

# Einsatz von Aminosäuren in der Tierernährung

Markus Rodehutschord

Institut für Tierernährung



- 
- Rahmenbedingungen
  - Bewährte Konzepte
  - Entwicklungen
  - Differenzierung zwischen Wiederkäuern und Nichtwiederkäuern

# Rahmenbedingungen

---

- Prognostizierte Entwicklung des globalen Proteinbedarfes für die menschliche Ernährung
- Gesellschaftliche Stellung der Lebensmittel tierischen Ursprungs
- Verknappung natürlicher Ressourcen
- Einbindung in globale Handelsströme, Abhängigkeit von Importen proteinreicher Futtermittel
- Relativ hohe Umsetzungsverluste bei der Erzeugung von Lebensmitteln mit Tieren
  - ▶ beeinflussbar

# Versorgung der Tiere mit Proteinen und Aminosäuren

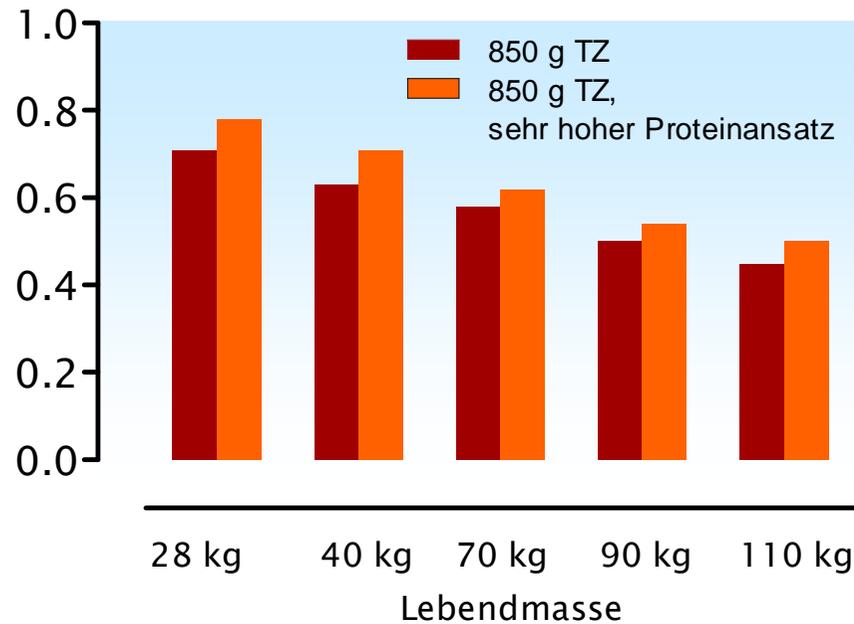
---

- Ziel:  
Versorgung mit Aminosäuren (AS) möglichst nahe am Bedarf
  
- Empfehlungen auf wissenschaftlicher Grundlage, orientiert an
  - Wachstum, Proteinansatz, Milchmenge, Eizahl (etc.)
  - definiertem (angestrebtem, möglichen) Leistungsniveau
  
- Maßnahmen zur Umsetzung
  - Nährstoffangepasste Fütterung (Phasenfütterung)
  - Einsatz freier AS
  - Berücksichtigung der praecaecalen Verdaulichkeit von AS
  - Berücksichtigung der ruminalen Umsetzungen und des Flusses am Duodenum (bei Milchkühen)

# Bsp.: Empfehlung zur Versorgung mit Lysin

Schwein

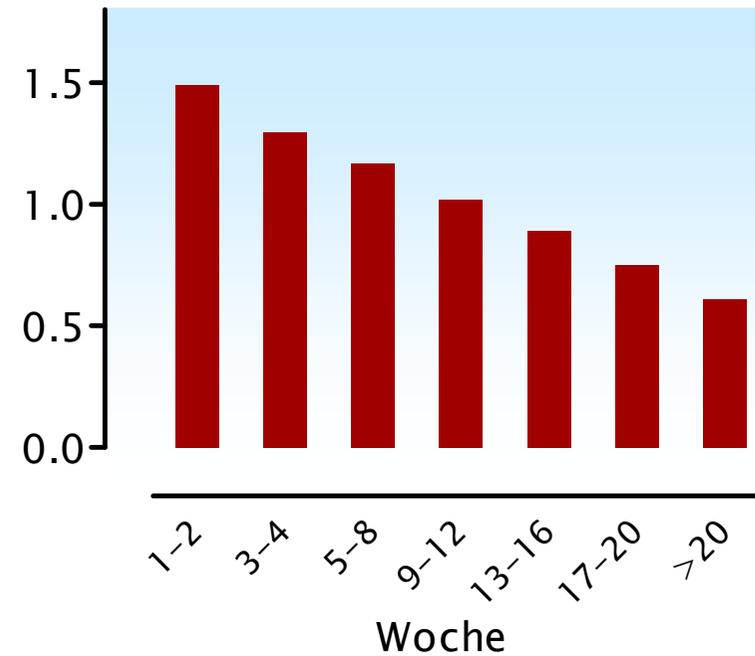
g pcv Lys je MJ ME



(nach DLG 2010)

