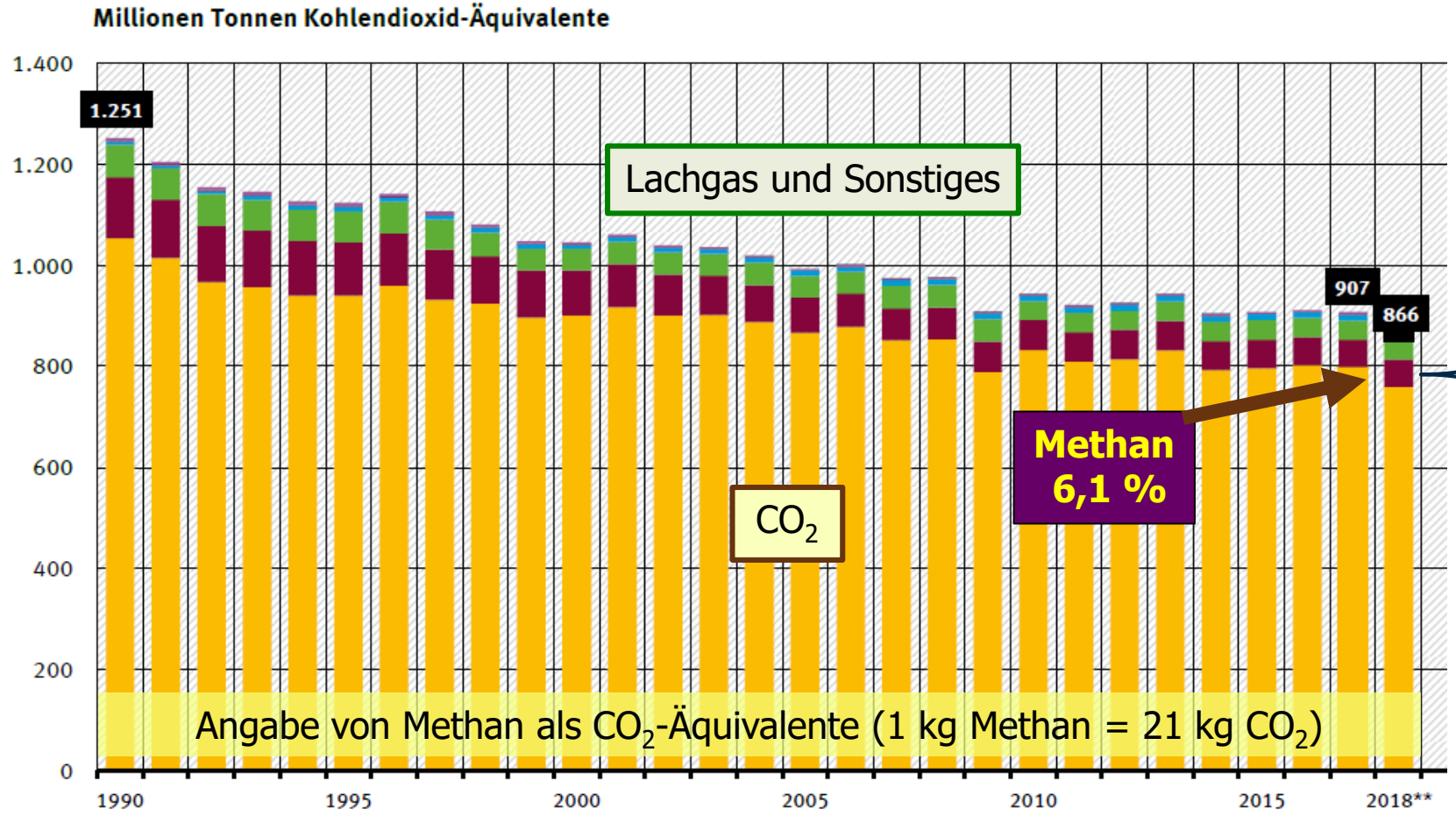


CO_2: Faktor 1; CH_4: Faktor 21; N_2O: Faktor 298

(Flachowsky et al. 2017)

Aktuelle Daten aus Deutschland über Treibhausgase, Methan, Nutztiere

Treibhausgas-Emissionen seit 1990 nach Gasen (Abbildung aus: Umweltbundesamt 2020)



