

WIEDERKÄUER – Integraler Bestandteil der zukünftigen globalen Ernährungssicherung und des Klimaschutzes

Gerhard Flachowsky

Institut für Tierernährung, Friedrich-Loeffler-Institut (FLI)
Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit, Braunschweig



23. Hülsenberger Gespräche, Lübeck, 02. – 04.06.2010



- 1. Einleitung**
- 2. Wiederkäuer heute – Pro und Kontra**
- 3. Carbon Footprints**
- 4. Beiträge der Wiederkäuer zur globalen Ernährungssicherung**
- 5. Forschungsbedarf/Schlussfolgerungen**

1. Einleitung

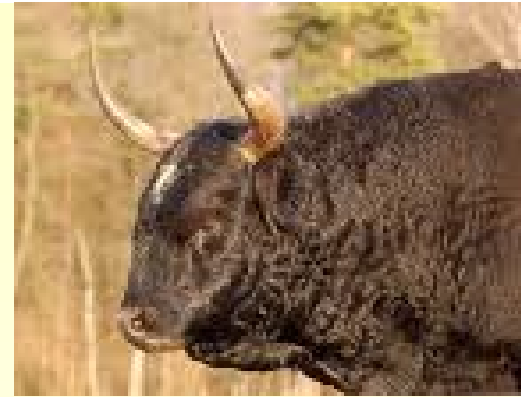
WIEDERKÄUER

(Rinder, Büffel, Schafe, Ziegen, partiell
Kamele)

in der Kulturgeschichte



Domestikation



- **Rind:** Vor etwa 10 000 Jahren im Nahen Osten
- **Kleinwiederkäuer:** Vor etwa 10 000 Jahren in Westasien
- **Bedeutung:** Sesshaftwerden des Menschen, Lieferanten von Lebensmitteln, Kleidung, Knochen, Dünger, Heizmaterial, Zugkraft, Versicherung/Wohlstand/ Reichtum, Opfer-/Kulttiere

Symbolkraft des Rindes

(nach Conrad 1973; Rifkin 1992)

- **Stier/Bulle:** Unabhängigkeit, Wildheit, Überlegenheit, Schutz, „reine ungezügelte Energie“, Zeugungskraft
- **Kuh:** Inbegriff von Geduld, Sanftmütigkeit, Ernährerin, Nahrung, Bodenständigkeit, Gelassenheit, Reinheit, Kraft der Milde und Güte

Aus dem Grab des Nefer und seines Vaters Ka-hay
Sakkara, 5. Dynastie, 2425 - 2400 v. Chr.



Stierkopf-Rhyton aus dem Palast von Knossos

um 1500 v. Chr. Griechenland



In der Antike wurden der Reichtum der Völker und die Kriegsbeuten vor allem an den Wiederkäuerbeständen gemessen: In der „Ilias“ von Homer ist über den Beutezug Nestors auf Kreta u.a. zu lesen:

**„Ungeheuer war damals die Beute:
50 Herden von Rinder, Schafen und
Ziegen...“**

Griechische 2 Euromünze

Zeus verliebt sich in die phönizische Königstochter Europa und entführt sie nach Kreta, wo er sich zurückverwandelt.





Mahatma Gandhi (1869–1948)

„Das charakteristische Merkmal des Hinduismus ist die Hochachtung, mit der die Kuh behandelt wird.

Die Kuh zu beschützen, scheint mir eine der bewunderungswerten Äußerungen des menschlichen Fortschrittes zu sein.

Für mich ist die Kuh die Verkörperung der gesamten infrahumanen Welt;....

Die Kuh ist ein Gedicht der Nächstenliebe....

Sie zu beschützen, heißt alle stummen Geschöpfe Gottes zu beschützen“.



2. Wiederkäuer heute

- Pro und Kontra -

Globale Wiederkäuerbestände (in Mrd.)

Etwa 600 Mio. Menschen sind gegenwärtig ausschließlich von ihren Wiederkäuerbeständen (Subsistenzwirtschaft) abhängig.

Großwiederkäuer: \approx 1,9

„Global Feed Initiative“ der FAO soll dazu beitragen, die Situation dieser Menschen zu verbessern.

Kleinwiederkäuer : \approx 1,8

Potentiale, Grenzen und ausgewählte Akteure im Pansen

Potentiale

Zellwandabbau
Proteinsynthese
Vitaminbildung
Abbau unerwünschter Stoffe

Akteure

Bakterien ($\approx 10^{10} \text{ ml}^{-1}$
 ≈ 200 Spezies)
Protozoen ($\approx 10^6 \text{ ml}^{-1}$
 ≈ 25 Gattungen)

Grenzen

Zucker-, Stärke- und
Proteinabbau
Energieverluste
Methanbildung

Anaerobe Pilze ($\approx 8\%$
der mikrobiellen Biomasse
im Pansen, 5 Gattungen)

Weitere Akteure

Archaen (Methanogene)
Bakteriophagen

Produktion von essbarem Protein tierischer Herkunft mit verschiedenen Tierarten/-kategorien in Abhängigkeit von der Leistungshöhe

Eiweißquelle (Lebendmasse)	Leistung je Tag	Kennzahlen der Futtermittelaufnahme		Essbare Fraktion (%)	Proteingehalt in der essbaren Fraktion (g/kg Frischmasse)	Essbares Protein (g/Tag)
		Höhe (kg T/Tag)	Grundfutter/ Krafftutter- Verhältnis (auf T-Basis, %)			
Milchkuh (650 kg)	10 kg Milch	12	90/10	95	34	323
	20 kg Milch	16	75/25			646
	40 kg Milch	25	50/50			1292
Milchziege (60 kg)	2 kg Milch	2	80/20	95	36	68
	5 kg Milch	2,5	50/50			170
Mastrind (350 kg)	500 g LMZ ¹⁾	6,5	95/5	50	190	48
	1000 g LMZ	7	85/15			95
	1500 g LMZ	7,5	70/30			143
Mastschwein (80 kg)	500 g LMZ	1,8	20/80	60	150	45
	700 g LMZ	2	10/90			63
	900 g LMZ	2,2	0/100			81
Mastküken (1,5 kg)	40 g LMZ	0,07	10/90	60	200	4,8
	60 g LMZ	0,08	0/100			7,2
Legehähne (1,8 kg)	50 % LL ²⁾	0,10	20/80	95	120	3,6
	70 % LL	0,11	10/90			5,1
	90 % LL	0,12	0/100			6,6

