



UNIVERSITÄT HOHENHEIM
Lehrstuhl
Lebensmittel pflanzlicher Herkunft
Stuttgart

TIERÄRZTLICHE HOCHSCHULE
Physiologisches Institut
Hannover



BfR-Forum Verbraucherschutz 5. - 6. Juli 2007 Berlin



Prof. Dr. habil. Dr. h.c. R. Carle
Prof. Dr. med. vet. G. Breves

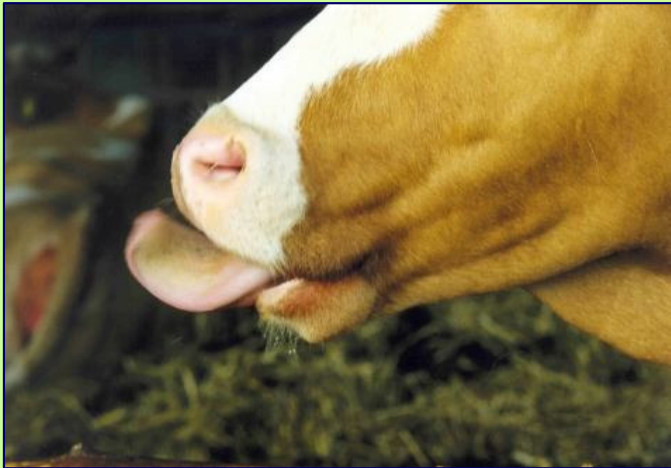
Doping bei Milchkühen ?

▷ **Sekundäre Pflanzenstoffe im Futter** ◁

Sekundäre Pflanzenstoffe

Scharfstoffe in Hahnenfuß

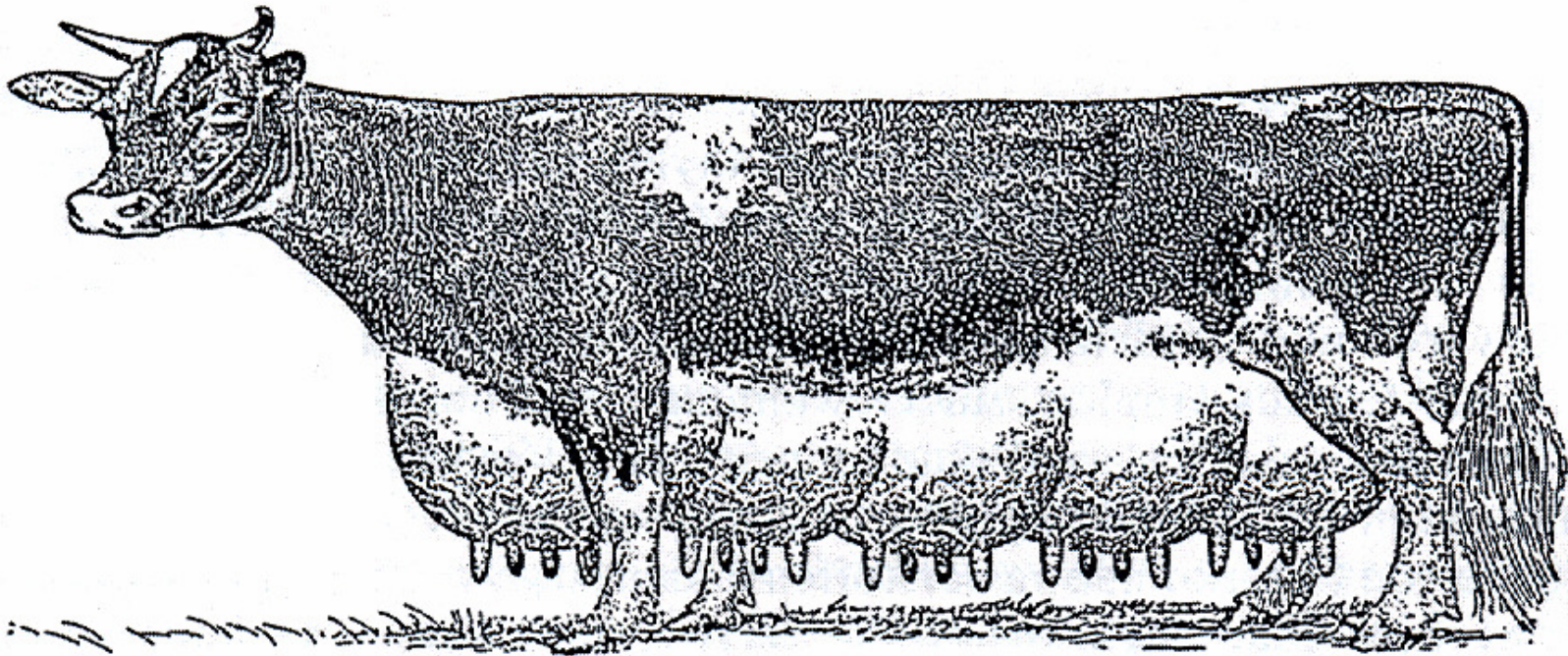
→ Schutz der Pflanze gegen Fraß



Leistungsförderung in der Tierproduktion

Steigerung der

- ▷ **Lebendmassezunahme**
- ▷ **Milchproduktion**
- ▷ **Wollproduktion**



Verbesserung der

- ▷ **Tiergesundheit**
- ▷ **Futterverwertung**



Nutztierbestand in Deutschland (1996)

Insgesamt	ca. 156 Mio.
davon	
- Geflügel	112,5 Mio.
- Schweine	24,3 Mio.
- Rinder	15,8 Mio.
- Schafe	2,3 Mio.
- Pferde	652 000
- Ziegen	105 000



Einige Daten von Leistungsförderern zum Einsatz in der Tierernährung

**Bis 1999: Jährlicher Umsatz an wachstumsfördernden
Fütterungsantibiotika im Wert von 237 Mio. US\$.**



**In Deutschland Anstieg der Ausgaben für Veterinärpräparate
von 1993 bis 1997 um 26 %.**



**Etwa 80 % aller der Lebensmittelproduktion dienenden
Nutztiere erhielten Zusätze mit pharmakologischer Wirkung.**



**1997 wurden in der EU über 48 % von 10 493 Tonnen
Antibiotika in der Tiermedizin eingesetzt,
davon 31 % als sog. Leistungsförderer
(z.B. Monensin, Avilamycin).**

1. Januar 2006

EU-weiter Entzug der Zulassung für Fütterungsantibiotika

USA

Verbot der Anwendung antimikrobieller Wirkstoffe in nicht-therapeutischer Dosierung ist abzusehen

