

Fütterungsversuch zum Einsatz von slow release Harnstoff

Verdaulichkeitsmessungen zu Getreideganzpflanzensilage

Dr. Martin Pries

Stand des Wissens

Futterharnstoff

- Gehört seit 2005 zu den FM-Zusatzstoffen
- enthält im Mittel 46 % Stickstoff (N)
- NPN (= Nicht-Protein-Stickstoff)
 - meist nur mikrobielle Verdauung möglich
 - daher ernährungsphysiologischer Wert für Wiederkäuer
- Einsatz von Harnstoff wird in Rationen mit negativer Ruminaler Stickstoffbilanz (RNB) empfohlen
 - Maissilage: RNB (g/kg TM) = -7 – -9
 - Harnstoff: RNB (g/kg TM) = 460
 - Rationsziel: RNB (g/kg TM) = 0
- Positiver Einfluss auf den Silierprozess

SPIEKERS et al. (2009), LWK NRW (2011), STANGL (2011)

Stand des Wissens

slow release Futterharnstoff

- „geschützte“ Form des Harnstoffs, z.B. durch Fettcoating
 - Ziel: gleichmäßige Abgabe des Harnstoffs über einen längeren Zeitraum im Pansen
- mehr Effizienz und Entlastung der Leber
- Verringerung der N-Ausscheidung über Harn und Kot

SPIEKERS et al. (2009), HIGHSTREET et. al (2010)

Material und Methoden

Versuchszeitraum:

- 11.09.2013 bis 07.01.2014 (118 Tage)

Tiere

- 4 x 24 hochleistende Milchkühe der Rasse Deutsche Holstein
- Gruppeneinteilung nach
 - Milchleistung
 - Laktationsnummer
 - Laktationstag
 - Lebendmasse
 - Vorlaktationsleistung

Material und Methoden

Haltung

- Boxenlaufstall mit Hochboxen und Spaltenboden
- 24 Kühe je Gruppe
- Tier-Fressplatz-Verhältnis: 2 : 1
- Tierindividuelle Erfassung der Futter- und Wasseraufnahme über Wiegetröge



3. Material und Methoden

Darstellung des Versuchsaufbaues

Luftraum SPALTEN I	Luftraum SPALTEN II
<p>uMS + RES + srUrea</p>	<p>uMS + RES + Urea</p>
<p>uMS + RES</p>	<p>(bMS + Urea) + RES</p>

Material und Methoden

Maissilage

- Ernte: Herbst 2012
- zwei Häckselketten
- Maispflanzen gleicher Schläge
- Siliergut einer Miete wurde eine 45 %ige Harnstofflösung zugesetzt
 - 500 kg Harnstoff, 620 kg Wasser
 - Dosierung: 7,5 l Harnstofflösung pro t Siliergut
 - 1,8 g N/kg FM



Material und Methoden

Fütterung

- Totale Mischration (TMR) ausgelegt auf 35 kg Milch
- Maissilageaufnahme von mind. 9 kg TM in allen Varianten
- Gleiches Verhältnis von Mais- zu Grassilage
- Kalkulierte Grobfutteraufnahme: 14 – 15 kg TM/Tier/Tag
- RES, MLF, geschütztes Futterfett und Mineralfutter nach Bedarf

Material und Methoden

Ration	Mais-silage	Gras-silage	Luzerne	AGF	MLF	Minfu	TM Gesamt
	kg TM	kg TM	kg TM	kg TM	kg TM	kg TM	kg TM
uMS + RES	10,2	2,74	1,09	4,64	3,80	0,12	22,5
(bMS+Urea) + RES	10,2	2,74	1,09	3,96	4,47	0,12	22,5
uMS + (RES + Urea)	10,2	2,74	1,09	4,04	4,47	0,12	22,6
uMS + (RES + srUrea)	10,2	2,74	1,09	4,02	4,47	0,12	22,6

Material und Methoden

Nährstoffgehalte der Rationen*

* XP-Fraktionierung auf Basis UDP-5 Werten

Ration	T	NEL	XP	nXP	UDP	RNB	XF
	g	MJ	g	g	%	g	g
uMS + RES	464	6,95	155	162	33	-1,0	174
(bMS+Urea) + RES	464	6,95	157	160	31	-0,3	173
uMS + (RES + Urea)	464	6,97	159	165	34	-0,8	172
uMS + (RES + srUrea)	464	6,99	159	165	33	-1,0	172

Material und Methoden

Datenerfassung

Merkmale	Zeitpunkt
Futteraufnahme der TMR je Tier	täglich
Milchmenge	täglich
Lebendmassen	täglich
Milchinhaltsstoffe	wöchentlich
RFD-Messung	alle vier Wochen
BCS-Erfassung	alle vier Wochen
Harnproben zur Bestimmung der NSBA und des Harnstoff-N-Anteils	2 x 15 Tiere je Gruppe nach dem ersten und zweiten Versuchsdrittel