¹⁾ Lebendmassezunahme ²⁾ Legeleistung

„Kontra“ zu Wiederkäuern

A. Einstein (1935):

Hoher Ressourcenverbrauch

E. U. von Weizsäcker (1992):

Rinder können zu Nord-Südkonflikten beitragen

J. Rifkin (1992):

„Das Imperium der Rinder“

D. Pimentel (1995):

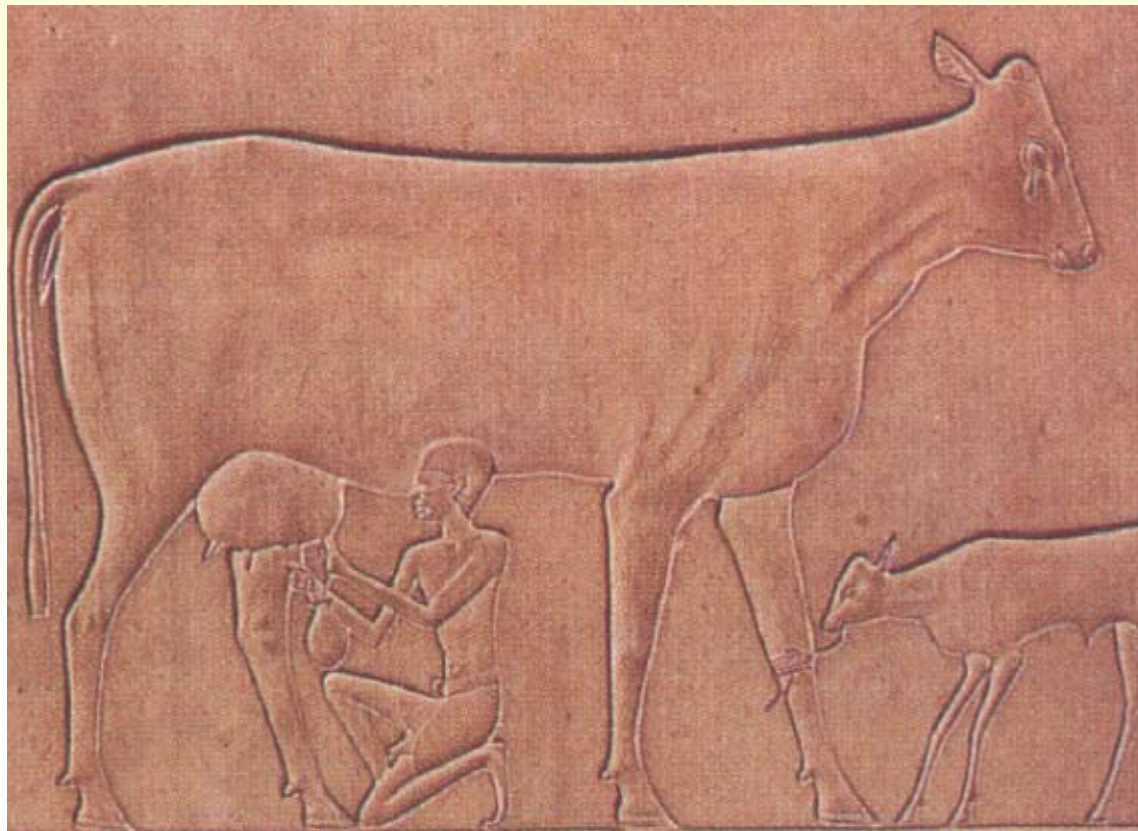
Hochzeit 2050; Milch als einziges Lebensmittel tierischer Herkunft

FAO-Ausarbeitung 2006

**„Livestock’s long shadow –
Environmental issues and
options“**

Weinende Kuh

(Ägyptisches Nationalmuseum Kairo, Melkszene)



und die FAO 2009

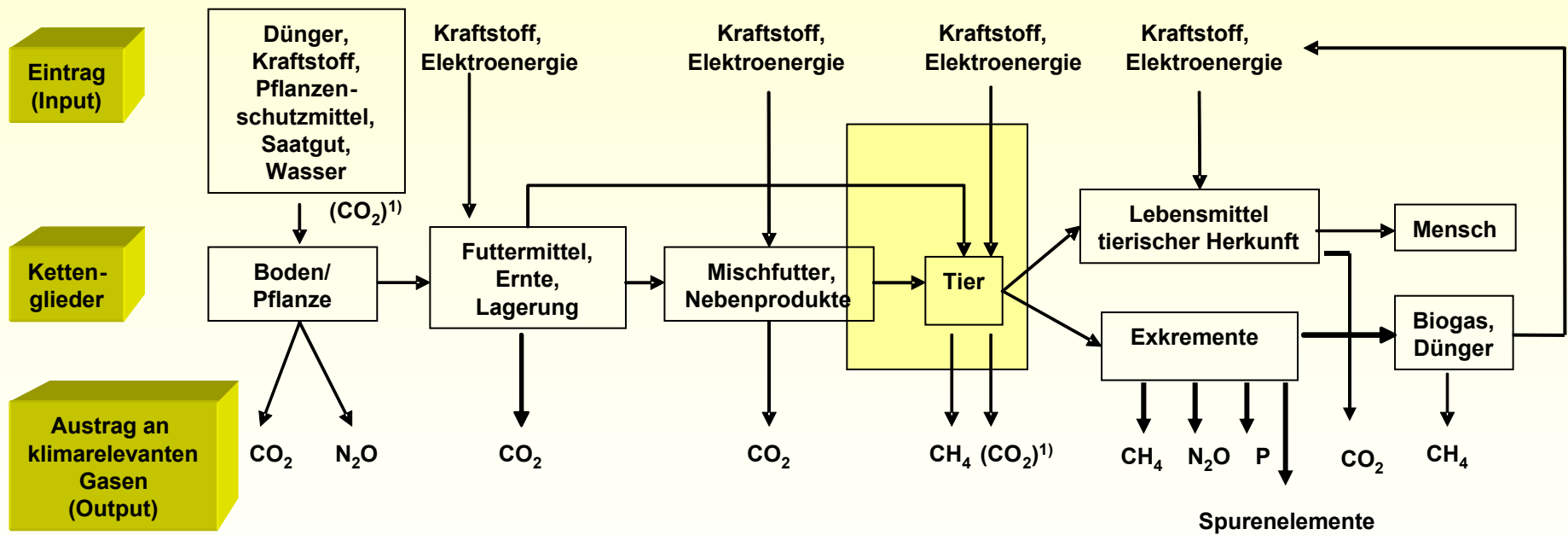
**„The state of food and agriculture –
Livestock in the balance“**



3. Carbon Footprints



Wesentliche Elemente des Nahrungskettengliedes bzw. -netzwerkes „Lebensmittel tierischer Herkunft“ sowie ausgewählte Einträge von Ressourcen und verschiedene Austräge



1) CO₂ wird durch die Photosynthese gebunden und durch Umsetzungen im Tier freigesetzt, es wird als emissionsneutral betrachtet.

