



Einfluss der Fütterung auf die Kautätigkeit von Pferden

- Zusammenstellung von Ergebnissen der Arbeitsgruppe(n)

Prof. Dr. Annette Zeyner

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Naturwissenschaftliche Fakultät III
Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften
Professur für Tierernährung
Halle (Saale)

“Viel hilft viel? Leider nein – Zeit der Pferdefütterung auf den Zahn zu fühlen.”
Gessertshausen, 07. Mai 2026





Arbeitsgruppe(n)

1. Institut für Tierernährung, Ernährungsschäden und Diätetik,
Veterinärmedizinische Fakultät, Universität **Leipzig**





Arbeitsgruppe(n) – Wesentliche Player

1. Institut für Tierernährung, Ernährungsschäden und Diätetik,
Veterinärmedizinische Fakultät, Universität **Leipzig**

Dipl.-Ing. Steffen Quellmalz





Kaumessung - Pizelemente



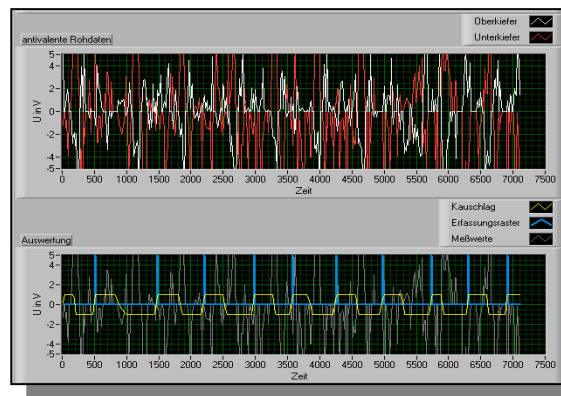
Kausensor



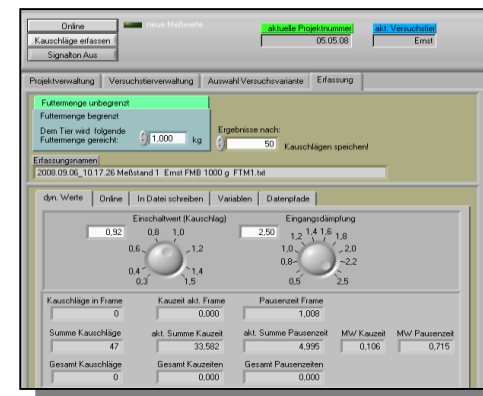
Datenerfassung und
-übermittlung



Akku



Transformation in Sinuskurve



Steuerelement
Datenauswertung





Arbeitsgruppe(n) – Wesentliche Player

1. Institut für Tierernährung, Ernährungsschäden und Diätetik,
Veterinärmedizinische Fakultät, Universität **Leipzig**

Dipl.-Ing. Steffen Quellmalz

2. Professur für Ernährungsphysiologie und Tierernährung, Agrar- und
Umweltwissenschaftliche Fakultät, Universität **Rostock**

Dipl.-Ing. agr. Kristin Romanowski





Arbeitsgruppe(n) – Wesentliche Player

1. Institut für Tierernährung, Ernährungsschäden und Diätetik,
Veterinärmedizinische Fakultät, Universität **Leipzig**

Dipl.-Ing. Steffen Quellmalz

1. Professur für Ernährungsphysiologie und Tierernährung, Agrar- und
Umweltwissenschaftliche Fakultät, Universität **Rostock**

Dipl.-Ing. agr. Kristin Romanowski

1. Professur für Tierernährung, Institut für Agrar- und Ernährungswissen-
schaften, Naturwissenschaftliche Fakultät III, Martin-Luther-Universität
Halle-Wittenberg

Dr. med. vet. Mandy Bochnia





Kaumessung – Kauhalfter (Silikonschlauch)



Datenlogger

Drucksensor

Silikonschlauch

(Foto: Bochnia, aus Glatter et al. 2021)





Arbeitsgruppe(n) – Wesentliche Player

1. Institut für Tierernährung, Ernährungsschäden und Diätetik,
Veterinärmedizinische Fakultät, Universität **Leipzig**

Dipl.-Ing. Steffen Quellmalz

1. Professur für Ernährungsphysiologie und Tierernährung, Agrar- und
Umweltwissenschaftliche Fakultät, Universität **Rostock**

Dipl.-Ing. agr. Kristin Romanowski

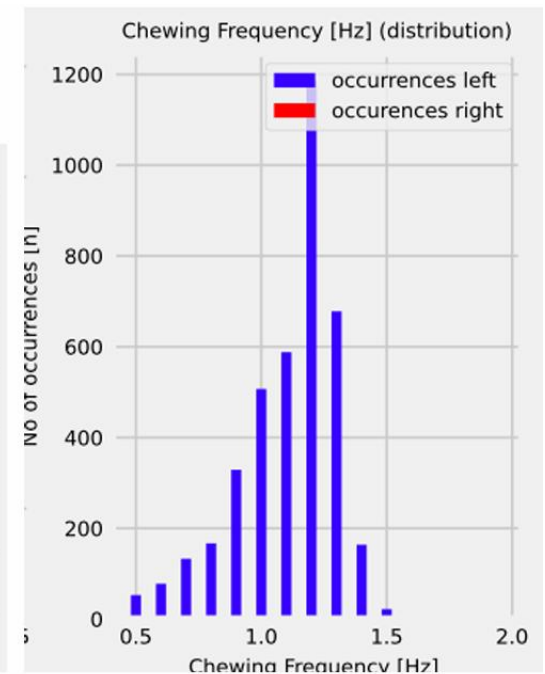
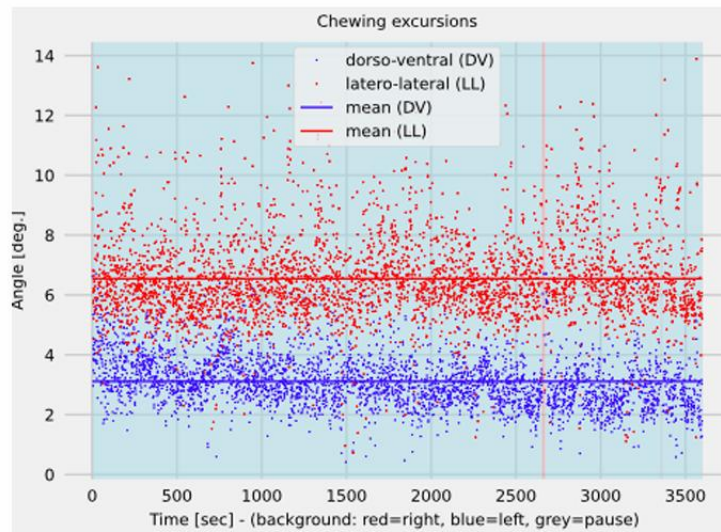
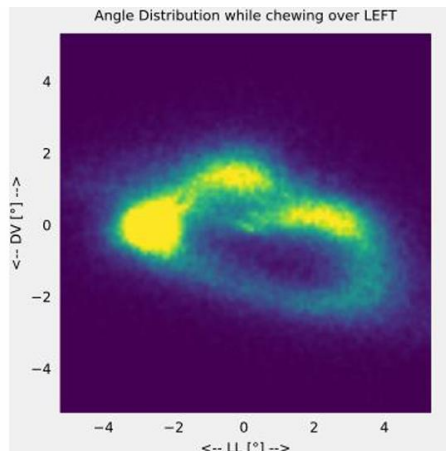
1. Professur für Tierernährung, Institut für Agrar- und Ernährungswissen-
schaften, Naturwissenschaftliche Fakultät III, Martin-Luther-Universität
Halle-Wittenberg