Ergebnisse und Diskussion

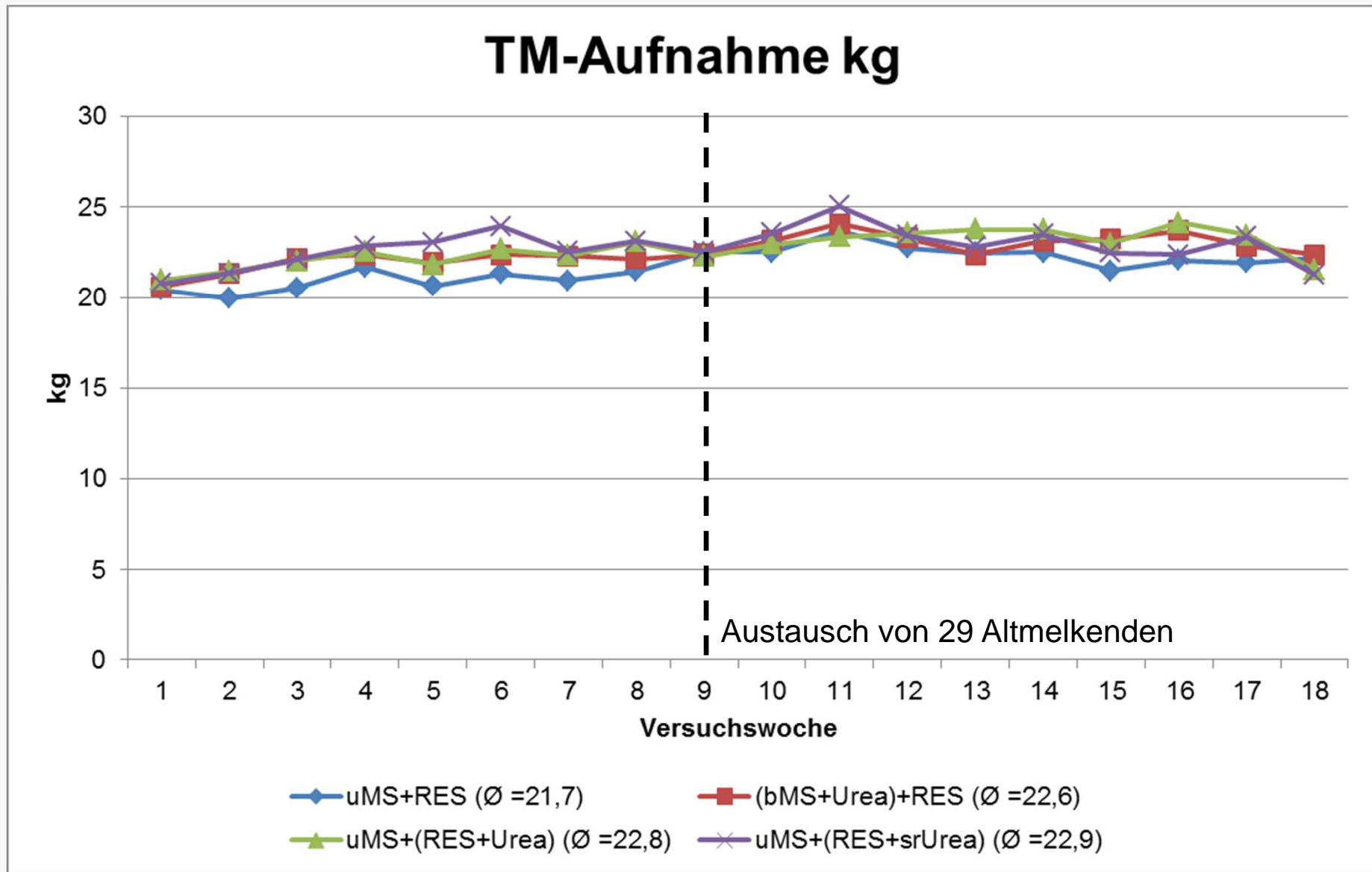
EMMEANS und SEM ausgewählter Ergebnisse

		uMS+RES	(bMS+Urea)+ RES	uMS+ (Urea+RES)	uMS+ (srUrea+RES)
Beobachtungen	n	405	407	407	408
TM-Aufnahme	kg	21,7 ^a 0,12	21,8 ^a 0,16	22,6 ^b 0,16	22,2 ^{ab} 0,20

mögliche Ursache für die geringere TM-Aufnahme in der Variante (bMS+Urea)+RES ist der geringere pH-Wert der Maissilage mit Urea (pH 3,4 vs. pH 3,7)

→ stärkere pH Absenkung im Pansen?

^{a,b,c} unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen Signifikanzen innerhalb einer Zeile, $p \leq 0,05$

