

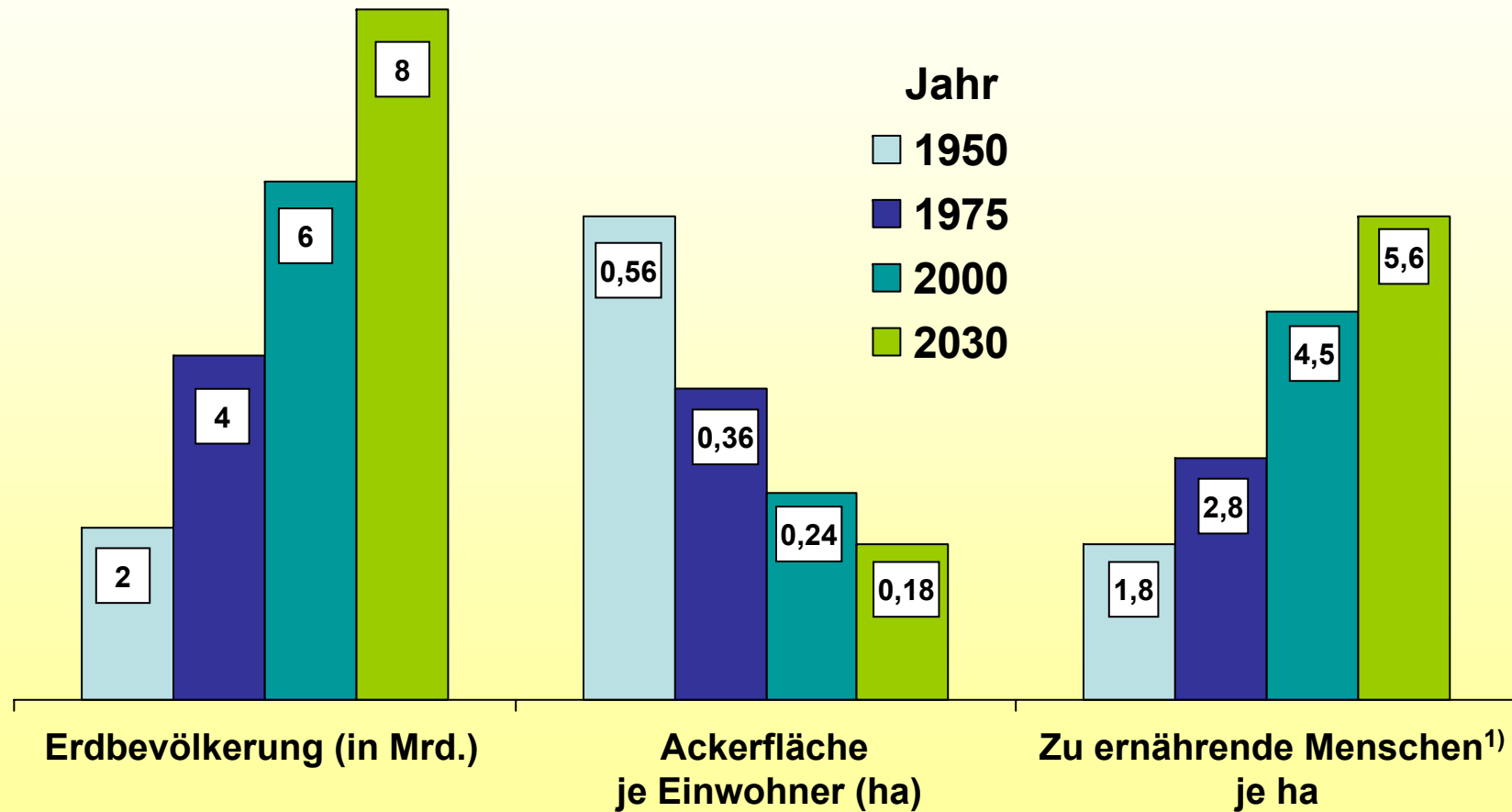


Futter und Fütterung unter Aspekten der Nachhaltigkeit - Leistung, Produktqualität, Effizienz und Umweltwirkungen -

Gerhard Flachowsky
**Institut für Tierernährung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft
(FAL) Braunschweig**

- 1. Einleitung, Trends, Nachhaltigkeit**
- 2. Leistung, bedarfsgerechte Ernährung und Tiergesundheit**
- 3. Produktqualität und –sicherheit**
- 4. Effektiver Ressourceneinsatz, „neue“ Futtermittel**
- 5. Umweltwirkungen und Reduzierungspotenziale**
- 6. Schlussfolgerungen**

Entwicklung der Erdbevölkerung, zur Verfügung stehende Ackerfläche und zu ernährende Einwohner je ha (nach FAO-Jahrbüchern)



¹⁾ Anzahl steigt, wenn Flächenbedarf für Erzeugung nachwachsender Rohstoffe zunimmt

Konkurrenten im „Streit um Fläche“

- **Nahrungsmittelerzeugung**
- **Nachwachsende Rohstoffe und Energiepflanzen**
- **Siedlungsflächen**
- **Schützenswerte Flächen**

Dominierende Fragen nach Lebensmitteln sowie Aufgaben für Politik und Agrarforschung nach dem 2. Weltkrieg in Europa

Fragen/Aufgaben



Benötigen wir Lebensmittel tierischer Herkunft?

Eigentlich nicht, aber ...

- **Ausgeglichene Ernährung
(Aminosäuren, Spurennährstoffe u.a.)**
- **Genusswert**
- **Sozialer Status (enge Beziehungen
zwischen Einkommen und Fleischverzehr)**

