

# Aminosäurenverdaulichkeit von Getreide bei Legehennen

Tobias Zuber<sup>1</sup>, Dr. Jens Möhring<sup>2</sup>, Prof. Dr. Markus Rodehutscord<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut für Nutztierwissenschaften

<sup>2</sup>Institut für Kulturpflanzenwissenschaften



- Getreide trägt erheblich zur Versorgung von Legehennen mit Aminosäuren (AS) bei
- Variation der AS-Verdaulichkeit aus Getreide bei Geflügel nicht ausreichend geklärt
- Bisher nur wenige systematische Untersuchungen durchgeführt
- Antinutritive Wirkung von Nicht-Stärke-Polysacchariden (NSP) nachgewiesen
- Schätzverfahren zur Vorhersage der AS-Verdaulichkeit erforderlich

1. Erfassung der Variation in der Verdaulichkeit der Aminosäuren:  
Weizen, Roggen, Triticale, Mais
2. Erklärung der Variation in der Verdaulichkeit durch chemisch analysierbare Inhaltsstoffe
3. Ableitung von Verfahren, mit denen die Verdaulichkeit geschätzt werden kann



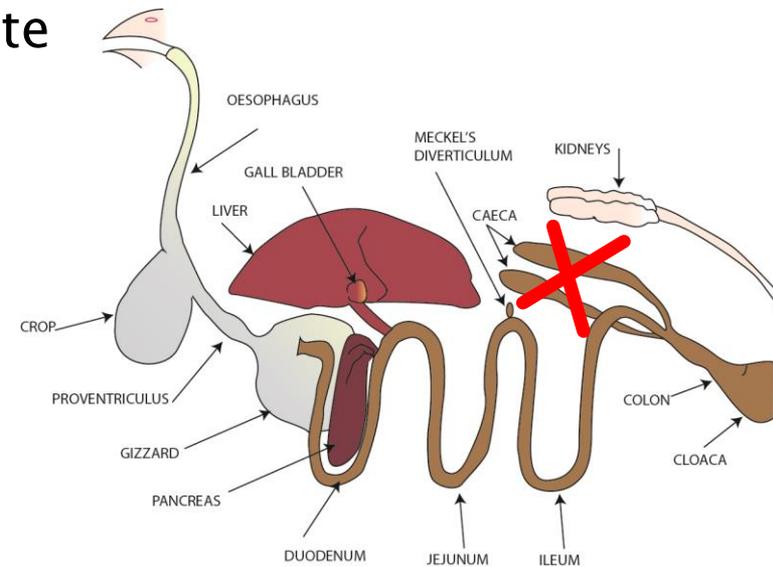
# Untersuchte Genotypen



		Weizen (n=20)	Roggen (n=20)	Triticale (n=20)	Mais (n=20)
Rohprotein	% i. TM	12,5 – 16,2	10,8 – 12,7	11,3 – 13,8	7,8 – 11,2
Lysin	g/16 g N	2,4 – 2,9	3,3 – 3,7	3,0 – 3,5	2,6 – 3,5
Methionin	g/16 g N	1,4 – 1,6	1,4 – 1,6	1,5 – 1,7	1,8 – 2,7
Cellulose	% i. TM	1,2 – 1,6	0,6 – 1,8	1,2 – 2,7	n.a.
β-Glukane	% i. TM	0,5 – 0,8	1,7 – 2,6	0,5 – 0,8	n.a.
Arabinoxylane	% i. TM	5,9 – 7,4	7,4 – 9,6	4,0 – 7,4	n.a.
Gesamt NSP	% i. TM	9,0 – 11,3	12,2 – 15,8	9,2 – 11,5	n.a.

n.a.: nicht analysiert

- Quantitative Sammlung der Exkremente bei caeectomierten Legehennen (Lohmann LSL–Classic)
- Haltung der Hennen in Bilanzkäfigen
- 16 Lateinische Quadrate (6x6)
- 4 Tage Anfütterung  
4 Tage Sammlung (2x täglich)  
2 Tage Zwischenperiode in Gruppenhaltung
- Probengewinnung: 16 Monate



[www.poultryhub.org](http://www.poultryhub.org)