Pute

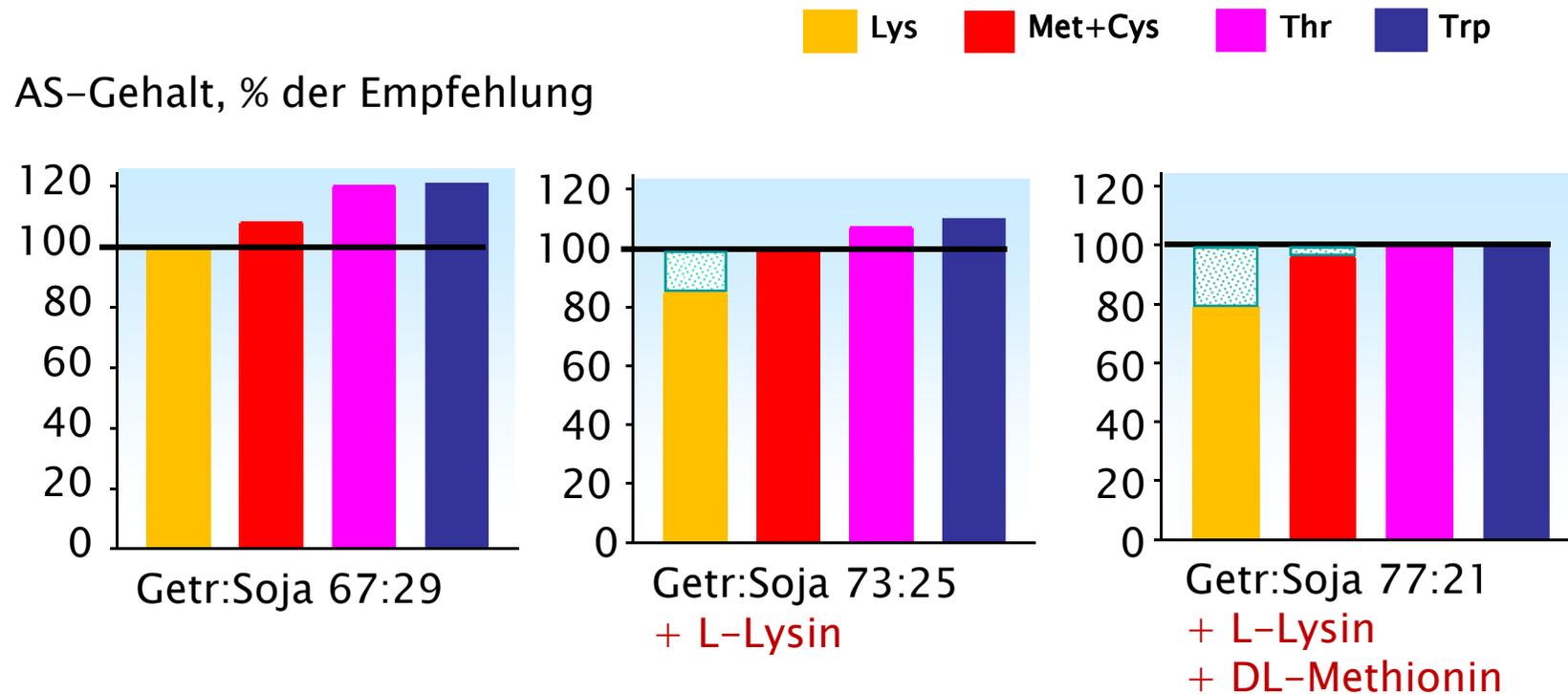
g Lys je MJ ME



(nach GfE 2004)

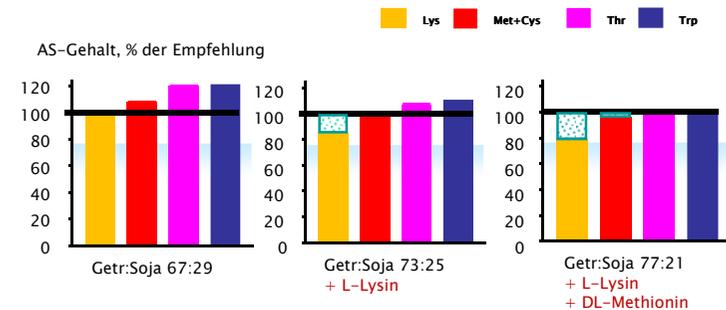
# Einsatz freier Aminosäuren

## Beispiel Schweinemast



# Einsatz freier Aminosäuren

Beispiel Schweinemast



- Phasenfütterung und Einsatz freier AS ermöglichen
  - Reduzierung des Aufwandes an Proteinen
  - Erhöhung der Effizienz der Proteinverwertung
  - Verminderung der Emissionen N-haltiger Gase
- Prinzip ist nicht auf die vier genannten AS beschränkt

# Products currently with EU approval

	Species/Category
L-arginine	All
L-histidine · HCl · H <sub>2</sub> O	Salmonids
L-iso-leucine	All
L-lysine; conc. liquid L-lysine; L-lysine · HCl; conc. liquid L-lysine · HCl; L-lysine · H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> produced by fermentation	All
DL-methionine; conc. liquid Na DL-methionine; Hydroxy analogue of methionine; Ca salt of hydroxy analogue of methionine	All
DL-methionine-Zn	Ruminants
DL-methionine, protected; Isopropyl ester of the hydroxylated analogue of methionine Mixture of L-lysine · HCl and protected DL-methionine	Dairy cows
L-threonine	All
L-tryptophan	All
L-valine	All

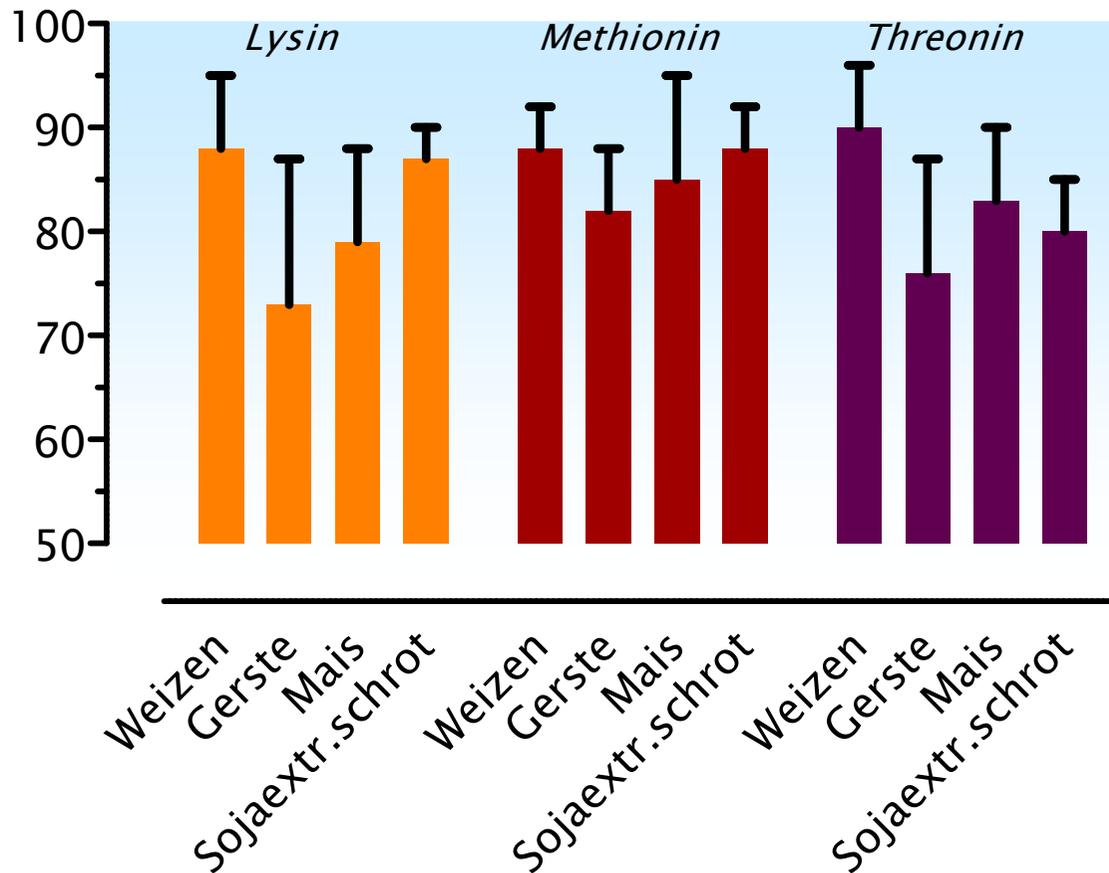
# Weitere Präzisierung der Versorgung

---

- Berücksichtigung der praecaecalen Verdaulichkeit von AS ist eine Voraussetzung zum präzisen Einsatz von freien AS
  - Freie AS vollständig verdaulich
- Methodik der Messung standardisiert
  - Schwein: gut (offizieller Standard)
  - Geflügel: auf gutem Weg (noch kein offizieller Standard)
- Datenlage noch nicht befriedigend
  - Daten für bestimmte Einzelfuttermittel
  - Neue und veränderte Einzelfuttermittel
  - Schätzverfahren für Mischfuttermittel

