

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

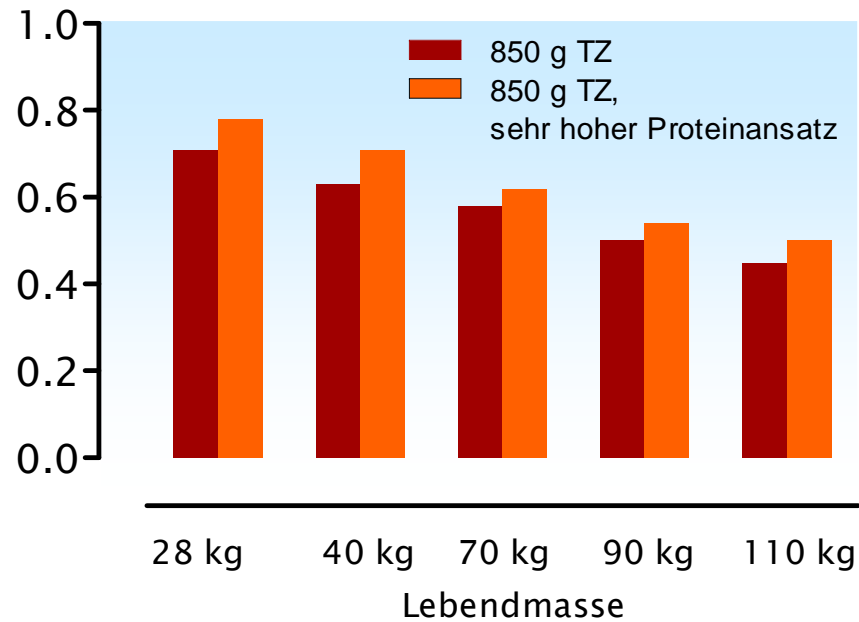
- Empfehlungen auf wissenschaftlicher Grundlage, orientiert an
 - Wachstum, Proteinansatz, Milchmenge, Eizahl (etc.)
 - definiertem (angestrebtem, möglichen) Leistungsniveau

- 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

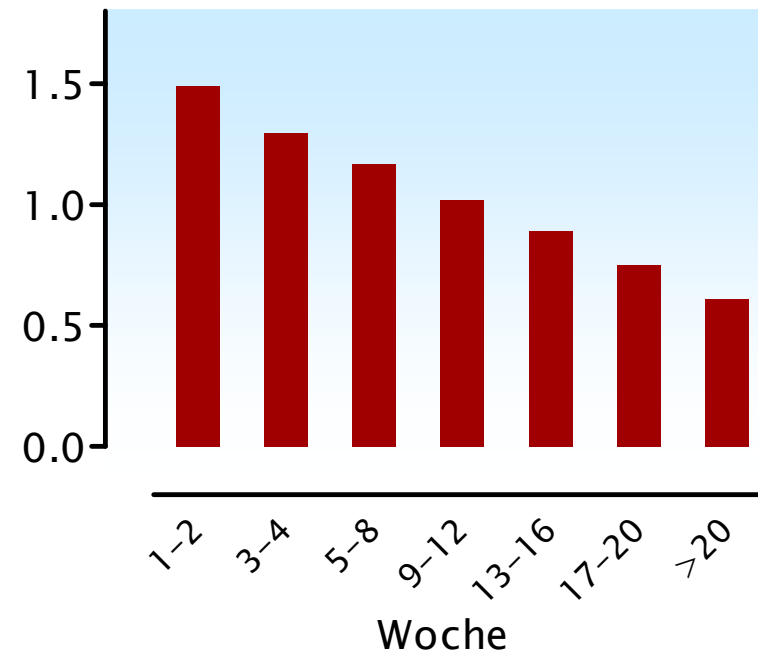
g pcv Lys je MJ ME



(nach DLG 2010)