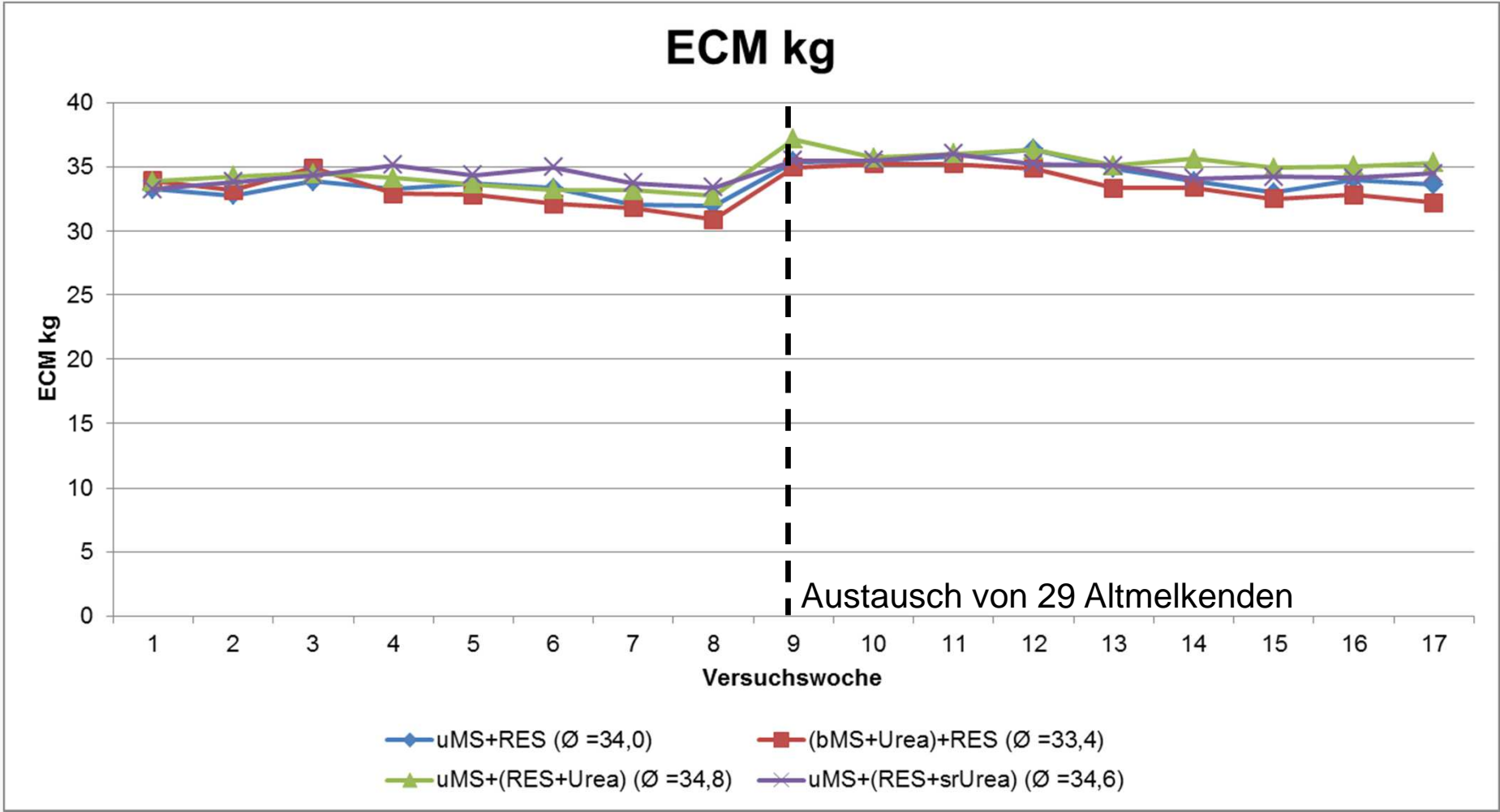


Ergebnisse und Diskussion

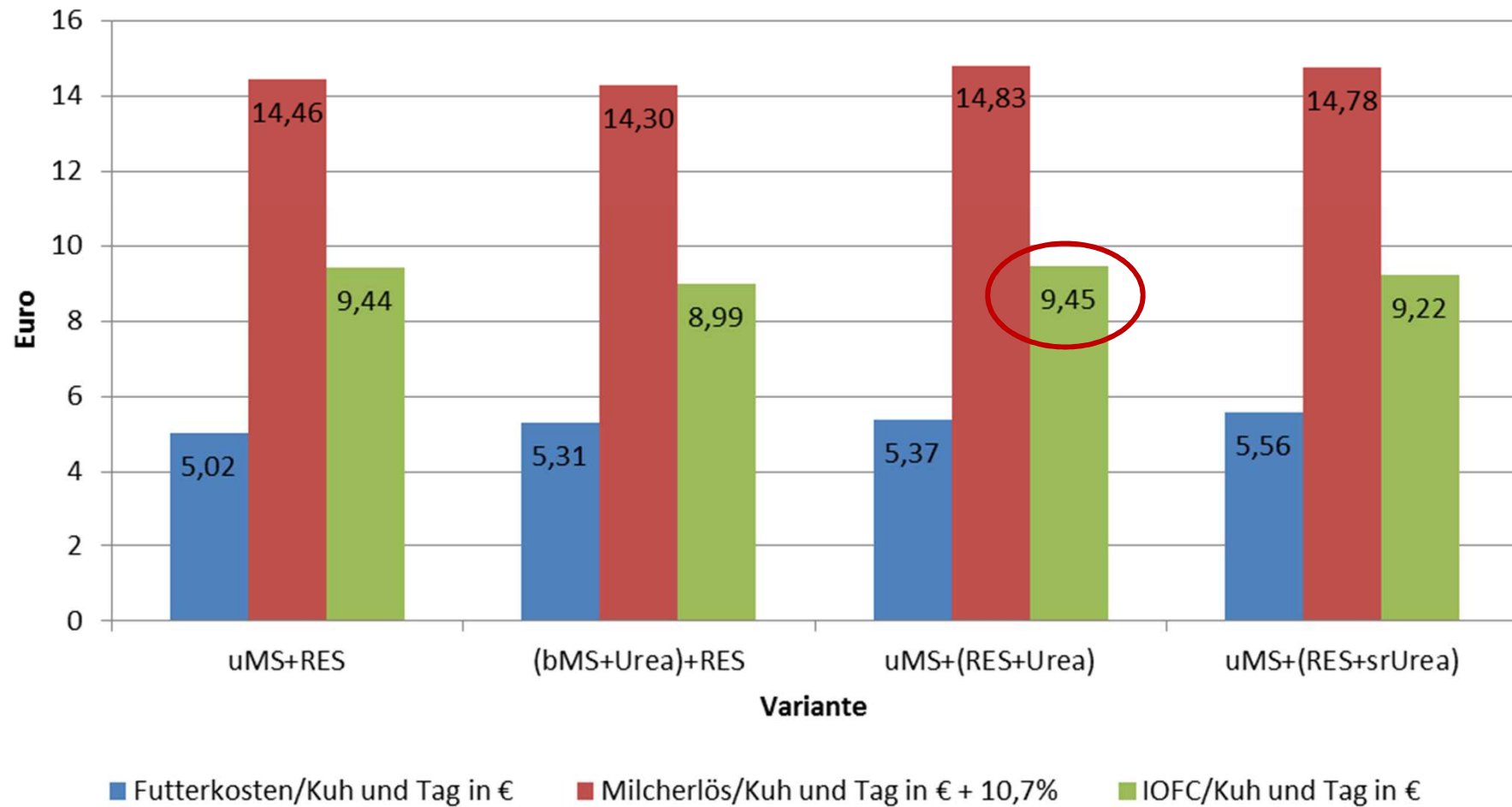
EMMEANS und SEM ausgewählter Ergebnisse

		uMS+RES	(bMS+Urea)+ RES	uMS+ (Urea+RES)	uMS+ (srUrea+RES)
Beobachtungen	n	405	407	407	408
TM-Aufnahme	kg	21,7^a 0,12	21,8^a 0,16	22,6^b 0,16	22,2^{ab} 0,20
ECM	kg	33,8^b 0,23	31,7^a 0,31	34,3^b 0,31	34,3^b 0,39
Fett	kg	1,27^b 0,01	1,20^a 0,02	1,31^b 0,02	1,32^b 0,02
Eiweiß	kg	1,15^b 0,01	1,09^a 0,01	1,16^b 0,01	1,16^b 0,01
Milchharnstoff	mg/kg	174^a 2,37	204^b 3,17	198^b 3,19	183^a 3,95
N-Effizienz	%	33,5^c 0,17	30,6^a 0,23	31,8^b 0,23	32,3^b 0,29

a,b,c unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen Signifikanzen innerhalb einer Zeile, $p \leq 0,05$