Was versteht man unter CO_2 -Footprints? (-Fußabdrücke, Ökobilanzen, Life-Cycle-Assessments)?

Summe aller **klimatelevanten Emissionen** bei der Erzeugung eines Produkts unter Berücksichtigung der **Treibhauspotenziale** der klimarelevanten Gase

Ausgewählte Einflussfaktoren

- Systemgrenzen
- Quantifizierbarkeit der Emissionen

Treibhauspotenzial von Gasen, die aus der Landwirtschaft emittiert werden (von IPCC 2006 empfohlene Werte)

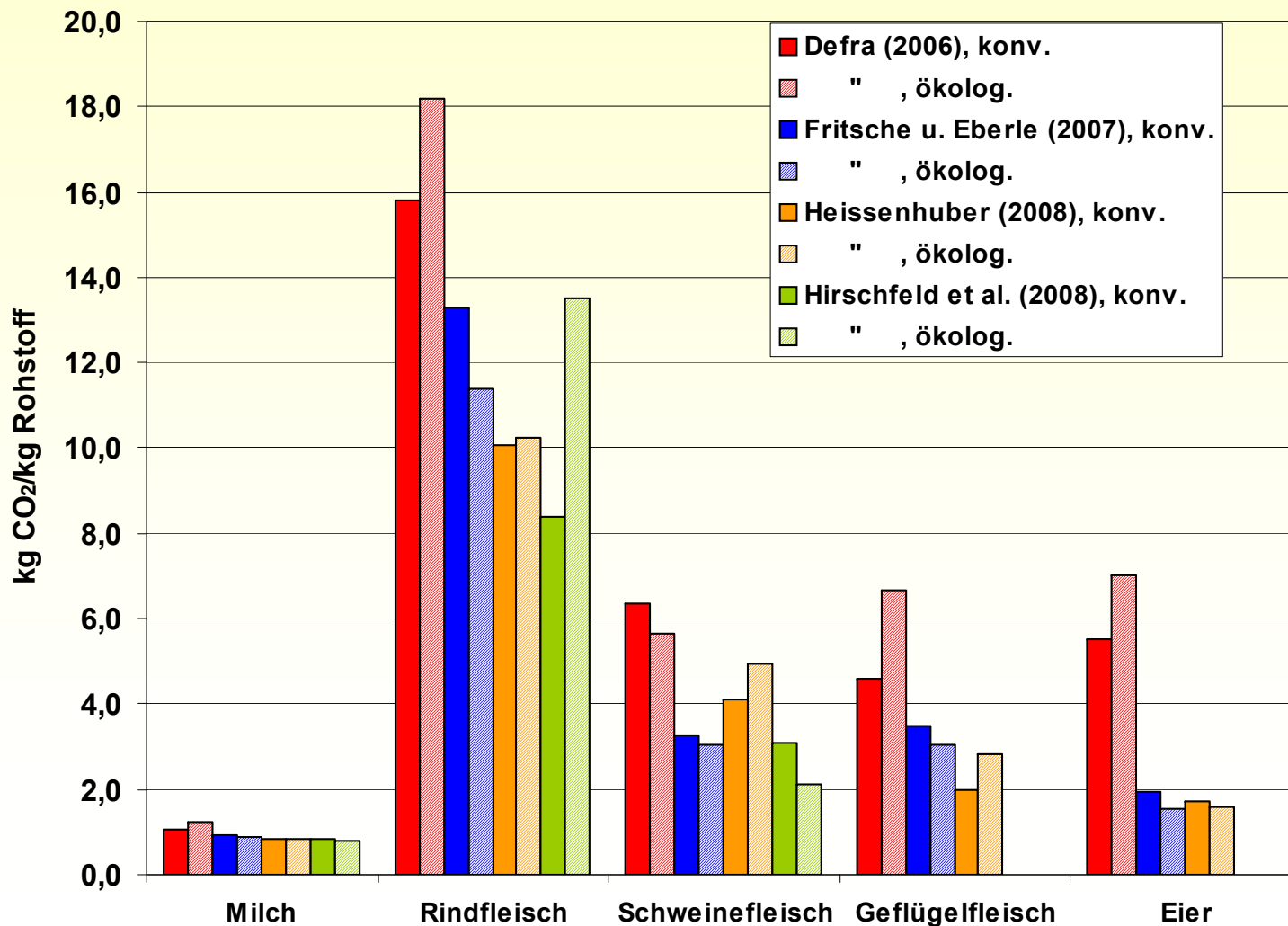
Treibhausgas	Summenformel	Treibhauspotenzial (CO ₂ = 1)
Kohlenstoffdioxid	CO ₂	1
Methan	CH ₄	23
Lachgas	N ₂ O	296

Kalkulation der Emissionen je Milchkuh und Jahr (Parameter: Lebendmasse: 650 kg, Milchleistung 8000 kg/Jahr, 1 Kalb/Jahr; nach Dämmgen und Hänel 2008)