Pute

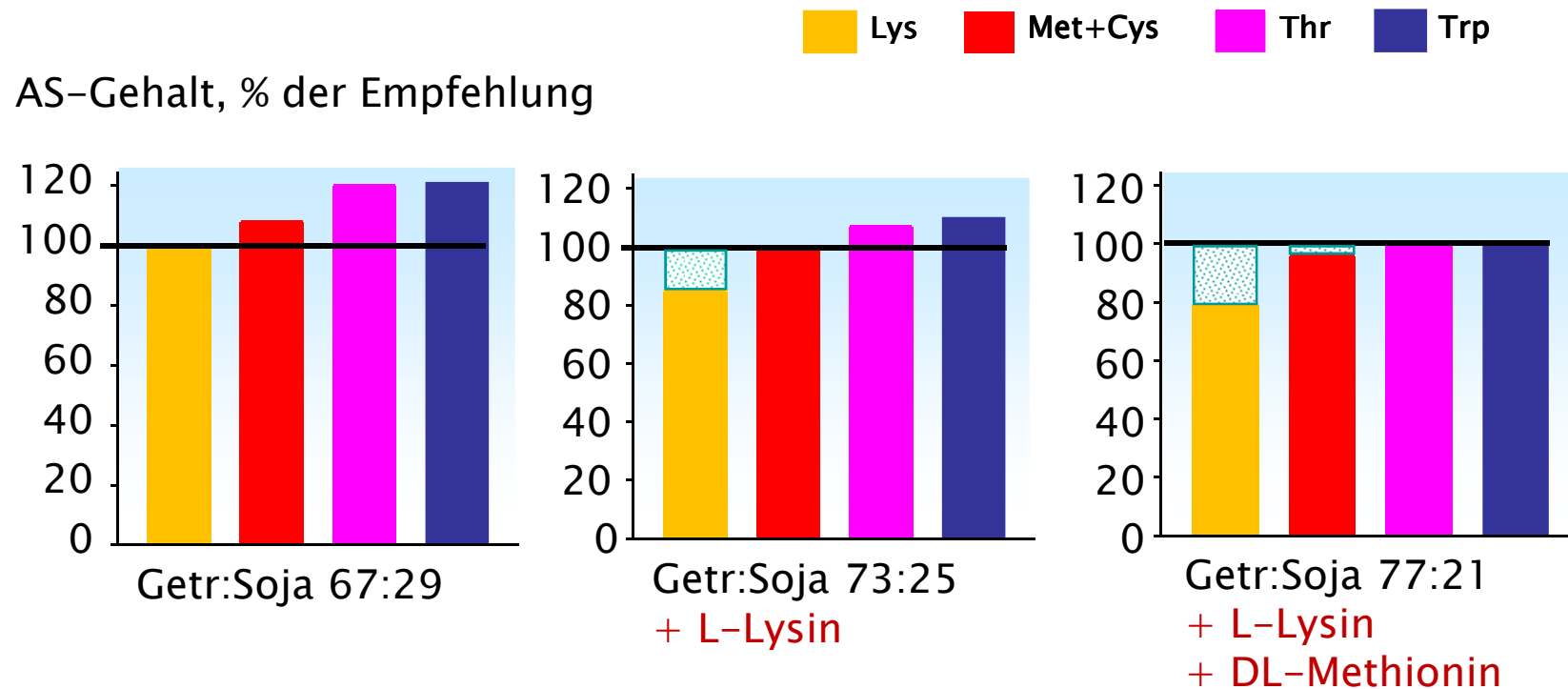
g Lys je MJ ME



(nach GfE 2004)

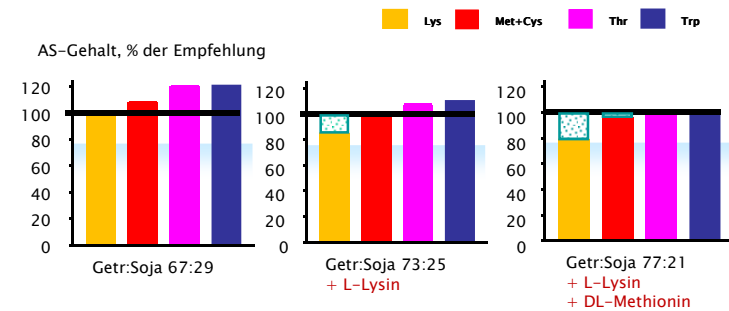
Einsatz freier Aminosäuren

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 ₂ O | Salmonids |
| L-iso-leucine | All |
| L-lysine; conc. liquid L-lysine; L-lysine · HCl; conc. liquid L-lysine · HCl; L-lysine · H ₂ SO ₄ 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

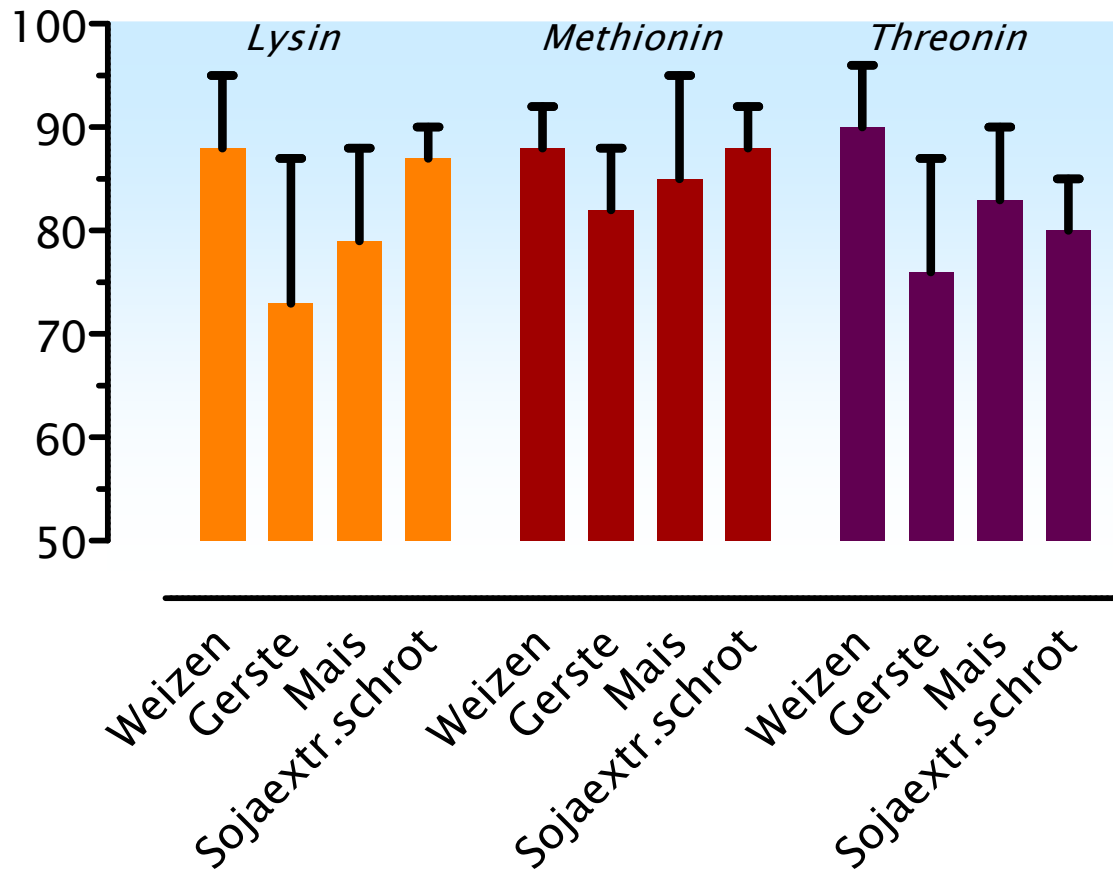
- Berücksichtigung der praecaecalen Verdaulichkeit von AS ist eine Voraussetzung zum präzisen Einsatz von freien AS
 - Freie AS vollständig verdaulich