Methanquellen

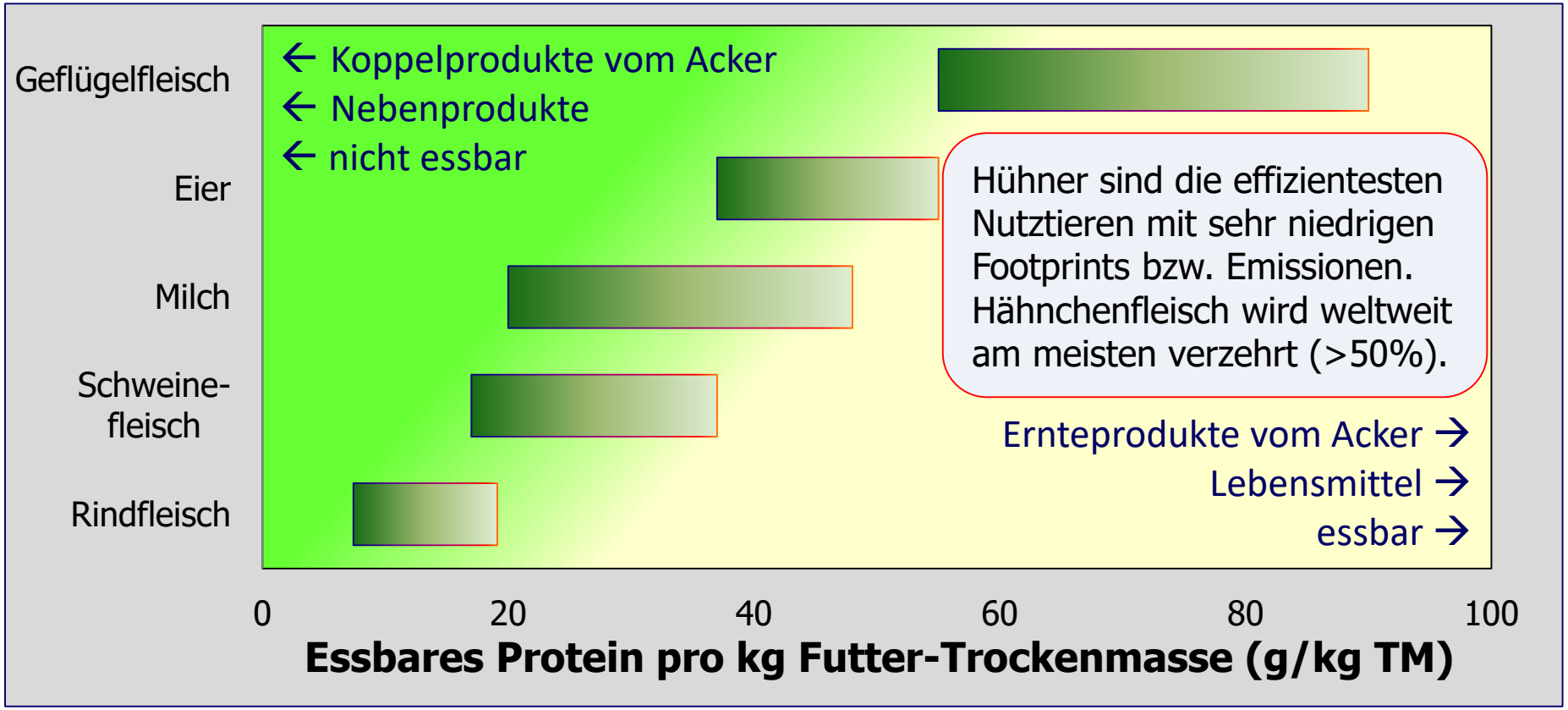
Abfall, Abwasser	**0,8 %**
Brennstoffe	**1,1 %**
Landwirtschaft	**4,2 %**
• Böden, Sonstiges	2,1 %
• Nutztiere, Verdauung	1,5 %
• Wirtschaftsdünger	0,6 %

2 % des Methan-Beitrags stammen unmittelbar aus der Tierhaltung

Die Methanemission der Nutztiere ist kein treibender Faktor der Klimakrise

Klima-gas	Halbwertszeit in der Atmosphäre	Quelle der Emission	annäherndes Gleich-gewicht zwischen Emission und Abbau	Aktueller Beitrag zur Steigerung der Erderwärmung
CO_2	ca. 100 Jahre	fossil	etwa 500 Jahre, auch Landnutzungs-änderungen wirken lange	voller Beitrag
		regenerierbar		zumeist voller Beitrag
CH_4	12 Jahre	fossil	etwa 50 Jahren	kurzfristiger Beitrag
		regenerierbar, z.B. Futter für Nutztiere	ist bereits erreicht (bei Nutztieren seit Jahrhunderten)	**kein Beitrag**

Zielkonflikt: Ressourceneffizienz vs. Umweltschutz vs. Nahrungskonkurrenz



- Die globale Ernte von Soja und Getreide&Mais geht zu 3/4 bzw. 1/3 in die Nutztierfütterung. (Huhn >> Schwein > Rind).
- Ressourceneffizienz und Umweltschutz wird mit Nahrungskonkurrenz erkauft.
- Steigender Zielkonflikt: Nahrungskonkurrenz vs. sinkende Verfügbarkeit der landwirtschaftlichen Nutzfläche (1500 m²/Mensch in 2050)

Ziel: Lebensmittelkonkurrenz vermeiden und die Effizienz der Transformation von <u>nicht essbarer</u> Biomasse in Lebensmittel optimieren.