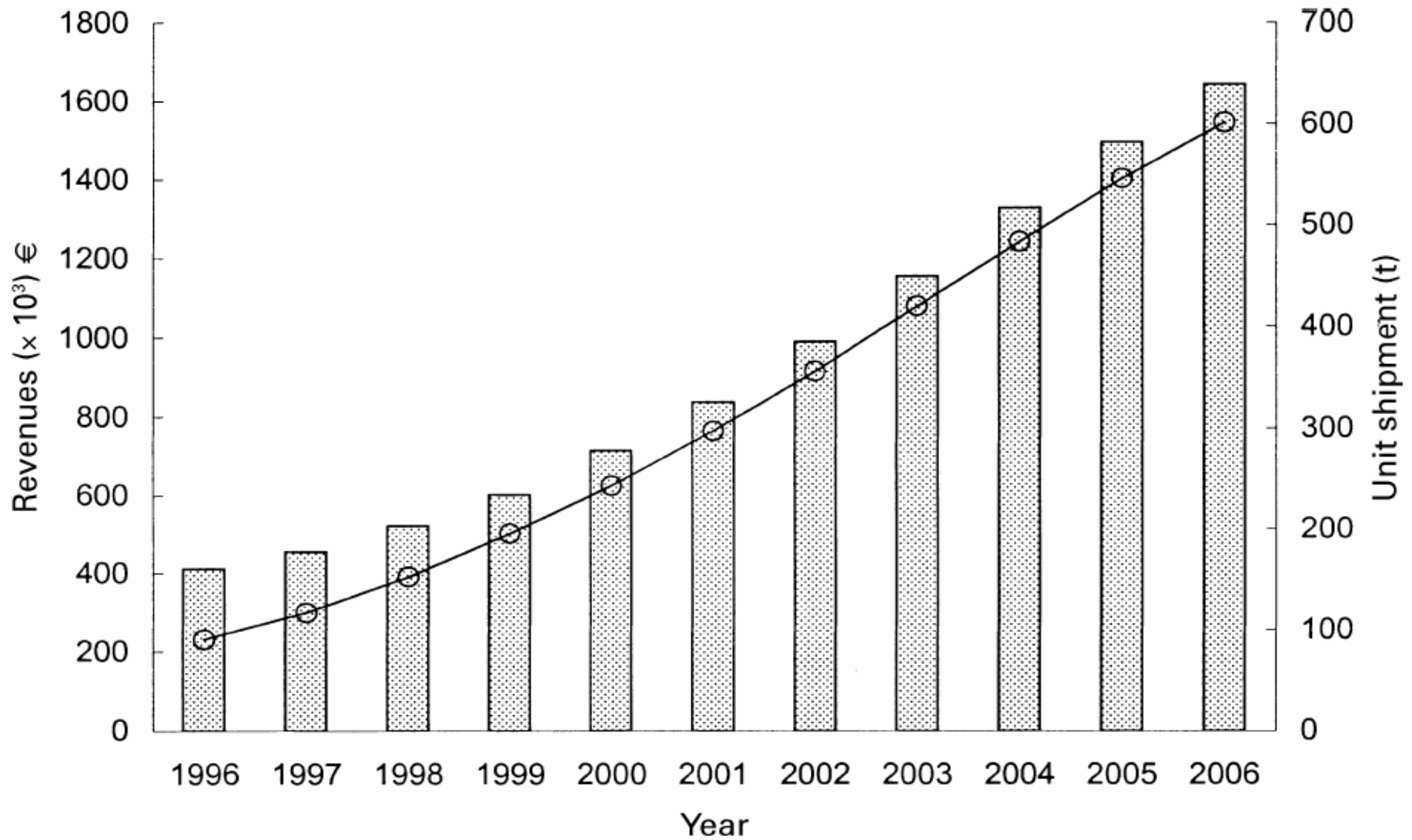
Gründe

Sorge um die Entwicklung Antibiotika-resistenter Mikroorganismen

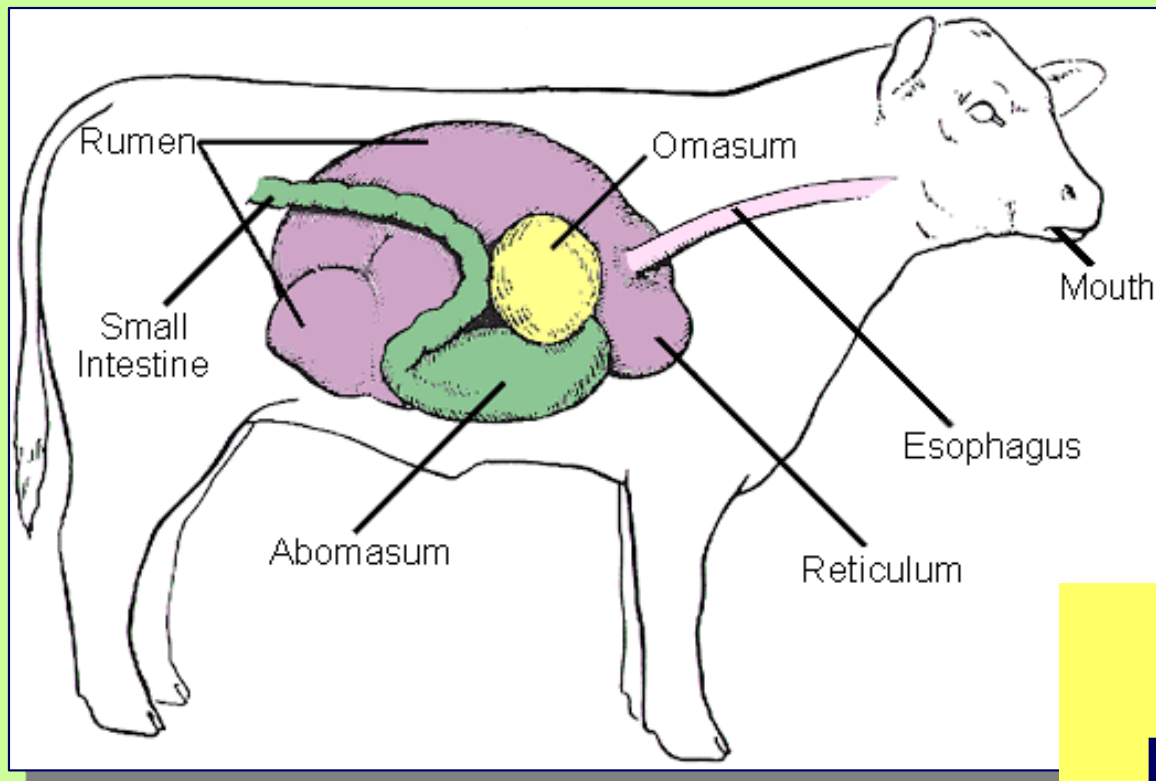
Wachsender Widerstand der Verbraucher gegen den Gebrauch pharmakologisch wirksamer chemischer Lebensmittelzusätze



Suche nach pflanzlichen Alternativen



Entwicklung der ätherischen Öle als Futtermittelzusatz



Wiederkäuer

Besonderheiten des Pansenstoffwechsels

EU:

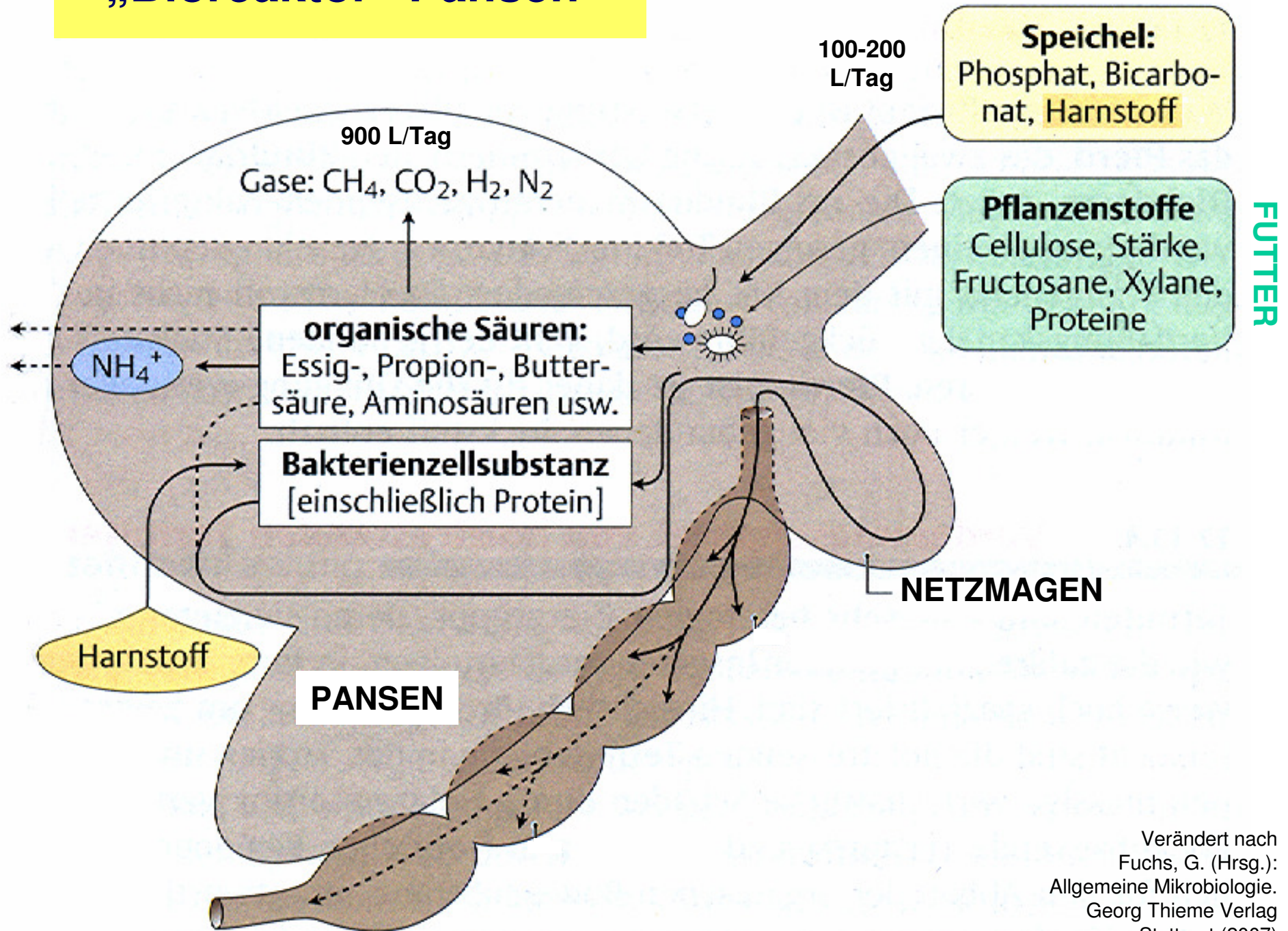
25 % der Fleischproduktion
100 % der Milchproduktion