Kritik am Fleischverzehr und Alternativen

**Rifkin
(1995)**

„Imperium der Rinder“

**Pimentel
(1995)**

„Hochzeit 2050“

- kein Fleisch
- Milchprodukte als einzige Quelle tierischer Herkunft

**Aiking und de Boer
(2006)**

**Sustainable Protein Production
and Consumption: Pigs or Peas?**

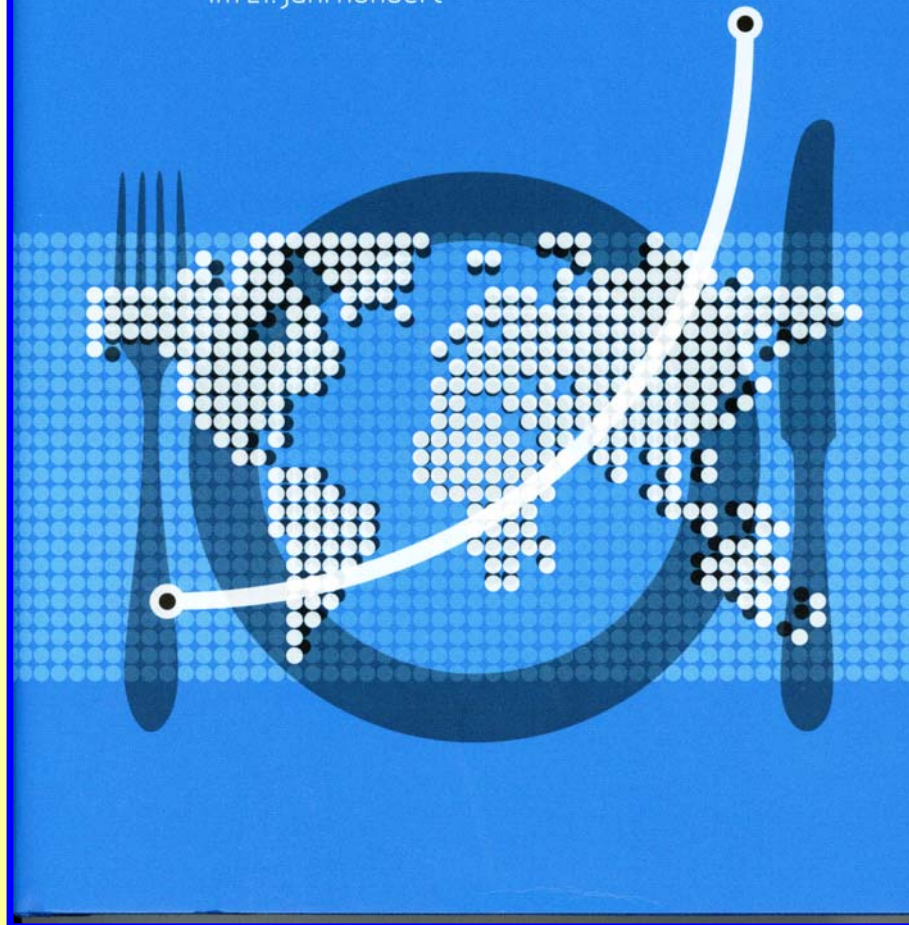
**Reichholf
(FAZ, 29.05.2007)**

Erzeugung und Transport von Futtermitteln für unser Stallvieh verbrauchen 10 – 20 soviel Energie wie direkter Verzehr der pflanzlichen Nahrung

Herausgeber:
Hubert Wennemer
Gerhard Flachowsky
Volker Hoffmann

PROTEIN POPULATION POLITIK

Wege zur nachhaltigen
Eiweißversorgung
im 21. Jahrhundert



Herausforderungen für die Tierproduktion oder Livestock's long shadow (FAO 2006)

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

Erzeugung von essbarem Eiweiß tierischer Herkunft bei verschiedenen Produktionsformen

Tierart/-kategorie bzw. Lebensmittel	Mittlere Lebend- masse (kg/Tier)	Leistungs- höhe (je Tag)	Nutz- barer Anteil (%)	Proteinge- halt im nutz- baren Anteil (g/kg)	Essbares Protein (g/Tier und Tag)
Milchkuh Milch	650	10 kg 20 kg 40 kg	95	32	304 608 1216
Mastrind Rindfleisch	350	1200 g	50	190	114
Mastschwein Schweinefleisch	70	800 g	60	150	72
Legehennen Eier	1,5	80 % Lege- leistung	95	120	5,8
Broiler Geflügelfleisch	1	50 g	60	200	6,0

Trends im 21. Jahrhundert

- Weiterer Anstieg der Erdbevölkerung von ≈ 6 auf 8 (2030) und über 10 Mrd. (2070) Menschen
- Rückgang der je Einwohner verfügbaren Fläche
- Geringerer Verbrauch je erzeugtes Produkt bzw. je Einwohner der begrenzt verfügbaren Ressourcen (z.B. Wasser, Boden, fossile Energieträger, verschiedene Rohstoffe, wie Phosphor)
- Suche nach Alternativen zum Ersatz begrenzt verfügbarer Ressourcen (nachwachsende Rohstoffe, alternative Energiequellen u.a.)
- Weitere Immaterialisierung der Produktion
- Globalisierung der Produktion, Mobilitätserhöhung der Einwohner, verstärkte Urbanisierung (Landflucht)
- Mit steigendem Lebensstandard bzw. höherem Einkommen verbundener höherer Verbrauch an **Lebensmitteln tierischer Herkunft („Wohlstandsindikator“ mit hohem Genusswert)**



Trends erfordern unbedingte Berücksichtigung des Nachhaltigkeits-Gedanken

Definition Nachhaltigkeit

Hans Carl von Carlowitz (1913)

- Bewirtschaftungsweise eines Waldes, bei welcher immer nur so viel Holz entnommen wird, wie nachwachsen kann.

Konrad Ott (1999)

- Regenerierbare lebende Ressourcen dürfen nur in dem Maße genutzt werden, wie Bestände natürlich nachwachsen.

Nachhaltigkeit und Nachhaltige Entwicklung

Gro Harlem Brundtland (1987)

- Entwicklung zukunftsfähig zu machen, heißt, dass die gegenwärtige Generation ihre Bedürfnisse befriedigt, ohne die Fähigkeit der zukünftigen Generation zu gefährden, ihre eigenen Bedürfnisse befriedigen zu können.