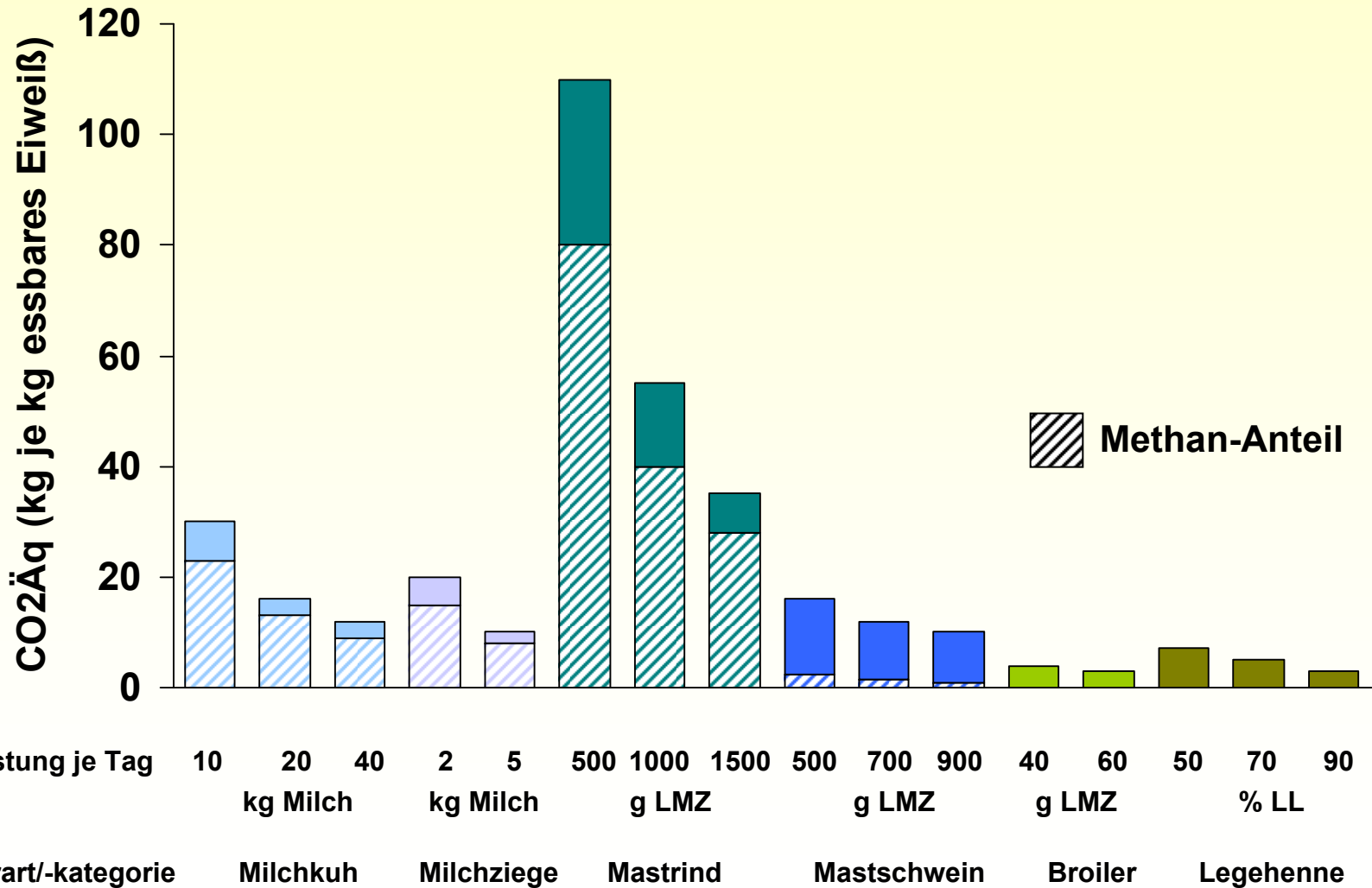
Emissionsquelle	Emissionen (kg/Kuh und Jahr)		
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Düngerproduktion	210	5,5	1,1
Futtererzeugung	83		1,2
Transport, Behandlung	43		
Pansenfermentation		119	
Fermentation bei Güllelagerung		19	0,9
Emissionen aus Boden, Lagerung, Wasser		-1	1,8
Gesamt	336	143	5
CO ₂ -Äquivalente (kg/Kuh und Jahr) (g/kg Milch) ¹⁾		5200	650
CO ₂ -Äquivalente der einzelnen Emissionen (kg/Kuh)	336	3290	1500
(% der Gesamtemission)	6	65	29

¹⁾ ohne
Jungrinderaufzucht
und Kalb

CO₂-Footprints für Lebensmittel tierischer Herkunft aus herkömmlicher oder ökologischer Erzeugung nach verschiedenen Autoren



Carbon Footprints (kg CO₂Äq) je kg essbares Protein in Abhängigkeit von Tierart/-kategorie und Leistungshöhe





4. Beiträge der Wiederkäuer zur globalen Ernährungssicherung

Gegenwärtige Ernährungssituation (WHO 2008)

Ungenügende Nahrungsbereitstellung (Energiedefizit)	≈ 850 Mio. Menschen (davon 820 Mio. in Entwicklungsländern, 25 % aller Kinder < 5 Jahre)
Mangel an Aminosäuren und Mikronährstoffen (vor allem Eisen, Jod, Vit. A, B₁₂)	2,2 Mrd. Menschen
Übergewichtig	≈ 1,6 Mrd. Menschen, darunter 22 Mio. Kinder < 5 Jahre
Adipositas (Fettleibigkeit)	≈ 400 Mio. Menschen

Herausforderungen für die Tierproduktion oder Livestock's long shadow (Steinfeld et al. 2006)

	gegenwärtig	2050	Anstieg in % (zu gegenwärtig)
Menschen auf der Erde (Mrd.)	6,5	9,0	138
Fleischproduktion (Mio t)¹⁾	229	465	203
Milchproduktion (Mio t)	580	1043	180

¹⁾ Schlachtkörpermasse

Benötigen wir Lebensmittel tierischer Herkunft?