# Zusammensetzung der Futtermischungen



	Basalration	Zulagemischungen
	(g/kg FM)	
Maisstärke	500	–
Getreidegenotyp X	–	500
Weizenkleber		178
Sojaextraktionsschrot		77
Mais		70
Sojaöl		50
Futterkalk		85
Vitamin-Mineral Premix		25
Monocalciumphosphat		5
KCl		3
L-Lysin · HCl		5
DL-Methionin		2

- Futtermischungen
  - 4x Basalration (50% Maisstärke) + 80 Zulagerationen
  - Mischung während der Gruppenhaltung (Weizen/Soja/Mais)
  
- Futtervorlage:
  - 2 x 60 g pro Tier und Tag
  - pelletiert (3 mm)
  
- Legeleistung wurde täglich bestimmt



## 80 Getreidegenotypen:

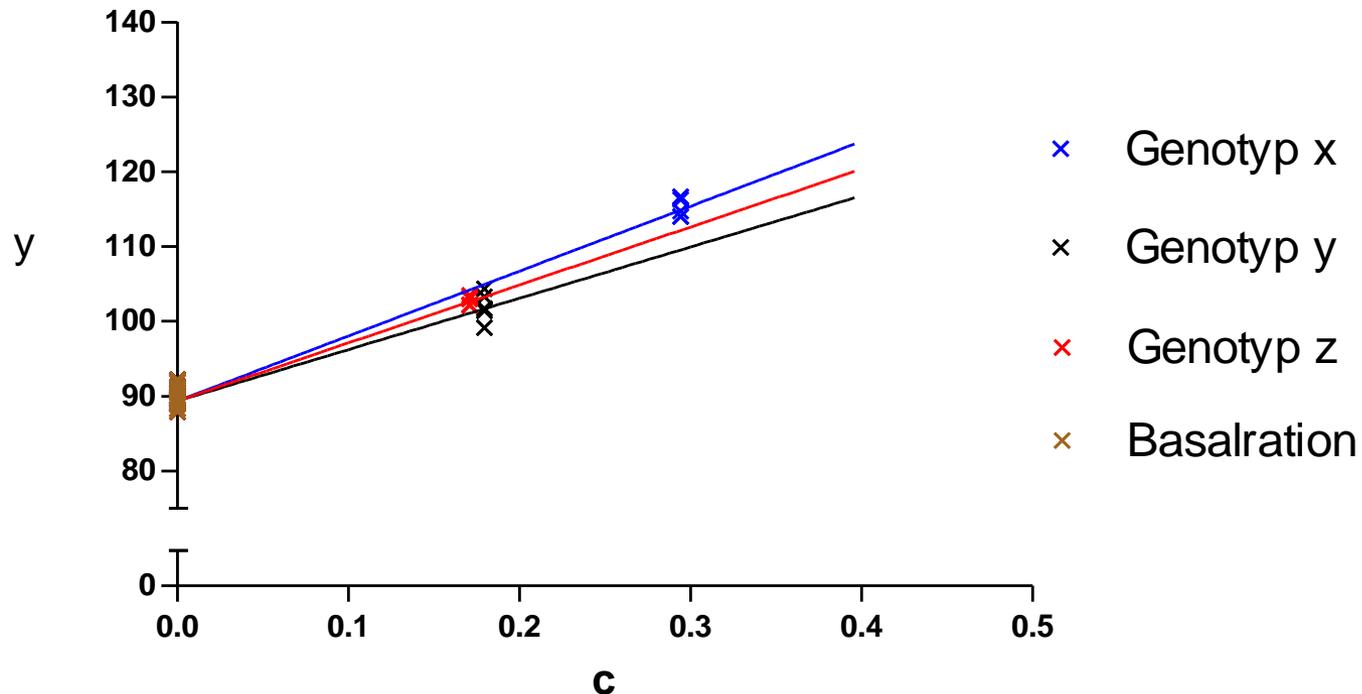
- Z-Projekt
- Zusätzlich bei Weizen, Roggen, Triticale: Kohlenhydratanalysen (Univ. Aarhus, Prof. Bach Knudsen)