Dr. med. vet. Mandy Bochnia
TÄ Milena Marie Santo





Molograph 4.0





Charakteristika von Verzehr und Kauaktivität

Verzehrdauer ↑ [min/kg TM]

- Kaudauer [min/kg TM]

- Pausendauer [min/kg TM]

Verzehrgeschwindigkeit ↓ [g TM/min]

Kaufrequenz ↓ [KS/sec]

Kauintensität ↑ [KS/kg TM]

KS = Kauschlag, TM = Trockenmasse





Kaucharakteristika (stark verallgemeinert und gerundet)

Futtermittelgruppe	Kauintensität [Kauschläge/kg TM]	Kaufrequenz [Kauschläge/sec]
Grobfutter	2.500 – 3.500	< 1,0 – 1,2
Kraftfutter	600 – 1.200	≈ 1,4

TM = Trockenmasse





Warum ist Kauen so interessant?

1. Futterzerkleinerung
2. Speichelbildung
3. physiologischer Zahnabrieb
4. Was sonst noch?

→ Schichtung im Magen („Schwammeffekt“)

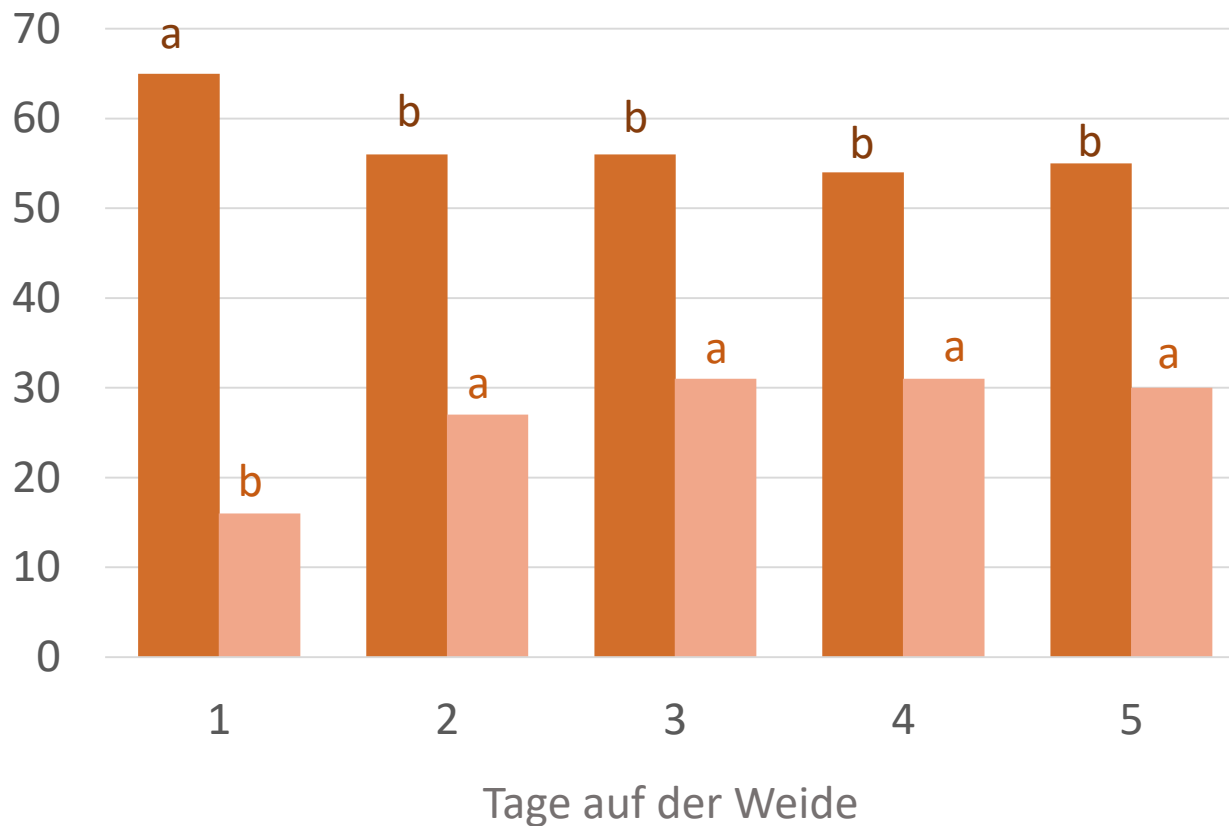
→ Beschäftigung / „Wohlbefinden“





Herzfrequenz und Herzfrequenzvariabilität Anweiden

Herzfrequenz [min^{-1}] / Herzfrequenzvariabilität [ms]



HFV: $\checkmark$ erfolgreiche Herzfrequenzintervalle

HF: $\pm s = 5,9$

HFV: $\pm s = 14$

^{ab} $p < 0,05$





Kauintensität, Herzfrequenz und Herzfrequenzvariabilität von Pferden bei Stallfütterung und auf der Weide

		Hafer + Gerste ²	Wiesen- heu ³	Weide- gras	± s
Kauintensität	[KS/kg TM]	797^c	1.914 ^b	6.356^a	318,0
Herzfrequenz	[min ⁻¹]	40	42	43	4,7
Herzfrequenzvariabilität ¹	[ms]	66^b	88 ^{ab}	117^a	44,6

¹ √ erfolgreiche Herzfrequenzintervalle; ² 0,5 kg Hafer : Gerste = 2 : 3; ³ 0,5 kg; ⁴ 20 min