Eigentlich nicht, **aber ...**

- **Ausgeglichene Ernährung (Aminosäuren, Spurennährstoffe u.a.)**
- **Hoher Genusswert**
- **Sozialer Status (z.B. enge Beziehungen zwischen Einkommen und Fleischverzehr bzw. Nachahmen des „westlichen Lebensstils“)**

Kalkulation zur Proteinversorgung des Menschen

Tagesbedarf: 0,75 – 1 g/kg LM und Tag
bzw. etwa 60 g/Tag

Davon etwa 1/3 tierischer Herkunft
bzw. etwa 20 g/Tag
(gegenwärtig \approx 22 g/Tag; FAO 2009)

Extremwerte der gegenwärtigen Proteinversorgung (FAO 2009) und der CF für Milch (FAO 2010)

	Minimum	Maximum
Milch (kg/Kopf/Jahr)	3,5 (Burundi)	367,7 (Schweden)
Fleisch (kg/Kopf/Jahr)	3,1 (Bangladesh)	125,6 (USA)
Protein tierischer Herkunft (g/Kopf/Tag)	1,7 (Burundi)	69,0 (USA)
Carbon Footprints (kg CO₂/kg Milch)	1,3 (Europa)	7,5 (Subsahara)

Prächtiger Bulle im Senat des Forum Romanum anlässlich des Ernährungserlasses von Kaiser Trajan (98-119)



Ernährungsphysiologische Bedeutung der Lebensmittel von Wiederkäuern

- Hohe **Proteinqualität**
- „Wertvolle“ **CLA** im Milchfett
(vor allen c9t11C18:2)
- Hoher Gehalt und gute Verfügbarkeit verschiedener **Mengen- und Spurenelemente** (z.B. Ca, P, Mg, Fe, Se, I)
- Hoher **Vitamingehalt** (z.B. A, D, E, B₁₂)

Einfluss des Pflanzenertrages und der Leistung der Tiere auf den Bedarf an Ackerfläche je Einwohner und Jahr zur Erzeugung von Fleisch und Milch im Jahre 2050 (52 kg Fleisch, 116 kg Milch je Einwohner und Jahr, FAO 2006)

Ertrags- bzw. Leistungsniveau	Bedarf an Ackerfläche (m ² je Einwohner)
A	1500
B	600
C	300

Ertragsniveau (T=Trockensubstanz):

- A:** 2t T Getreide, 5t T Grundfutter je ha,
7,5 kg Milch je Kuh und Tag, Gewichtszunahme: Mastrind: 500g; Schwein: 400g/Tag
- B:** 4t T Getreide, 10t T Grundfutter je ha,
15 kg Milch je Kuh und Tag, Gewichtszunahme: Mastrind: 900g; Schwein: 600g/Tag
- C:** 8t T Getreide, 15t T Grundfutter je ha,
30 kg Milch je Kuh und Tag, Gewichtszunahme: Mastrind: 1300g; Schwein: 800g/Tag



5. Forschungsbedarf/Schlussfolgerungen

- Reduzierungspotentiale für Emissionen -

Allgemeine Reduzierungspotenziale zur Senkung der N- und CH₄-Ausscheidungen (bei Bezug je Produkt)

- Höhere **Leistungen** der Tiere, Reduzierung der Tierzahlen
- Reduzierung der **Aufzuchtdauer** der Jungtiere, längere Nutzungsdauer der Kühe
- Verbesserung der **Tiergesundheit**, weniger Tierverluste
- Möglichst exakte **Bedarfsdeckung** in Abhängigkeit von Tierart/-kategorie, Leistungshöhe u.a. (Überschüsse vermeiden)
- Noch präzisere Ermittlung des Bedarfes der Tiere **Fütterungstechnik, Tierhaltung** und **Exkrementmanagement**

Kalkulation zur erforderlichen Rinderzahl und zur Methan-Emission für die Milcherzeugung im Jahre 2050 (1,04 Mrd. t; FAO 2006) in Abhängigkeit von der Milchleistung aus globaler Sicht

Milchleistung (kg/Kuh und Jahr)	1000	2000	4000
Erforderliche Kuhzahl (3 Jahre Nutzung; Mrd.)	1,04	0,52	0,26
-Jungrinder (Mrd.)	1,04	0,52	0,26
-Masttiere (Mrd.)	0,7	0,35	0,18
Gesamtzahl Rinder (Mrd.)	2,8	1,4	0,7
Geschätzte Methanemission (in Mio. t)	170	90	50

Gegenwärtige Situation: 1,9 Mrd. Rinder; 0,6 Mrd. t Milch

Fütterungsmaßnahmen zur Reduzierung der Methanbildung, praktische Bedeutung und Einschätzung des Forschungsbedarfes