# Tabellierte Werte für Schweine (GfE 2005)

pc Verdaulichkeit (%)



Mittelwert und Standardabweichung  
Standardisierte Methode

# Beispiele für die Variation in der **Verdaulichkeit von Lys**

## ■ Broiler

Futtermittel	n	Mittelwert (%)	Spanne	Quelle
Weizen	4	86	82–91%	<i>Kluth et al. 2009</i>
Weizen	27	76	64–86%	<i>Bryden et al. 2009</i>
Rapsschrot	14	77	64–84%	<i>Bryden et al. 2009</i>
Weizen DDGS	5	36	24–46%	<i>Bandegan et al. 2009</i>

- 
- Die AS-Verdaulichkeit variiert zwischen verschiedenen Partien eines Einzelfuttermittels häufig stärker als der Mittelwert zwischen verschiedenen Einzelfuttermitteln
  
  - Ziel muss es sein, die Variation
    - zu beschreiben und zu erklären
    - vorherzusagen, möglichst mit Schnellverfahren

# Weitere Entwicklungen

---

- Quantitative Veränderungen beim Einsatz freier AS?
  - Bereits zugelassene
  - Weitere Absenkung des XP-Gehaltes bei Einsatz von weiteren essenziellen AS (EAS)
  
- Kontinuierliche Studien zum Bedarf bzw. Weiterentwicklung von Modellen notwendig
  
- Häufig beschriebenes Phänomen:  
Rückgang in der Leistung bei starker Absenkung des XP-Gehaltes trotz ausreichender Versorgung mit allen EAS

# Erklärungsansätze für verminderte Leistungen bei sehr geringen XP-Gehalten

---

- Mangel an Amino-N
- defizitäre Versorgung mit Glycin (Geflügel)
- Verhältnis NEAS/EAS
- verändertes optimales Verhältnis von EAS
- Effizienz der Verwertung freier AS im Vergleich zu proteingebundenen AS
- verringerte Futteraufnahme infolge des verringerten XP-Gehalts

bislang erhebliche Unkenntnis der Bedeutung außer EAS

*verändert nach Aftab et al. (2006)*

- Bedeutung des Glycin-Gehalts auf Leistungsparameter in Abhängigkeit des XP-Gehalts bei Broilern?
- Auswahl der Publikationen und Diäten
  - Diäten aus Studien, die ausschließlich den Zusatz von freiem Glycin zu Basaldiäten untersuchten
  - möglichst gleicher Altersabschnitt

## Korrelationskoeffizienten:

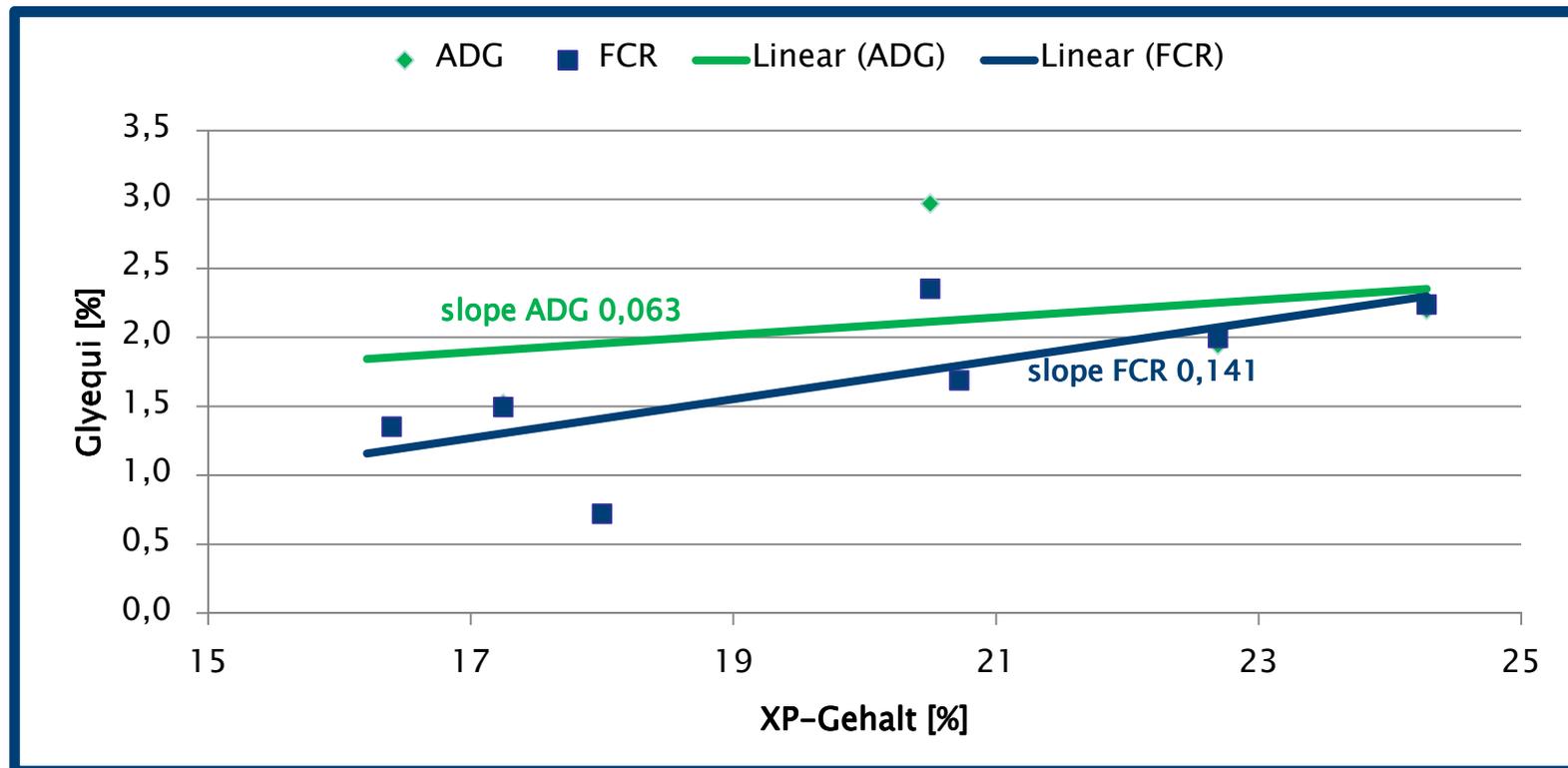
		Diäten mit XP-Gehalt [%]				
		alle	≤20	≤19	≤18	≤17
Diäten/Studien		86/6	46/4	42/4	39/4	29/3
Glycin	LM-Zunahme	0,02	-0,08	0,03	0,05	<b>0,43</b>
	FCR	<b>0,44</b>	<b>0,77</b>	<b>0,76</b>	<b>0,76</b>	<b>0,76</b>
	Futteraufnahme	-0,08	-0,27	-0,19	<b>-0,17</b>	0,02