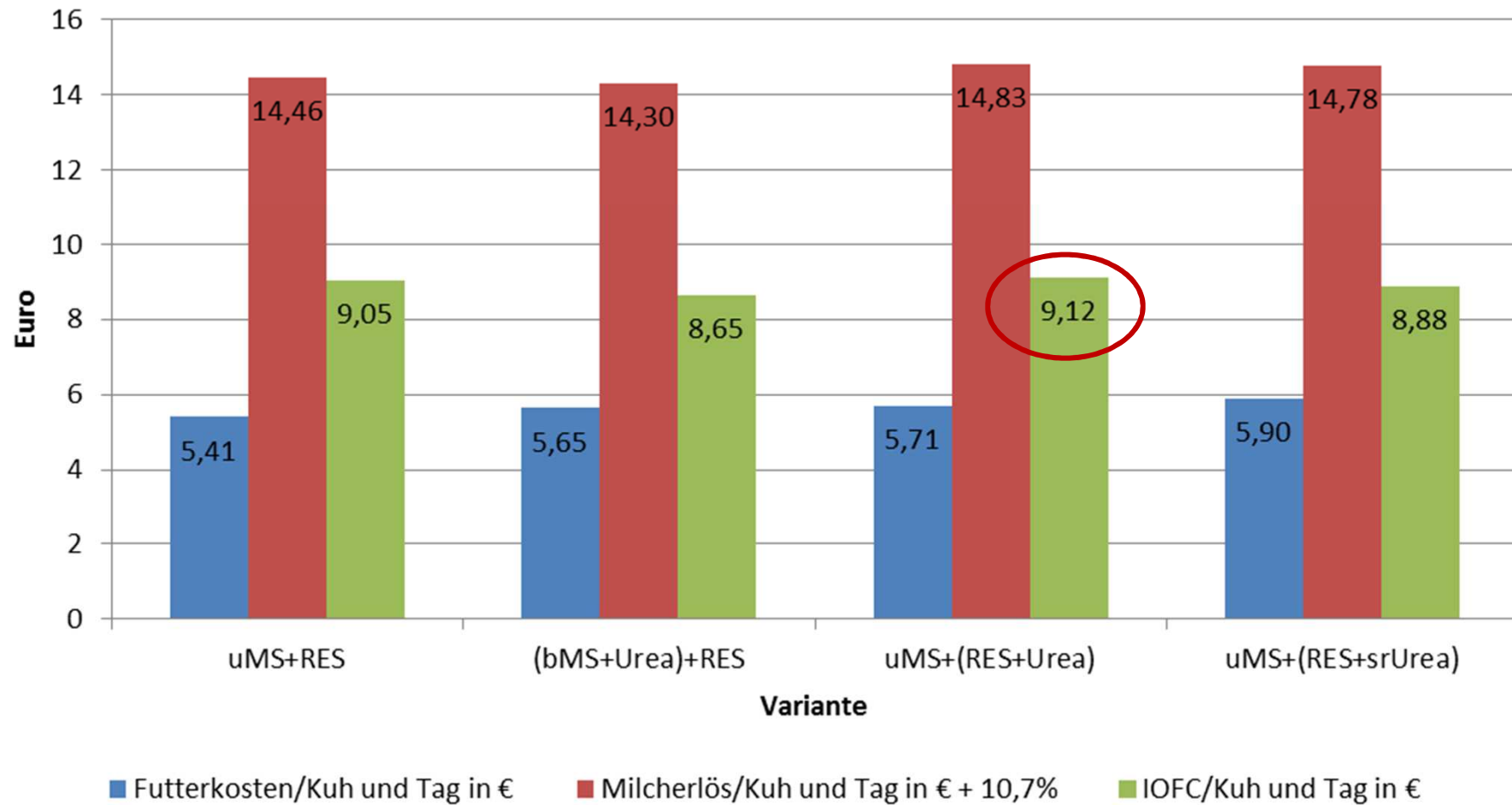


Ökonomische Betrachtung (RES: 25,00 €/dt)



→ Bei aktuellen Preisen kann mit Futterharnstoff ein vergleichbarer IOFC/Kuh und Tag erzielt werden

Ökonomische Betrachtung (RES: 33,00 €/dt)



➔ Höhere Preise für RES lassen den Einsatz für Futterharnstoff
interessanter werden

Fazit

- **Die Zugabe des Futterharnstoffs bei der Silierung führte zu einer signifikant geringeren Milchleistung**
- **Slow Release Harnstoff zeigt im Vergleich zu herkömmlichen Futterharnstoff keine Vorteile**
- **Ausscheidungen von Milchwahnstoff insgesamt höher bei Verabreichung von Harnstoff, aber nicht immer signifikant**
- **Die Zugabe von Harnstoff ist ökonomisch nur in Form von herkömmlichen Futterharnstoff interessant**

Versuchsfragestellung Versuch 2

- Wie wirkt sich der Einsatz von Futterharnstoff bei isonitrogener und isoenergetischer Rationsgestaltung auf die Futter- und Nährstoffaufnahme bzw. die Leistungsparameter aus, wenn
 - I. 80 bzw. 160 g Harnstoff zugelegt werden und
 - II. Futterharnstoff bzw. slow-release Harnstoff eingesetzt wird?