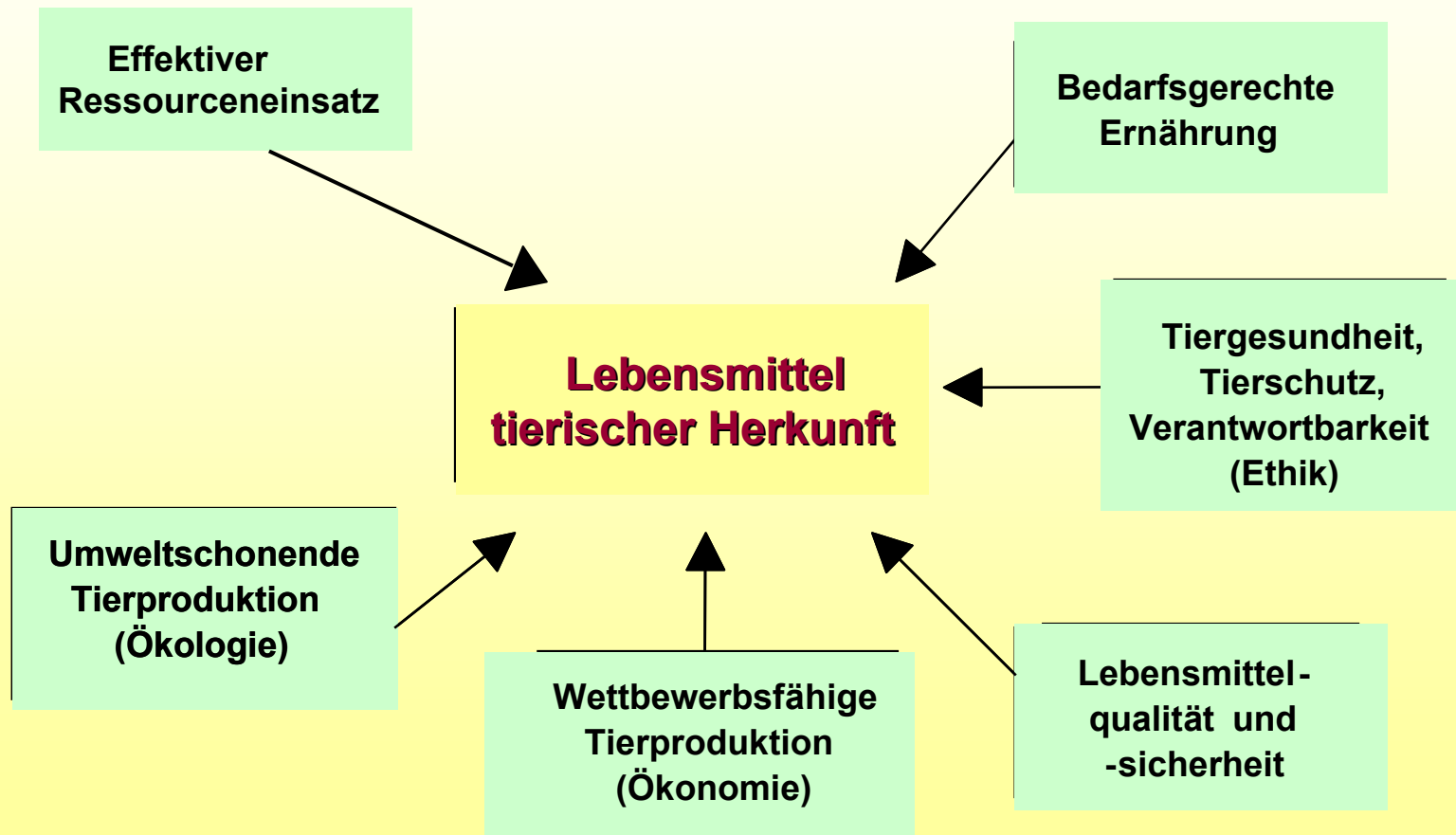
Nachhaltigkeit vs. Sustainability

Club of Rome (Grenzen des Wachstums, 1972)

- We are searching for a model output that represents a world system that is sustainable without sudden and uncontrollable collapse...

⇒ Eingang von Sustainability in engl. Sprache erst nach Brundtland-Bericht (1987)

Einflussfaktoren auf die Erzeugung von Lebensmitteln tierischer Herkunft



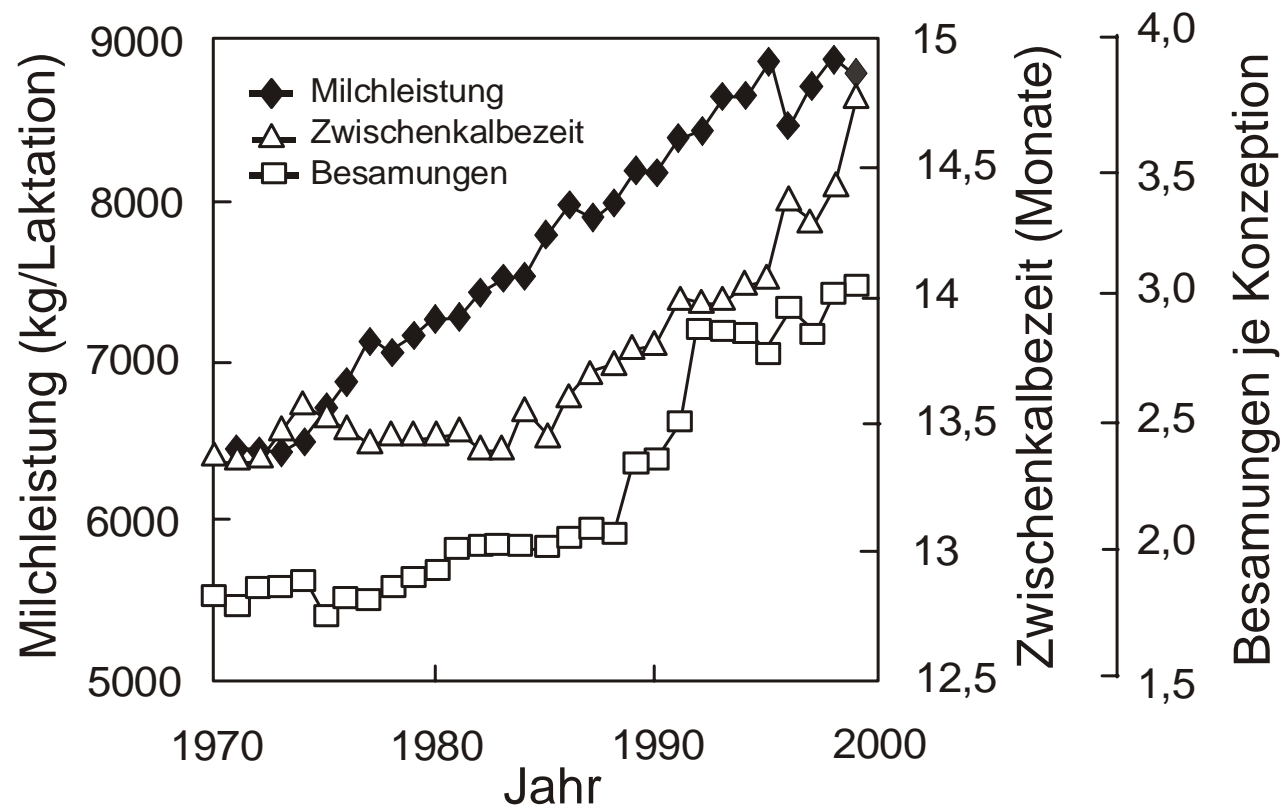
Bedarfsgerechte Ernährung

Empfehlungen des AfBN der GfE (GfE 1995-2006) sowie zukünftige Aufgaben zur Versorgung landwirtschaftlicher Nutztiere mit Energie und Nährstoffen, die in den zurückliegenden 10 Jahren erarbeitet wurden