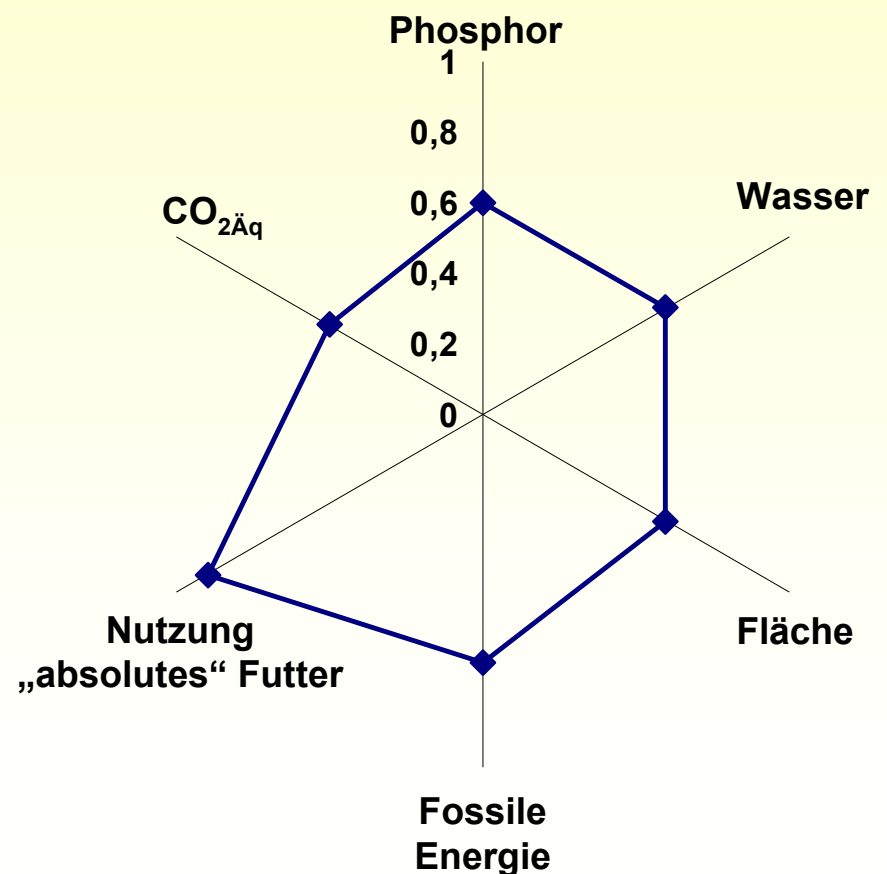
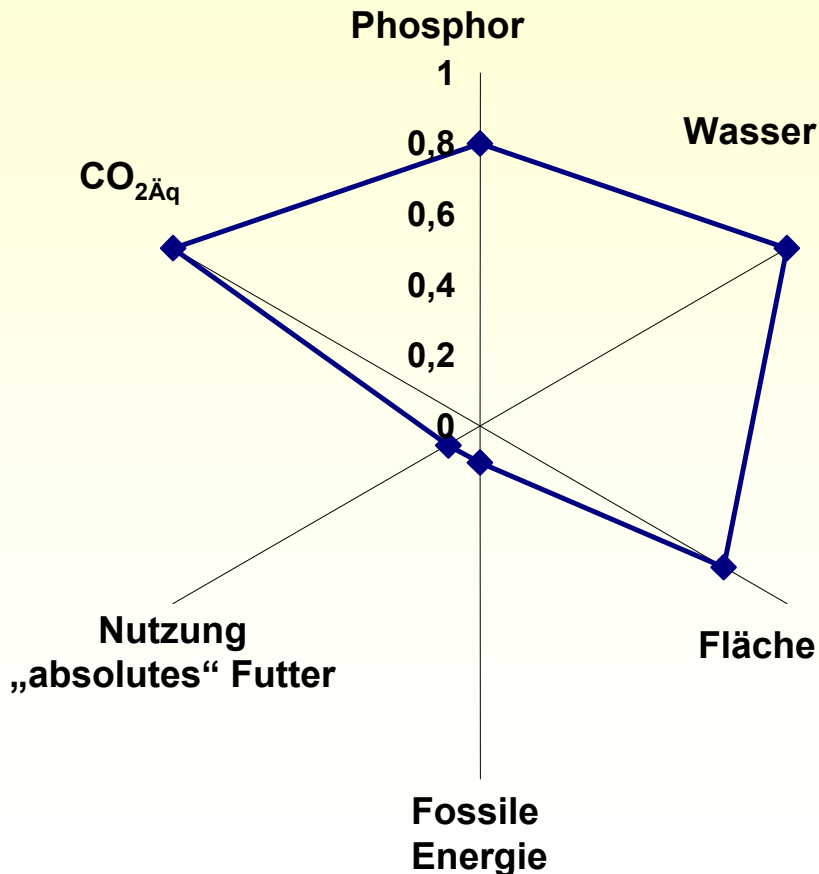
Maßnahme	Bedeutung für Mitteleuropa	Einschätzung des Forschungsbedarfes
Krafftutterreiche (zellwandarme, stärkereiche) Rationsgestaltung	Weitgehend ausgeschöpft	~
Einsatz von Futterfetten bzw. Fettsäuren bzw. Ölsaaten	Weitgehend ausgeschöpft	(↑)
Einsatz von Futterzusatzstoffen		
• Halogenverbindungen	In EU nicht erlaubt	~
• Ionophore (z. B. Monensin)	In EU nicht erlaubt	↑
• Einsatz Wasserstoff-bindender Substanzen mit Energielieferung für Wiederkäuer (z. B. Fumarsäure, Acrylsäure)	z. Z. keine Bedeutung	↑↑
• Einsatz von phytoenen Zusatzstoffen bzw. Futterpflanzen mit diesen Substanzen (z. B. Tannine, Saponine)	z. Z. keine Bedeutung	↑↑
• Weitere Zusatzstoffe, wie Hefen, Enzyme u. a.	z. Z. keine Bedeutung	↑

Vorschlag zur „komplexen Bewertung“ der Proteinerzeugung durch Rind- bzw. Schweinefleisch unter Berücksichtigung ausgewählter Kriterien

Proteinerzeugung über

Rindfleisch (Faktor: 3,8)

Schweinefleisch (Faktor: 3,9)



Faktoren: 1: ungünstige Situation 0: relativ bessere Situation

Potentiale zur Erzeugung pflanzlicher Biomasse und ihre Verfügbarkeit je Einwohner bei zunehmender Erdbevölkerung bzw. ansteigendem Nahrungsbedarf (Herausforderungen für die Pflanzenzucht)

- **Sonnenenergie** ~
- **Pflanzennährstoffe in der Atmosphäre (N₂, CO₂)** ~↑
- **Landwirtschaftliche Nutzfläche** ↓
- **Wasser** ↓
- **Fossile Energie** ↓
- **Mineralische Pflanzennährstoffe** ↓
- **Variation im genetischen Pool** ↑

(↑ Anstieg, ↓ Abfall, ~ kein wesentlicher Einfluss)

Wünsche an die Tierzucht für eine effektivere Futterkonvertierung und verminderte Emissionen

Verbesserung der Relation zwischen Erhaltungs- und Leistungsbedarf

- Höhere Futteraufnahme
- Verminderter Erhaltungsbedarf
- Höhere Verdaulichkeit, verbesserte Absorption
- Geringere Energie- und Nährstoffverluste im Verdauungstrakt

Verminderung des Energie-/Nährstoffbedarfs für Proteinsynthese; effektivere anabole Prozesse

Geringerer Gehalt an Energie/Nährstoffen im Schlachtkörper bzw. in Milch/Eiern, die nicht unbedingt „erwünscht“ sind (z.B. Fette, Laktose)

Stabilere Gesundheit, geringere Tierverluste



Schlussfolgerungen

- Komplexe Bewertungen der Lebensmittelerzeugung
- **Global:** Höhere Leistungen - Weniger Tiere (Problem Subsistenzfarmer)
- **Nutzung** der Potentiale der Wiederkäuer
- **Höhere Effizienz der Nutzpflanzen**
- **Forschungsförderung** auf dem Gebiet der Nutztierwissenschaften