- 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:

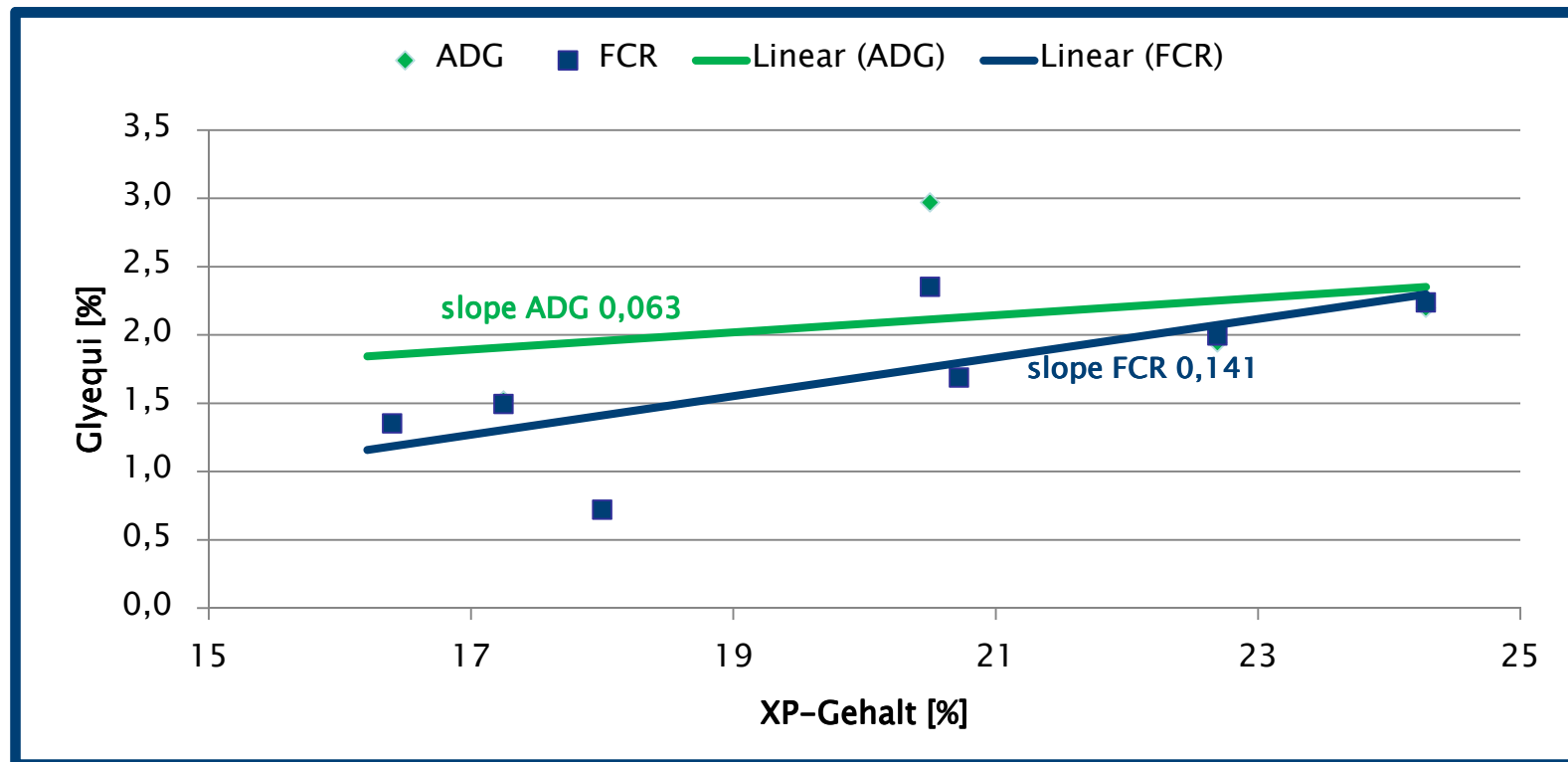
| | | Diäten mit XP-Gehalt [%] | | | | |
|----------------|----------------|--------------------------|-------------|-------------|--------------|-------------|
| | | alle | ≤20 | ≤19 | ≤18 | ≤17 |
| Diäten/Studien | | 86/6 | 46/4 | 42/4 | 39/4 | 29/3 |
| Glycin | LM-Zunahme | 0,02 | -0,08 | 0,03 | 0,05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