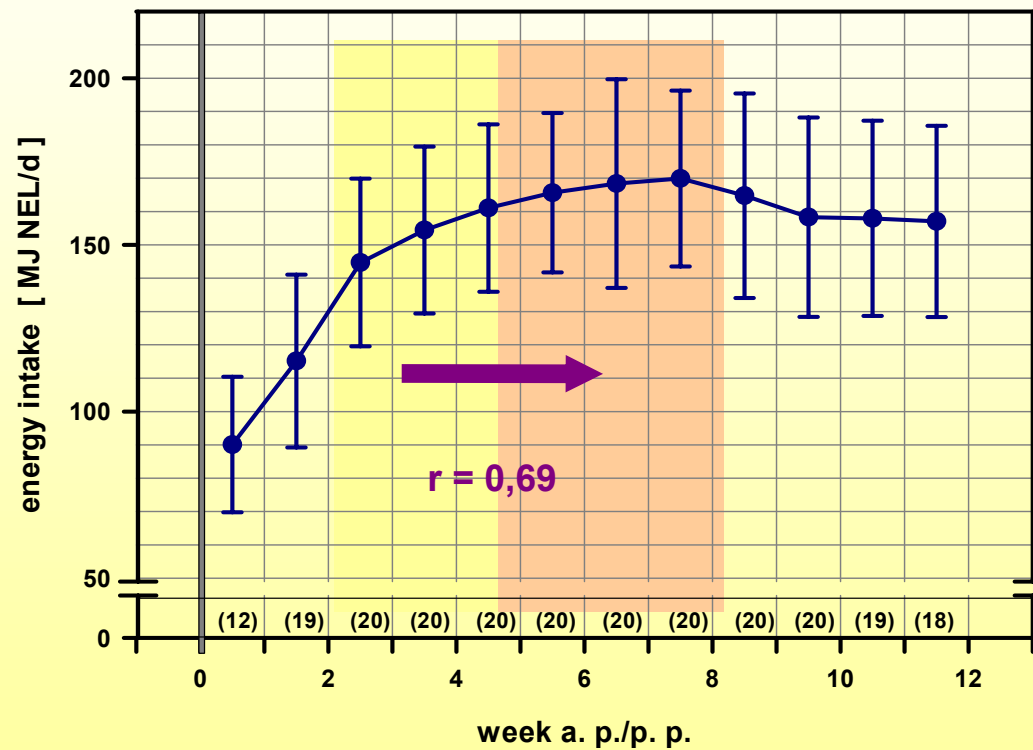
Titel	Erfasste Parameter					
	Quelle	Energie	Protein bzw. Aminosäuren	Mengen- und Spurenelemente	Vitamine	Sonstige
Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere, Nr. 5: Pferde	DLG-Verlag 1995	x	x	x	x	-
Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere, Nr. 6: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Mastrinder	DLG-Verlag 1995	x	x	x	x	-
Energiebedarf von Schafen	Proc. Soc. Nutr. Physiol. 1996; 5: 149-152	x	-	-	-	-
Überarbeitete Empfehlungen zur Versorgung von Schweinen mit Phosphor	Proc. Soc. Nutr. Physiol. 1997; 6: 193-200	-	-	x	-	-
Empfehlungen zur Energieversorgung von Aufzuchtkälbern und Aufzuchtindern	Proc. Soc. Nutr. Physiol. 1997; 6: 201-215	x	-	-	-	-
Zum Proteinbedarf von Milchkühen und Aufzuchtindern	Proc. Soc. Nutr. Physiol. 1997; 6: 217-236	-	x	-	-	-
Empfehlungen zur Proteinversorgung von Aufzuchtkälbern	Proc. Soc. Nutr. Physiol. 1999; 8: 155-164	-	x	-	-	-
Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere, Nr. 7: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Legehennen und Masthühner (Broiler)	DLG-Verlag 1999	x	x	x	x	-
Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere, Nr. 8: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchtindern	DLG-Verlag 2001	x	x	x	x	Struktur des Futters
Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere, Nr. 9: Recommendations for the supply of energy and nutrients to goats	DLG-Verlag 2003	x	x	x	x	Futterselektion, Wasser
Energie- und Nährstoffbedarf von Mastputen	Proc. Soc. Nutr. Physiol. 2004; 13: 195-233	x	x	x	x	-
Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere, Nr. 10: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Schweine	DLG-Verlag 2006	x	x	x	x	artgerechte Ernährung, Wasser

In Vorbereitung: Versorgungsempfehlungen für Pferde, Schafe; **geplant:** Überarbeitung Milchkühe/Jungrinder, Mastrinder

Milchleistung, Besamungsaufwand und Zwischenkalbezeit von 143 Herdbuchherden in Nord-Carolina (USA; Luci 2001)



Die Energieaufnahme in den ersten Wochen ist entscheidend !



Gründe bzw. Potenziale des Einsatzes von Futterzusatzstoffen in der Tierernährung



Mögliche Entwicklungen auf dem Gebiet der Futterzusatzstoffe

- Bereitstellung weiterer Aminosäuren bzw. –Analoge
- Pansenstabile Substanzen (z. B. Aminosäuren, B -Vitamine)
- Erhöhung der Wirksamkeit und Erweiterung des Wirkungsspektrums der Enzyme
- Neue Wege zur Erzeugung verschiedener Enzyme (z. B. mit gentechnisch veränderten Pflanzen)
- Weiterentwicklung von Probiotika
- Leistungsstarke (auch gentechnisch veränderte) Mikroorganismen mit spezifischen Aufgaben bei der Futteraufbereitung und im Verdauungstrakt, wie z. B.
 - bessere Nutzung von Gerüstkohlenhydraten
 - Ligninabbau
 - Abbau antinutritiver Substanzen
 - Senkung der Energieverluste im Pansen
 - selektive Hemmung verschiedener Mikroorganismen
- Erweiterung der Palette antioxidativer Substanzen, Beeinflussung der Produktqualität
- Antikörper, Immunmodulatoren mit Wirkung im Verdauungstrakt
- Organo-Spurenelemente

Bewertung des Einsatzes von Zusatzstoffen

- Leider werden gegenwärtig **nicht alle** Ergebnisse der zum Einsatz von Zusatzstoffen durchgeführten wissenschaftlichen Untersuchungen **publiziert**, was Konsequenzen für die Meinungsbildung hat.
- Die **Bedingungen**, bei denen bestimmte Zusatzstoffe mit Sicherheit **erwartete Wirkungen** haben, können **nicht** immer eindeutig **beschrieben** werden. Demnach können die Ergebnisse **nicht mit Sicherheit reproduziert** werden.

Produktqualität und -sicherheit

Food Security and Food Safety als zwei Seiten der globalen Ernährungssicherheit



Einflussmöglichkeiten der Tierernährung auf ausgewählte Inhaltsstoffe in Lebensmitteln tierischer Herkunft

Lebensmittel Nährstoff	Milch	Fleisch	Eier
Protein/Aminosäuren	(+)	-	-
Fett/Fettsäuren	+++	++	++
Mengenelemente			
Calcium	-	-	-
Phosphor	-	-	-
Spurenelemente			
Kupfer	-	(Leber: +++)	(+)
Jod	+++	(+)	+++
Selen	++	++	++
Zink	+	+	+
Vitamine			
A	(+)	(Leber:+++)	+
D	+	+	+
E	(+)	(+)	+++
B-Vitamine	+ (wenn pansenstabil)	- bis +	- bis +

+++ sehr starker Einfluss möglich, Transfer einer Zulage ins Lebensmittel > 10 %

++ starker Einfluss möglich, Transfer 5 – 10 %

+ Einfluss möglich, Transfer 1 – 5 %

(+) geringer Einfluss, Transfer < 1 %

- kein Einfluss

Versorgungs- und Risikokategorien für verschiedene Spurenelemente und Vitamine beim Menschen unter Berücksichtigung von Aufnahme und Bedarf

Versorgungskategorie	Kriterium
1	Hohes Risiko eines Defizits
2	Mögliches Risiko eines Defizits
3	Ausreichende Aufnahme
4	Aufnahme über Empfehlungen
Risikokategorie	
Hoch	Geringe Differenz zwischen Versorgungsempfehlungen und maximal zulässiger Menge (UL; Faktor < 5)
Mittel	Mittlere Differenz (Faktor 5 – 100)
Gering	UL ist nicht definiert oder Faktor > 100