Geringwertige Futtermittel

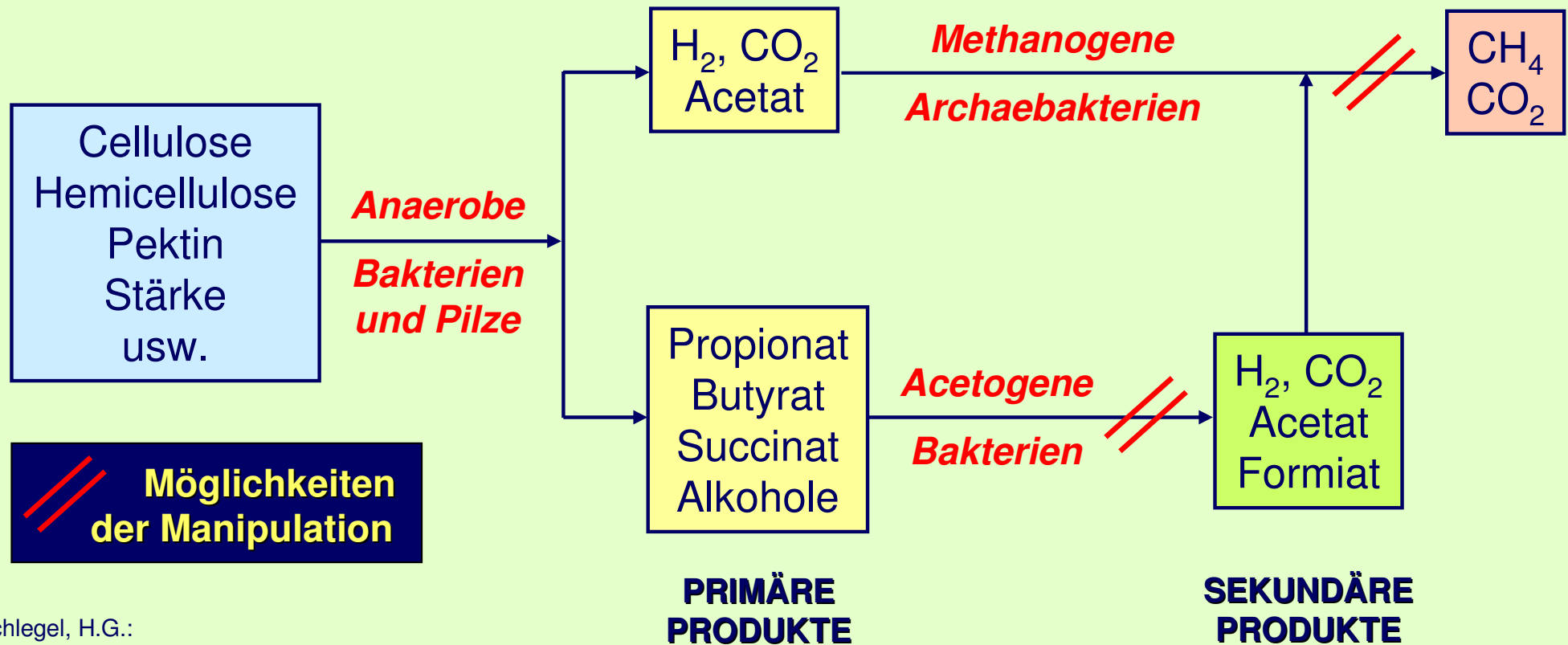


Hochwertige Lebensmittel

„Bioreaktor“ Pansen



Mikrobielle Umsetzungen im Pansen

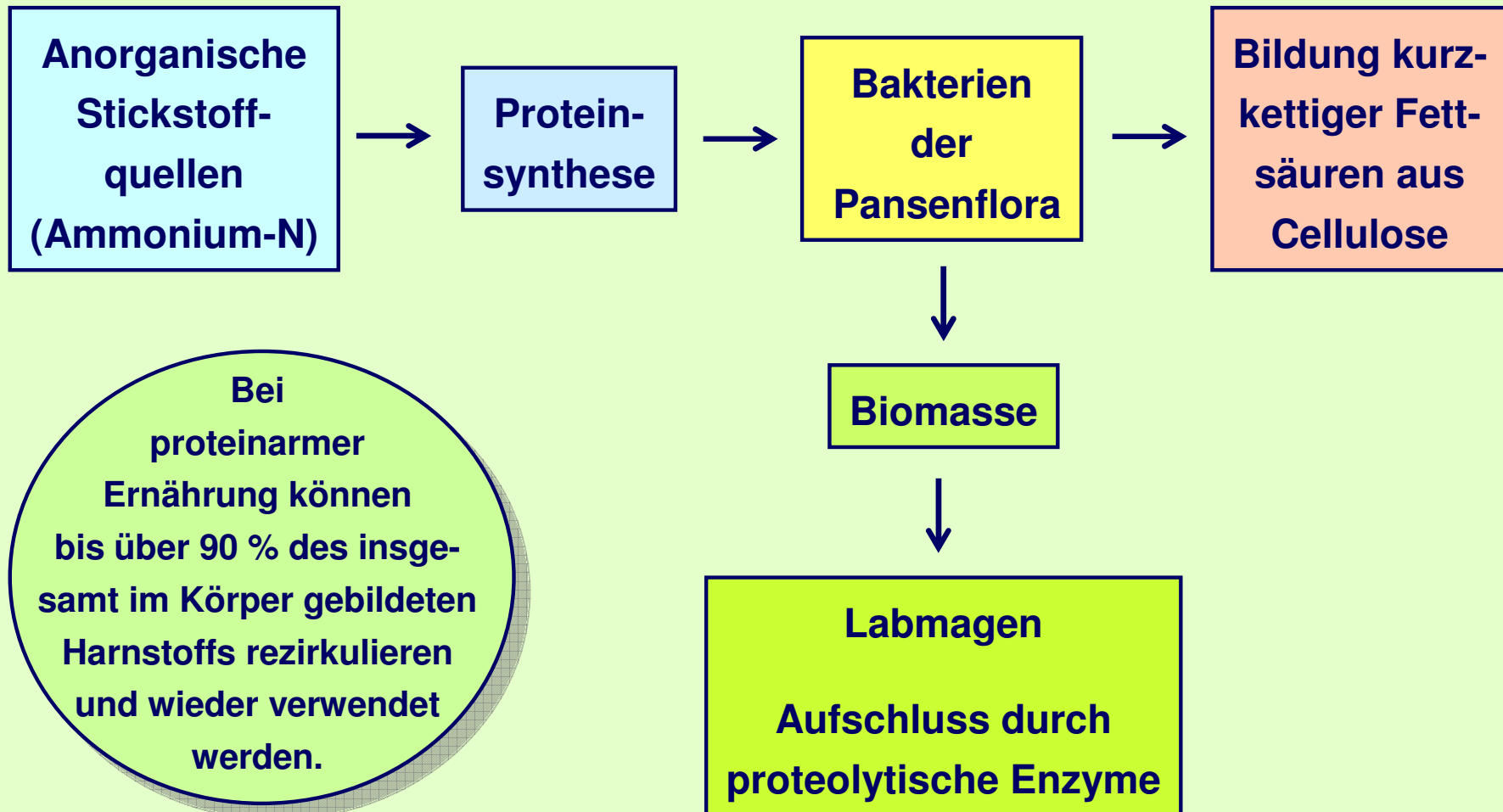


Schlegel, H.G.:
Allgemeine Mikrobiologie. Thieme (1992)

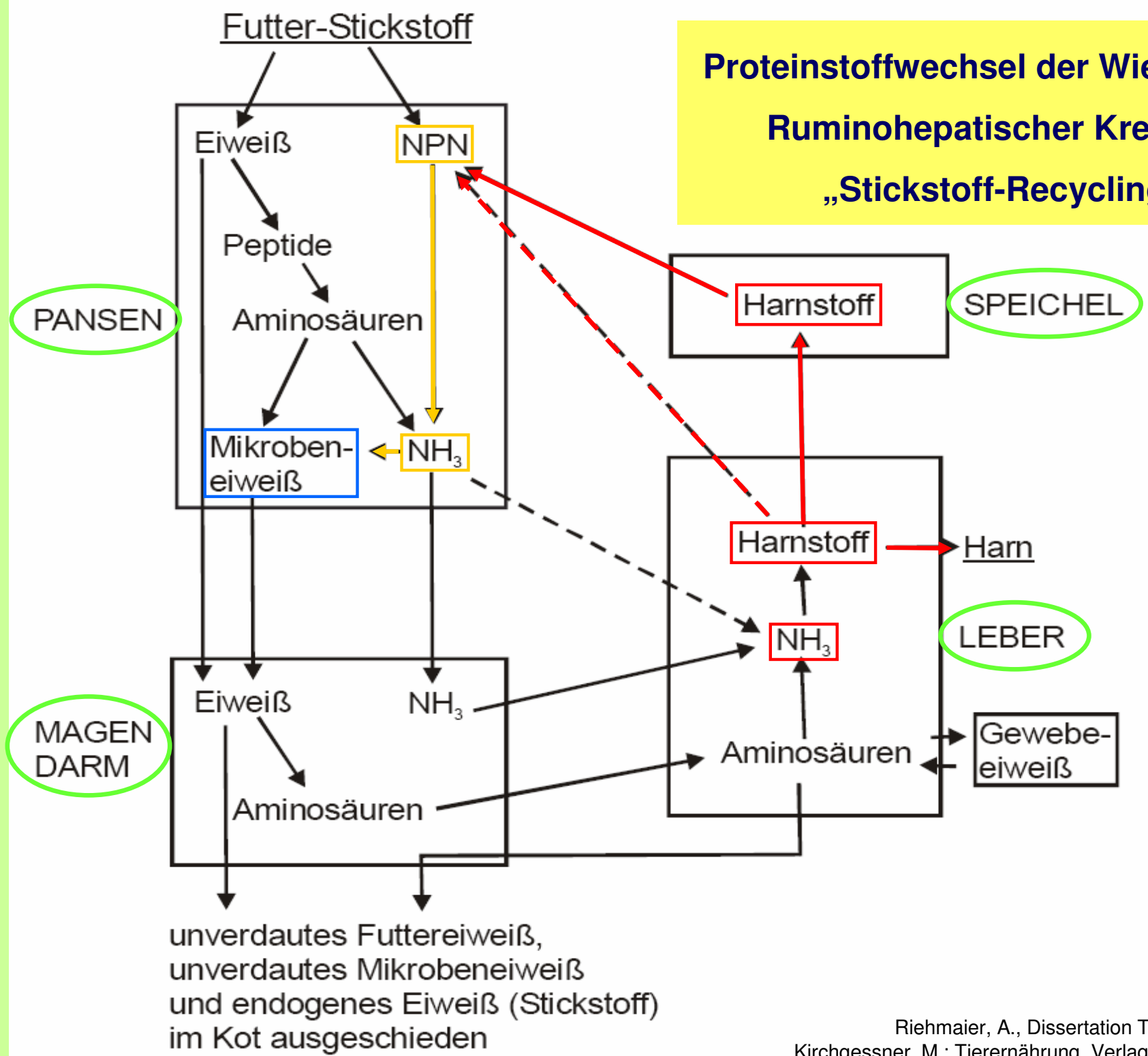
Kurzkettige Fettsäuren	cellulosereich (Heu)	stärkereich (Kraftfutter)
Acetat	60 - 70 %	40 - 50 %
Propionat	15 - 20 %	30 - 40 %
Butyrat	10 - 15 %	10 - 15 %

Von Engelhardt, W.,
Breves, G. (Hrsg.):
Physiologie der Haustiere.
Enke (2000)

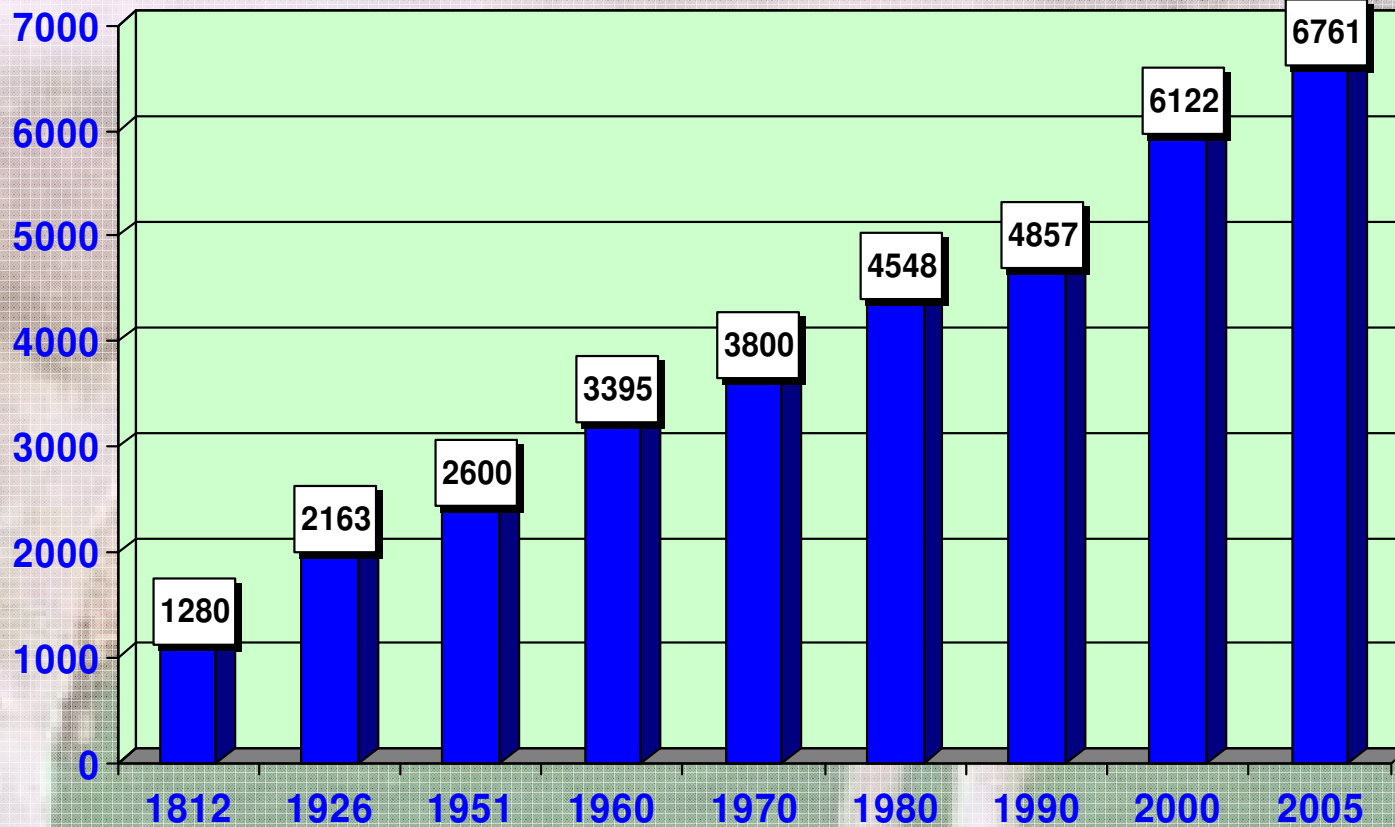
Beitrag der Pansenflora zur Proteinversorgung von Wiederkäuern