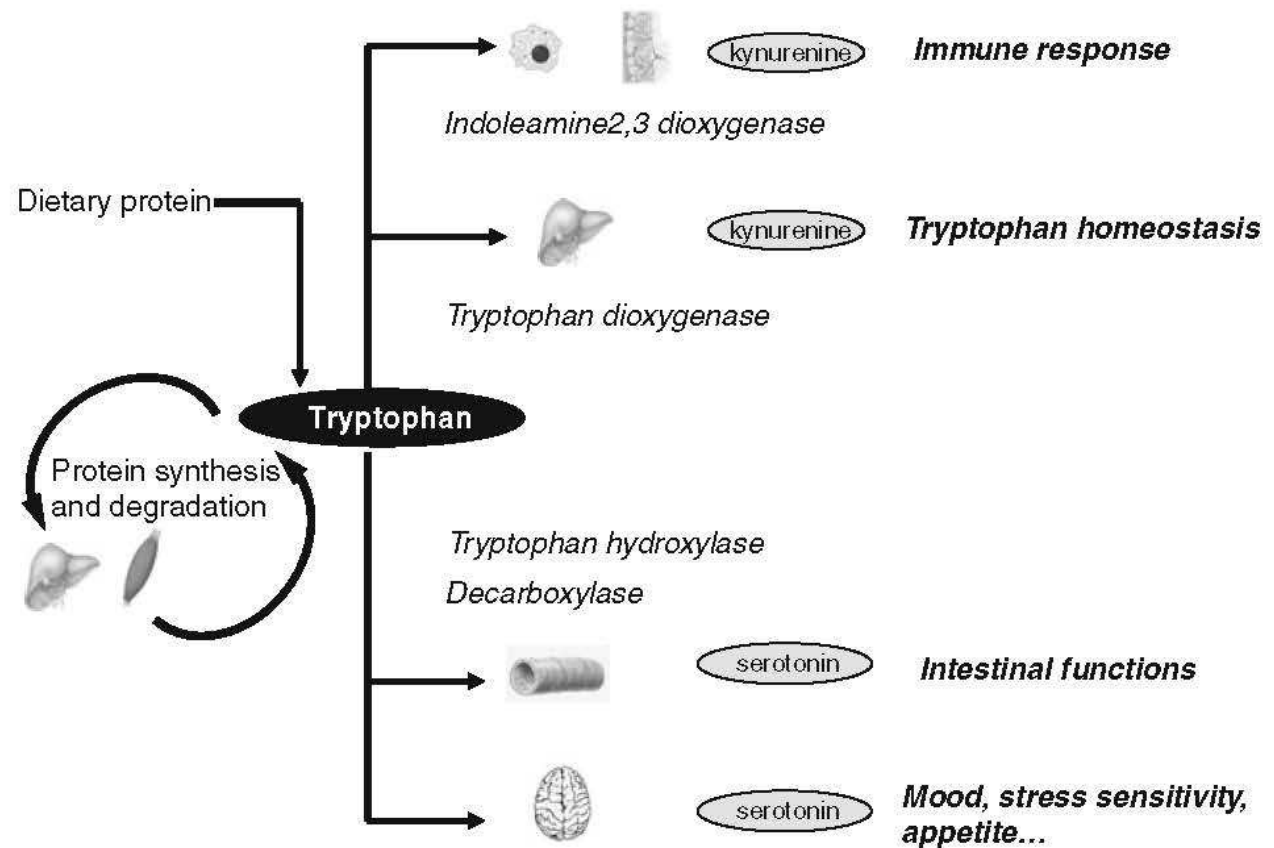
- Auftreten von Katarakten kann ein großes Problem in der Aquakultur sein, insbesondere bei Lachsen
 - Tierschutz
 - Ökonomie

- 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?