Nachhaltigkeit = Kopplung der Tierproduktion an die nicht essbare Biomasse

1 kg pflanzliche Lebensmittel erzeugen mindestens 4 kg <u>nicht essbare</u> Biomasse

Die Verfütterung der unvermeidlich anfallenden, nicht essbaren Biomasse an Nutztiere ist so gut wie **umwelt-, klima- und ressourcenneutral.**

Der Verzicht auf die Verfütterung dieser Biomasse an Nutztiere vernichtet ein Produktionspotenzial für Lebensmittel, ohne die Umwelt zu entlasten.

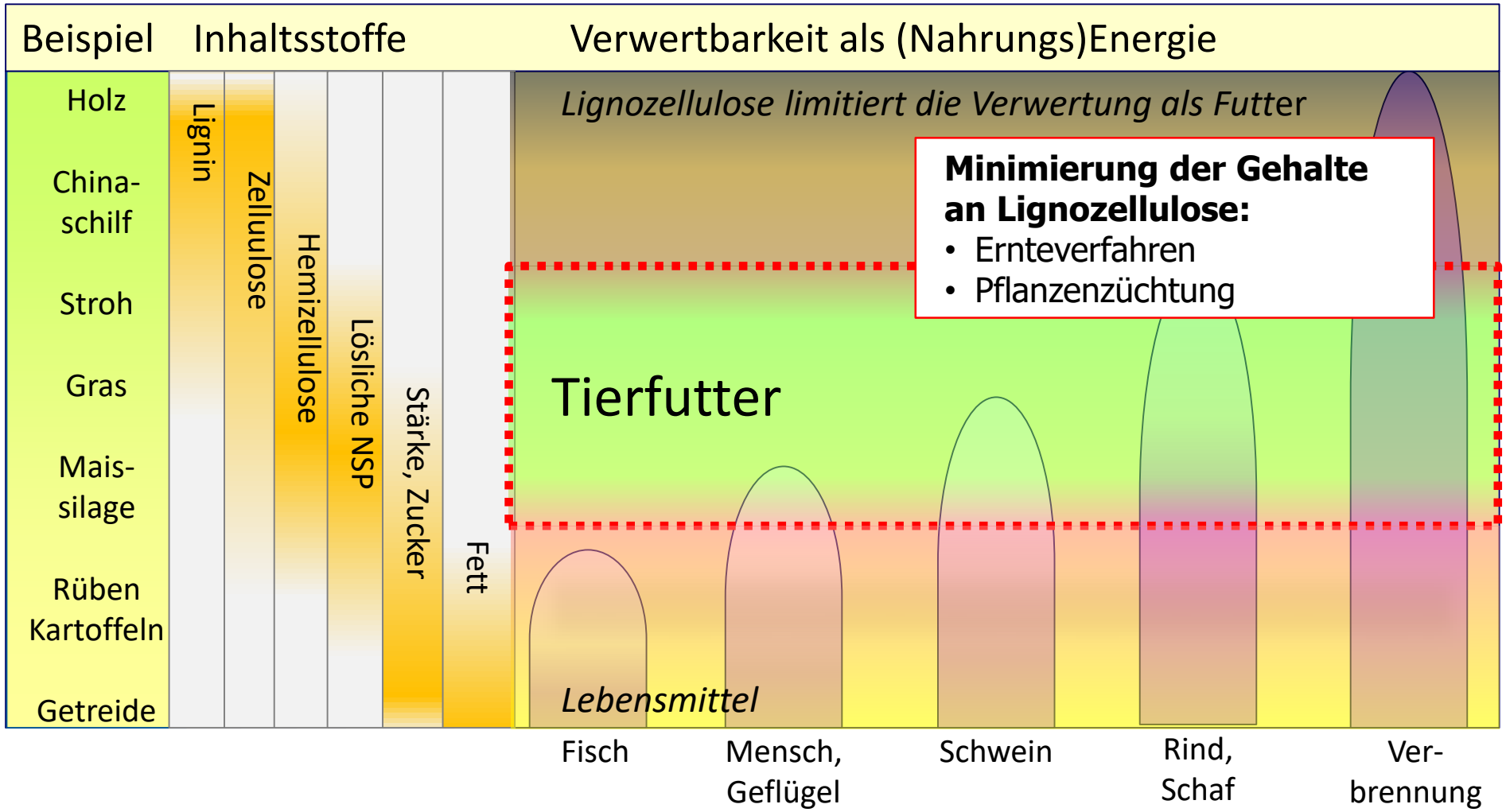
Die Umwelt- und Klimawirkung der Tierproduktion beginnt erst mit der Erzeugung <u>zusätzlicher</u> Futtermittel, v.A. auf Ackerflächen (auf Kosten des Anbaus lebensmittelliefernder Pflanzenkulturen).