Material und Methoden

- 4 x 24 hochleistende DH-Kühe

Gruppe	Dosierung	Bindungsform
Versuch 1	80 g	Harnstoff
Versuch 2	160 g	Harnstoff
Versuch 3	180 g	slow-release Harnstoff
Versuch 4	90 g	slow-release Harnstoff

- 124 Versuchstage (17.01.14 – 20.05.2014)
- Milchviehversuchsstall R6, Haus Riswick:



Material und Methoden

- Rationsbestandteile der TMR (in % der TM):

Komponenten	Anteil in % TM (von – bis)
Maissilage	40,3 (37,7 – 47,3)
Grassilage	14,0 (13,8 – 14,1)
Luzerneheu	5,9
Pressschnittzelsilage	6,8 (0 – 8,5)
Stroh	0,4 (0 – 1,9)
Milchleistungsfutter	31,7 (31,3 – 32,0)
Mineralfutter + Viehsalz	1,0

Material und Methoden

- Zusammensetzung der Milchleistungsfutter (in %)

Komponenten	Urea 80 g	srUrea 90 g	Urea 160 g	srUrea 180 g
RES	43,0	43,0	24,5	24,5
Weizenkleie	15,1	15,1	21,2	21,2
Mais	14,0	14,0	19,5	19,5
Triticale	8,3	8,3	11,3	11,3
Maiskleberfutter	5,0	5,0	7,0	7,0
Vinasse	5,0	5,0	5,0	5,0
Futterfett, geschützt	4,4	4,3	3,8	3,5
Trockenschnitzel	3,5	3,5	4,7	4,7
Harnstoff	1,0	1,1	2,0	2,3
Futterkalk + Viehsalz	0,7	0,7	1,0	1,0

Material und Methoden

- Nährstoffgehalte der Rationen (je kg TM):

Inhaltsstoffe	Urea 80 g	srUrea 90 g	Urea 160 g	srUrea 180 g
TM, g/FM	430	430	429	429
XA, g	70	69	68	68
XP, g	156	155	153	155
XL, g	49	48	47	45
XF, g	171	171	167	167
XZ, g	35	36	31	31
XS, g	223	223	242	243
bXS, g	41	41	48	48
aNDFom, g	353	355	351	348
ADFom, g	196	195	187	187
UDP, %	31	31	30	31
nXP, g	167	167	166	167
RNB, g	-1,7	-1,8	-2,2	-2,0
NEL, MJ	7,2	7,1	7,2	7,2

Material und Methoden

- Auswertung mit IBM SPSS Statistics 22 (IBM, USA)
- Statistisches Modell:

$$y_{ijk} = \mu + VG_i + LN_j + VG \times LN_{ij} + bLT + e_{ijk}$$

wobei:

VG_i = fixer Effekt der i-ten Versuchsgruppe

LN_j = fixer Effekt der j-ten Laktationsnummer

$VG \times LN_{ij}$ = fixer Effekt der Interaktion Versuchsgruppe x Laktationsnummer

bLT = Laktationstag als Kovariable

e_{ijk} = zufälliger Restfehler

Ergebnisse

- Mittelwerte (\pm SE) verschiedener Parameter der Nährstoffaufnahmen je Tier und Tag:

Parameter	Urea 80 g	srUrea 90 g	Urea 160 g	srUrea 180 g
n	427	428	428	380
TM, kg	22,4 ^a \pm 0,13	22,7 ^a \pm 0,13	21,0 ^c \pm 0,13	21,8 ^b \pm 0,14
Wasser, kg	82,5 ^a \pm 0,52	79,2 ^b \pm 0,51	76,5 ^c \pm 0,52	74,7 ^c \pm 0,55
XP, g	3.487 ^a \pm 19,4	3.503 ^a \pm 19,4	3.183 ^c \pm 19,4	3.365 ^b \pm 20,7
nXP, g	3.760 ^a \pm 21,7	3.795 ^a \pm 21,7	3.499 ^c \pm 21,7	3.664 ^b \pm 23,2
RNB, g	-43,4 ^a \pm 0,55	-46,0 ^b \pm 0,55	-49,6 ^c \pm 0,55	-47,3 ^b \pm 0,59
Harnstoff, g	88,0 ^a \pm 0,70	88,8 ^a \pm 0,70	178 ^b \pm 0,70	169 ^c \pm 0,74
N aus Harnstoff, g	41,1 ^a \pm 0,33	41,5 ^a \pm 0,33	83,0 ^b \pm 0,33	79,0 ^c \pm 0,35
a,b,c $p \leq 0,05$				

Ergebnisse

- Mittelwerte (\pm SE) verschiedener Parameter der Nährstoffeffizienz je Tier und Tag:

Parameter	Urea 80 g	srUrea 90 g	Urea 160 g	srUrea 180 g
n	427	428	428	380
Energieaufnahme, MJ NEL	162 ^{a,b} \pm 0,95	163 ^a \pm 0,95	153 ^c \pm 0,95	159 ^b \pm 1,02
Energiebilanz, MJ NEL	9,3 \pm 0,86	10,3 \pm 0,85	7,7 \pm 0,86	9,8 \pm 0,91
Futtereffizienz, kg ECM/kg TM	1,59 \pm 0,01	1,58 \pm 0,01	1,58 \pm 0,01	1,57 \pm 0,01
N-Effizienz, %	34,0 ^a \pm 0,19	34,0 ^a \pm 0,19	34,2 ^a \pm 0,19	33,1 ^b \pm 0,20
a,b,c $p \leq 0,05$				

Ergebnisse

- Mittelwerte (\pm SE) verschiedener Parameter der Milchleistung:

Parameter	Urea 80 g	srUrea 90 g	Urea 160 g	srUrea 180 g
n	427	428	428	380
Milchmenge, kg	37,5 ^a \pm 0,24	37,8 ^a \pm 0,24	35,7 ^b \pm 0,24	36,1 ^b \pm 0,25
Fettgehalt, %	3,51 ^b \pm 0,03	3,53 ^b \pm 0,03	3,52 ^b \pm 0,03	3,67 ^a \pm 0,03
Fettmenge, kg	1,31 ^a \pm 0,01	1,33 ^a \pm 0,01	1,25 ^b \pm 0,01	1,31 ^a \pm 0,01
Eiweißgehalt, %	3,18 ^{a,b} \pm 0,01	3,19 ^a \pm 0,01	3,12 ^c \pm 0,01	3,15 ^{b,c} \pm 0,01
Eiweißmenge, kg	1,19 ^a \pm 0,01	1,20 ^a \pm 0,01	1,11 ^b \pm 0,01	1,13 ^b \pm 0,01
Harnstoffgehalt, mg/l	176 ^{a,b} \pm 2,30	169 ^{b,c} \pm 2,30	165 ^c \pm 2,30	178 ^a \pm 2,45
ECM, kg	34,7 ^{a,b} \pm 0,21	35,2 ^a \pm 0,21	33,0 ^c \pm 0,21	34,0 ^b \pm 0,22
a,b,c p \leq 0,05				