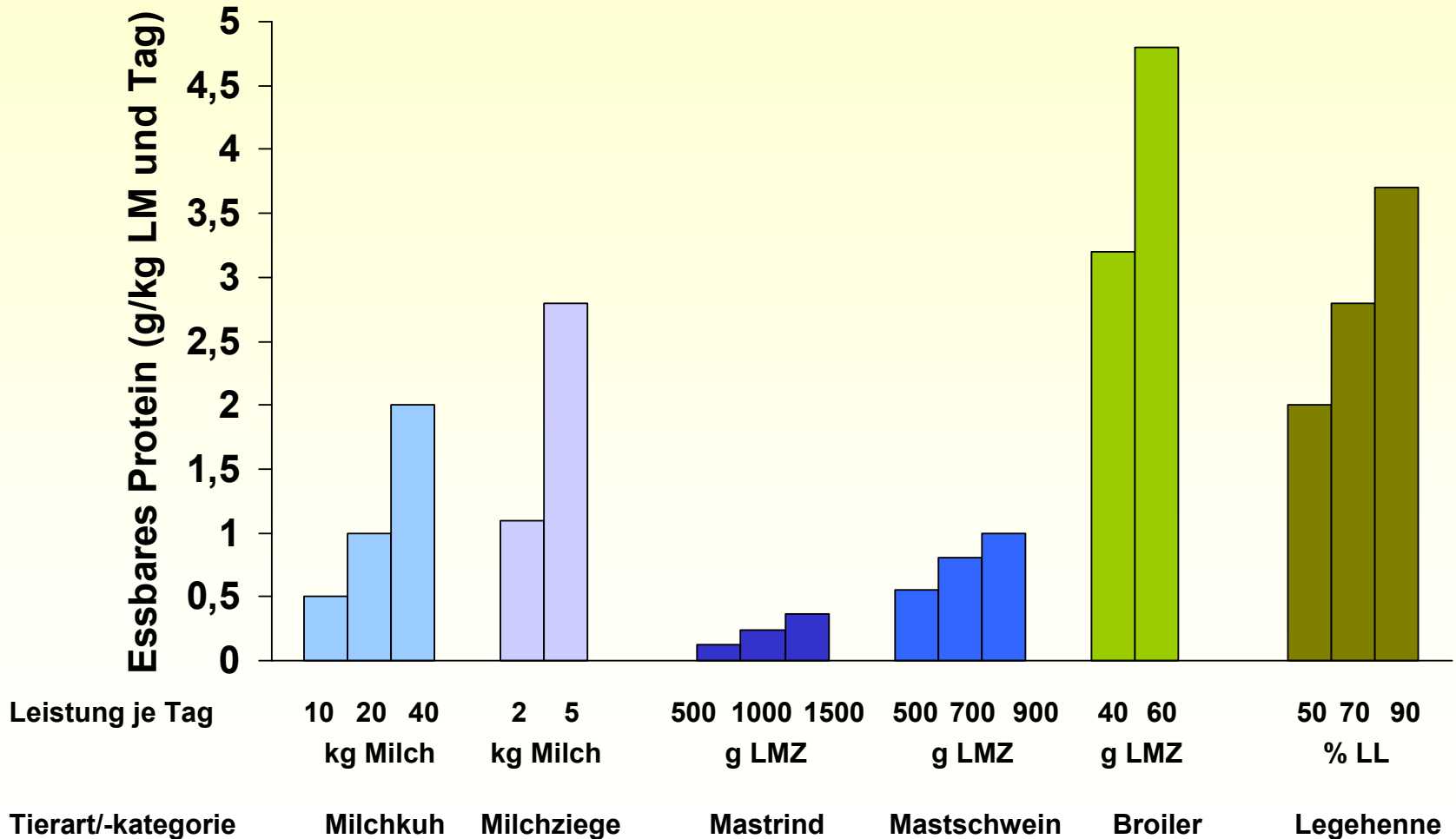
Besten Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Landeswappen Mecklenburg-Vorpommern



Erzeugung von essbarem Protein je kg Lebendmasse (g/kg LM und Tag) in Abhängigkeit von Tierart/-kategorie und Leistungshöhe





Produktion von essbarem Protein tierischer Herkunft mit verschiedenen Tierarten/-kategorien in Abhängigkeit von der Leistungshöhe

Eiweißquelle (Lebendmasse)	Leistung je Tag	Kennzahlen der Futtermittelaufnahme		Essbare Fraktion (%)	Proteingehalt in der essbaren Fraktion (g/kg Frischmasse)	Ess- bares Protein g/Tag	N-Aus- scheidung % der Aufnahme
		Höhe (kg T/Tag)	Grundfutter/ Krafftutter- Verhältnis (auf T-Basis, %)				
Milchkuh (650 kg)	10 kg Milch	12	90/10	95	34	323	75
	20 kg Milch	16	75/25			646	70
	40 kg Milch	25	50/50			1292	65
Milchziege (60 kg)	2 kg Milch	2	80/20	95	36	68	70
	5 kg Milch	2,5	50/50			170	60
Mastrind (350 kg)	500 g LMZ ¹⁾	6,5	95/5	50	190	48	90
	1000 g LMZ	7	85/15			95	84
	1500 g LMZ	7,5	70/30			143	80
Mastschwein (80 kg)	500 g LMZ	1,8	20/80	60	150	45	85
	700 g LMZ	2	10/90			63	80
	900 g LMZ	2,2	0/100			81	75
Mastküken (1,5 kg)	40 g LMZ	0,07	10/90	60	200	4,8	70
	60 g LMZ	0,08	0/100			7,2	60
Legehähne (1,8 kg)	50 % LL ²⁾	0,10	20/80	95	120	3,6	80
	70 % LL	0,11	10/90			5,1	65
	90 % LL	0,12	0/100			6,6	55

¹⁾ Lebendmassezunahme ²⁾ Legeleistung

Produktion von essbarem Protein tierischer Herkunft mit verschiedenen Tierarten/-kategorien in Abhängigkeit von der Leistungshöhe