Wesentliche Einflussgrößen

Futter-/fütterungseigene Faktoren	Tiereigene Faktoren ¹
▪ Futterart / -behandlung ▪ physiko-chemische Eigenschaften ▪ Futtermenge ▪ Fütterungstechnik	▪ Alter ▪ Rasse ▪ Adaptation ▪ Konkurrenzdruck

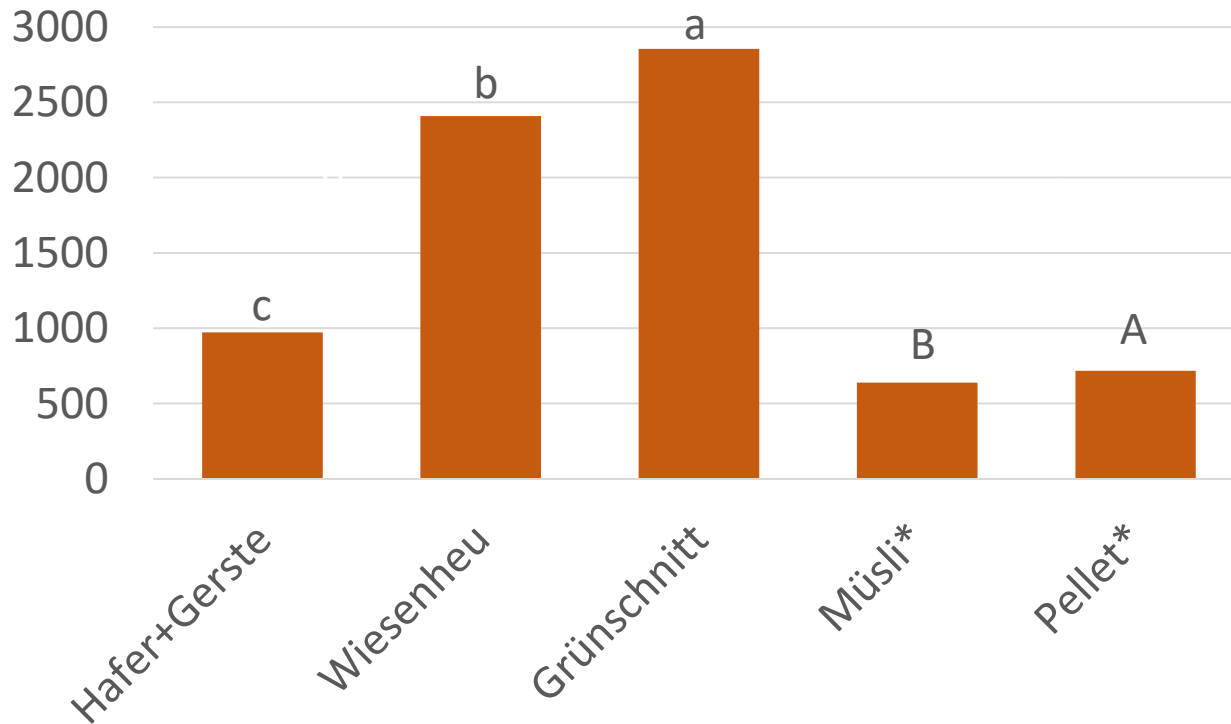
¹ bei klinisch unauffälligen Pferden





Verschiedene Futtertypen im Vergleich

Kauintensität [Kauschläge/kg TM]



* 8 % Rohfett in der TM

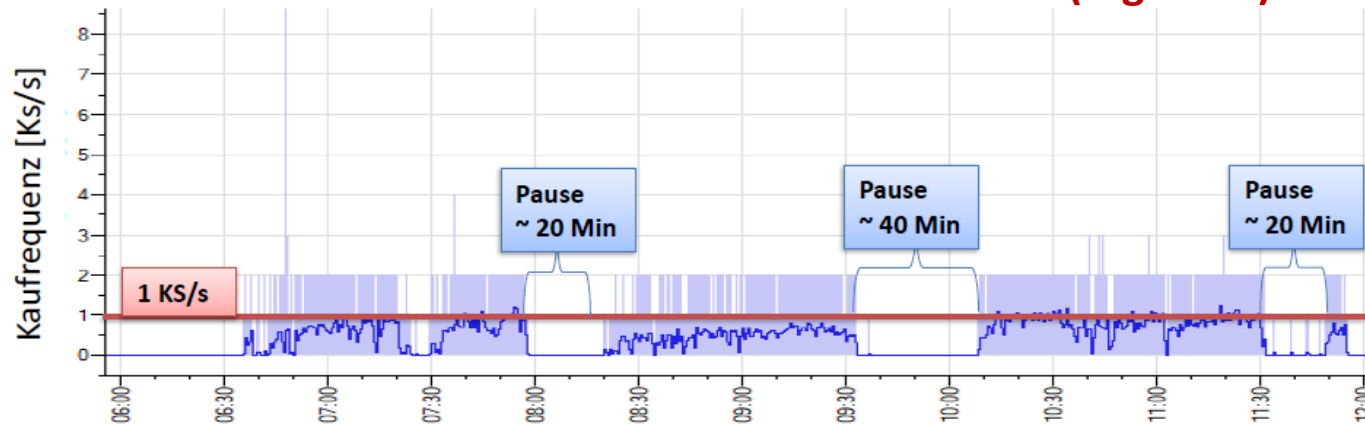
$\pm s = 44 - 178$ ^{abc / AB} $p < 0,05$



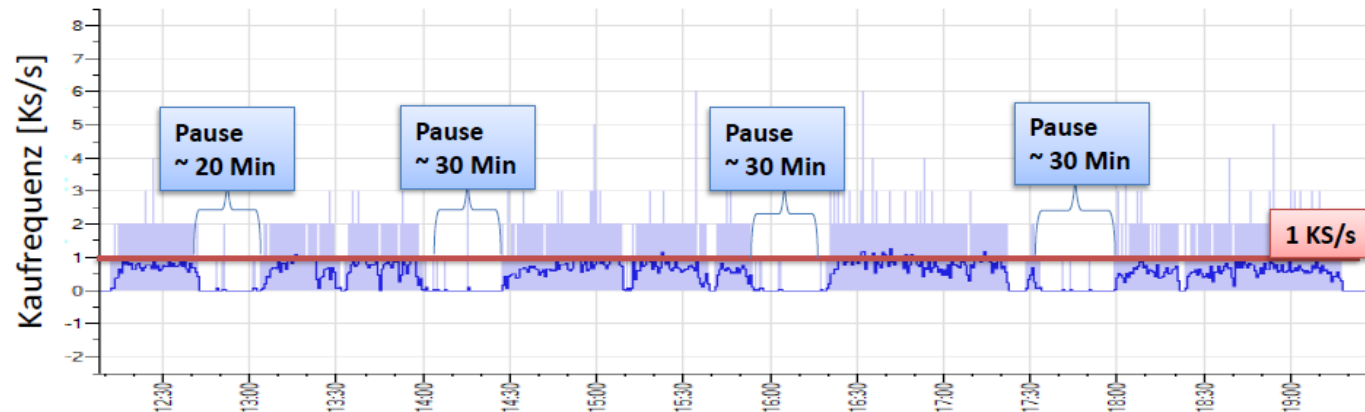


Kaubild eines Pferdes auf Dauerweide (06.30 – 19.30 Uhr)