Diskussion

- Niedrige Dosierung führt zu:
 - signifikant höhere TM-Aufnahmen (Dixon, 2013; Konyali et al., 2003)
 - höheren Energie- und Nährstoffaufnahmen
 - höheren Milchleistungen
 - höheren Eiweißgehalten
 - Kein Einfluss der Bindungsform erkennbar

Diskussion

- Hohe Dosierung:

srUrea tendenziell mehr natürliche Milch und höhere Eiweißgehalte

Fettgehalt signifikant erhöht

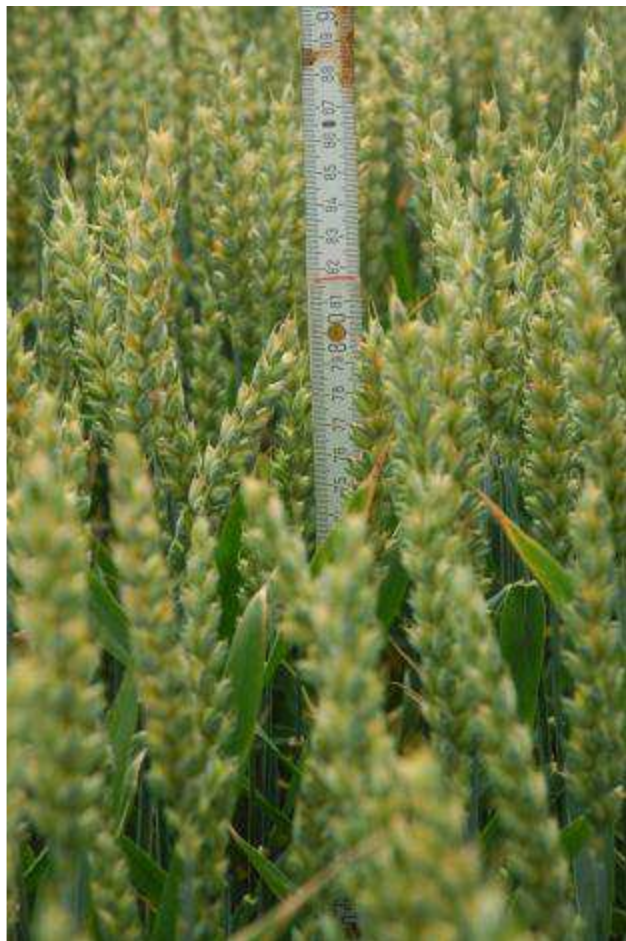
ECM um 1 kg erhöht

→ bei hohen Einsatzmengen kann eine slow-release Form vorteilhaft sein (Highstreet et al., 2010)

Fazit / Empfehlungen

- negative RNB in der Ration; ausreichende Menge an pansenverfügbaren Kohlenhydraten
- ausreichende Mineralien- und Spurenelementversorgung
- homogene Einmischung notwendig → Ausgleichsfutter
- Kühe langsam anfüttern → Gewöhnung
- Einsatzmengen: 5 – 15 g/100 kg LM, d.h.:
 30 – 100 g/Kuh/Tag

Bestimmung der Verdaulichkeit und des Energiegehaltes von Weizen-, Roggen- und Triticale-Ganzpflanzensilagen



Dr. Martin Pries
Annette Menke
Dr. Klaus Hünting
Ludger Steevens



Dr. Martin Pries



Fotos: Dr. K. Hünting

Einleitung

Gründe für Getreideganzpflanzensilage (GPS):

- Fruchtfolgegestaltung
- phytosanitäre Erwägungen →→ alternativ zum Silomais
- Zwischenfruchtanbau

Energieschätzgleichungen für GPS:

- unbefriedigende Datenlage
- Unsicherheit
- niedrige Energiegehalte in Praxissilagen

Analysenergebnisse

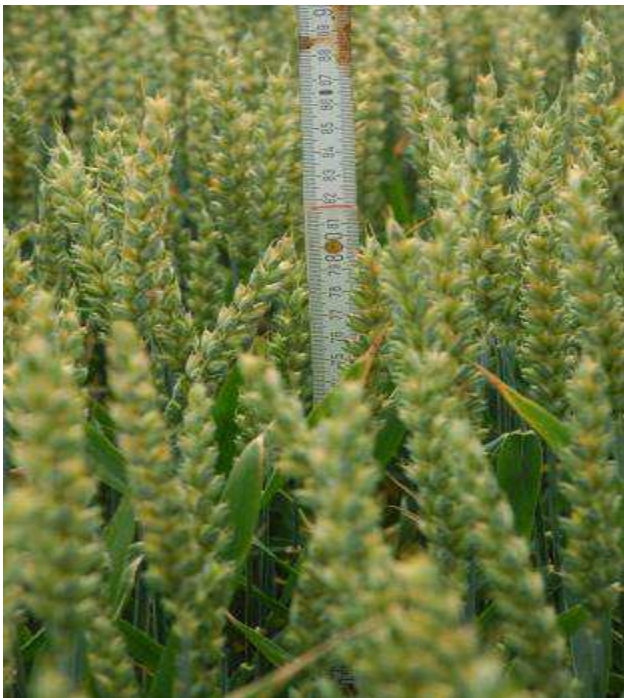
GPS ohne Angabe der Getreideart, LUFA NRW

	TM %	XA	XP g/kg TM	XF	ME MJ/kg TM	NEL MJ/kg TM
2013 n = 68	28,7	100	104	276	8,8	5,1
2014 n = 38	30,7	95	95	308	8,5	4,9

Material und Methoden

- Material: aus Anbau- und Sortenversuchen der LK NRW,
Standort Dülmen, Münsterland