Die Erzeugung von Lebensmitteln erreicht ihr Minimum an Emissionen und Klimawirkung erst durch eine balanzierte Kombination aus Pflanzen- und Tierproduktion

Die Effizienz der Transformation von nicht essbarer Biomasse optimieren

- Kein Futter verschwenden
  - Futterqualität maximieren
  - Maximale Nutzung der bereits vorhandenen, nicht essbaren Biomasse
  - Verarbeitungstechnologische Separierung, Kaskadennutzung
- Präzise Fütterung (weder Mangel noch Überschuss an Nährstoffen)
- Förderung der Verdauungskapazität und der Darmgesundheit
- Minimierung des Basis-Futteraufwands von Tierproduktionssystemen
  - Langlebigkeit, Tiergesundheit, Tierwohl
  - Aufzuchtdauer (z.B. Erstkalbealter, Remonte)
- Pflanzenzüchtung auf hohen Futterwert (z.B. weniger Lignozellulose, Toxine...)

Futterqualität maximieren: Am meisten limitiert der Gehalt an Lignozellulose



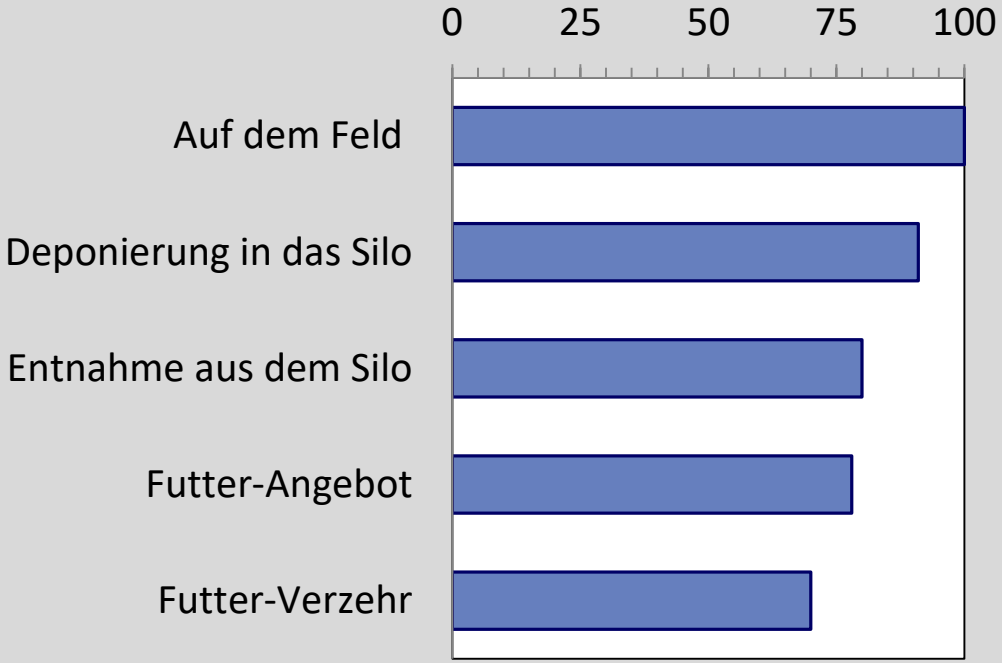
Maximale Nutzung der bereits vorhandenen, nicht essbaren Biomasse: a) Vermeidung von Verlusten

AUFWUCHS → ERNTE → KONSERVIERUNG → TRANSPORT → VERARBEITUNG → FÜTTERUNG

Ernte- und Konservierungsverfahren steuern massiv die Verluste an Biomasse

Silage: ca. 10% Verluste
Heu: 30 – 50% Verluste

% verbleibende Trockenmasse (Grassilage) bei guter fachlicher Praxis



(Köhler et al 2014)

Etwa ein Drittel der grünen Biomasse geht auf dem Weg vom Feld bis zum Verzehr durch das Nutztier verloren!