Proteinstoffwechsel der Wiederkäuer
Ruminohepatischer Kreislauf
„Stickstoff-Recycling“

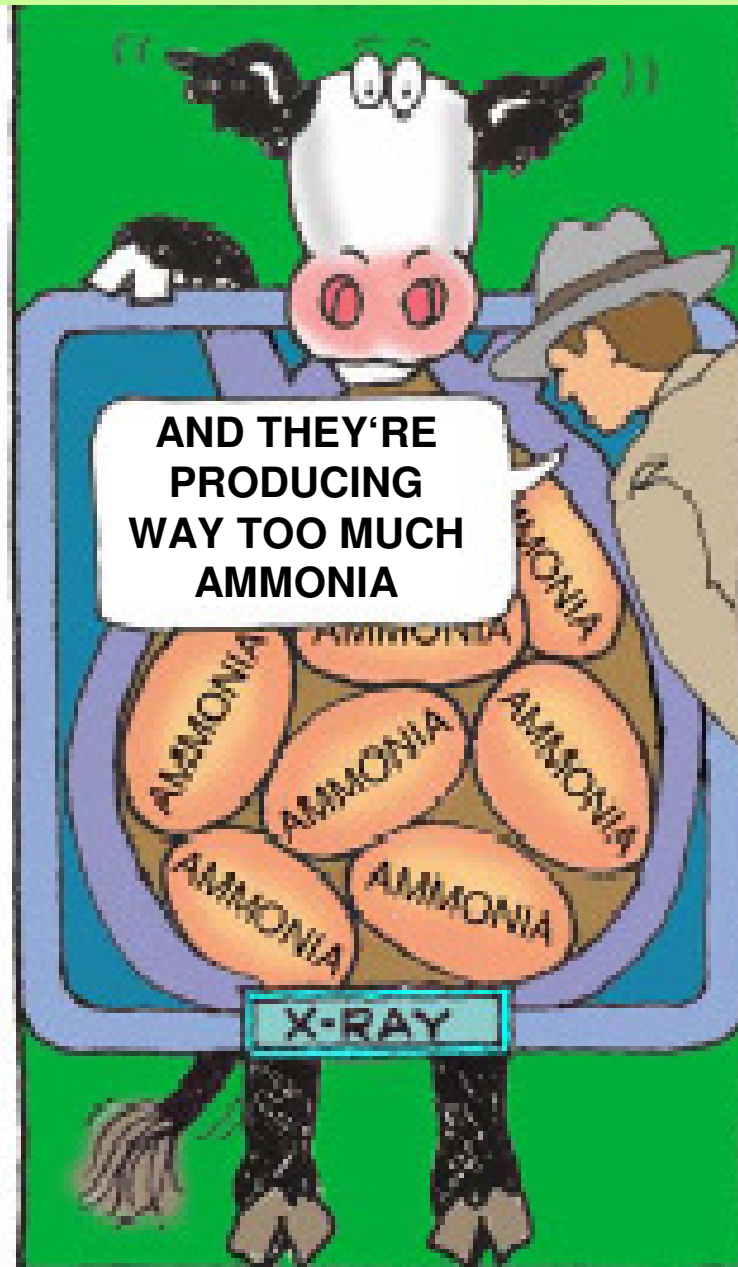
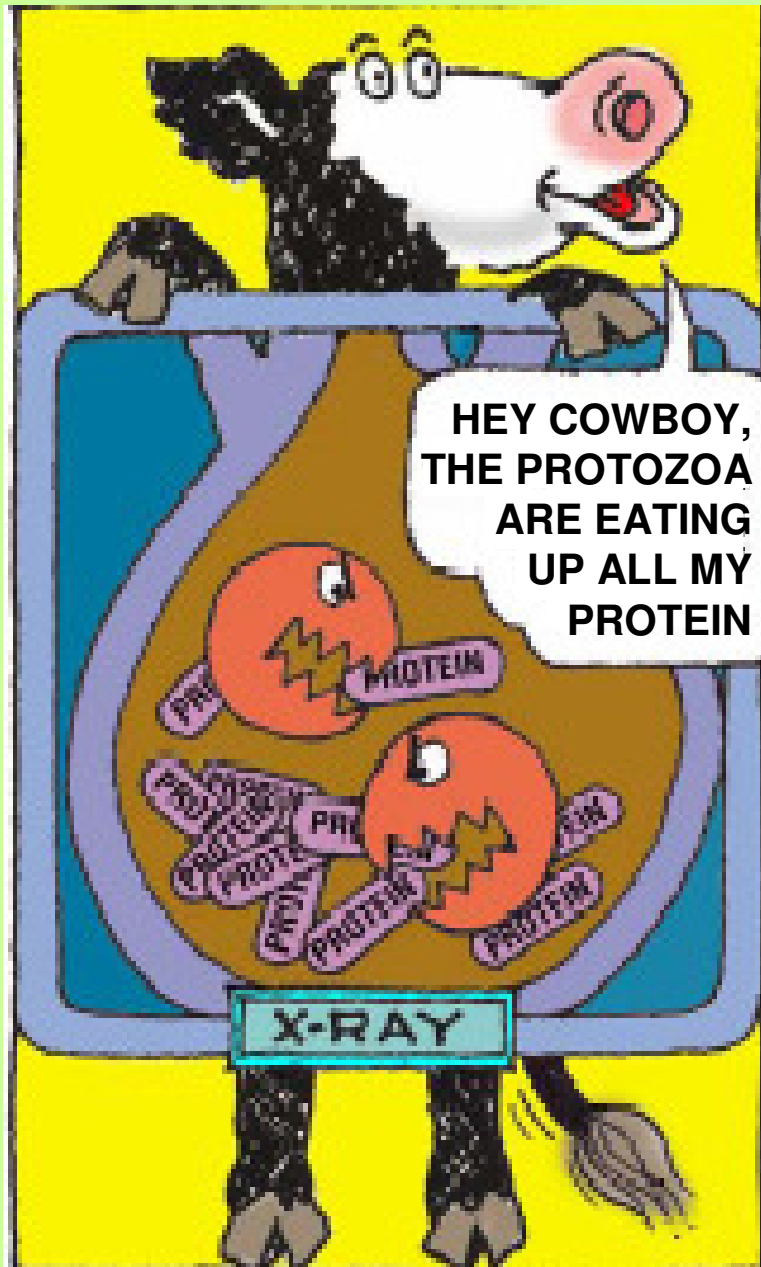


Durchschnittliche Milchleistung je Kuh in Deutschland (in kg)



Strategien zur Optimierung der Stickstoffeffizienz - 1

**Optimierung des Übergangs von Protein
aus dem Pansen in den Labmagen
durch Defaunierung**



Verhinderung des Proteinabbaus durch Protozoen im Pansen

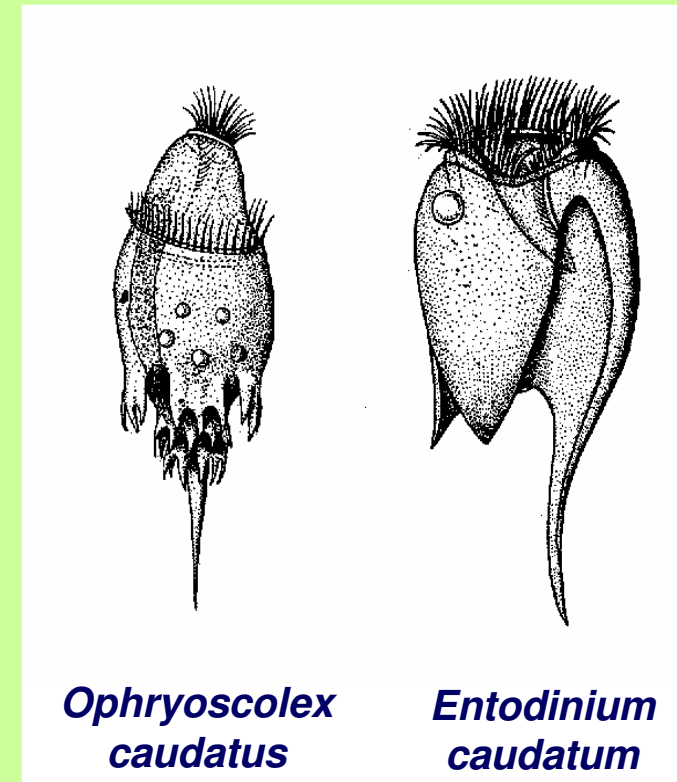
- ▷ Sehr hohe Protease-Aktivität!
- ▷ Aufnahme von Pansen-Bakterien

Eliminierung der Protozoen-Population durch

Defaunierung



- ▷ Förderung der funktionell bedeutsamen Flora
- ▷ Vermehrte Zufuhr von Eiweiß in den Labmagen



*Ophryoscolex
caudatus*

*Entodinium
caudatum*

PANSEN- PROTOZOEN

Ciliaten
(Wimperntierchen)
und Flagellaten

S a p o n i n e

Von lat. *sapo*: Seife

▶ Bildung seifenähnlicher Schäume

▶ Hämolytische Aktivität (z.B. Erythrocyten)

▶ Antinutritiv!