Anteil Pausen (tagsüber): 24 %



■ 694607 Count Test Run Count (Gesamt=12491.0)

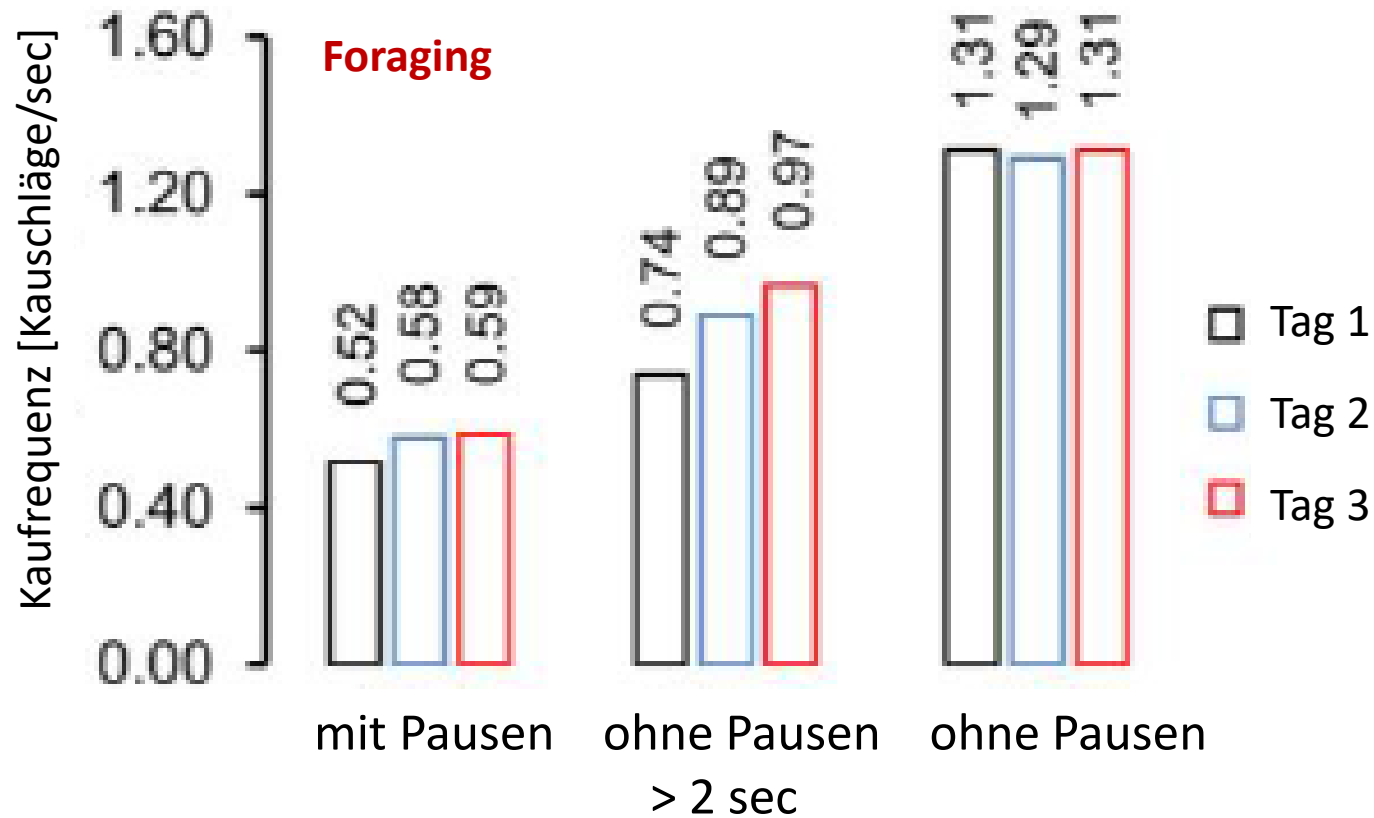


Uhrzeit



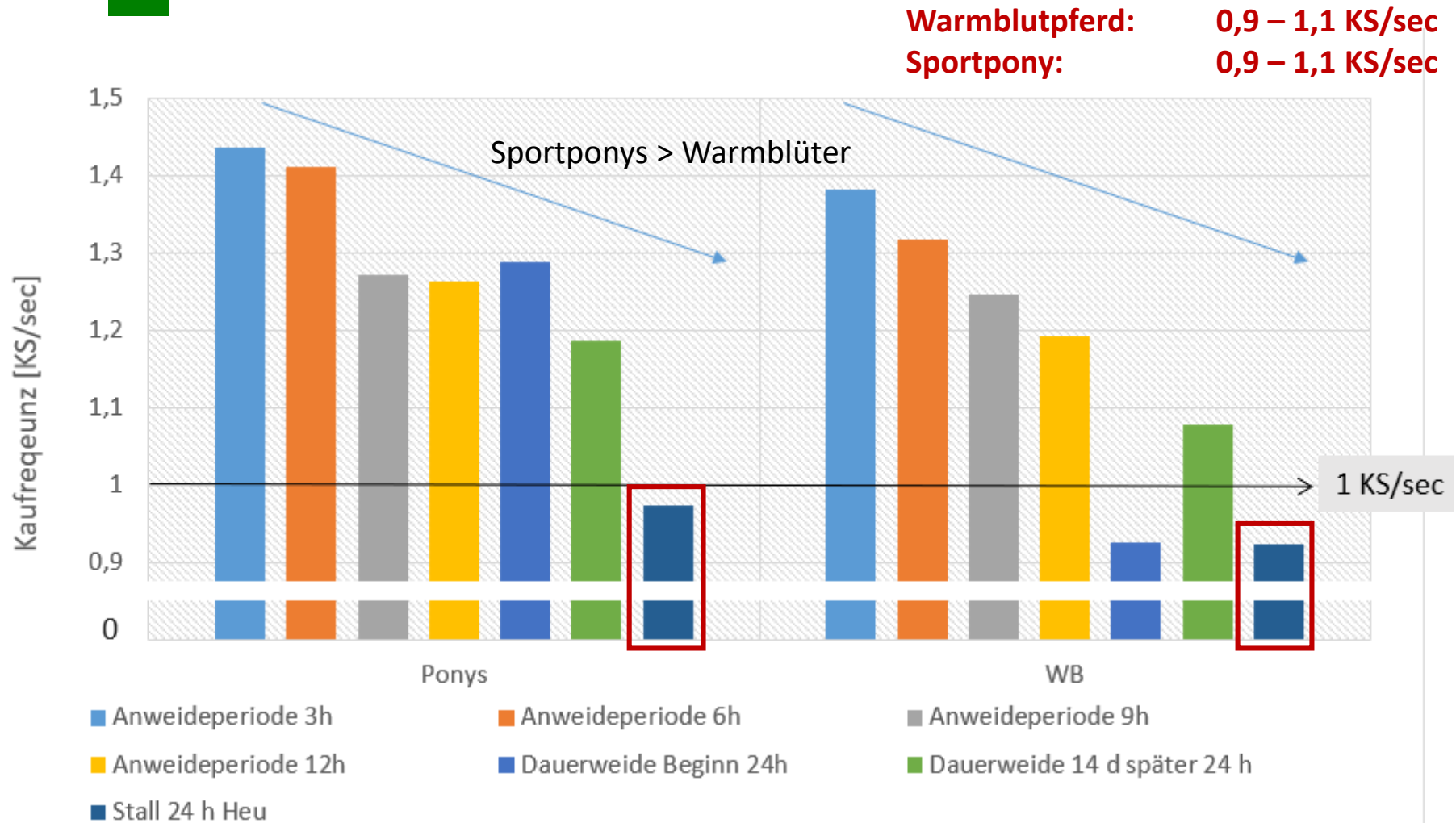


Kauffrequenz auf der Dauerweide





Kaufrequenz von Warmblut und Pony beim Anweiden, Weiden und im Stall





Anzahl Kauschläge über 24 Stunden

Rationstyp	Anzahl Kauschläge in 24 h
Ganztagsweide (24 h)	60.000 (55.000 – 65.000)
Heu ad libitum (Stallfütterung, 24 h)	30.000 (23.000 – 37.000) mehr Pausen

(Bochnia et al. 2020)

- Fiktion:**
- Weidegras 20 % TM, Heu 86 % TM