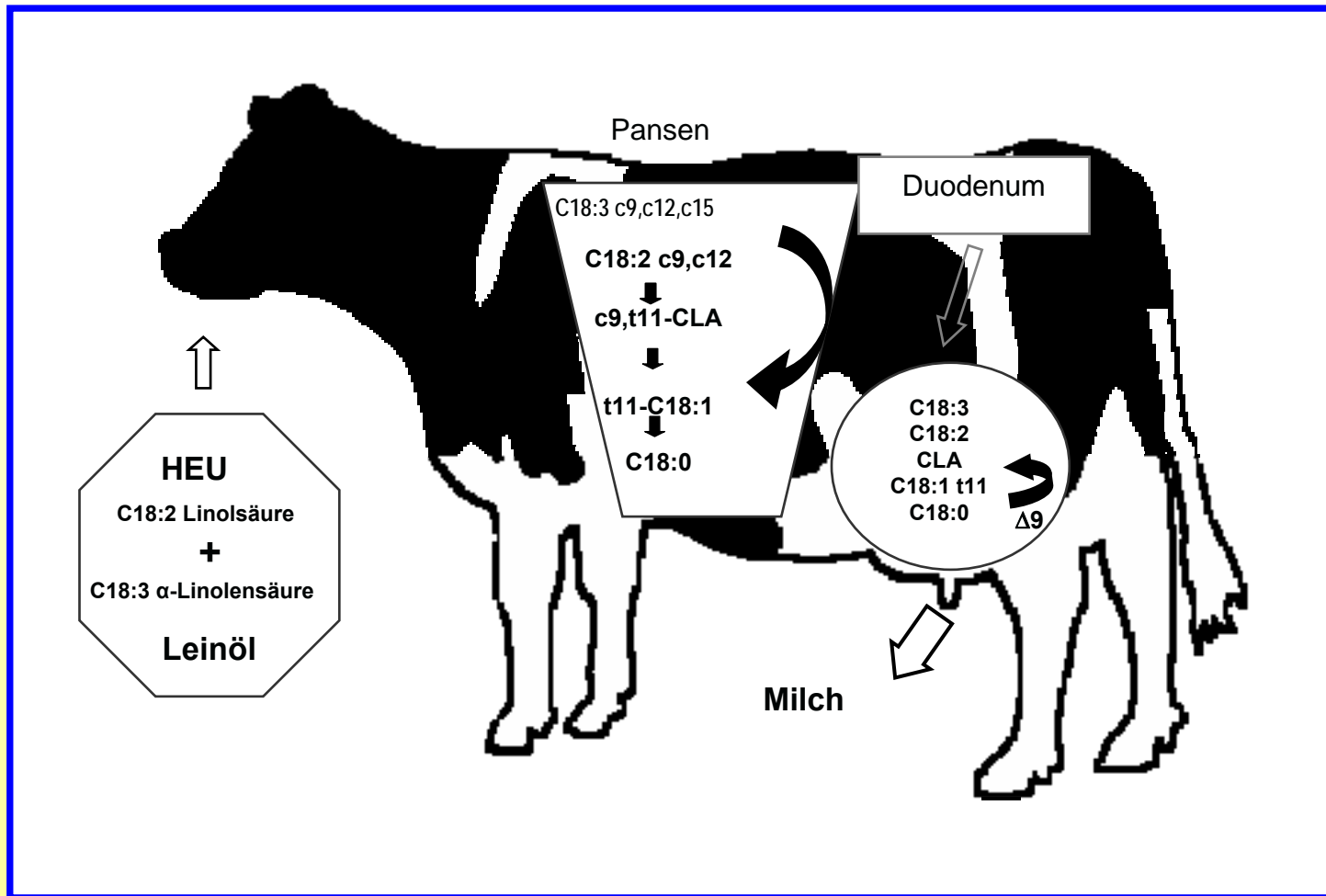
**Versorgungs- und Risikokategorien
für verschiedene Spurenelemente und Vitamine beim
Menschen unter Berücksichtigung von Aufnahme und
Bedarf (nach BfR, 2004; EFSA, 2006; Gaßmann, 2006)**

Nährstoff	Versorgungskategorie	Risikokategorie
Cu	3	Hoch
Fe	1 / 2	Hoch
I	1	Hoch
Se	1/2	Mittel – Hoch
Zn	2	Hoch
Vit. A	2 / 3	Hoch
Vit. D	1	Hoch
Vit. E	2 / 3	Mittel
Vit. B₆	4	Mittel
Folsäure	1 / 2	Mittel
Niacin	3 / 4	Mittel

Bedarf landwirtschaftlicher Nutztiere, maximal zulässige Mengen (UL) und Gründe für UL bei ausgewählten Spurenelementen

Spurenelement	Cu	I	Se	Zn
Bedarf (mg/kg T)	4 - 10	0,15 – 0,5	0,1 - 0,3	40 - 100
Maximal zulässige Mengen (UL, mg/kgT)	15 - 35	5 (Milchkühe, Legehennen) 10 (Sonstige)	0,5	150
Gründe für UL	Umwelt, Reduzierung der Ausscheidungen	Transfer (Verbraucherschutz)	Tiergesundheit	Umwelt, Reduzierung der Ausscheidungen

Biohydrogenierung von PUFA im Wiederkäuer



Einfluss unterschiedlicher Dosen eines CLA-Gemisches auf den Milchfettgehalt und die Konzentration verschiedener Fettsäuren in der Milch (n=5, nach Brömmel et al. 2007)

	Verabreichung CLA-Gemisch (g/Tier und Tag)			
	0	25	50	100
Fettsäuren im Milchfett (% der Gesamt-FS)				
Milchfett (g/l)	37	32	26	22
trans-10-C _{18:1}	0,45	0,51	1,80	1,67
trans-11-C _{18:1}	0,53	0,66	0,58	0,82
Σ trans-C _{18:1}	2,35	2,68	4,56	4,81
CLA, c9t11	0,46	0,55	0,66	0,86
CLA, t10c12	0,01	0,03	0,06	0,12
Σ CLA	0,56	0,70	0,85	1,12

Effektiver Ressourceneinsatz

„Neue“ bzw. „veränderte“ Futtermittel

- **Ergebnisse der Pflanzenzüchtung**
 - **Erhöhter Gehalt erwünschter Inhaltsstoffe**
 - **Reduzierter Gehalt unerwünschter Inhaltsstoffe**
- **Auswirkungen von Klimaveränderungen**
 - **Erhöhter Gehalt an Reservekohlenhydraten/-fetten**
 - **Reduzierter Protein- bzw. Aminosäuregehalt**
- **Nebenprodukte der Bioenergiegewinnung**
 - **Ölsaatenkuchen, -extraktionsschrote**
 - **(Roh)-Glycerin**
 - **Schlempe (Protigrain)**
- **Effektivere Nutzung weiterer („alter“) Futtermittel)**
 - **Grasland**
 - **Schlachttiernebenprodukte**
 - **Nebenprodukte der Landwirtschaft und der Nahrungsgüterverarbeitung**