▶ Aber: Geringe Bioverfügbarkeit

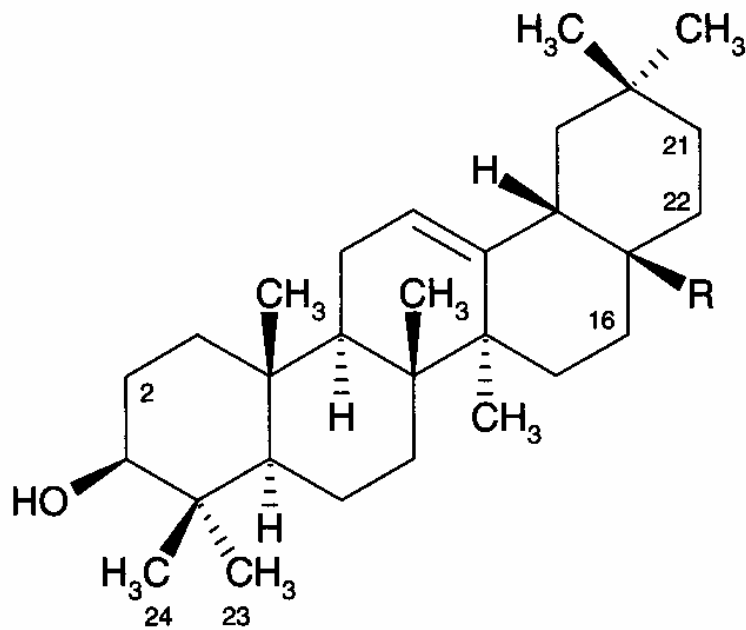
▶ Hohe Affinität zu Sterolen → Zerstörung von Zellmembranen



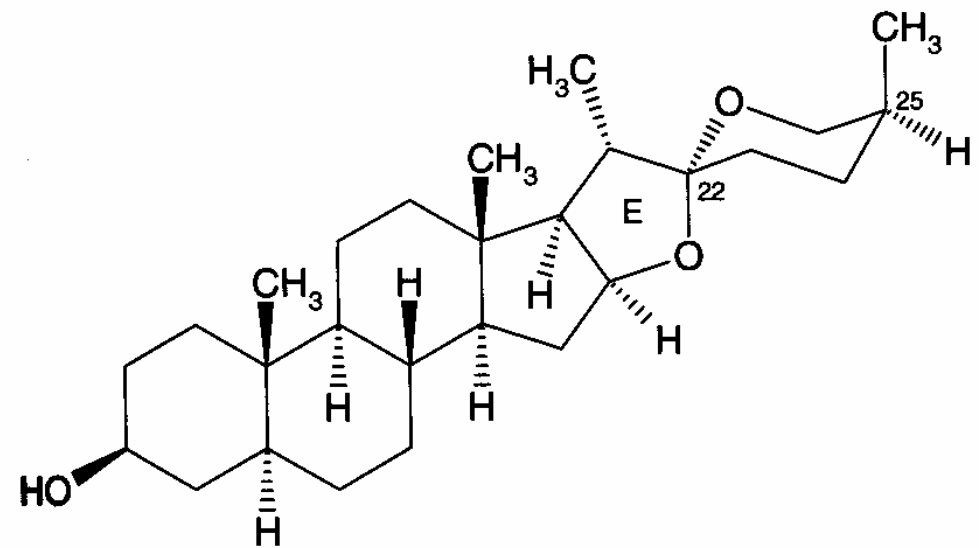
Komplexierung des Cholesterols von Protozoen

S a p o g e n i n e

Glycosidische Bindung an Zucker → Saponine



Triterpensapogenine



Steroidsapogenine

Beispiele für saponinhaltige Futterpflanzen

Sojabohne	<i>Glycine max.</i> (L.) Merr.
Lupine	<i>Lupinus spp.</i>
Luzerne (Alfalfa)	<i>Medicago sativa</i> L.
Weisser Steinklee	<i>Melilotus albus</i> Med.
Rauher Schneckenklee	<i>Medicago hispida</i> Gaertn.
Kriechender Klee	<i>Trifolium repens</i> L.
Rotklee	<i>Trifolium pratense</i> L.
Bockshornklee	<i>Trigonella foenum-graecum</i> L.
Hafer	<i>Avena sativa</i> L.



Beispiele für saponinhaltige Futter-Zusätze

Seifenrindenbaum	<i>Quillaja saponaria</i> Molina	<i>S. saponaria</i> L.
Palmlilie	<i>Yucca schidigera</i> Roezl ex Ortgies	Früchte
Gemeiner Seifenbaum	<i>Sapindus saponaria</i> L.	Roh-Saponin-Gehalt
Teestrauch	<i>Camellia sinensis</i> (L.) Kuntze	120 mg/g

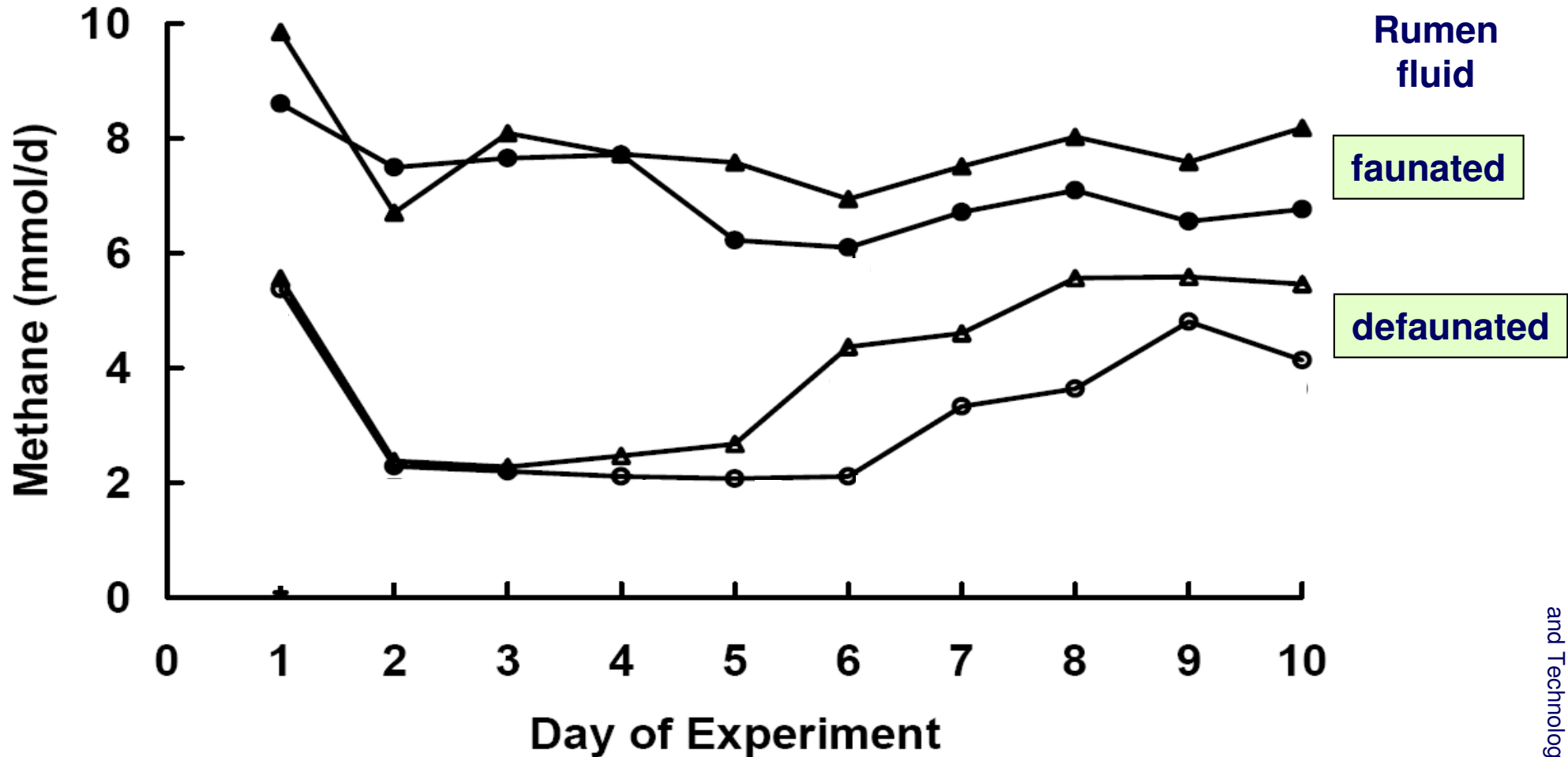
Beispiele für positive Effekte durch Defaunierung

Bei unveränderter Menge an aufgenommenem Futter:

- ▶ Um durchschnittlich 11 % verbesserter täglicher Gewichtszuwachs bei Schafen, Ziegen und Rindern
- ▶ Steigerung der Wollproduktion um 27 %
- Verbesserung der Proteinbilanz durch Defaunierung