 - beide Futtermittel 15 % wasserlösliche Kohlenhydrate (WLK) in der TM
 - TM-Aufnahme: 2 % der KM = 10,0 kg TM bei 500 kg KM
= 1,5 kg WLK/d über 50 kg Weidegras oder 11,6 kg Heu

→ Weidegras 0,025 g WLK/Kauschlag

→ Heu 0,050 g WLK/Kauschlag

Cave: WLK ≠ WLK

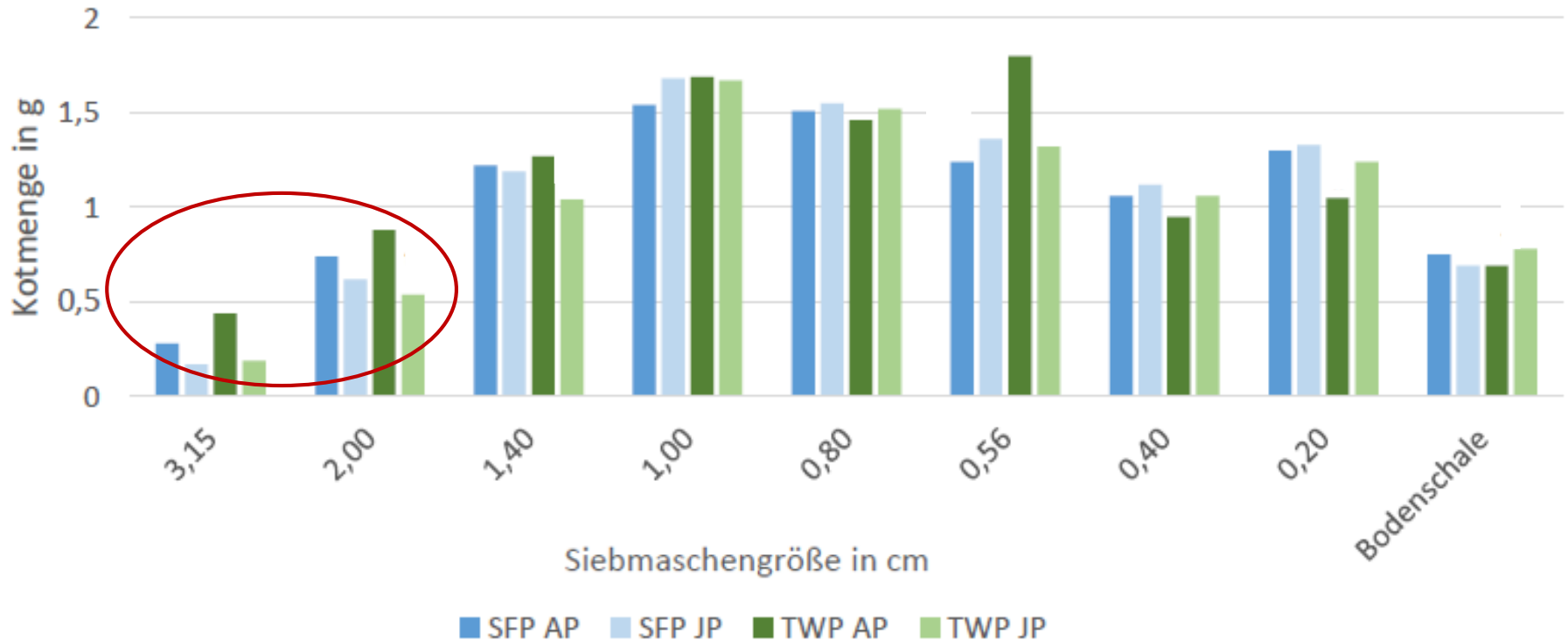




Partikelgrößenverteilung Kot (1)

SFP AP - Stallfutterperiode alte Pferde
SFP JP - Stallfutterperiode junge Pferde
TWP AP - Teilweidegang alte Pferde
TWP JP - Teilweidegang junge Pferde

Alte Pferde zerkleinern das Futter weniger intensiv, v.a. bei Weidegang.