fett/kursiv markierte Werte sind sign

## ■ Einflussfaktoren auf die Glycinsynthese?

# Geschätztes Optimum

Promotionsprojekt Wolfgang Siegert



■ Bedeutung von Vorstufen des Glycins

# Forschungsbedarf bei Niedrig-Protein-Diäten

---

- Bedeutung von NEAS
  - optimale Einsatzmenge
  - Verhältnis von NEAA anderer Vorstufen zueinander
  - Verhältnis einzelner NEAA zu EAA
- Auswirkungen der gezielten Variation von NEAS auf die Nettoenergie
  - Energieverbrauch durch Metabolisierung von NEAS
  - Energiegewinn durch Oxidation überschüssiger AS
- Effizienz und Verwertung freier AS im Vergleich zu peptidgebundenen AS
- Veränderung der Säuren-Basen-Bilanz durch
  - Anteil oxidiertes überschüssiger AS
  - freie AA in Form von AS · HCl

# Spezifischen Funktionen von Aminosäuren

---

- Die Versorgungsempfehlungen für AS basieren auf
  - der faktoriellen Ableitung, einschließlich Nettobedarf und Effizienz der Verwertung
  - Dosis-Wirkungs-Studien zum Wachstum, Proteinansatz, oder anderen Leistungsdaten
- Rechtfertigen spezifische physiologische Funktionen andere Empfehlungen?

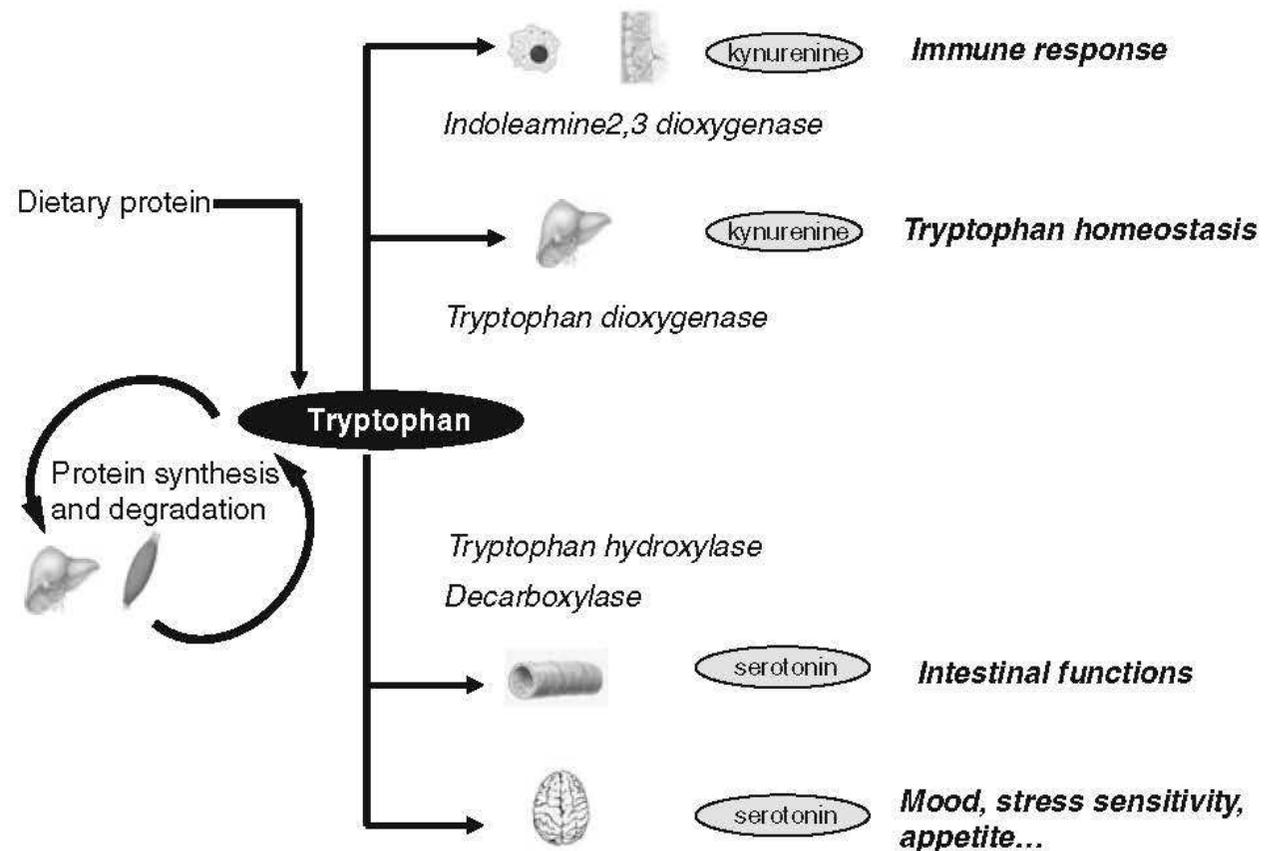
# Beispiel: Histidin

---

- Auftreten von Katarakten kann ein großes Problem in der Aquakultur sein, insbesondere bei Lachsen
  - Tierschutz
  - Ökonomie
- Zusatz von L-Histidin in den Bedarf für Wachstum weit überschreitenden Dosierungen kann der Kataraktbildung vorbeugen (Breck et al. 2005, Waagbo et al. 2010)
  - Mechanismen noch nicht genau verstanden (Waagbo et al. 2010)
  - Neben der Bedeutung in der Proteinbiosynthese spielt Histidin eine Rolle für Komponenten der Osmoregulation, für die Pufferung und Oxidationsprozesse in der Linse
- Bedarf für Wachstum  $\neq$  Bedarf für Gesundheit ?

# Beispiel: Tryptophan

**Fig. 1** Simplified scheme of tryptophan metabolism and functions within different tissues



*Le Floc'h et al. 2011*

„... recommendations on tryptophan supplementation should be done with caution, even if animal studies indicated that dietary tryptophan influenced positively the inflammatory response and animal health.”