Erforderliche Nahrungsmengen für Mensch und Tier¹⁾

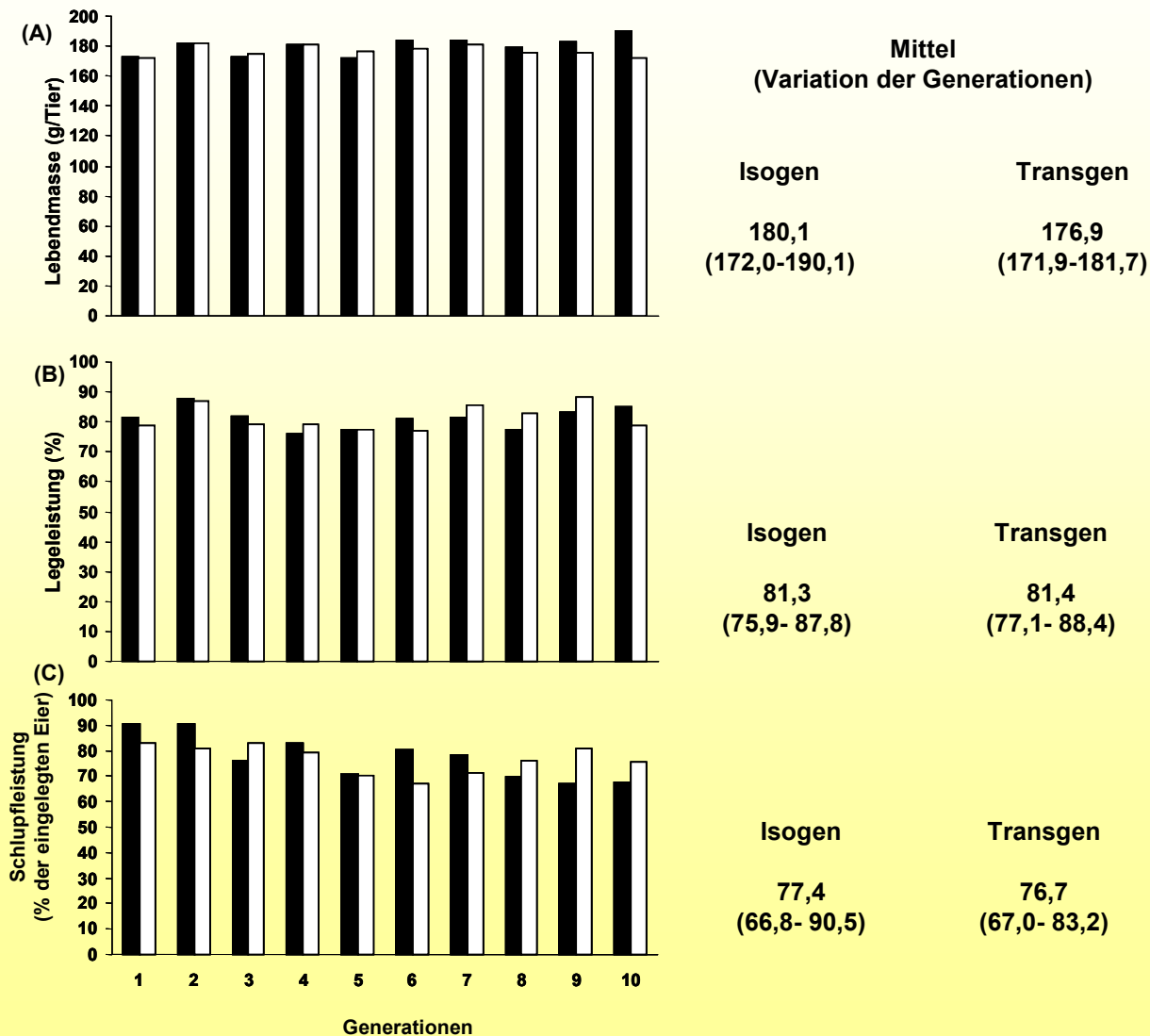
Spezies	Anzahl (Mrd., Faostat 2005)	T-Aufnahme (kg/Tag)	Nahrungsbedarf (Mrd. t T/Jahr)
Mensch	6,3	0,45	1,0
Rinder/ Büffel/ Pferde/ Kamele	1,6	10	5,8
Schafe / Ziegen	1,8	1	0,6
Schweine	0,95	1	0,35
Geflügel	17,4	0,07	0,45
Gesamt (Tiere)			7,2

1) Etwa drei Viertel der Welttierbestände werden in den Tropen/Subtropen gehalten und erzeugen weniger als die Hälfte des essbaren Proteins tierischer Herkunft

Wünsche an die Pflanzenzüchtung aus der Sicht der Tierernährung

- **Erhöhung der Erträge und der Ertragsstabilität (Konkurrenz um Fläche, Klimawandel u.a.)**
- **Effiziente Nutzung begrenzt verfügbarer Ressourcen („low external input“, geringer Ressourceneinsatz je erzeugte Menge)**
 - **Wasser**
 - **Mineralische Rohstoffe (z.B. P)**
 - **Fossile Energie (z.B. N-Fixierung durch Pflanze)**
 - **Geringer Flächenverbrauch**
 - **Hoher Energieertrag je begrenzte Ressource**
- **Erhöhte Resistenz gegenüber pflanzlichen und tierischen Schädlingen sowie abiotischen Faktoren (z.B. Trockenheit, Versalzung)**
- **Günstige Lagerungs- und Konservierungseigenschaften (z.B. gute Siliereignung und hohe Stabilität erzeugter Silagen)**
- **Niedriger Gehalt an unerwünschten Inhaltsstoffen**
- **Hohe Verfügbarkeit der wertbestimmenden Inhaltsstoffe**

A) Lebendmasse der weiblichen Wachteln nach 6 Wochen, (B) Legeleistung und (C) Schlupfleistung der Wachteln, die während 10 Generationen mit isogenem (■) bzw. transgenem Mais (□) gefüttert wurden (50 % der Mischung)



Bisher publizierte Ergebnisse zum Einsatz von Futtermitteln aus gentechnisch veränderten Pflanzen der 1. Generation im Vergleich zu isogenen Ausgangslinien

Tiergruppe	Anzahl Versuche	Ernährungsphysiologische Bewertung
Wiederkäuer		Keine gerichteten (signifikanten) Unterschiede in den untersuchten Inhaltsstoffen (weniger Mykotoxine bei Bt-Pflanzen)
Milchkühe	23	
Mastrinder	14	
Sonstige	10	
Schweine	21	Keine signifikanten Unterschiede in der Verdaulichkeit, in der Tiergesundheit, der Leistung der Tiere sowie der Zusammen- setzung der erzeugten Lebensmittel tierischer Herkunft
Geflügel		
Legehennen	3	
Masthühner	28	
Sonstige		
(Fische, Kaninchen u. a.)	8	

Möglichkeiten zur Phosphorversorgung von Nichtwiederkäuern durch Beiträge verschiedener Fachdisziplinen

Fachdisziplin	Möglichkeit (Literaturhinweise)
Tierernährung	<ul style="list-style-type: none">- Einsatz mineralischer P-Quellen (GfE, 1999; 2006)- Einsatz von Phytase als Futterzusatzstoff Düngelhoff et al., 1995; GfE, 1999, 2006)
Pflanzenzüchtung	<ul style="list-style-type: none">- Reduzierung des Phytatgehaltes (Mendoza, 2002; Spencer et al., 2000a,b)- Erhöhung des Gehaltes pflanzeigener Phytase (ILSI, 2003)
Tierzucht	<ul style="list-style-type: none">- Transgene Expression von Phytase im Speichel oder anderen Verdauungssäften von Schweinen (Golovan et al., 2001, Cho et al., 2005)