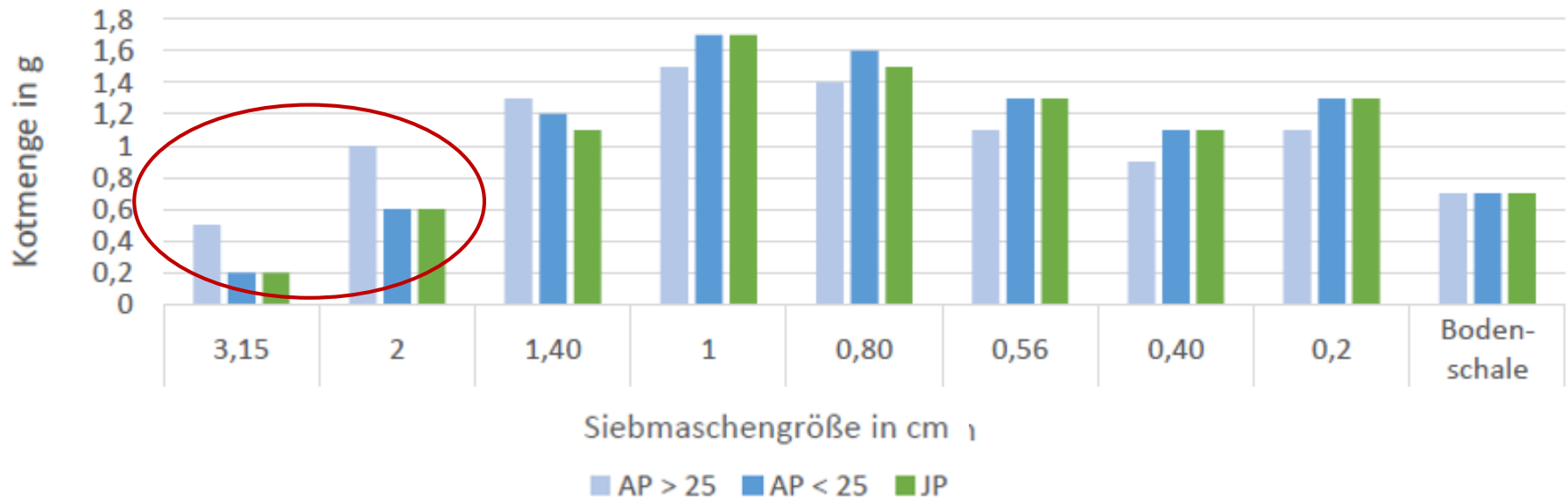




Partikelgrößenverteilung Kot (2)

SFP AP - Stallfutterperiode alte Pferde
SFP JP - Stallfutterperiode junge Pferde
TWP AP - Teilweidegang alte Pferde
TWP JP - Teilweidegang junge Pferde

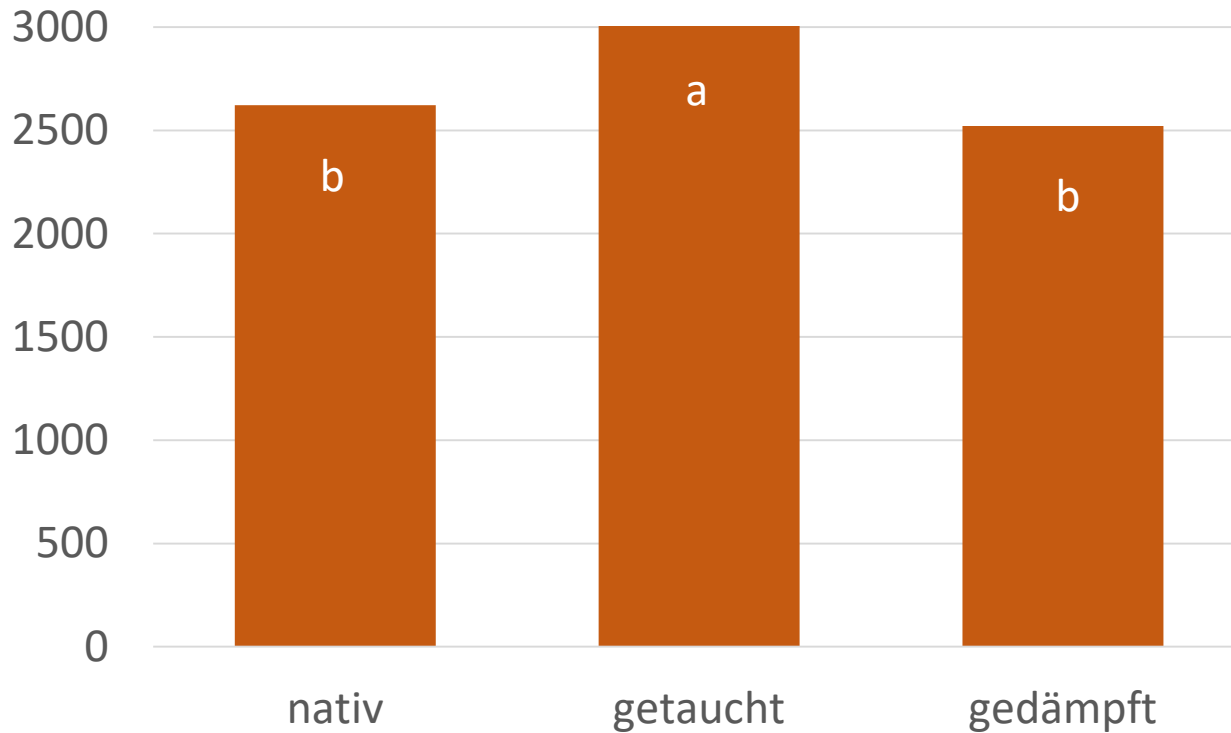
**Eigentlich sind die Pferde erst
ab 25 Jahren wirklich auffällig.**





Heu tauchen oder dämpfen

Kauintensität [Kauschläge/kg TM]