- Arten: Weizen 6 x Roggen 4 x
Triticale 4 x



Material und Methoden

- Ernte am 02.07.2013 mit Versuchsmashhäcksler 8 mm Häcksellänge
- Ernte am 07.07.2014 bei 10 und 30 cm Stoppelhöhe



Dr. Martin Pries



Fotos: Dr. K. Hünting

Material und Methoden

Verdaulichkeitsmessung gemäß Richtlinien der GfE (1991) mit jeweils 4 Hammel pro Prüfgruppe

GPS	TM-Gehalt, %	TM-Aufnahme, g/Tier/Tag*
	von – bis	von – bis
Weizen	36,4 30,2 – 47,4	917 906 – 1.032
Roggen	34,3 32,1 – 37,7	953 905 – 1.001
Triticale	31,8 28,8 – 34,1	919 887 - 956

*Zusatz von 15 g Futterharnstoff pro Tier und Tag

Ergebnisse aus der energetischen Futterwertprüfung



Gärparameter der GPS, Ernte 2013 und 2014

	Weizen-GPS n = 3	Roggen-GPS n = 4	Triticale-GPS n = 3
pH-Wert	3,8	4,0	3,9
NH ₃ -N am Gesamt N, %	11,0	10,2	10,1
<u>Gärqualität</u>			
Buttersäure, g/kg TM	4,3	3,7	4,0
Essigsäure, g/kg TM	22,3	18,4	25,8
Ethanol, g/kg TM	8,1	5,7	7,1
Milchsäure, g/kg TM	57,3	41,8	50,3

GPS Triticale 1: deutlicher Lösungsmittelgeruch - Hammel verweigerten die Futteraufnahme →→ Versuchsabbruch

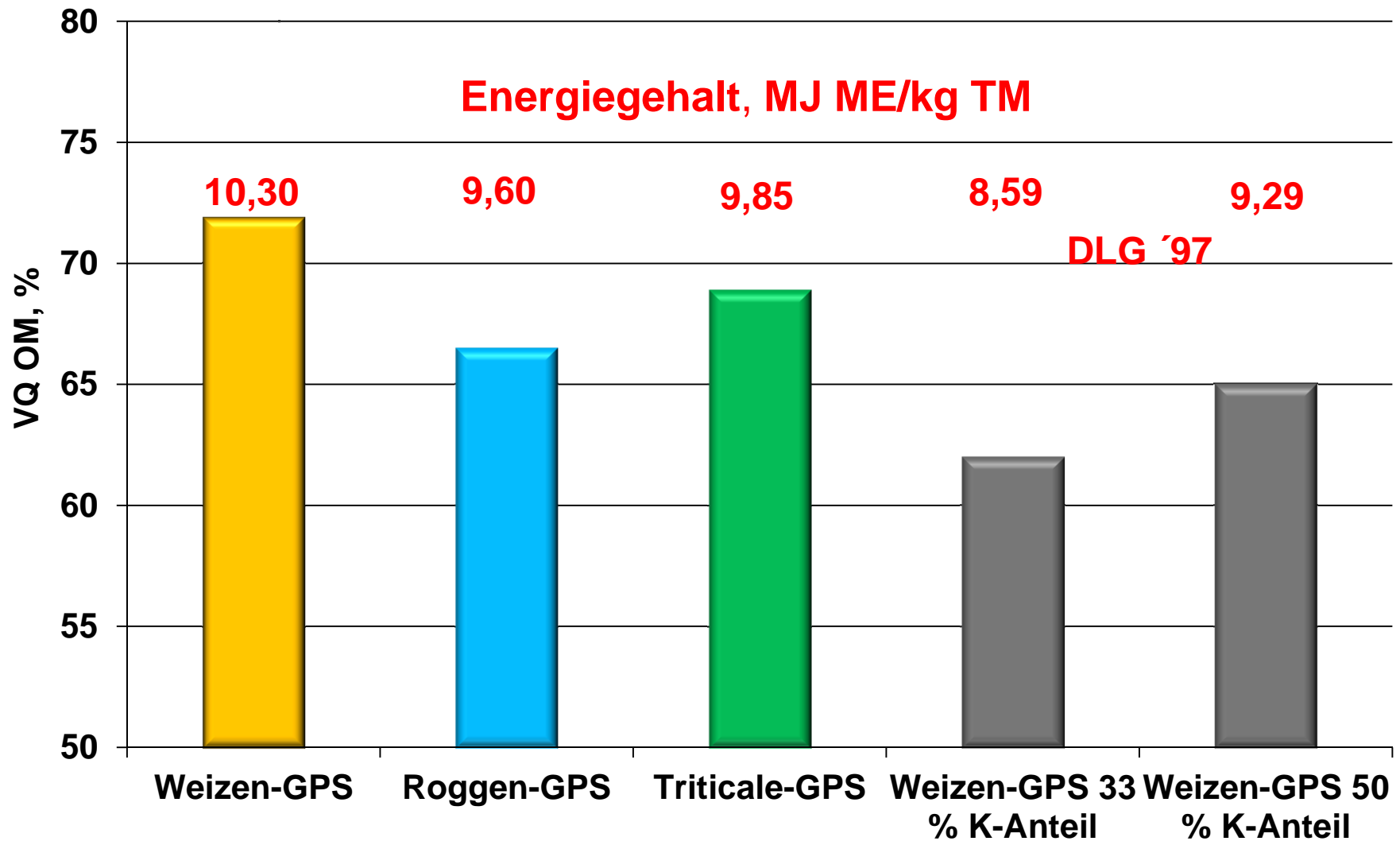
Rohnährstoffgehalte

Bezeichnung	Weizen- GPS n = 6	Roggen- GPS n = 4	Triticale- GPS n = 3	DLG 97, Weizen Körneranteil	
				ca. 33 %	ca. 50 %
Trockenmasse, g/kg	364	343	318	300	450
Rohasche, g/kg TM	54	42	47	77	60
Rohprotein, g/kg TM	96	74	75	95	93
Rohfett, g/kg TM	19	20	20	20	19
Rohfaser, g/kg TM	224	256	256	291	227
Stärke, g/kg TM	207	200	162	166	279