## 84 Futtermischungen + 576 Exkrementproben:

- TM, XA, N, Aminosäuren, Bruttoenergie



## Regressionsanalytischer Ansatz zur Bestimmung der Aminosäurenverdaulichkeit aus dem zugelegten Getreidegenotyp



$c$  = aufgenommene Menge AS aus Genotyp/aufgenommene Menge AS aus Basalration  
 $y$  = (verdaute Menge AS/aufgenommene Menge AS aus Basalration) x 100

# Ergebnisse: Verdaulichkeit der Basalration (%)



	Basalration 1 (Weizen)	Basalration 2 (Roggen)	Basalration 3 (Triticale)	Basalration 4 (Mais)
Arg	91	91	92	91
His	86	88	87	87
Ile	92	92	92	92
Leu	93	93	93	93
Lys	89	90	90	90
Met	95	95	95	95
Phe	94	94	94	94
Thr	80	81	81	81
Trp	86	87	87	87
Val	89	89	90	90

# MW, SD und Spanne der AS-Verdaulichkeit (%)



	Weizen (n=20)	Roggen (n=20)	Triticale (n=20)	Mais (n=20)
<b>Lys</b>	<b>80</b> <i>5,8</i> (69-87)	<b>49</b> <i>6,3</i> (35-59)	<b>74</b> <i>3,3</i> (68-80)	<b>79</b> <i>4,5</i> (64-85)
<b>Met</b>	<b>84</b> <i>7,9</i> (70-93)	<b>67</b> <i>5,0</i> (57-75)	<b>83</b> <i>2,5</i> (77-86)	<b>91</b> <i>1,9</i> (86-94)
<b>Thr</b>	<b>82</b> <i>4,8</i> (71-88)	<b>45</b> <i>5,9</i> (34-54)	<b>73</b> <i>3,0</i> (68-78)	<b>83</b> <i>4,2</i> (72-89)
<b>Trp</b>	<b>84</b> <i>3,7</i> (78-90)	<b>56</b> <i>7,5</i> (36-71)	<b>79</b> <i>2,8</i> (74-83)	<b>69</b> <i>14,3</i> (21-88)

# Literaturvergleich: Aminosäurenverdaulichkeit (%)



## Weizen:

		Sorten	Lys	Met	Trp	Thr
McNab und Shannon (1974)	Legehennen	1	81	90	-	72
Green et al. (1987)	Hähne	1	80	90	-	85
Bryden et al. (2009)	Broiler	27	64 – 86	74 – 91	79 – 85	61 – 87
Bandegan et al. (2011)	Broiler	6	83 – 85	91 – 92	-	84 – 88
GrainUp	Legehennen	20	69 – 87	70 – 93	78 – 90	71 – 88

## Roggen:

		Sorten	Lys	Met	Trp	Thr
McNab und Shannon (1975)	Legehennen	1	66	74	-	72
GrainUp	Legehennen	20	35 – 59	57 – 75	36 – 71	34 – 54

# Literaturvergleich: Aminosäurenverdaulichkeit (%)



## Triticale:

		Sorten	Lys	Met	Trp	Thr
McNab und Shannon (1975)	Legehennen	1	80	94	-	78
Ravindran et al. (2005)	Broiler	4	75	86	-	68
Bryden et al. (2009)	Broiler	3	69 – 78	79 – 88	74– 76	61 – 71
GrainUp	Legehennen	20	68 – 80	77 – 86	74 – 83	68 – 78

## Mais:

		Sorten	Lys	Met	Trp	Thr
McNab und Shannon (1974)	Legehennen	1	76	92	-	78
Ravindran et al. (2005)	Broiler	8	79	87	-	68
Bryden et al. (2009)	Broiler	8	78 – 85	87 – 93	66 – 75	60 – 73
GrainUp	Legehennen	20	64 – 85	86 – 94	21 – 88	72 – 89



# Korrelationen

- Vereinzelt signifikante Korrelationen der Aminosäurenverdaulichkeit mit den physikalischen Variablen Tausendkorngewicht (Weizen) und Hektolitergewicht (Roggen, Mais)
- Signifikant negative Korrelationen zu den Gehalten an Arabinoxylanen nur bei Roggen
- Signifikante Korrelationen zu einzelnen NSP-Bausteinen bei Weizen, Roggen und Triticale
- Signifikant positive Korrelationen des Gehaltes an Rohprotein mit den Verdaulichkeiten der essentiellen AS (Ausnahmen: **Ile**, **Trp**) bei Mais