# Beispiel: Threoninbedarf bei Parasitenbefall erhöht?

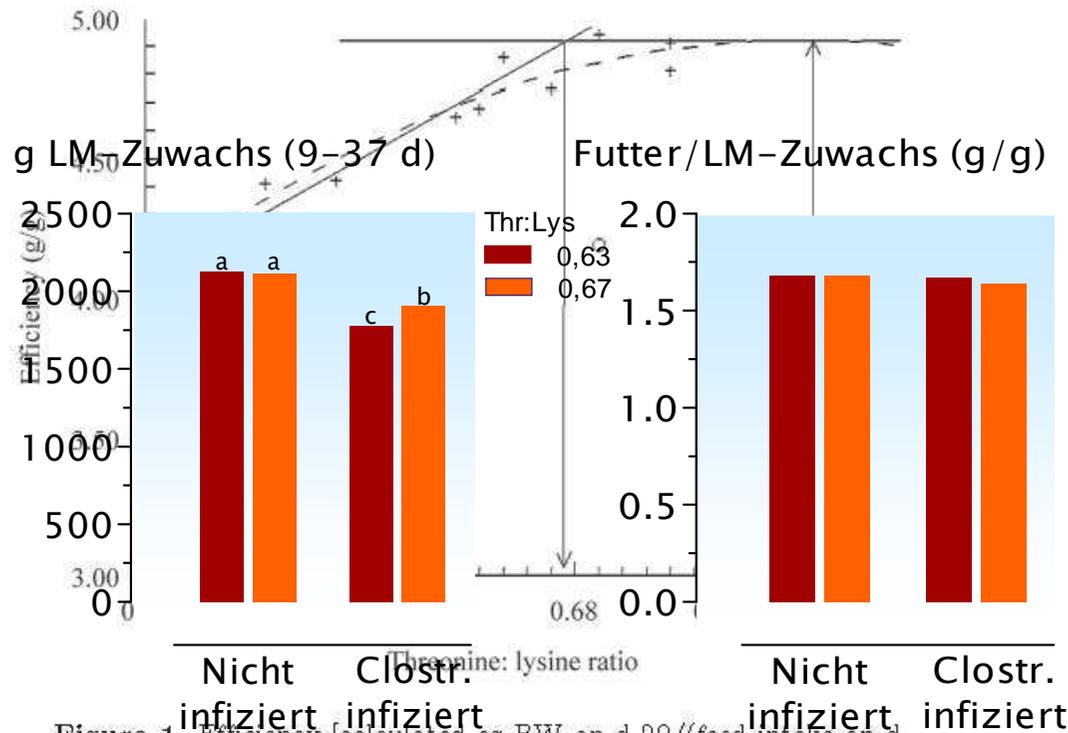


Figure 1. Efficiency [calculated as BW on d 20/(feed intake on d 14 + d 15 + d 16)] of birds infected with *Eimeria maxima* (d 9) and *Clostridium perfringens* (d 14) fed diets with an increasing standardized digestible threonine:lysine ratio in experiments 1 and 2. Optimum ratio determined by a quadratic response curve (- -) or broken-line curve (—). Optimum for quadratic response curve (↑) was a Thr:Lys ratio of 0.78. Optimum for broken-line curve (↓) was a standardized digestible Thr:Lys ratio close to 0.68. + = data points in experiments 1 and 2; ○ = outlier of experiment 1.

Broiler

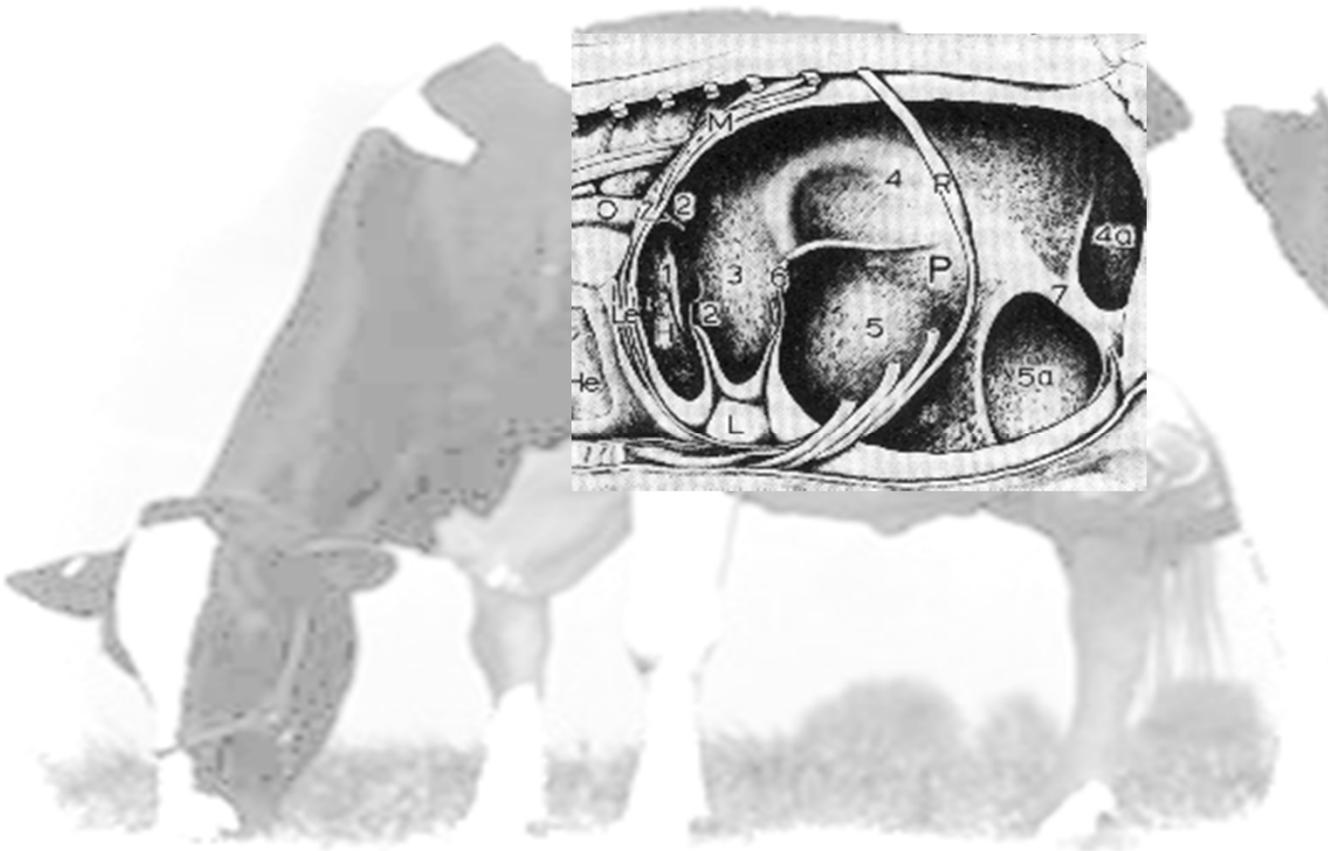
Infektionsversuche mit *E. maxima* und *C. perfringens*