Konservierungsmittel schützen vor Verderb, Oxidation, …

Maximale Nutzung der bereits vorhandenen, nicht essbaren Biomasse: b) Zuordnung zum jeweils effizientesten Produktionssystem

z.B. Grünland: Weide (Sommer) + Grassilage/Heu (Winter):
Gesamtertrag an Futterenergie ca. 60 GJ ME/ha/Jahr

Bild aus: http://www.thueringen.de /imperia/md/images/lwa-ru/t06.jpg

Bild aus: http://www.hallo-landwirtschaft.de/Projektwebbider/clip_image012_0001.jpg

Mutterkuh-Haltung:

1 Schlachtkalb pro ha/Jahr,
(300 kg Lebendmasse)

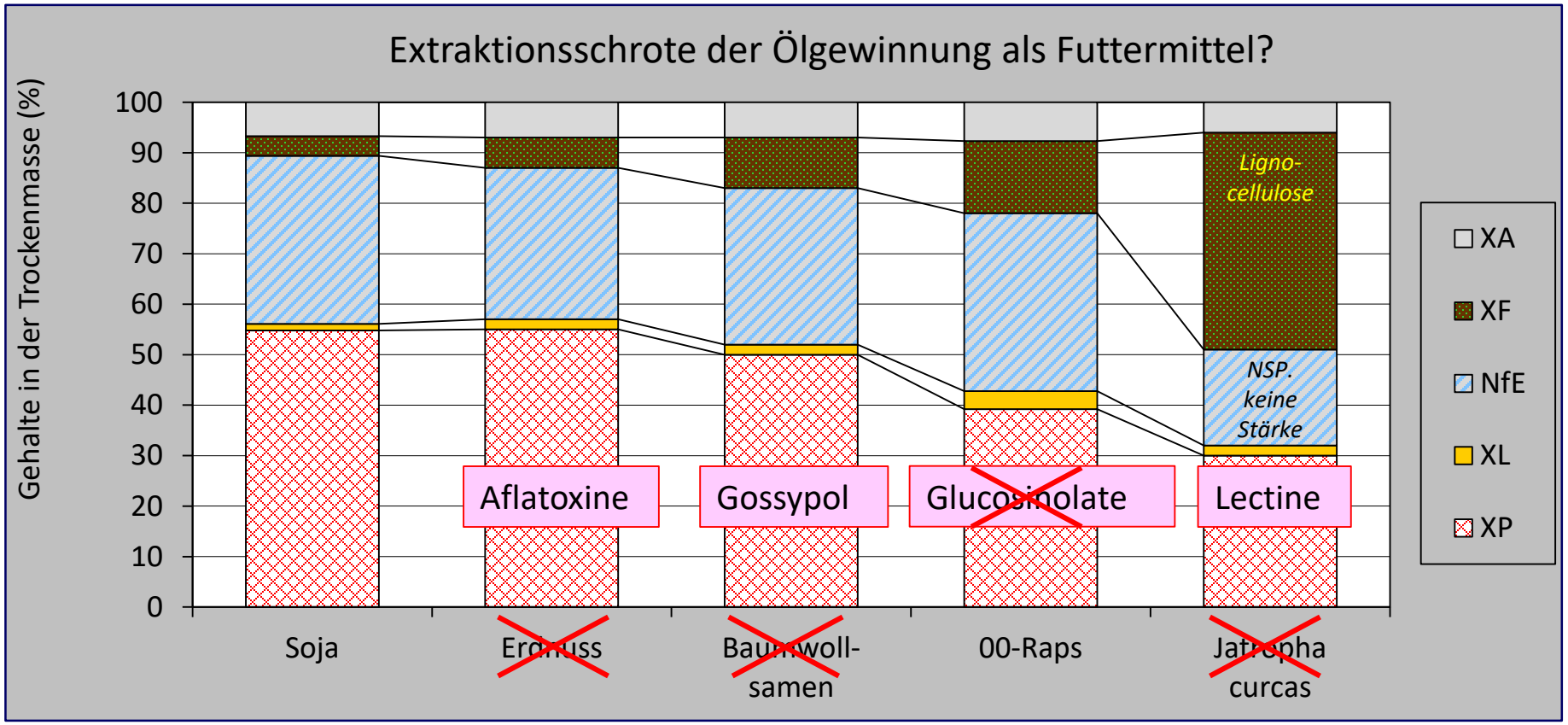
ca. 80 kg Fleisch bzw.
16 kg essbares Protein/ha/Jahr

Milchvieh-Haltung:

1 Milchkuh/ha/Jahr
(mindestens 3500 kg Milch/Jahr)

130 kg essbares Protein/ha/Jahr

Futterqualität maximieren: z.B. durch züchterische Elimination von Toxinen



"Erfolgsstory Raps":

Raps war bis vor ca. 25 Jahren als Tierfutter weitgehend ungeeignet (zu hohe Gehalte an natürlichen Giftstoffen).