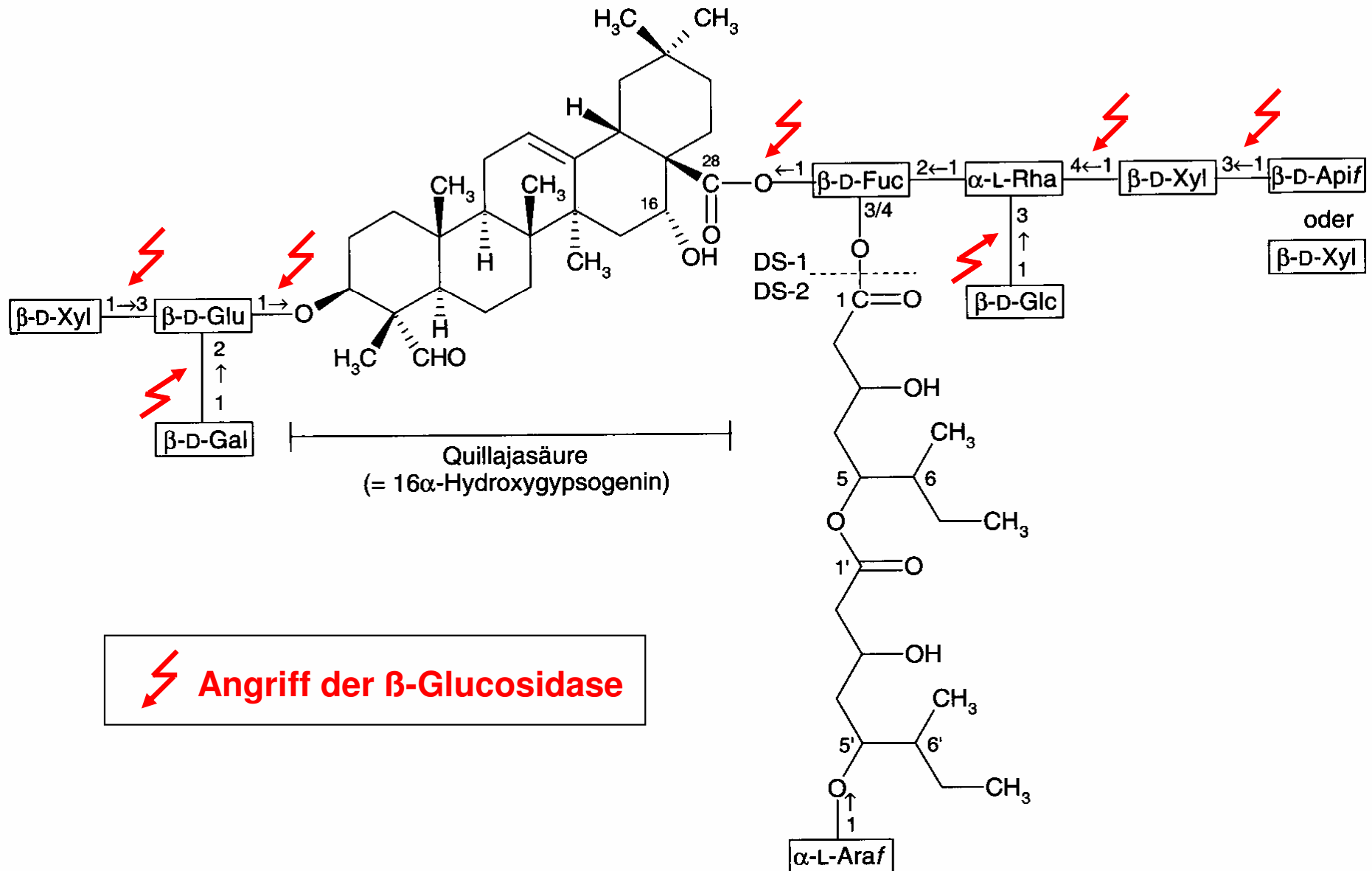
Entwicklung der Methanbildung

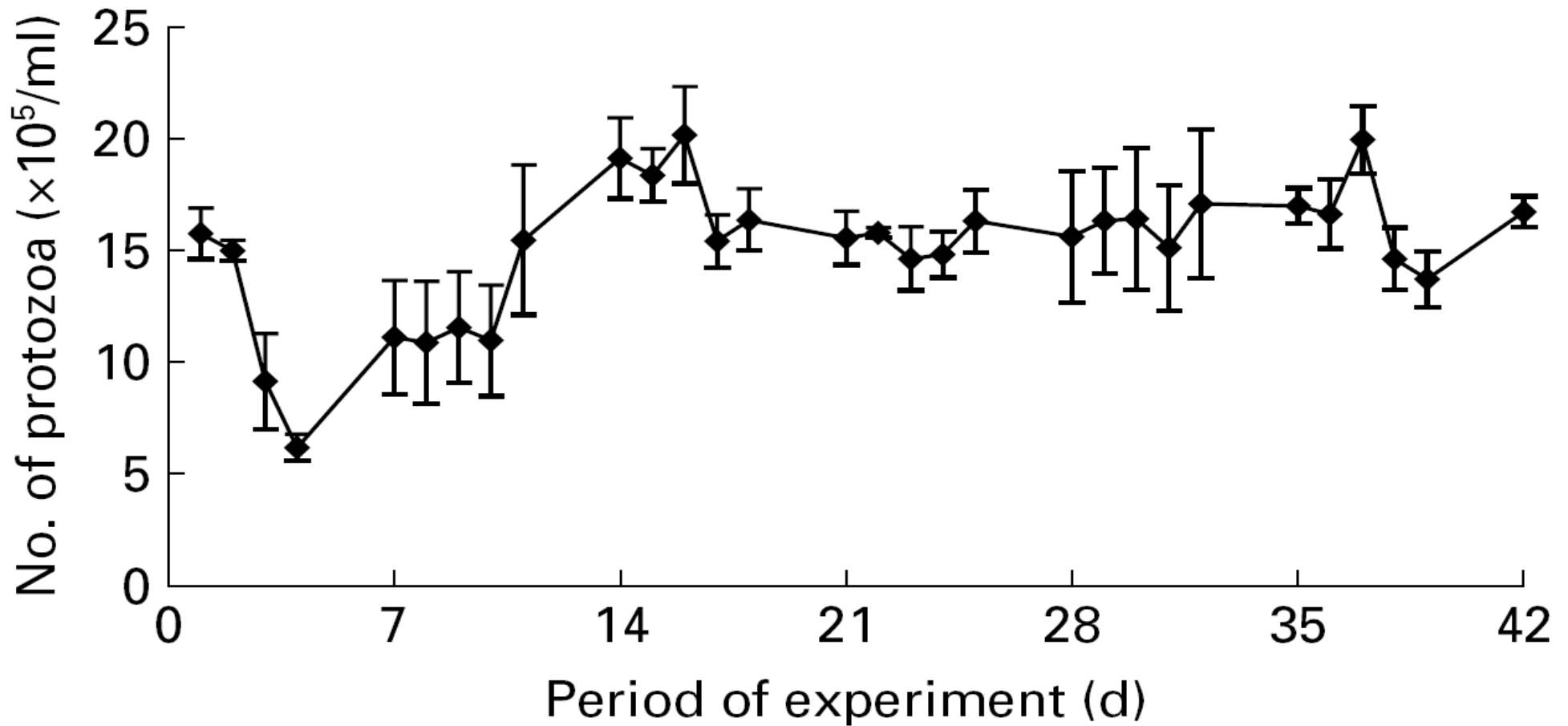
Rumen simulation technique (Rusitec)



- ▲/△ Control diet (forage based)
- /○ Control diet + 100 mg/g *S. saponaria* fruit

Enzymatisch katalysierte Abspaltung der glycosidisch gebundenen Zuckerreste am Beispiel der Quillaja-Saponine





Einfluss von *Sesbania sesban* (L.) Merrill. auf die Protozoenzahl im Schaf-Pansen

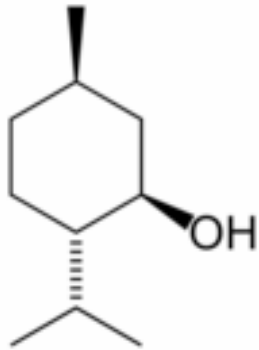
Ätherische Öle

Lipophile Eigenschaften

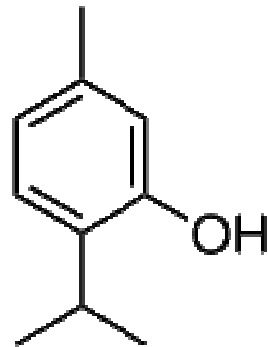
- ▶ Wechselwirkung mit Zellmembranen
 - ▶ Antimikrobiell