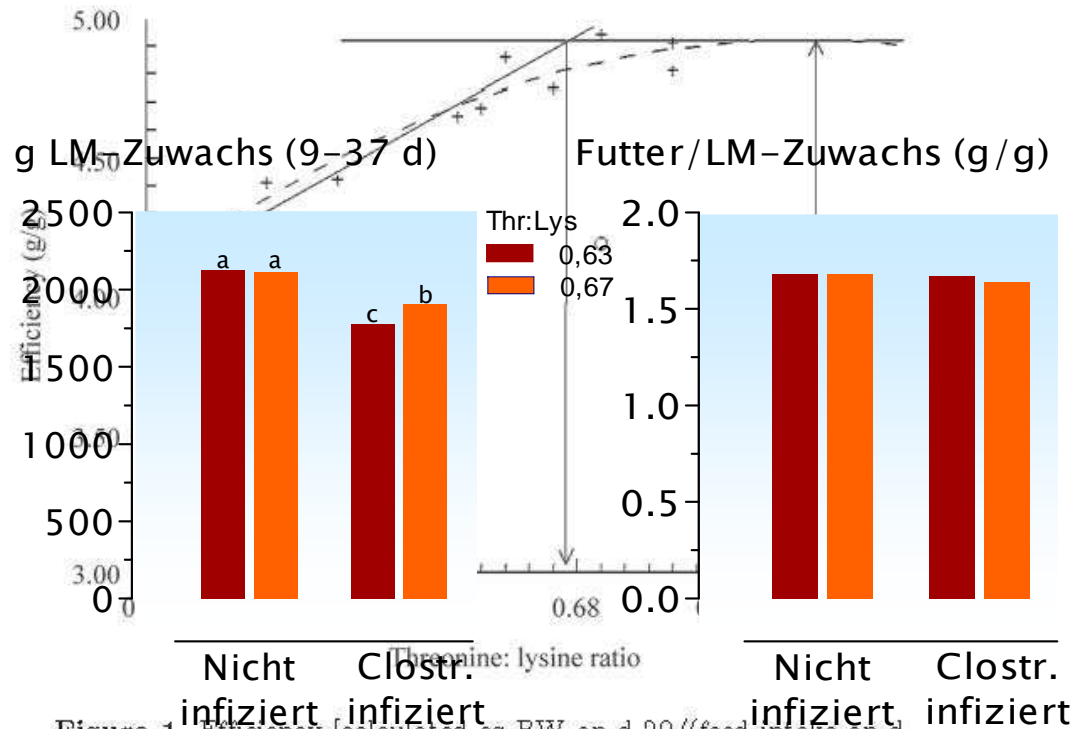
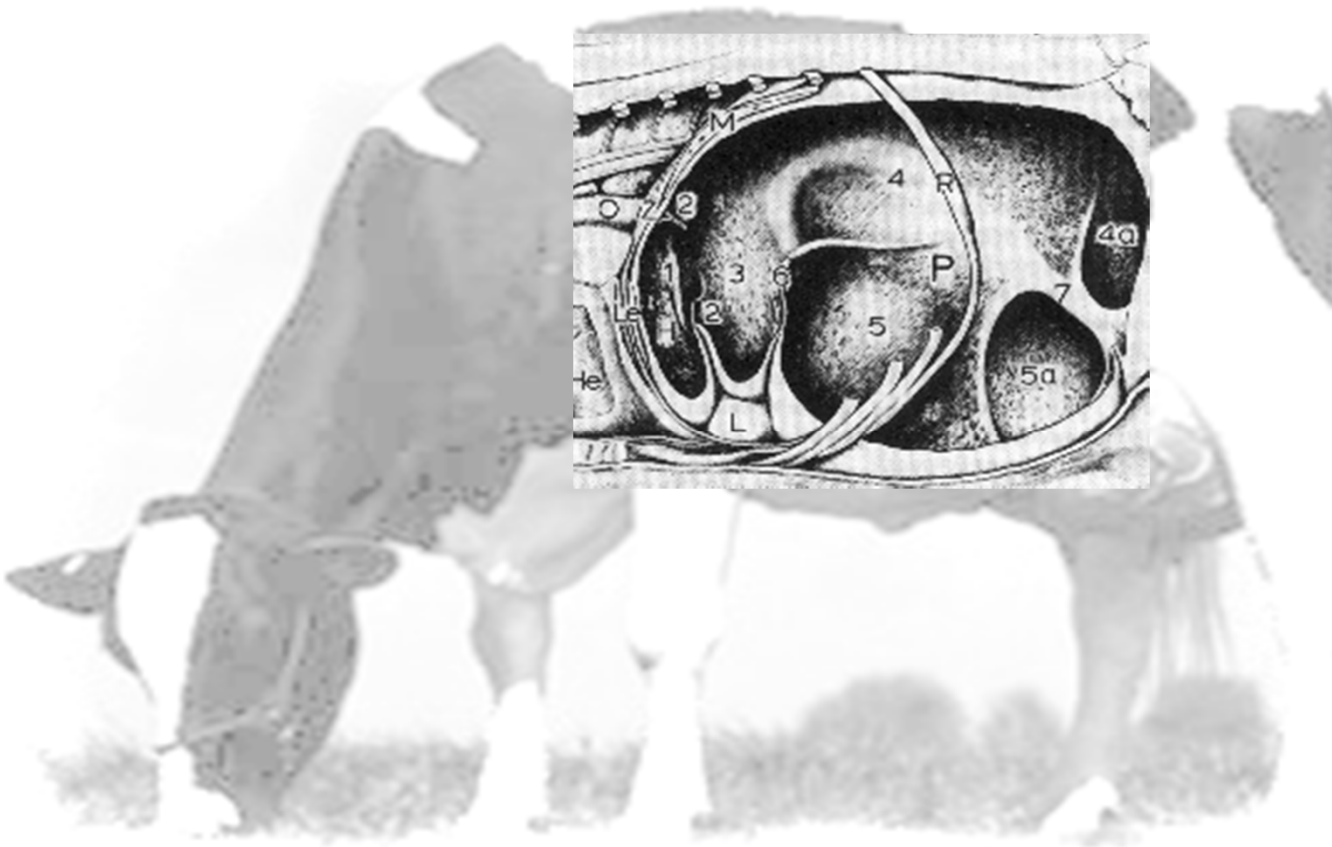


Figure 1. Efficiency [calculated as BW on d 20/(feed intake on d 14 + d 15 + d 16)] of birds infected with *Eimeria maxima* (d 9) and *Clostridium perfringens* (d 14) fed diets with an increasing standardized digestible threonine:lysine ratio in experiments 1 and 2. Optimum ratio determined by a quadratic 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; o = outlier of experiment 1.

Broiler
 Infektionsversuche mit *E. maxima* und *C. perfringens*
 Variation im Thr:Lys-Verhältnis