Variation im Thr:Lys-Verhältnis

Gehäufte Läsionen in der Mucosa des Dünndarms nach Infektion

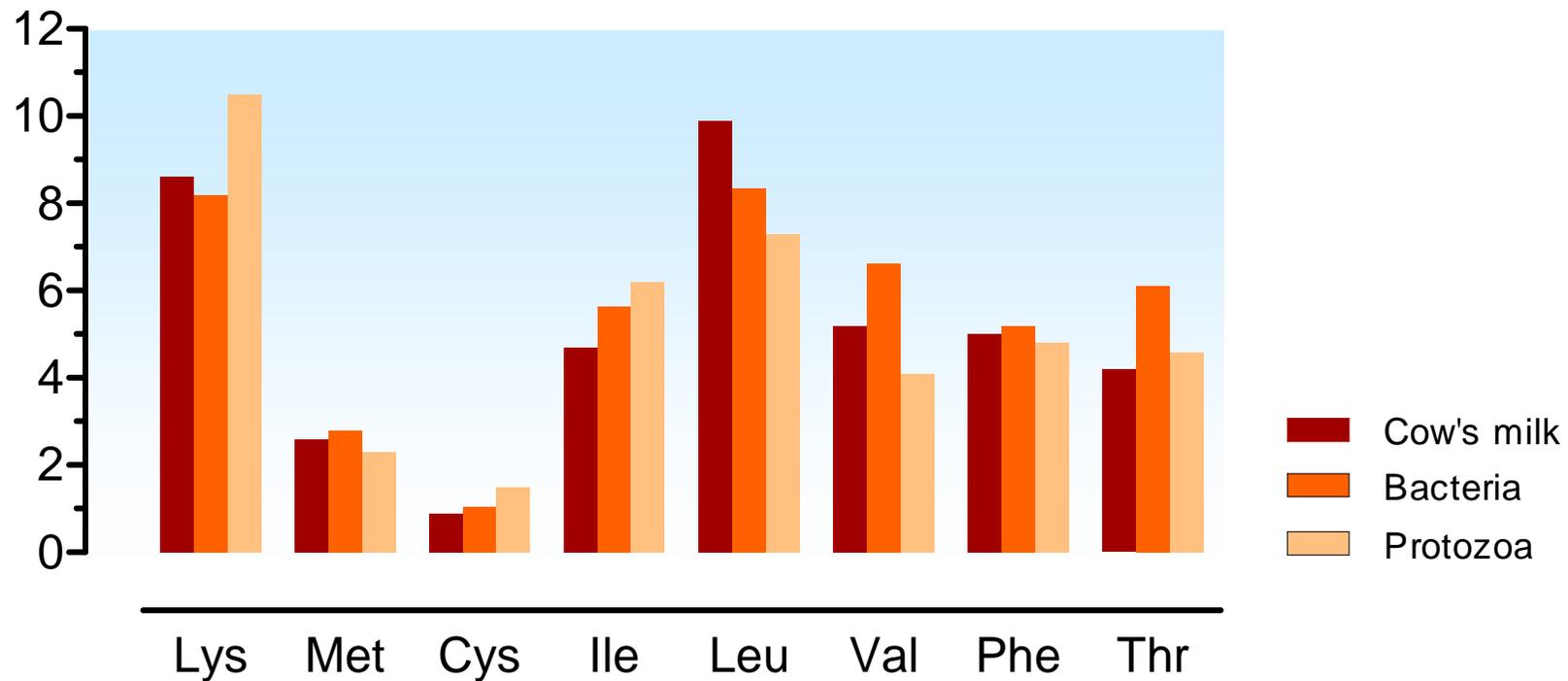
Keine Einfluss des Thr:Lys-Verhältnisses auf Auftreten und Schweregrad der Läsionen

Star et al. (2012)



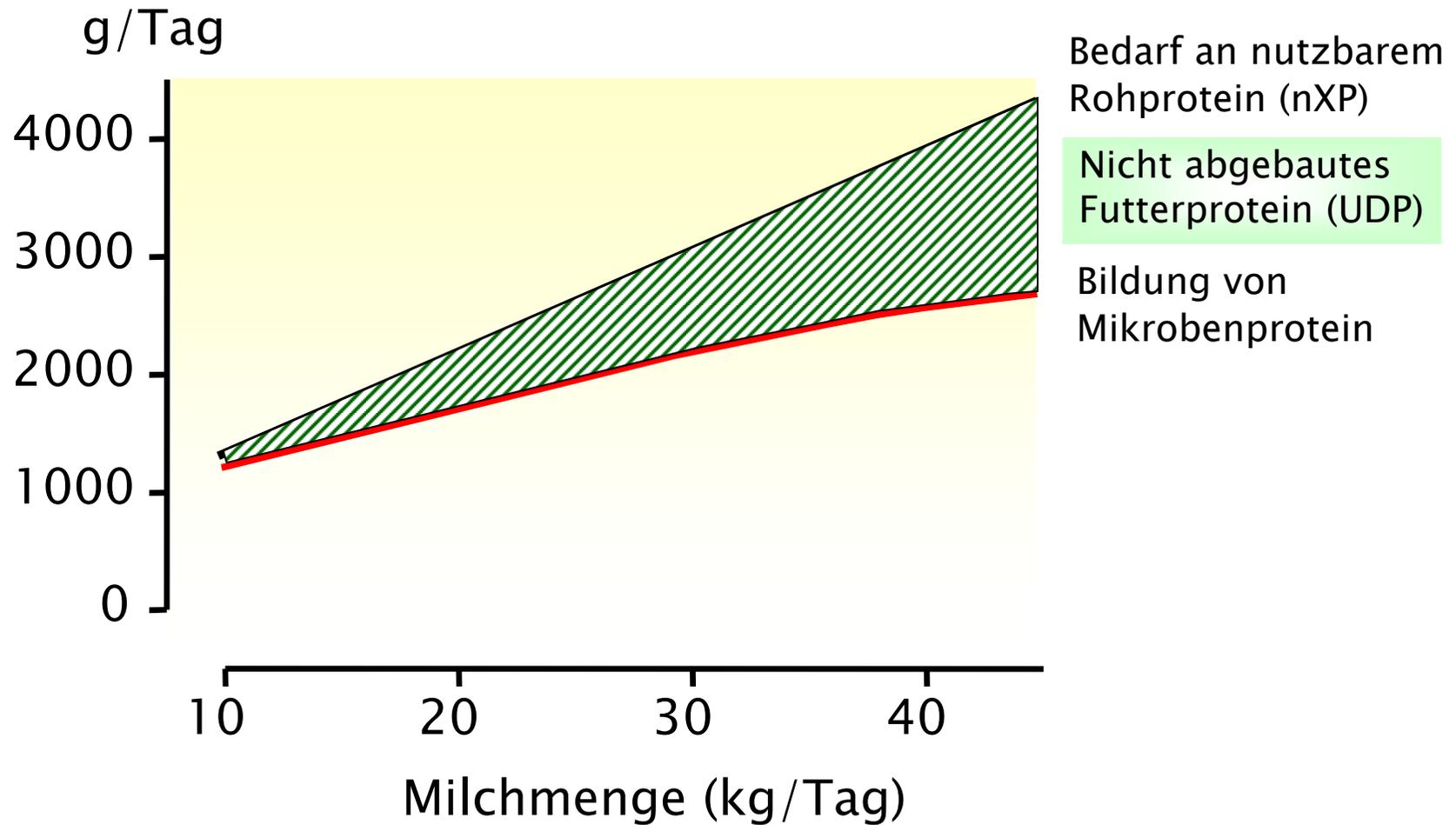
# Comparison of mean amino acid concentrations

g/100 g total amino acids



Davis et al. (1994), Hildebrand et al. (2011), Rodehutschord (1992)