Eiweißquelle (Lebendmasse)	Leistung je Tag	Kennzahlen der Futteraufnahme		Essbare Fraktion (%)	Proteingehalt in der essbaren Fraktion (g/kg Frischmasse)
		Höhe (kg T/Tag)	Grundfutter/ Krafftutter- Verhältnis (auf T-Basis, %)		
Milchkuh (650 kg)	10 kg Milch	12	90/10	95	34
	20 kg Milch	16	75/25		
	40 kg Milch	25	50/50		
Milchziege (60 kg)	2 kg Milch	2	80/20	95	36
	5 kg Milch	2,5	50/50		
Mastrind (350 kg)	500 g LMZ ¹⁾	6,5	95/5	50	190
	1000 g LMZ	7	85/15		
	1500 g LMZ	7,5	70/30		
Mastschwein (80 kg)	500 g LMZ	1,8	20/80	60	150
	700 g LMZ	2	10/90		
	900 g LMZ	2,2	0/100		
Mastküken (1,5 kg)	40 g LMZ	0,07	10/90	60	200
	60 g LMZ	0,08	0/100		
Legehennen (1,8 kg)	50 % LL ²⁾	0,10	20/80	95	120
	70 % LL	0,11	10/90		
	90 % LL	0,12	0/100		

¹⁾ Lebendmassezunahme ²⁾ Legeleistung

E.U. v. Weizsäcker (1992) im Vorwort zu J. Rifkins „Das Imperium der Rinder“

„...in unserer überbevölkerten Welt kommen auf **zwei Menschen ein Rind**. Es ist ein politischer Skandal, dass diese Viehherden hauptsächlich **für die Reichen** dieser Welt **gehalten** werden.

Sollte sich eines Tages ein dritter Weltkrieg an Nord- Süd-Konflikten entzünden, so wäre mit ziemlicher Sicherheit ein Landkonflikt über Rinderhaltung mit im Spiel.

Der Norden könnte durch eine Verminderung des Fleischkonsums gewaltig zur Entspannung der Weltlage beitragen“.

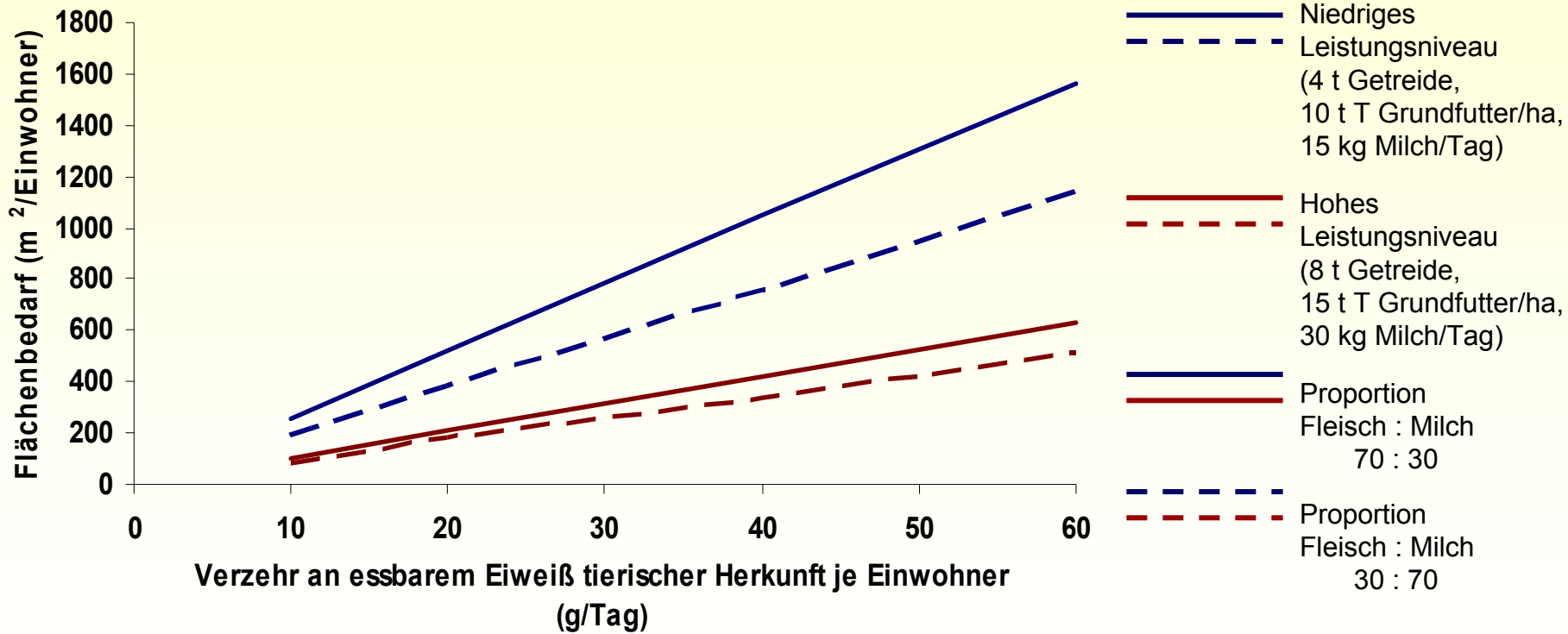
„Nichts wird die Chance auf ein Überleben auf der Erde so steigern, wie der Schritt zur vegetarischen Ernährung“

Albert *Einstein* 1879 -1955)

Extremwerte der gegenwärtigen Proteinversorgung (FAO 2009)

	Minimum	Maximum
Milch (kg/Kopf/Jahr)	3,5 (Burundi)	367,7 (Schweden)
Fleisch (kg/Kopf/Jahr)	3,1 (Bangladesh)	125,6 (USA)
Protein tierischer Herkunft (g/Kopf/Tag)	1,7 (Burundi)	69,0 (USA)

Flächenbedarf zur Erzeugung von essbarem Eiweiß tierischer Herkunft je Einwohner in Abhängigkeit von der verzehrten Eiweißmenge, dem Ertrags- bzw. Leistungsniveau und der Proportion zwischen Fleisch- und Milchprotein



Erwartungen an die Tierzucht aus der Sicht der Tierernährung

- Höhere Futteraufnahme, günstigeres Verhältnis zwischen Leistung und Erhaltung
- Höhere Verdaulichkeit und Absorption
- Geringere Energieverluste im Verdauungstrakt
- Geringerer Erhaltungsbedarf
- Geringerer Energiebedarf für Proteinansatz
- Geringerer Fett-/Energiegehalt in Milch/Körper
- Stabilere Gesundheit, geringere Tierverluste
Tierzucht