**qualifizierte
Kauschläge?**

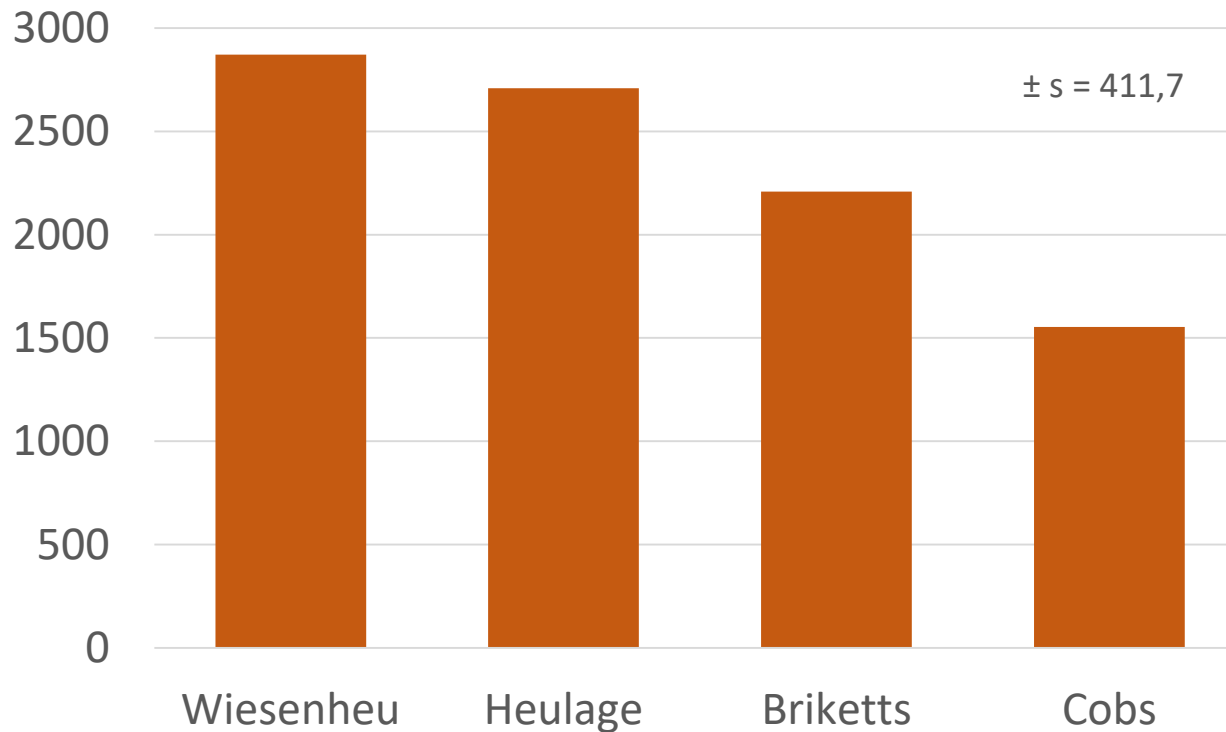
$\pm s = 217,3^{ab}$ $p < 0,05$





Heuersatz?

Kauintensität [Kauschläge/kg TM]



Rohfaser [in der TM]

Heu	33,6 %
Heulage	26,6 %
Briketts	20,6 %
Cobs	27,4 %

Briketts:
„Alleinfutterbriketts“
mit 45 % Heuanteil,
nicht eingeweicht





Kauintensität beim Verzehr von Getreidekörner

qualifizierte
Kauschläge?

Genotyp/Sorte	Kauintensität [Kauschläge/kg TM]		
	Hafer ¹	Gerste ¹	Mais ²
1	860 ^a	640	680
2	910 ^a	630	720
3	960 ^a	650	660
4	730 ^{b3}	690	640
	860 (910⁴)	650	680
	± 180	± 130	± 140

Bei Aufnahme von 1,0, 1,5 und 2,0 g Stärke/kg Körpermasse.; ¹ gequetscht, ² gebrochen;

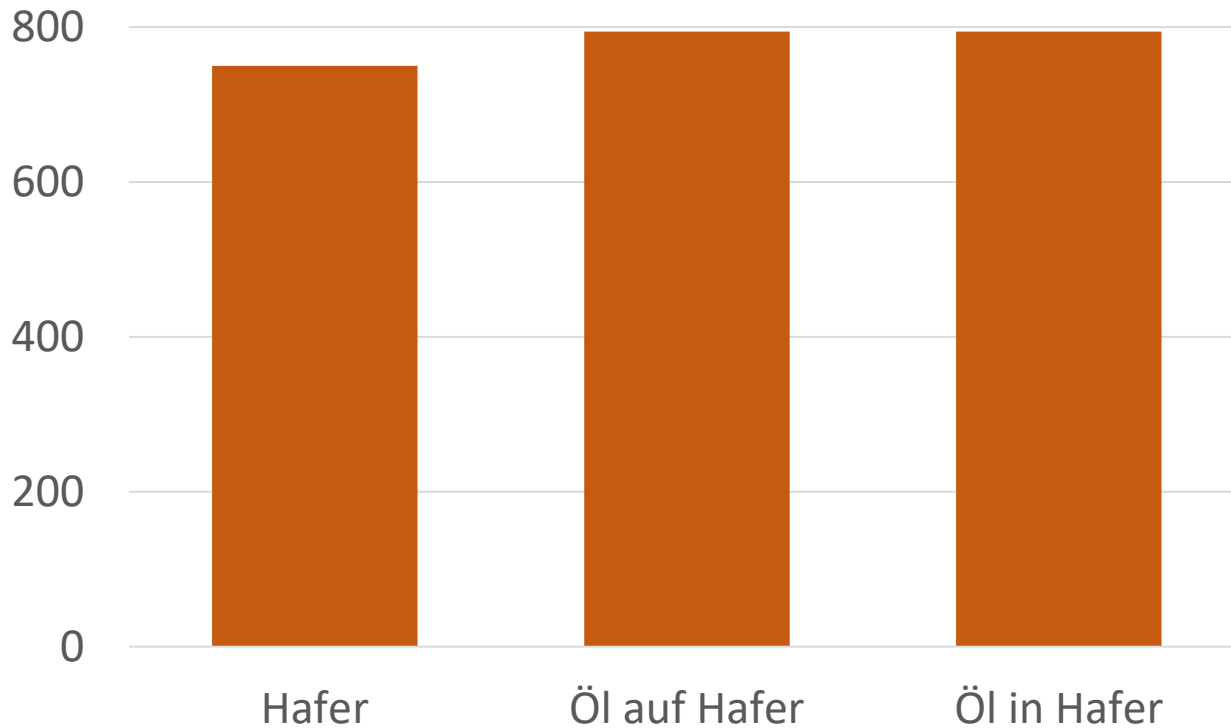
³ Nackthafer; ⁴ ohne Nackthafer





Hafer mit Sojaöl

Kauintensität [Kauschläge/kg TM]