**Einfluss erhöhter CO₂-Gaben (555 gegenüber 360 ppm)
und unterschiedlicher N-Düngung auf Ertrag und
Proteingehalt der Körner von Wintergerste und
Winterweizen (Effekte bei 360 ppm CO₂ $\hat{=}$ 100 %; Weigel
und Manderscheid, 2005)**

	N-Düngung (kg/ha)	
	132	264
Wintergerste		
Kornertrag	+ 13,0	+ 12,0
Proteingehalt	- 12,1	- 13,0
Winterweizen		
Kornertrag	+ 7,8	+ 15,6
Proteingehalt	- 11,2	- 4,5

„Vergessenes Potential“ Grasland, Anteil von Wiesen und Weiden an der landwirtschaftlichen Nutzfläche

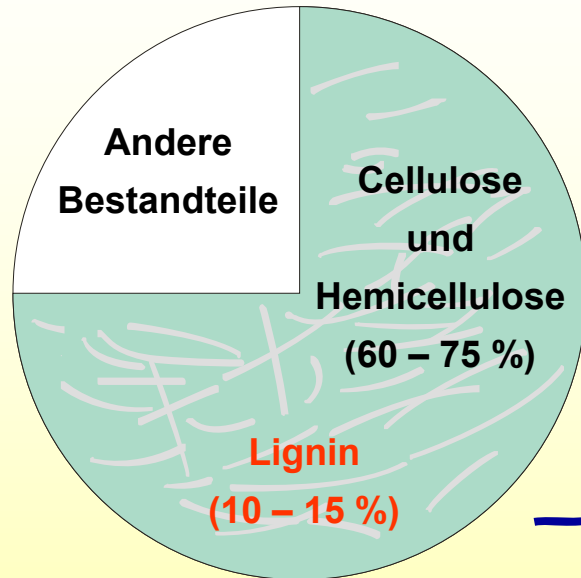
Erdteil	Millionen ha	Anteil an der LN %
Afrika	792	79
Asien	533	53
Europa	464	55
Ozeanien	466	91
Nord- und Zentralamerika	353	56
Südamerika	395	81
Welt insgesamt¹⁾	≈ 3 Mrd.	67

1) Ackerland weltweit: ≈ 1,5 Mrd. ha

Konsequenzen des Verbotes des Einsatzes von Fleisch- und Knochenmehl und tierischen Fetten als Futtermittel

- **keine nachteiligen Auswirkungen auf Leistungshöhe**
- **Verbesserte Akzeptanz beim Verbraucher**
- **Ressourcenvernichtung**
(**≈ 300 000 t Protein tierischer Herkunft;**
≈ 50 000 t Fett; ≈ 20 000 t Phosphor)