→ kein einheitliches Muster über die Kulturarten hinweg

# Multiple Regressionen

- $\approx 100$  Variablen je Genotyp
- Einteilung der Variablen in 6 „Variablenpools“
  - Physikalische Variablen
  - Rohnährstoffe
  - Mineralstoffe
  - Aminosäuren
  - Inositolphosphate
  - Kohlenhydratfraktionen
- Verschiedene Kombinationen der Variablenpools und einzelner Variablen mit PROC REG (stepwise selection, Signifikanzniveau:  $p \leq 0,10$ ) der Statistiksoftware SAS 9.3 zur Schätzung der Aminosäurenverdaulichkeit getestet
- Bewertung der Schätzgüte durch das adjustierte  $R^2$  und den RMSE

## Beispiel: Triticale

- Gehalte an den Nicht-Stärke-Polysacchariden (NSP) Cellulose, Arabinoxylane und  $\beta$ -Glucane nicht für eine Schätzung der AS-Verdaulichkeit geeignet
- Einzelne Bausteine der NSP (v.a. Monosaccharide) von größerer Bedeutung

## Lysin-Verdaulichkeit:

n Variablen	2	3	4	5
Variablen	lösliche Fucose lösliche Uronsäuren	lösliche Fucose lösliche Uronsäuren Ca	lösliche Fucose lösliche Uronsäuren Ca XL	lösliche Fucose lösliche Uronsäuren Ca XL Glycin
Adj. R <sup>2</sup>	0,66	0,76	0,86	0,88
RMSE	1,95	1,65	1,25	1,16

## Lysin-Verdaulichkeit:

n Variablen	2	3	4	5
Variablen	lösliche Fucose lösliche Uronsäuren	lösliche Fucose lösliche Uronsäuren Ca	lösliche Fucose lösliche Uronsäuren Ca XL	lösliche Fucose lösliche Uronsäuren Ca XL Glycin
Adj. R <sup>2</sup>	0,66	0,76	0,86	0,88
RMSE	1,95	1,65	1,25	1,16

## Methionin-Verdaulichkeit:

n Variablen	2	3	4	5
Variablen	aNDFom Stärke	aNDFom Fructose lösliche Fucose	Hektolitergewicht Fructose lösliche Fucose Methionin	aNDFom Fructose lösliche Fucose IP5_12346 Ca
Adj. R <sup>2</sup>	0,43	0,68	0,73	0,80
RMSE	1,94	1,43	1,31	1,13

Beschränkung auf:

- Physikalische Variablen
- Weender Rohnährstoffe
- Detergentienfasern
- Stärke
- Bruttoenergie

	Variablen	Adj. R <sup>2</sup>	RMSE
Arginin	aNDFom	0,31	1,40
Isoleucin	aNDFom, XP	0,56	2,80
Leucin	aNDFom	0,37	1,89
Lysin	XF, XL	0,25	2,90
Methionin	aNDFom, XL	0,43	1,89
Phenylalanin	aNDFom	0,33	1,69
Threonin	XF, XL	0,41	2,29
Valin	aNDFom, XP	0,61	2,21

- Umfangreicher Datensatz zur AS-Verdaulichkeit verschiedener Kulturarten bei Legehennen konnte erfolgreich erstellt werden
- Bei Legehennen variiert die Verdaulichkeit der AS auch innerhalb einer Kulturart erheblich
- Variation der AS-Verdaulichkeit entspricht den Literaturwerten
- Signifikanzen bei Korrelationsrechnungen weder zwischen den Kulturarten noch innerhalb der Kulturarten für alle AS gleich
- Gehalte an einzelnen Inhaltsstoffen reichen nicht aus, um die beobachtete Variation in der AS-Verdaulichkeit zu erklären
- Triticale: Aussagekräftige Schätzgleichungen nur bei Berücksichtigung analytisch teilweise schwer erfassbarer Variablen

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



Gefördert durch:



Bundesministerium für  
Ernährung, Landwirtschaft  
und Verbraucherschutz

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



Projektträger Bundesanstalt  
für Landwirtschaft und Ernährung