Konsequente Pflanzen-züchtung hat diese Gift-stoffe weitgehend eliminiert

Raps und die Nebenprodukte seiner Verarbeitung sind inzwischen zum weltweit zweitwichtigsten Eiweiß-futtermittel aufgestiegen.

Können wir uns in Zukunft überhaupt noch Nutztiere leisten?

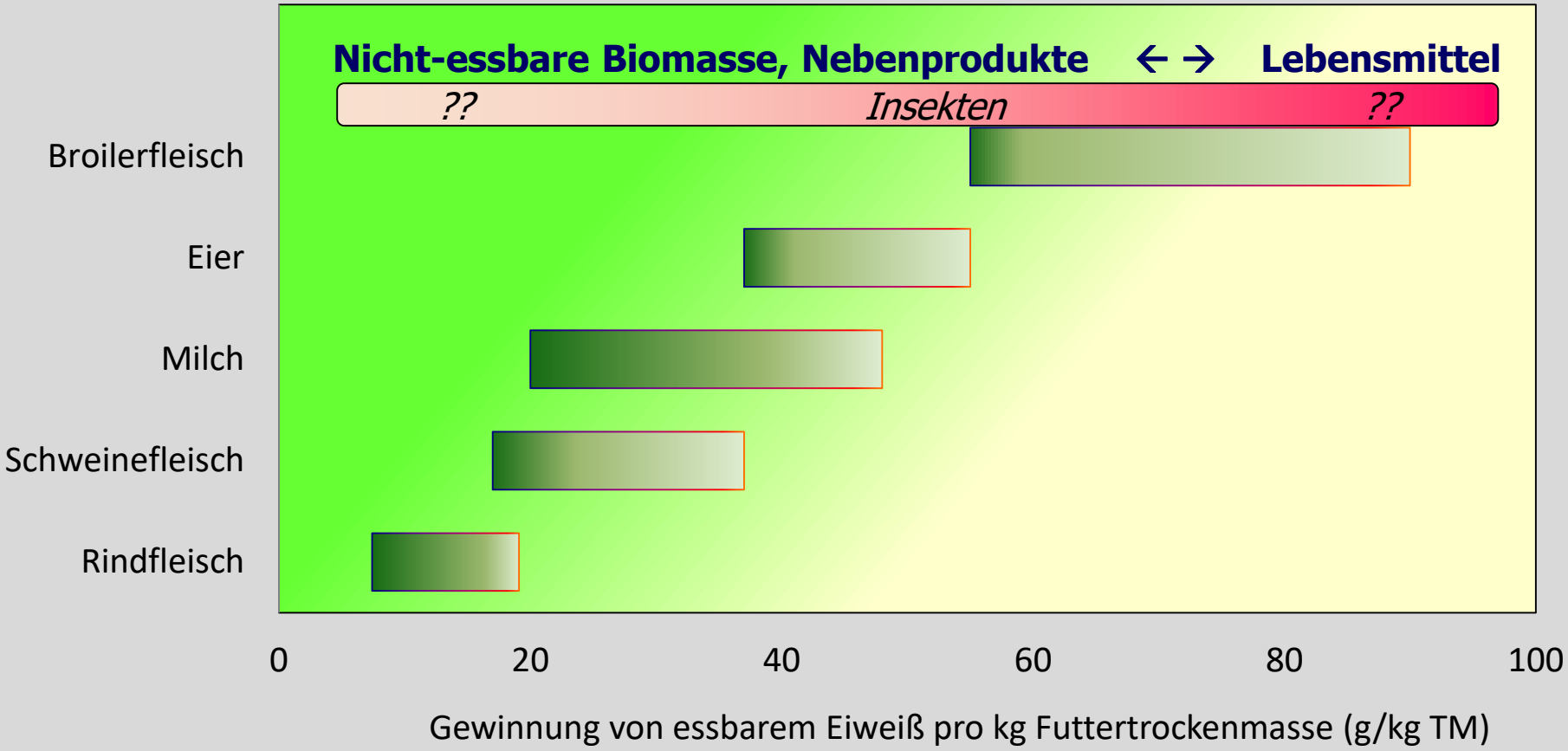
Die Rolle der Nutztiere im agrarischen Stoffkreislauf

Zielkonflikt zwischen Umweltschutz, Effizienz und Lebensmittelkonkurrenz

Alternativen in Sicht?