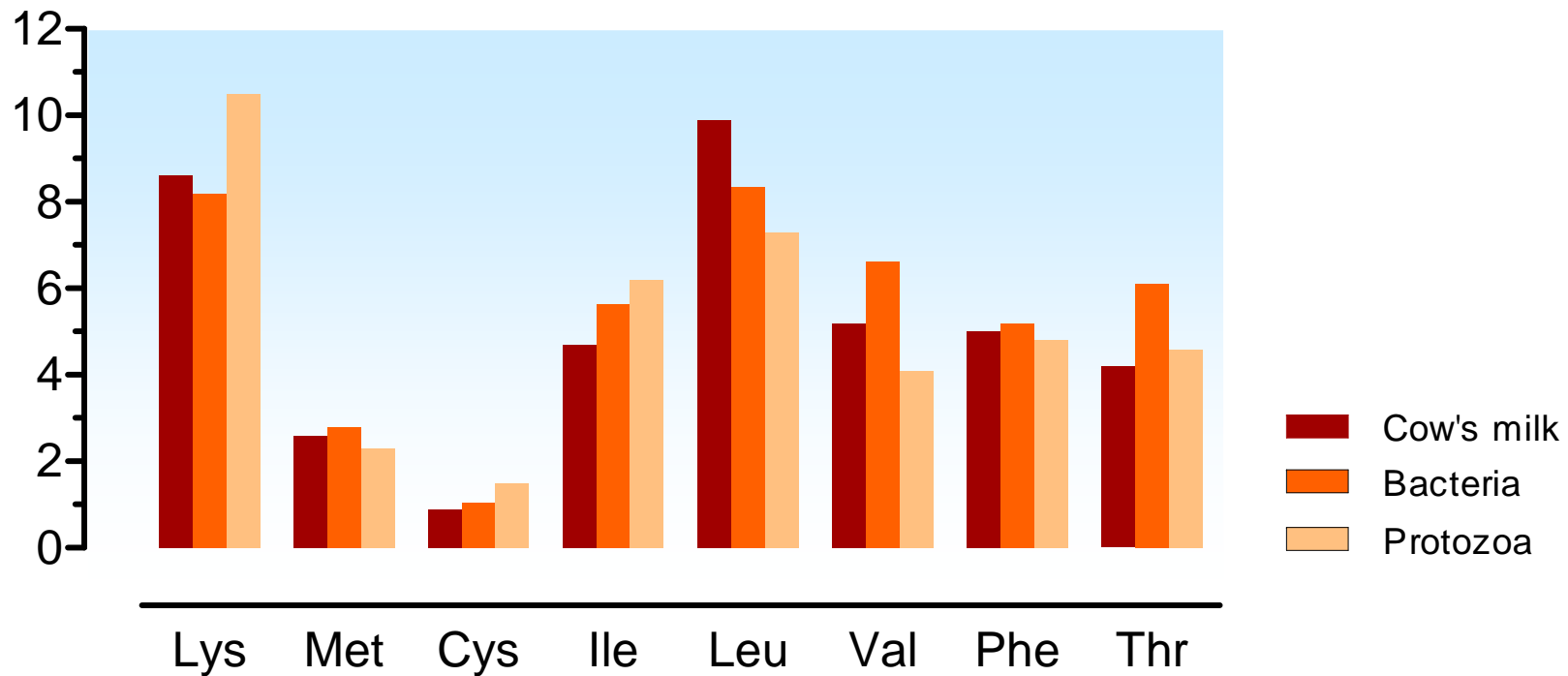
Gehäufte Läsionen in der Mucosa des Dünndarms nach Infektion
 Keine Einfluss des Thr:Lys-Verhältnisses auf Auftreten und Schweregrad der Läsionen

Star et al. (2012)



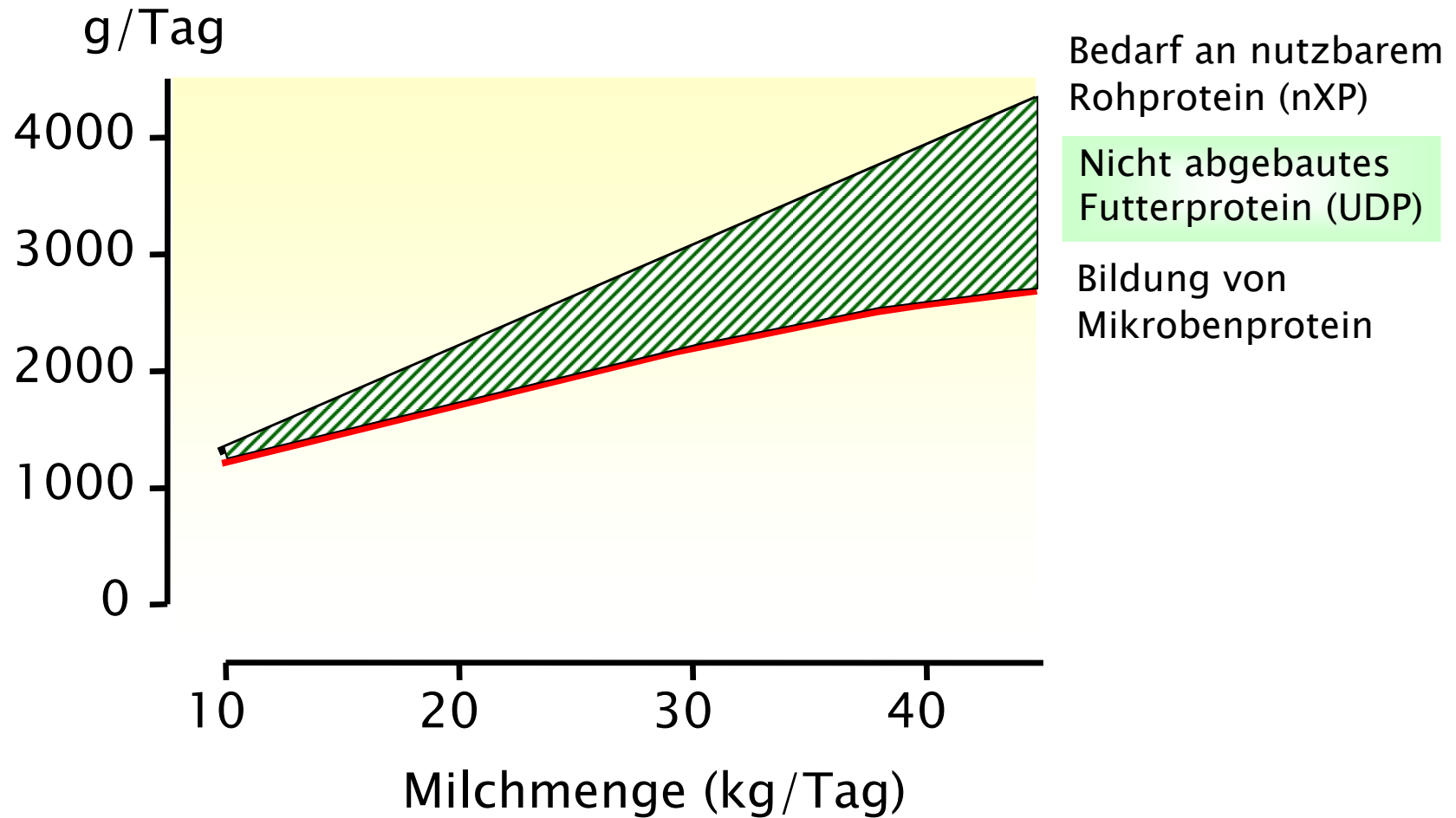
Comparison of mean amino acid concentrations