# nXP: Bedarf und Bedarfsdeckung



# Rapsextraktionsschrot: Abbau EAS im Vergleich zum Abbau des XP (n=10 Schrote)

*Steingäß et al. 2011*

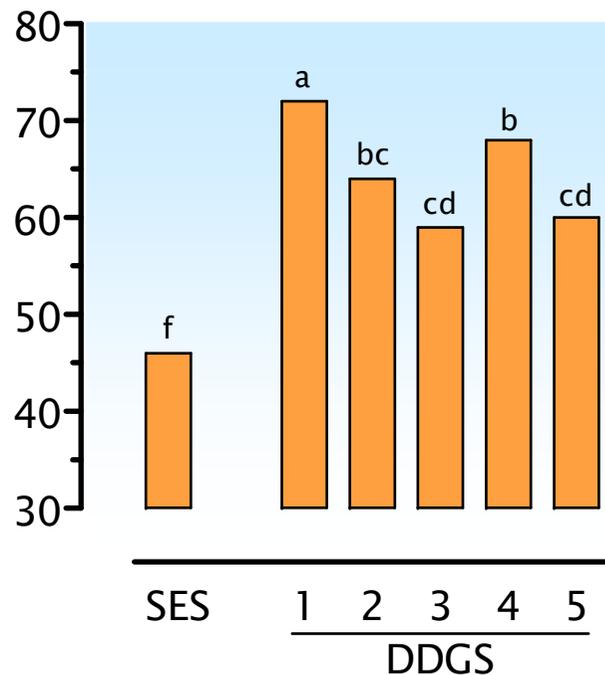
	Abbau 8h	Anzahl signif.		Abbau 16h	Anzahl signif.	
		höher als XP Abbau	tiefer		höher als XP Abbau	tiefer
<b>Rohprotein</b>	<b>53</b>			<b>77</b>		
Cystin	60	9	0	81	7	0
Histidin	54	0	0	78	0	0
Isoleucin	47	0	7	75	0	3
Leucin	50	0	3	77	0	1
Lysin	54	1	0	78	0	0
Methionin	51	0	0	78	0	0
Phenylalanin	47	0	9	74	0	4
Threonin	46	0	10	74	0	6
Valin	46	0	8	74	0	5

- 1) Abbau EAS überwiegend tiefer als XP => Abbau NEAS überwiegend höher
- 2) Kaum Differenz zu XP Abbau bei Methionin und Lysin
- 3) Das AS Muster der Rückstände ändert sich, jedoch nicht zu deren Ungunsten

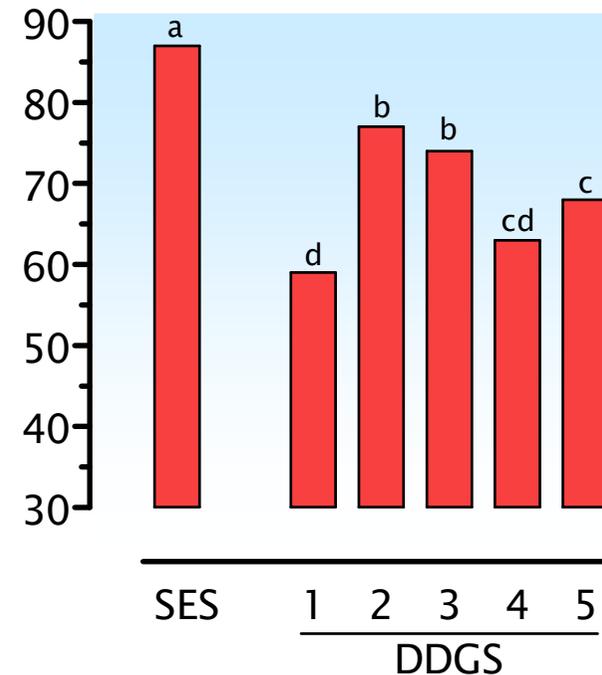
# Kenndaten des Proteinwertes

- 5 verschiedene DDGS-Proben (306–335 g XP/kg TM), im Vergleich mit Sojaextraktionsschrot (SES)
- Ermittlung des UDP-Anteils *in situ* (Passagerate: 0.068/h)
- Schätzung der Dünndarmverdaulichkeit des UDP nach enzymatischer Behandlung

UDP-Anteil (% des RP)



UDP-Verdaul. im Dünndarm (%)

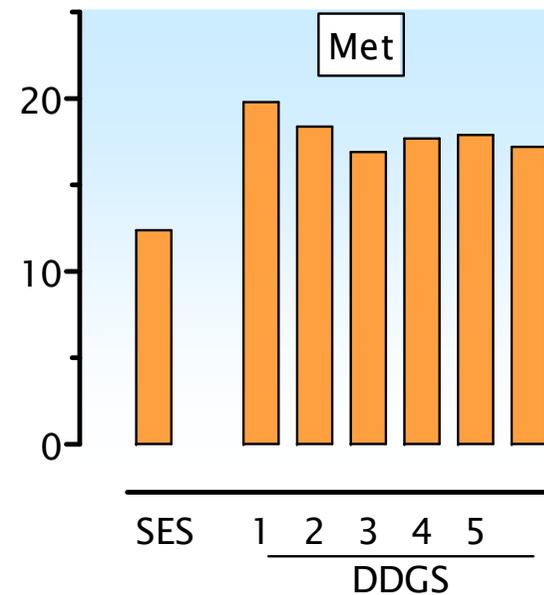
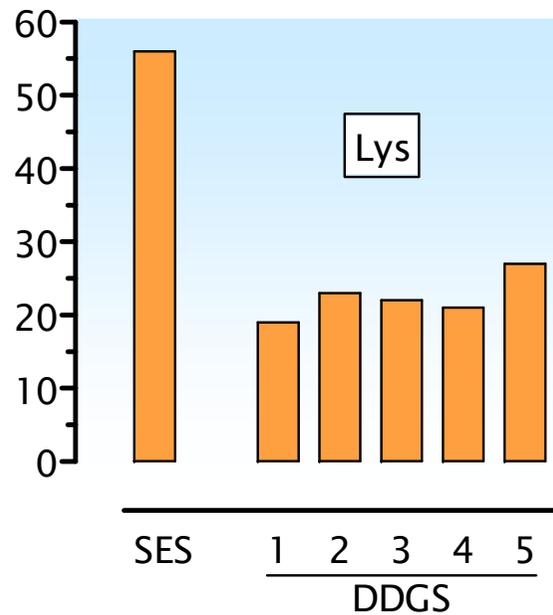