Rohnährstoffgehalte und in vitro-Größen

Bezeichnung	Weizen-GPS n = 6	Roggen-GPS n = 4	Triticale-GPS n = 3
aNDFom, g/kg TM	411	424	435
ADFom, g/kg TM	235	261	271
Gasbildung, ml/200 mg TM	49,1	47,5	45,6
ELOS, g/kg TM	656	623	629

Verdaulichkeiten und Energiegehalte



Verdaulichkeiten und Energiegehalt

Bezeichnung	Weizen-GPS n = 6	Roggen-GPS n = 4	Triticale-GPS n = 3
OM, %	71,9	66,5	68,9
XL, %	58,0	48,7	52,8
XF, %	56,9	48,0	53,5
OR, %	77,0	73,8	75,1
ME, MJ/kg TM	10,3	9,6	9,9
NEL, MJ/kg TM	6,15	5,60	5,85

Veränderungen im Futterwert durch Variation der Stoppelhöhe um 20 cm

Bezeichnung	Weizen-GPS	Roggen-GPS	Triticale-GPS	Mittel
XF, g/kg TM	-21	-53	-18	-31
aNDF, g/kg TM	-27	-30	-15	-24
ADFom, g/kg TM	-31	-35	-15	-27
Stärke, g/kg TM	+46	+34	+45	+42
dOM, %-Punkte	+5,2	-0,4	+5,3	+3,4
NEL, MJ/kg TM	+0,59	±0	+0,57	+0,39

Einfache Schätzmethode: Südekum und Arndt (1998)

ME (MJ/kg TM) = 11,57

- 0,0977 x Rohfaser

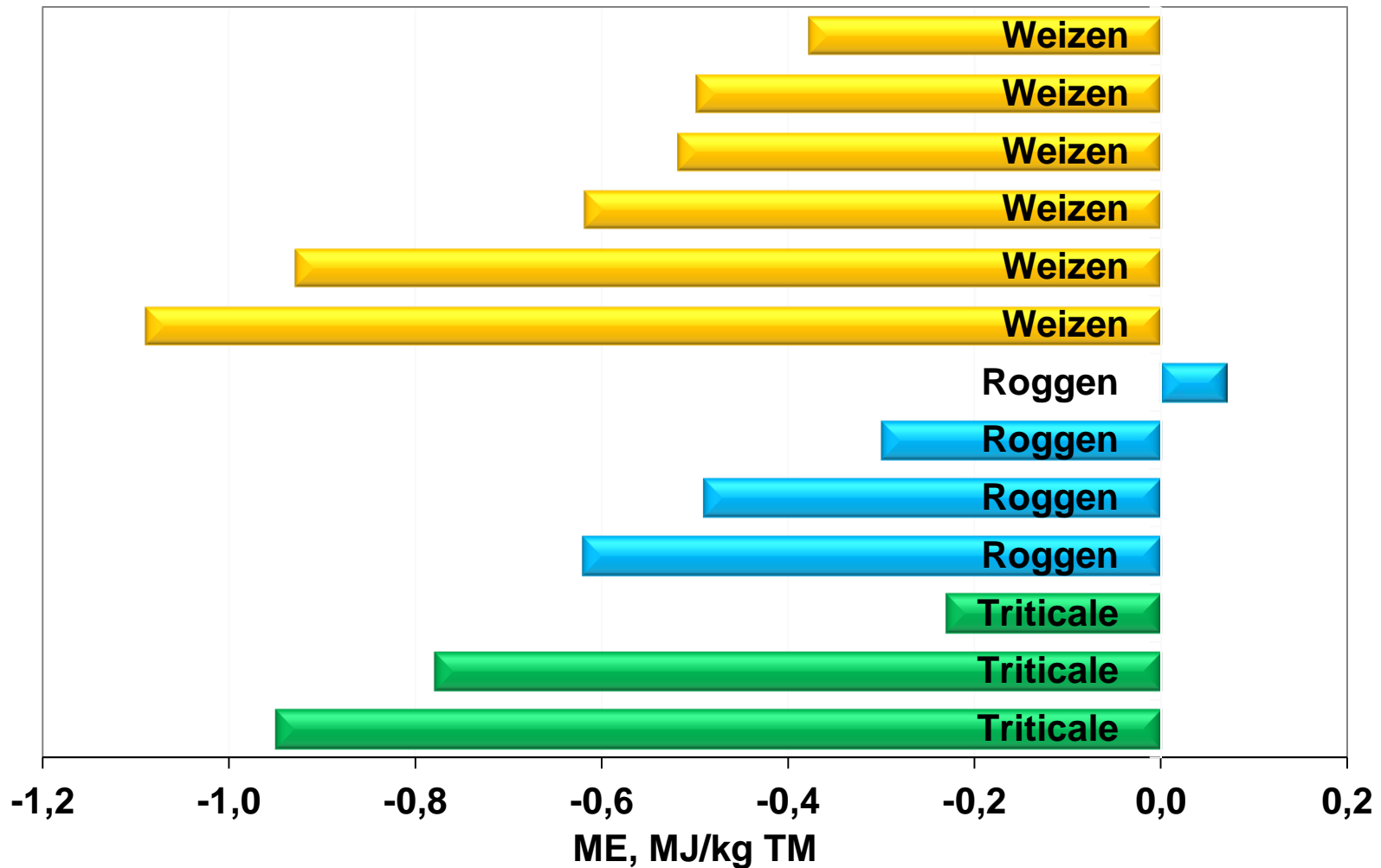
- 0,0711 x Rohasche

+0,0621 x Rohprotein

Bestimmtheitsmaß: 55 %

Schätzfehler: 5,6 %

Abweichung des geschätzten Energiegehaltes vom berechneten Energiewert auf Basis der Verdaulichkeitsmessung am Hammel



Schlussfolgerungen

- **Verdaulichkeit der OM in Weizen > Triticale > Roggen**
- **Energiegehalte**
Versuch > Schätzgleichung > Tabellenwert
- **Hochschnitt bei Weizen und Triticale : +0,6 MJ NEL/kg TM**
- **Weitere Versuche notwendig**



Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