Fazit

Insekten im Zielkonflikt: Futtereffizienz – Futterqualität – Lebensmittelkonkurrenz



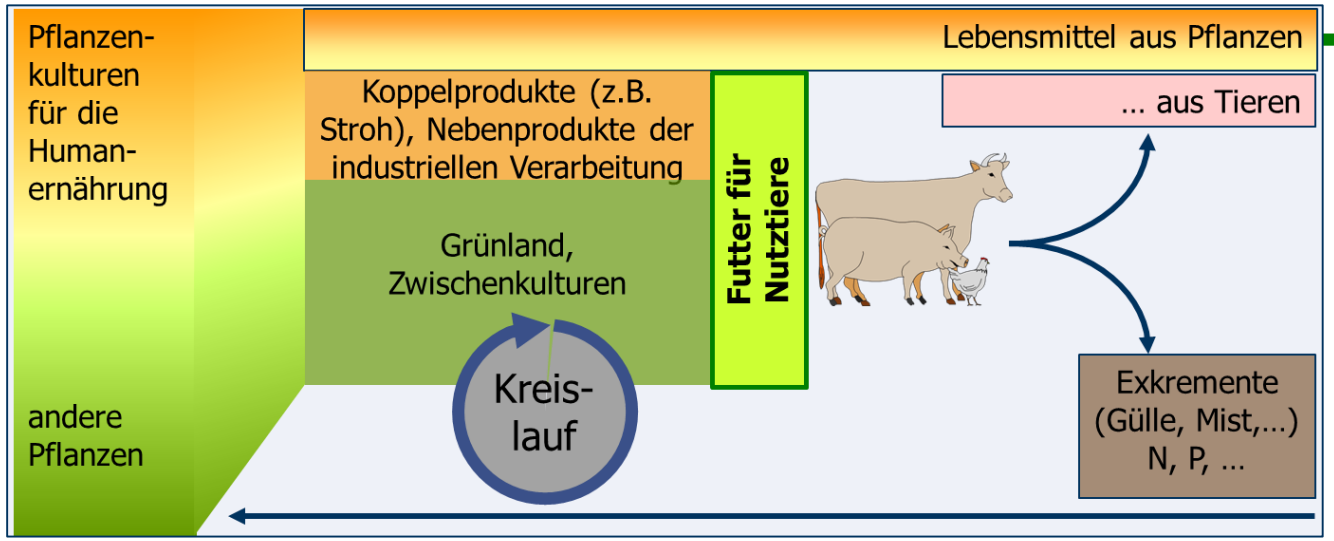
(Daten aus Flachowsky und Meyer 2008)

Insekten sind „auch nur" Nutztiere:

Hohe Effizienz
= geringe Emissionen
= hoher Futterqualität nötig
= hohe Nahrungskonkurrenz
und umgekehrt

Insekten können sehr gute „Lückenfüller" sein (lokal verfügbare, nicht weiter verwertbare Biomasse). Sie werden jedoch erst dann großflächig interessant, wenn sie nicht essbare Biomasse besser verwerten als Wiederkäuer.
(?? Seidenspinner, Bockkäfer, Termiten, Heuschrecken, ...??)

Vegane „Ersatzprodukte" tierischer Lebensmittel sind keine Gegenpole sondern synergistische Partner der Nutztierhaltung



z.B. Haferdrink, Lupineneiweiß, ...

Die Verarbeitung pflanzlicher Rohstoffe zu Ersatzprodukten erzeugt <u>nicht essbare</u> Biomasse:

→ zusätzliches Futter für Nutztiere.

→ Potenzial für Kaskadennutzung
= Kopplung mit Tierproduktion

Vegane Verarbeitungsprodukte sind Ausdruck einer Produktdifferenzierung. In der Summe kann die Kopplung von veganen Produkten mit der Verfütterung der Nebenprodukte an Nutztiere sogar effizienter sein als die beiden Einzelwege (Kaskadennutzung).