*Kleinschmit et al. 2007*

# Kenndaten des Proteinwertes

- 5 verschiedene DDGS-Proben (306–335 g XP/kg TM), im Vergleich mit Sojaextraktionsschrot (SES)
- Bestimmung der Aminosäuren im UDP

Gehalt in g/kg UDP

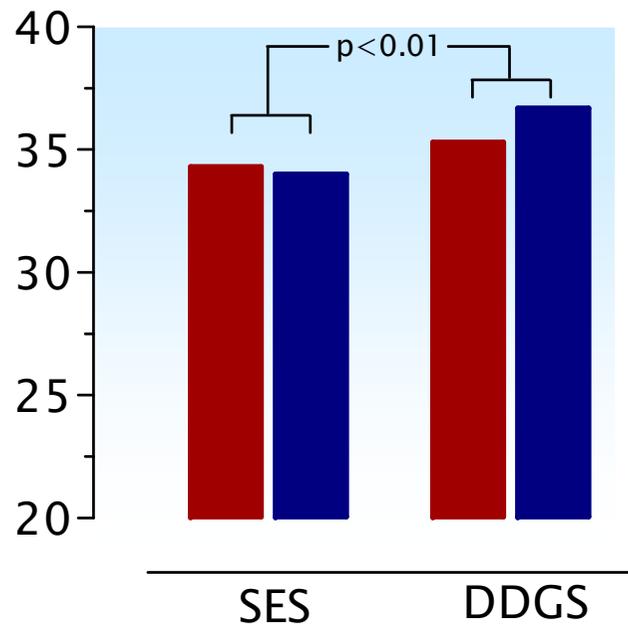


*Kleinschmit et al. 2007*

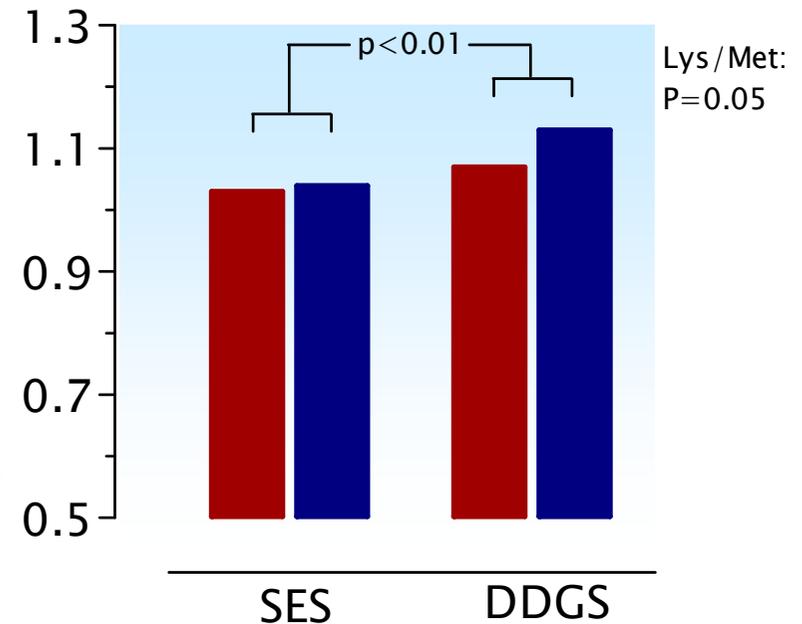
# Wirkung von Aminosäurezulagen

- 2 Rationen mit ca. 1/3 des XP aus DDGS oder Sojaextraktionsschrot (SES)
- Zweiter Faktor: Zulage von geschütztem Lys (20 g/d) und Met (6 g/d)

Milch (kg/d)



Milcheiweiß (kg/d)



Nichols et al. 1998

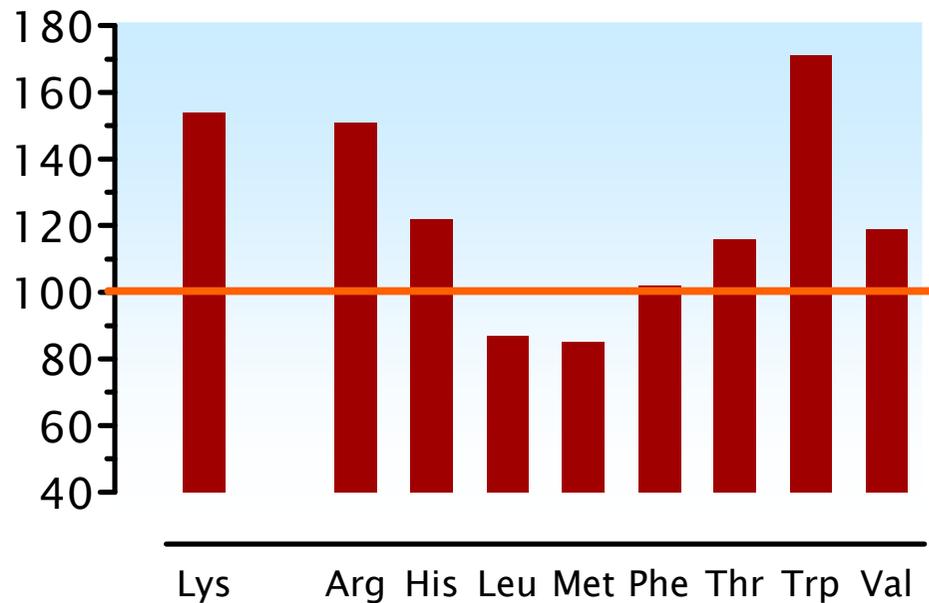
# Schlussfolgerungen

---

- Gruppe von Zusatzstoffen mit fest etablierten Einsatzmöglichkeiten
- Die Berücksichtigung der Aminosäurenverdaulichkeit trägt zur Erhöhung der Proteineffizienz bei, wenn
  - die Messung am Tier mit einer gut standardisierten Methode erfolgt, und
  - differenzierende Empfehlungen zur Versorgung geben werden
  - mehr Messdaten vorliegen und Schätzverfahren entwickelt werden.
- Die Effekte von Niedrigprotein-Rationen sind noch nicht gut untersucht
- Sonderfunktionen können in Spezialfällen besondere Einsatzgebiete rechtfertigen

# „High Lysine Maize“

AS-Konzentration (regul. Mais = 100)



Literaturlauswertung

Verschiebung in den  
Proteinfraktionen

Keine Veränderung beim  
Rohproteingehalt

Führt auch zu Veränderungen  
in der Stärkefraktion

Dado (1999)