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

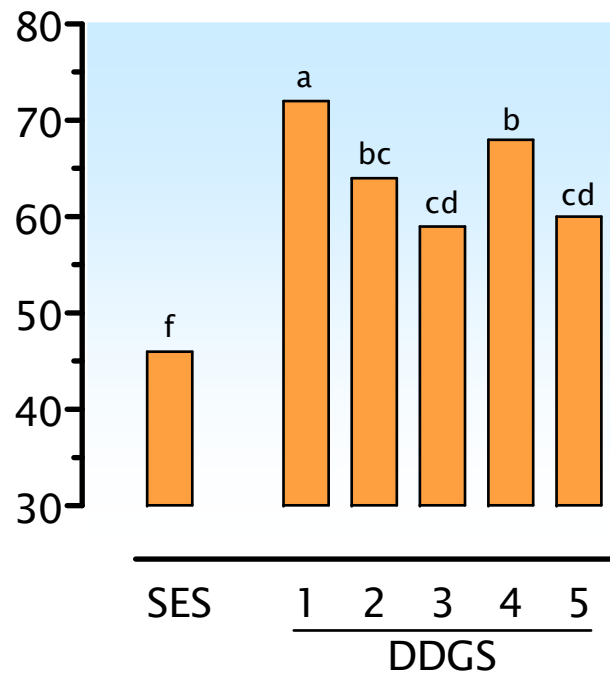
| | Abbau 8h | Anzahl signif. | | Abbau 16h | Anzahl signif. | |
|-------------------|-----------|-----------------------|--------|-----------|-----------------------|--------|
| | | höher als XP Abbau | tiefer | | höher als XP Abbau | tiefer |
| Rohprotein | 53 | | | 77 | | |
| Cystin | 60 | 9 | 0 | 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

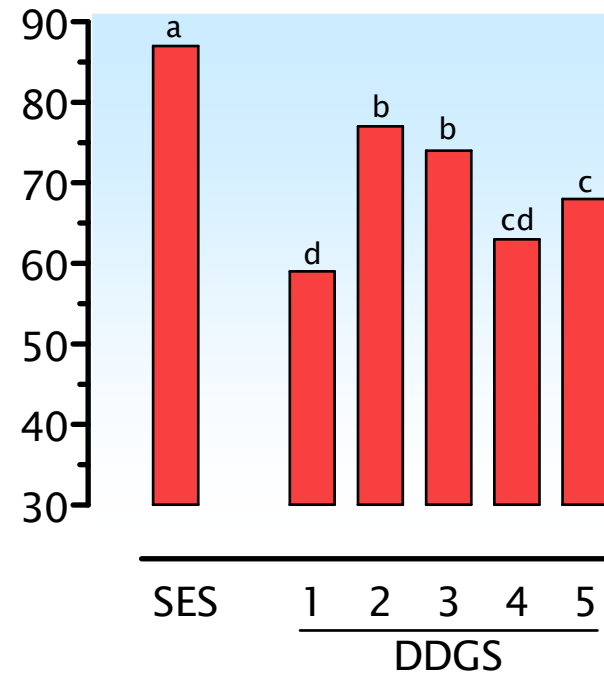
Kenndaten des Proteinwertes

- 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 (%)

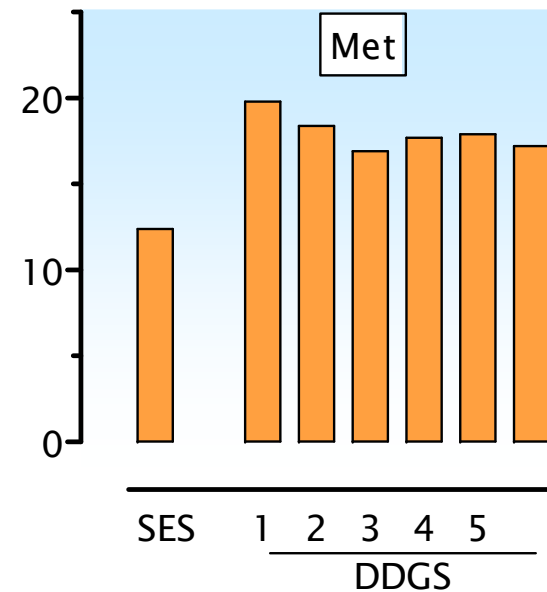
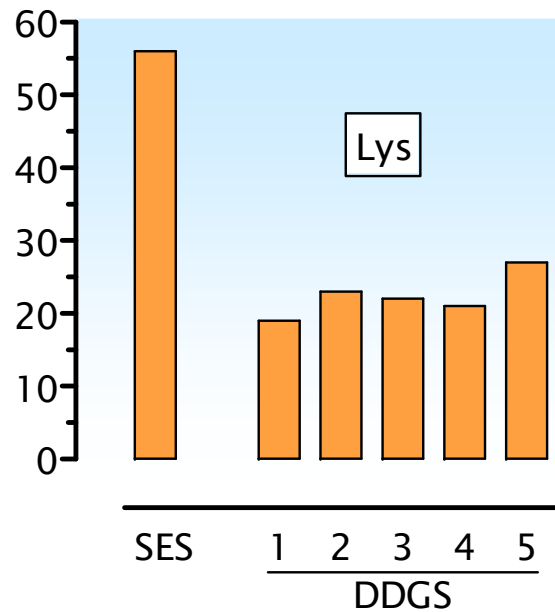