Herausforderung – Nutzung Ligno-Cellulose-haltiger Nebenprodukte

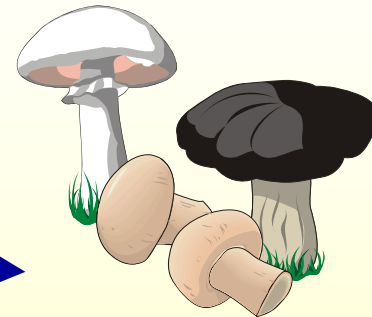


Getreidestroh

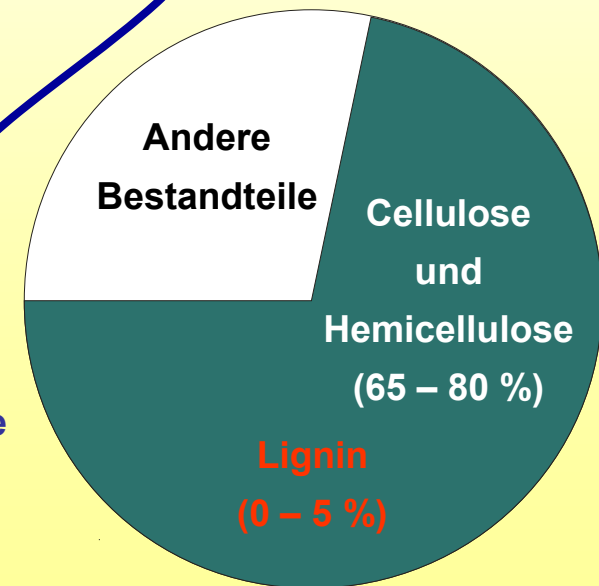
Verdaulichkeit beim

Wiederkäuer: 35 – 45 %

Speisepilze



Nutzung von Lignin



Fermentationsrückstände

Verdaulichkeit beim

Wiederkäuer: 55 – 75 %

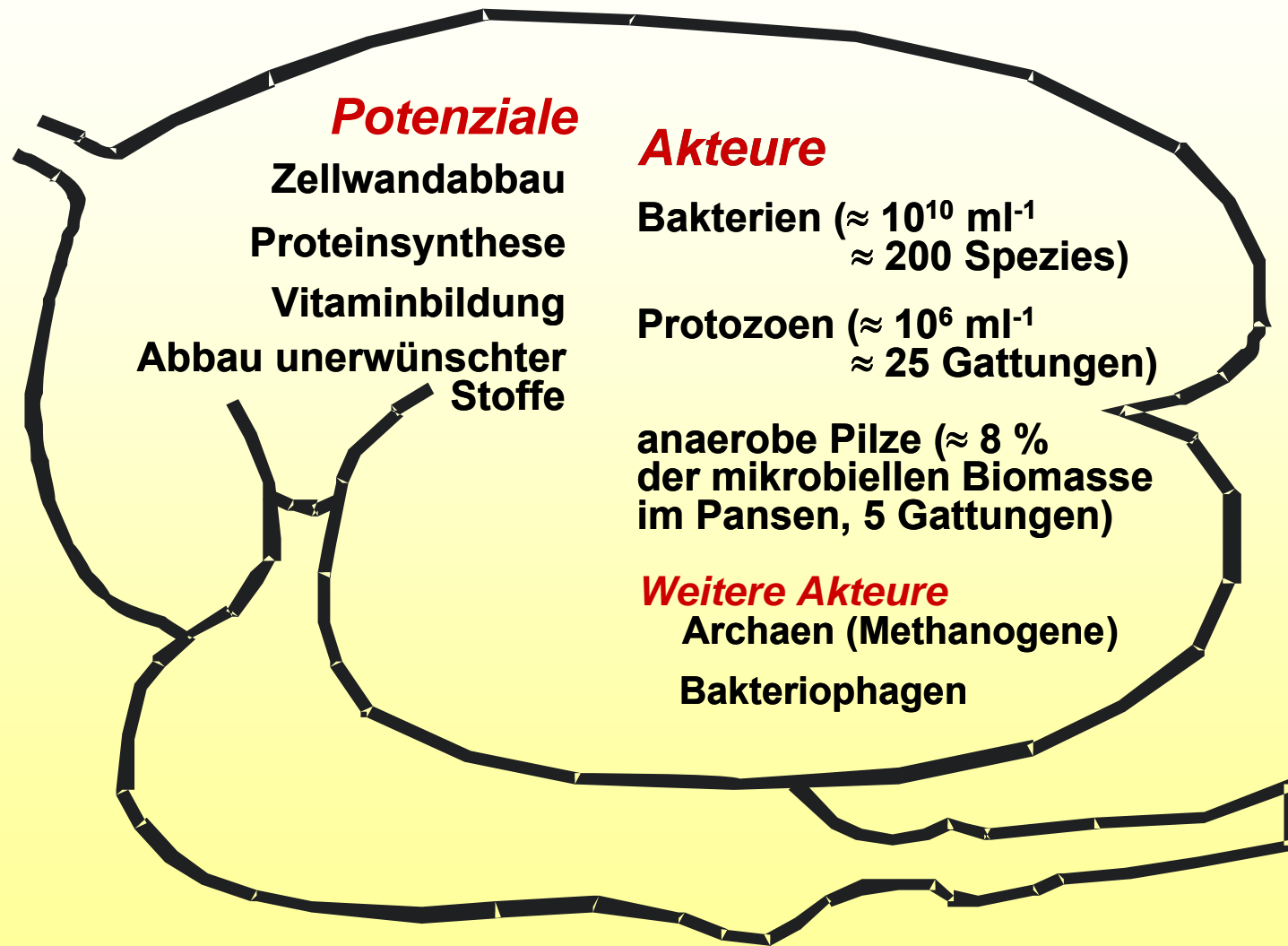
Umweltschonung

Umweltschonung

	Bedeutung	
	lokal	global (Treibhausgas- potenzial) ¹
Stickstoff	x	x N₂O (Lachgas, 310 x wie CO₂)
Phosphor	x	-
Methan	-	x (23 x wie CO₂)
Spurenelemente (Cu, Zn)	x	-

¹ IPCC (2006)

Potenziale und Akteure im Pansen



Grenzen/Nachteile des mikrobiellen Verdauungsraumes Vormagen (Pansen) bei Wiederkäuern

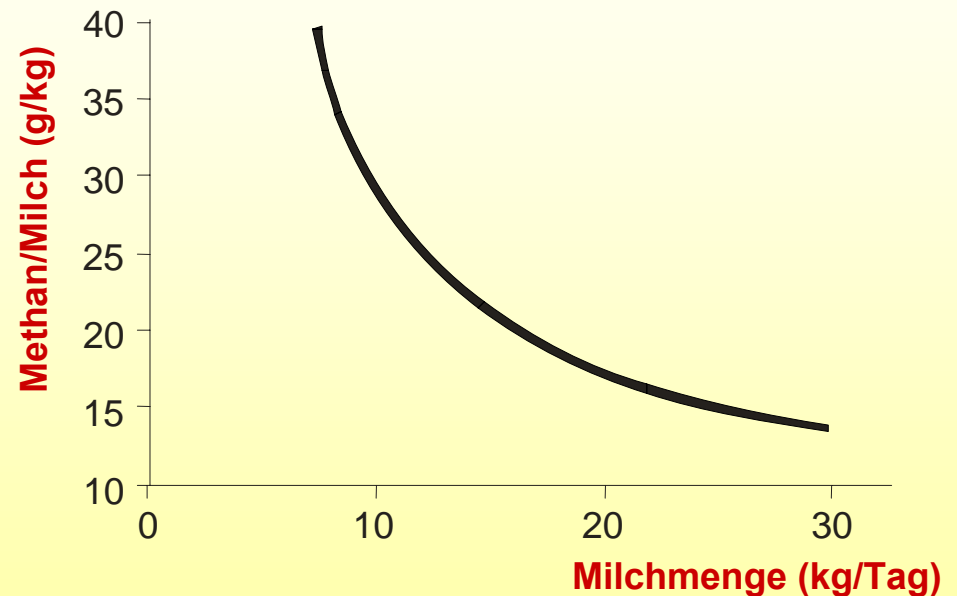
- **Mikrobieller Abbau von Nährstoffen** (z.B. Zucker, Stärke, Eiweiß), die durch Abbau mit körpereigenen Enzymen effektiver genutzt werden können
- **Energieverluste**
- **Methanverluste** (6 – 8 % der Bruttoenergie), insbesondere beim Zellwandabbau

Ausscheidungen je kg essbares Eiweiß tierischer Herkunft bei verschiedenen Produktionsformen

Lebensmittel	Leistungshöhe (je Tag)	Ausscheidungen (kg/kg Eiweiß)		
		Stickstoff	Phosphor	Methan
Milch	10 kg	0,65	0,10	1,0
	20 kg	0,44	0,06	0,6
	40 kg	0,24	0,04	0,4
Rindfleisch	1200 g	1,4	0,15	1,5
Schweinefleisch	800 g	0,65	0,10	0,06
Eier	80 % Legeleistung	0,3	0,06	0,02
Geflügelfleisch	50 g	0,35	0,04	0,01

Allgemeine Reduzierungspotenziale zur Senkung von Ausscheidungen

- Höhere Leistungen der Tiere, Reduzierung der Tierzahlen
- Reduzierung Aufzuchtdauer der Jungtiere
- Verbesserung Tiergesundheit, weniger Tierverluste
- Möglichst exakte Bedarfsdeckung in Abhängigkeit von Tierart/-kategorie, Leistungshöhe u.a. (Überschüsse vermeiden)
- Noch präzisere Ermittlung des Bedarfes der Tiere (z.B. praecaecal verd. AS und P bei Nichtwiederkäuern, Verständnis der Prozesse im Pansen und Nutzung der Potenziale)
- Fütterungstechnik, Tierhaltung und Exkrementmanagement



Schlussfolgerungen

- ➔ Die Schwerpunkte der Tierernährungsforschung haben sich von einer bedarfsgerechten Versorgung der Tiere zur Erzeugung qualitativ hochwertiger und sicherer Lebensmittel für die Menschen unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeit weiter entwickelt.
- ➔ Durch die zunehmende Konkurrenz um Fläche und die Bereitstellung von Futtermitteln aus gentechnisch veränderten Pflanzen und Nebenprodukten aus der Bioenergiegewinnung ergeben sich große Herausforderungen für die Futtermittelkunde.
- ➔ Durch Erkennen der Quellen von unerwünschten Stoffen und deren Verschließen wurden wesentliche Beiträge zur Reduzierung des Gehaltes an unerwünschten Stoffen in Futtermitteln und in Lebensmitteln tierischer Herkunft geleistet.
- ➔ Perspektivisch erscheinen Ökobilanzen (Life Cycle-Studien) entlang der Nahrungskette (Wertschöpfungskette) aus Gründen der Nachhaltigkeit besonders bedeutsam.
- ➔ Durch Futtererzeugung und Fütterung müssen Beiträge zu folgenden Komplexen geleistet werden:
 - bedarfsgerechte Ernährung gesunder Tiere
 - Lebensmittelqualität/-sicherheit
 - Ressourceneffizienz/Umweltschonung
 - Ökonomie/Wettbewerbsfähigkeit bei der Erzeugung von Lebensmitteln tierischer Herkunft