Ätherische Öle

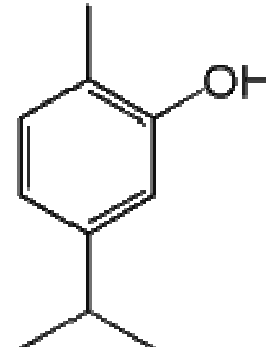
Monoterpene



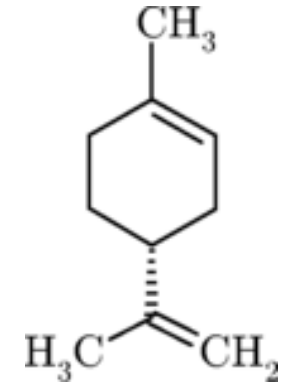
Menthol



Thymol

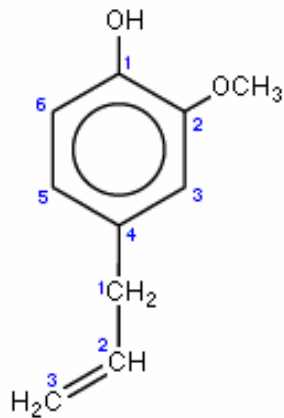


Carvacrol

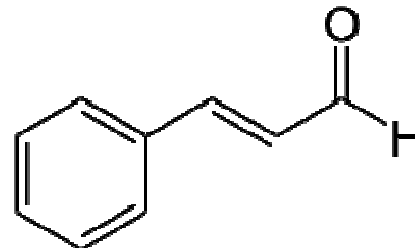


Limonen

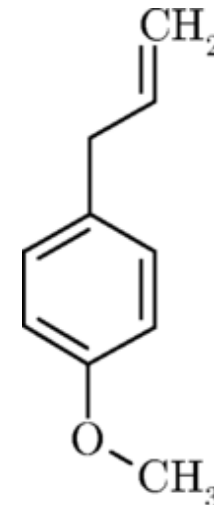
Phenylpropan-Derivate



Eugenol



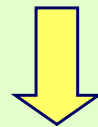
Zimtaldehyd



Estragol

Strategien zur Optimierung der Stickstoffeffizienz - 2


**Minimierung von Stickstoffverlusten
durch Hemmung der Ammoniakbildung
über die Desaminierung von Aminosäuren**



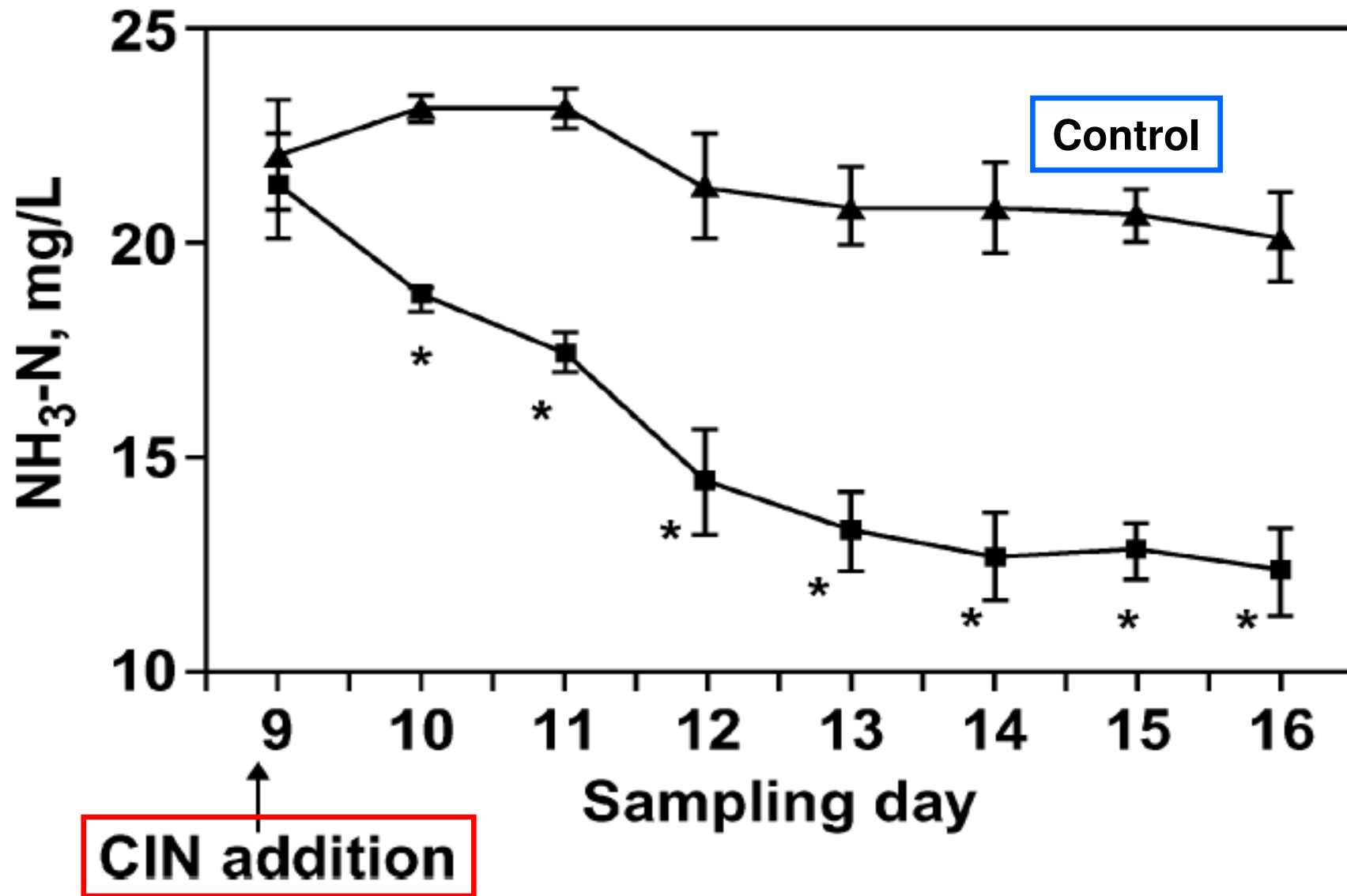
**Elimination der
„Hyper-Ammonia-Producer“**

(vgl. Monensin)

Einfluss von ätherischen Ölen auf den Protein-Abbau im Pansen von Schafen

		Control	Essential oils
Protein			
↓	[¹⁴ C]casein breakdown (mg/mg microbial protein per h)	1.40	1.43
Oligopeptides			
↓	Ala ₅ breakdown (nmol/mg protein per min)	2.62	2.71
Dipeptides			
↓	Ala ₂ breakdown (nmol/mg protein per min)	1.19	1.06
Amino acids			
 ↓	Deaminase (nmol NH ₃ /mg protein per min)	204	155
NH ₃			

Mixed grass hay-concentrate diet, with or without 110 mg essential oil mixture/d
(thymol, eugenol, vanillin, limonene)

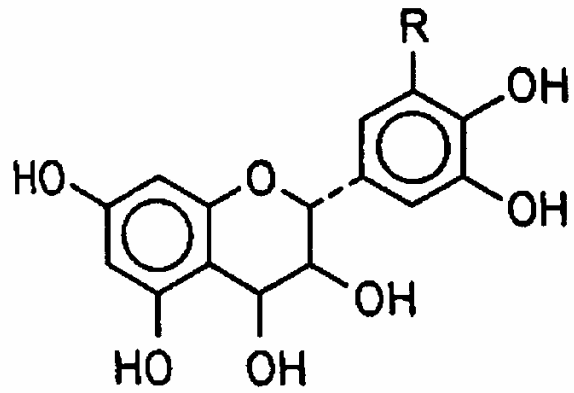


**Einfluss von Zimtöl (CIN) auf die $\text{NH}_3\text{-N}$ -Konzentration im Pansen
(mg/L; Rusitec)**

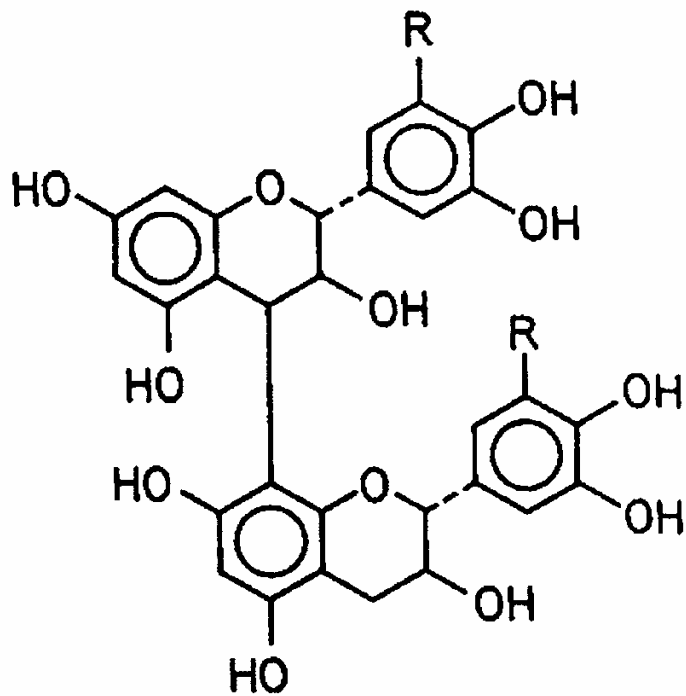
Proanthocyane

P o l y p h e n o l e

- ▶ „Kondensierte Gerbstoffe“
- ▶ pH-abhängige Affinität zu Proteinen
 - Protease-Hemmung
 - Verminderung der Eiweißverwertung im Pansen

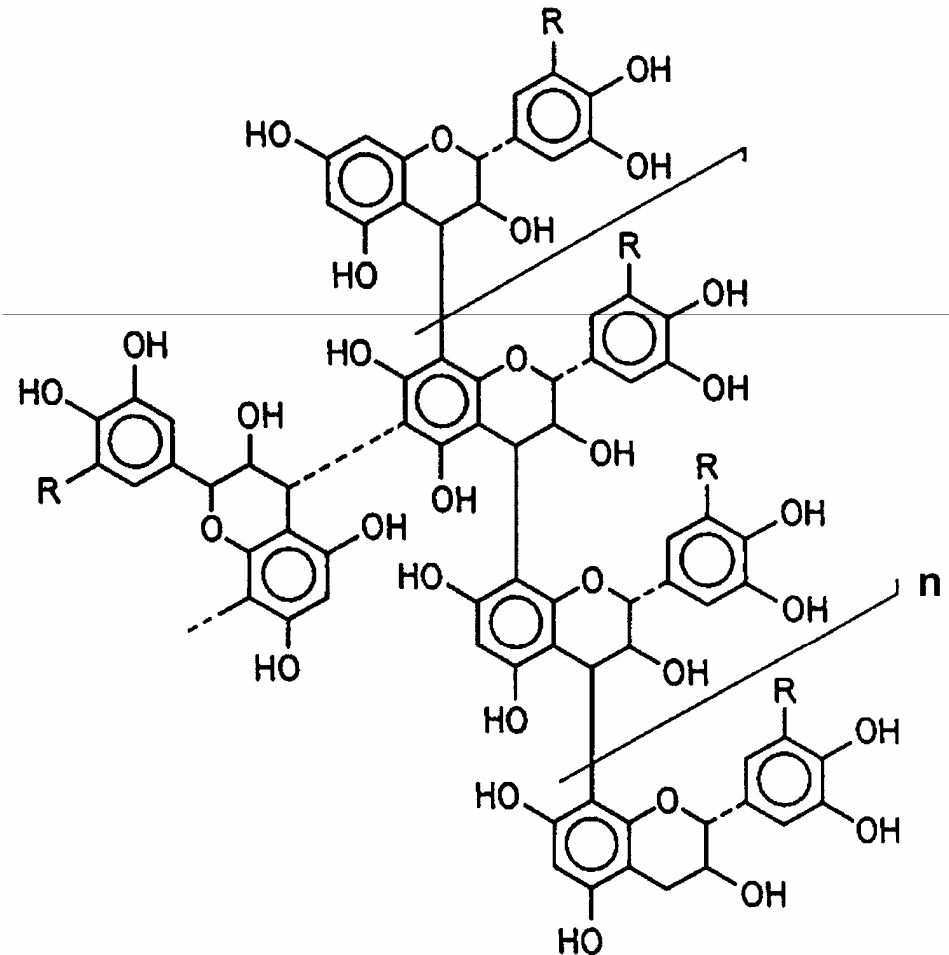


Flavan-3,4-diol



Dimer

Kondensierte Gerbstoffe

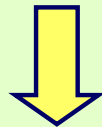


Oligomer

Strategien zur Optimierung der Stickstoffeffizienz - 3

**Geringer Protein-Flux vom Pansen
in den Labmagen**

durch Eiweiß-Abbau im Pansen



**Erhöhung des Fluxes durch Protein-
bzw. Protease-Proanthocyan-Komplexe**

Positive Effekte von *Lotus corniculatus*-Proanthocyananen (PA) im Futter von Schafen

PA-Konzentration: 2 - 5 %, bez. auf Trockengewicht

Erhöhung bzw. Verbesserung:

- Aufnahme essentieller Aminosäuren
- Wollwachstum
- Ovulationsrate
- Lebendgewicht
- Milchleistung