Kleinschmit et al. 2007

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

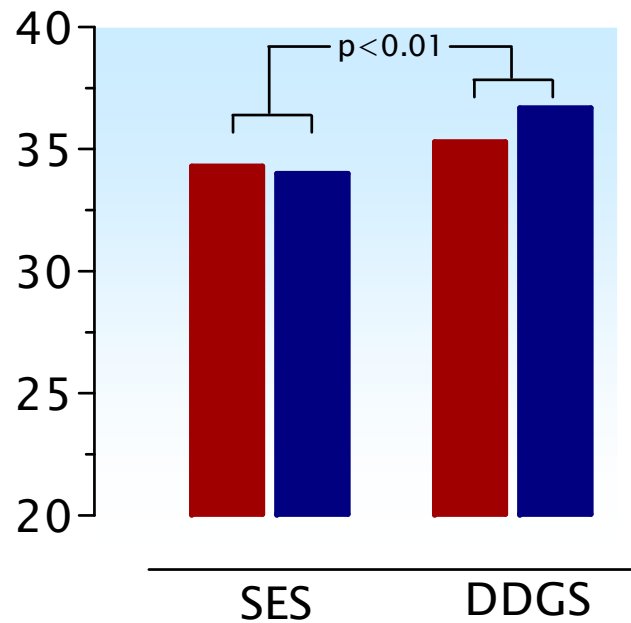


Kleinschmit et al. 2007

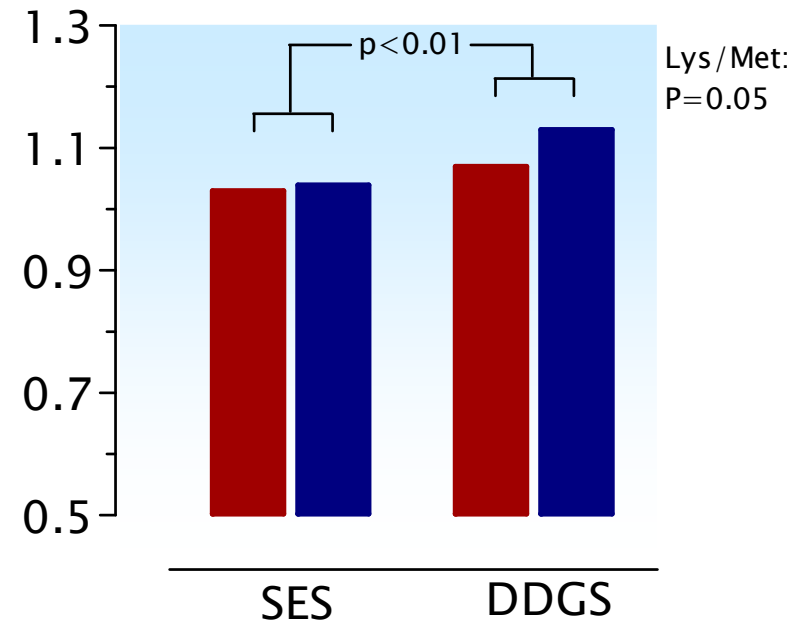
Wirkung von Aminosäurezulagen

- 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)



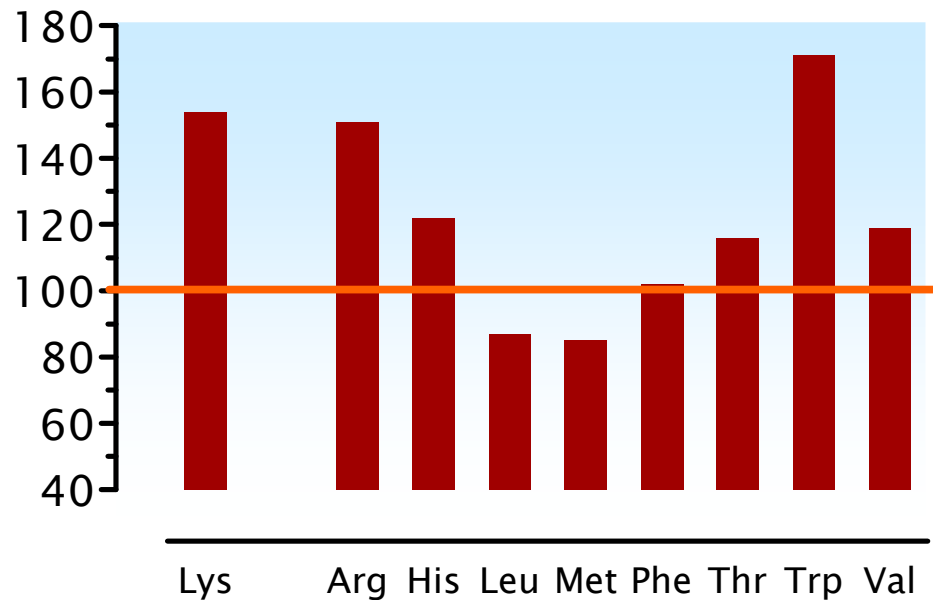
Nichols et al. 1998

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)