1 kg Hafer → 380 g im Haferdrink + 250 g Kleie + 370 g Rest

1 kg Weizen → 70 g Seitan-Protein + 250 g Kleie + 680 g Rest

1 kg Soja → 200 g Öl + 470 g Protein + 80 g Schalen + 250 g Rest

1 kg Lupine → 300 g Protein + 240 g Schalen + 50 g ungenießbares Öl + 410 g Rest

(Zahlen bezogen auf Trockenmasse)

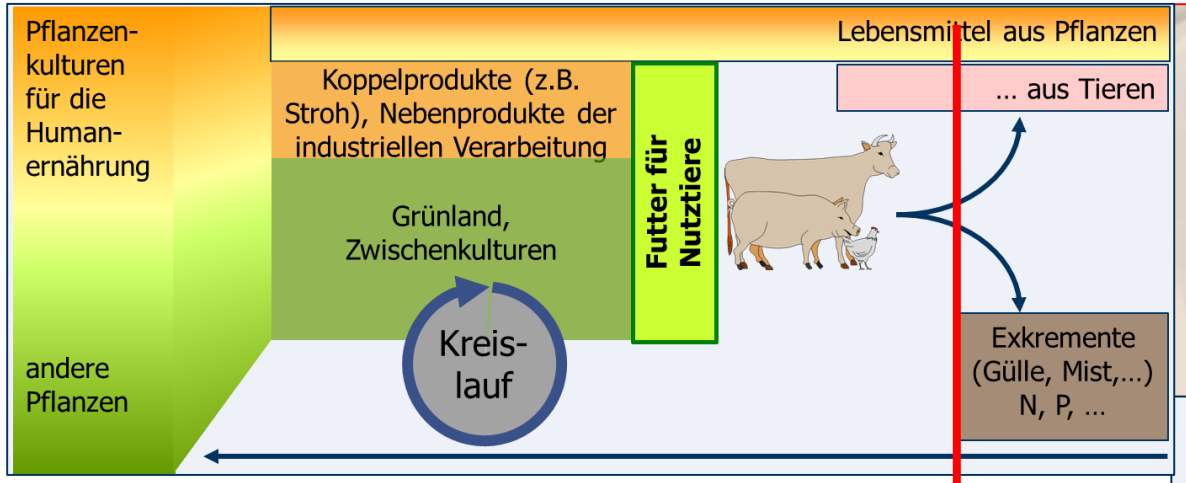
cellular meat, cultured ceat, cell based meat, *Kunstfleisch*

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

Vordergründige Vorteile von *Kunstfleisch*:

- Kein Tier muss sterben
- Kein Konflikt mit dem Tierwohl
- Hohe Hygiene und Sicherheit (Ausnahme: Antibiotika?)
- Keine Verluste am Schlachthof (Verdauungstrakt, Knochen,…)

Die Erzeugung des Kulturmediums ist der eigentliche Flaschenhals von *Kunstfleisch*



Kunstfleisch imitiert den Stoffwechsel des Nutztieres. Die Gesamteffizienz der Transformation von Energie und Protein aus dem Nährmedium ist ähnlich gut wie bei Masthähnchen.

Herstellung aus essbarer Pflanzen-Biomasse

Hauptproblem:

Kunstfleisch braucht eine hochreine Nährlösung (Glucose, Aminosäuren, Fettsäuren, …), Antibiotika, fötales Kälberserum

Kunstfleisch konkurriert mit bereits vorhandenen veganen Lebensmitteln.

Die Produktion ist eine *doppelte Transformation* von Nährstoffen. Die „Ernte" an Eiweiß ist geringer als der Input an bereits essbarem Eiweiß.

Können wir uns in Zukunft überhaupt noch Nutztiere leisten?

Die Rolle der Nutztiere im agrarischen Stoffkreislauf

Zielkonflikt zwischen Umweltschutz, Effizienz und Lebensmittelkonkurrenz

Alternativen in Sicht?

Fazit

Bioökonomische Herausforderungen an die Nutztierfütterung

Nutztiere sind eine unverzichtbare Komponente der agrarischen Bioökonomie.
Sie sind *per se* weder Umweltbelastung noch Nahrungskonkurrenten zum Menschen.

Die Erzeugung von Lebensmitteln erreicht ihr Minimum an Emissionen und Klimawirkung in einem bioökonomisch ausgerichteten Gleichgewicht zwischen Pflanzen- und Tierproduktion unter Einschluss der Lebensmittelindustrie:

→ Nutztierfütterung primär auf Basis der unvermeidlich anfallenden, nicht essbaren Biomasse.

→ Maximierung des Futterwerts und der Transformationseffizienz der nicht essbaren Biomasse.

Bioökonomie funktioniert erst auf der Ebene des Gesamtsystems (Landwirtschaft und LM-Industrie)

Das Primärprodukt ist Biomasse, die über intelligente Kaskadennutzung im Lebensmittel zu transformieren ist:
Primärproduktion von „veganen" Lebensmitteln und *sekundäre Veredelung* zu „tierischen" Lebensmitteln.