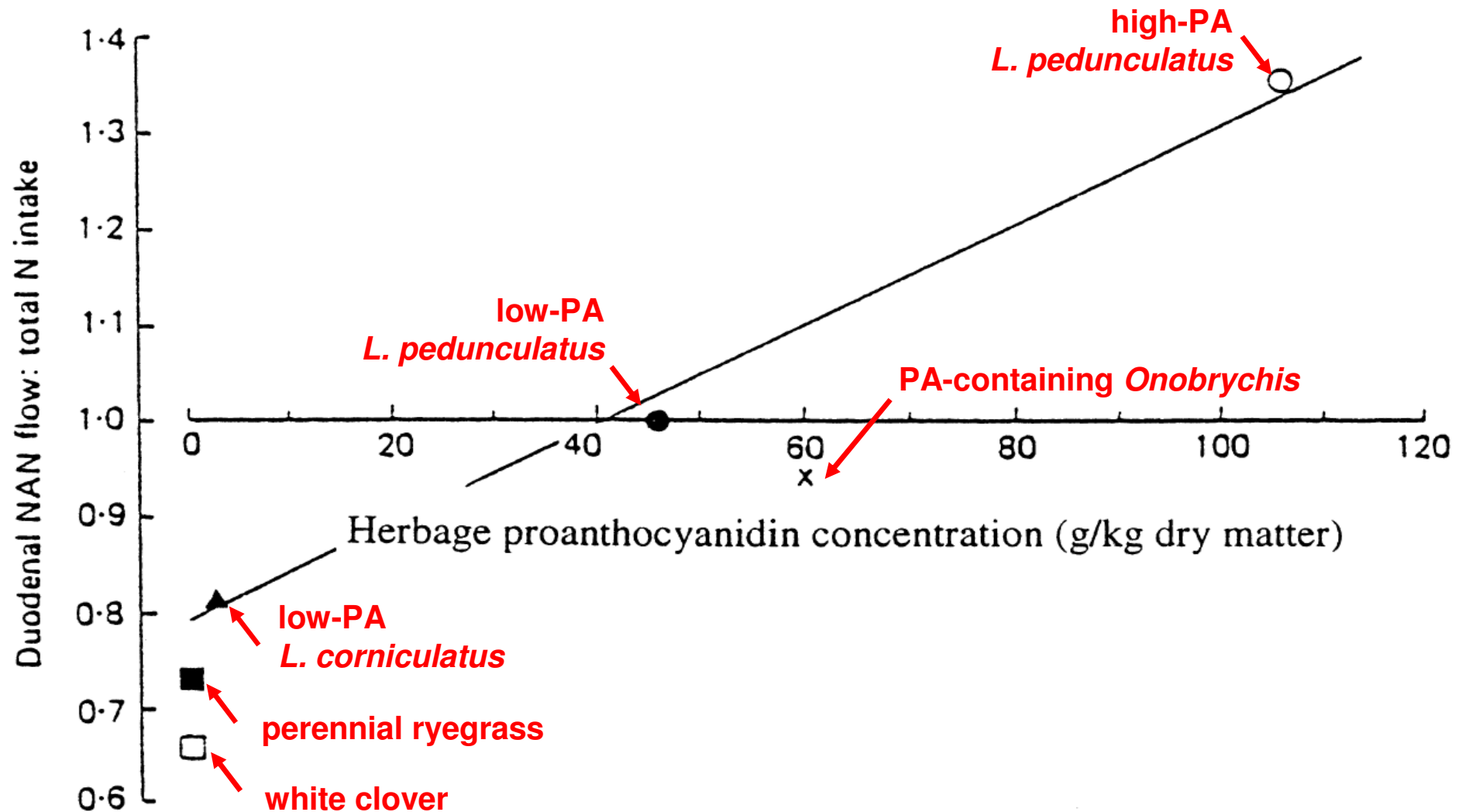
Aufhebung der positiven Effekte
durch Polyethylenglycol



Gemeiner
Hornklee

Lotus corniculatus L.





**NAN (non-ammonia nitrogen)-Flux aus dem Pansen
von Schafen in Abhängigkeit vom Proanthocyan (PA)-Gehalt
bei Fütterung mit Grünfutter**

Proanthocyane und Tiergesundheit

- ▶ **Befall mit Darmparasiten**

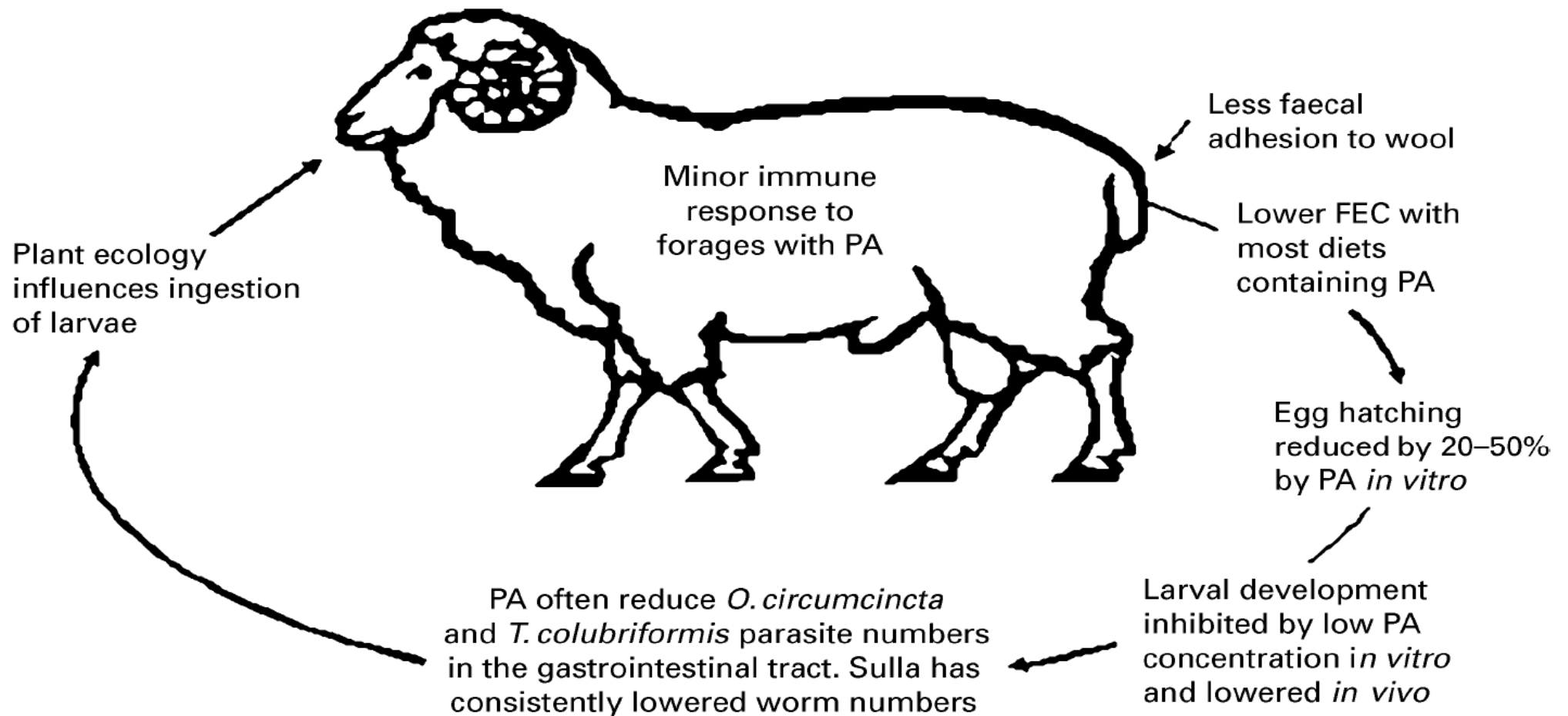
- ▶ **Pansentympanie**

Bei Rindern und Schafen jährliche Verluste von 180 bzw. 310 Mio. US\$ in Australien bzw. USA

Verluste aufgrund von Darmparasiten

	<u>Verlust (%)</u>
Gewichtszuwachs	40
Futteraufnahme	6 - 30
Wollproduktion	40
Milchleistung	15

Einfluss von Proanthocyananen (PA) auf Darmparasiten bei Schafen



Pansentympanie

Bildung eines stabilen Proteinschaums
im Pansen



Konfluierung und Abgabe
der Fermentationsgase verhindert



Extreme Blähungen



Abhilfe:

Grünfutter PA-reich (0,5 % TM)



Sonstige leistungsfördernde sekundäre Pflanzenstoffe

- ▶ **Phytoöstrogene**

- ▶ **Insulin-ähnliche Stoffe**

„Clover disease“

Westaustralien (1946)

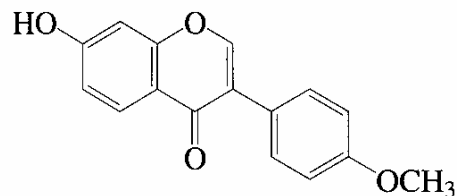
Entdeckung östrogenen Effekte von Pflanzeninhaltsstoffen

- Schafe mit Fruchtbarkeitsproblemen nach Grasen auf Weiden mit Erdklee (*Trifolium subterraneum* L.)

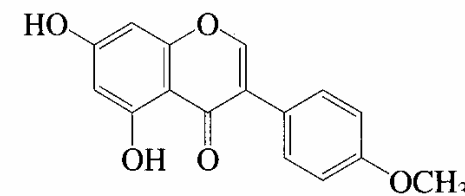


Ursache:

Hohe Gehalte (bis 5 %, bez. auf TG) an Isoflavonen, u.a. Formononetin und Biochanin A



Formononetin



Biochanin A

Einfluss von phytoöstrogenhaltigem Futter auf Gewichtszuwachs und Fleischausbeute bei männlichen Schafen

	Erdklee	Weidelgras
Schlachtgewicht (kg)	58,7	47,7
Erkalteter Schlachtkörper (kg)	33,4	25,9
Bauch und Brust (kg)	2,79	2,09
Nacken (kg)	2,69	1,92

Einige Pflanzen mit hypoglykämischer Wirkung

Common name	Botanical name	Action
Cinnamon	<i>Cinnamomum</i> spp.	Improved insulin receptor function
Cardo santo	<i>Cirsium pascuarense</i>	Stimulated insulin secretion
Coriander	<i>Coriandrum sativum</i>	Stimulated insulin secretion; enhanced uptake and metabolism of glucose by muscle; stimulated glycogenesis
Elder	<i>Sambucus nigra</i>	
Lucerne	<i>Medicago sativa</i>	
Agrimony	<i>Agrimonia eupatoria</i>	
Ezovian	<i>Teucrium polium</i>	
Spider flower	<i>Cleome droserifolia</i>	Increased peripheral metabolism of glucose; stimulated insulin secretion
		Potentiation of hepatic and peripheral insulin sensitivity; reduced glucose absorption



Danke!