Fettreiche Varianten:
14 % Sojaöl

$\pm s = 193$; $p \geq 0,05$

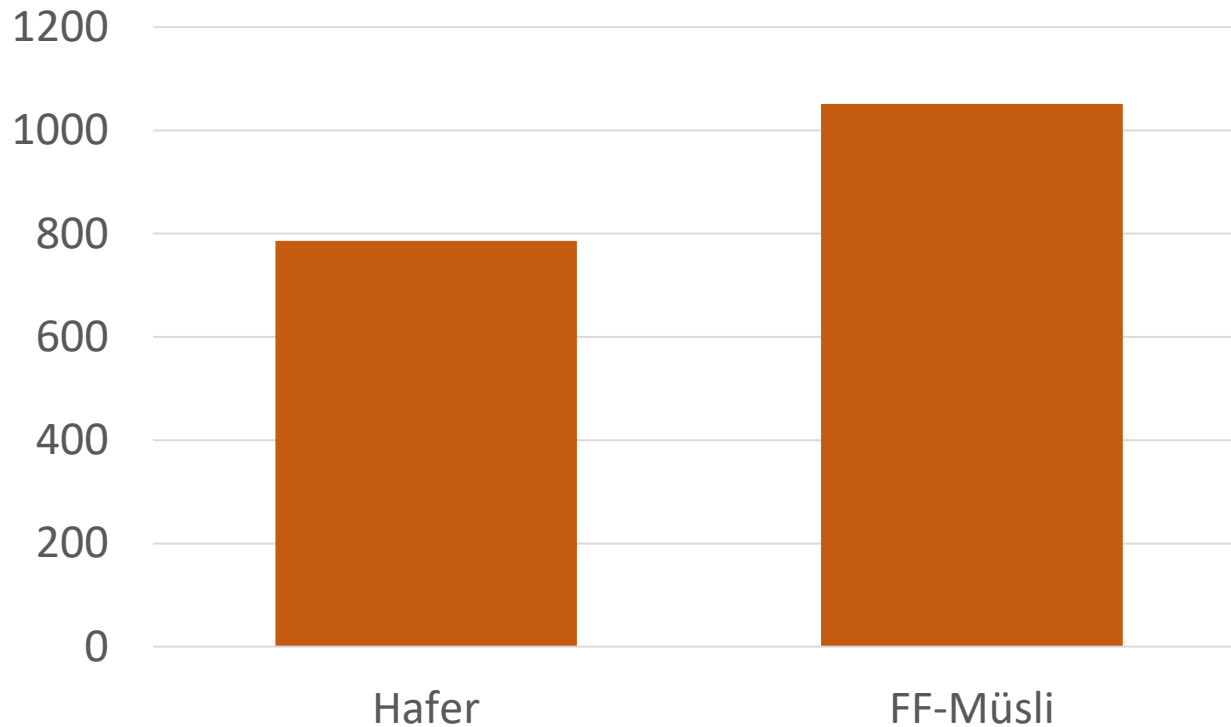
(Zeyner et al. 2010)





Fett- und faserreiches Müsli

Kauintensität [Kauschläge/kg TM]



Rohfett (in der TM):

Hafer 5 %

FF-Müsli 10 %

Rohfaser (in der TM):

Hafer 9 %

FF-Müsli 27 %

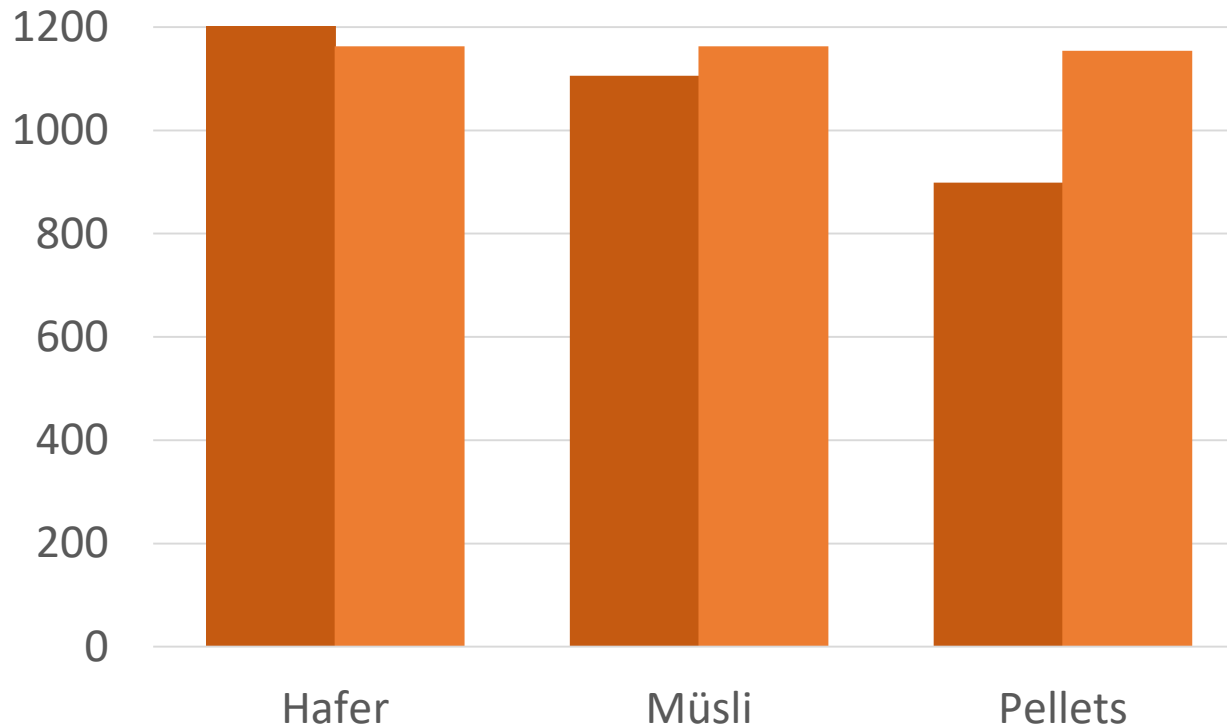
$\pm s = 157 - 209; p \geq 0,05$





Interaktion Krippenfutternstyp - Rasse

Kauintensität [Kauschläge/kg TM]



Rohfaser (in der TM):

Hafer 12 %

Müsli 14 %

Pellets 20 %

Warmblutpferd
Sportpony

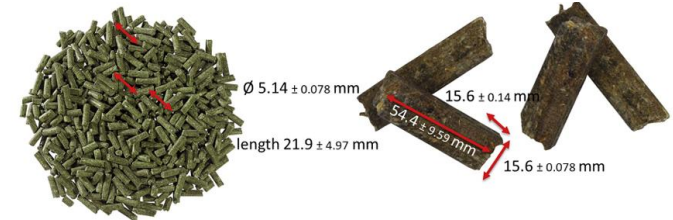
↓ Varianz beim Pony

$\pm s = 47 - 209; p \geq 0,05$

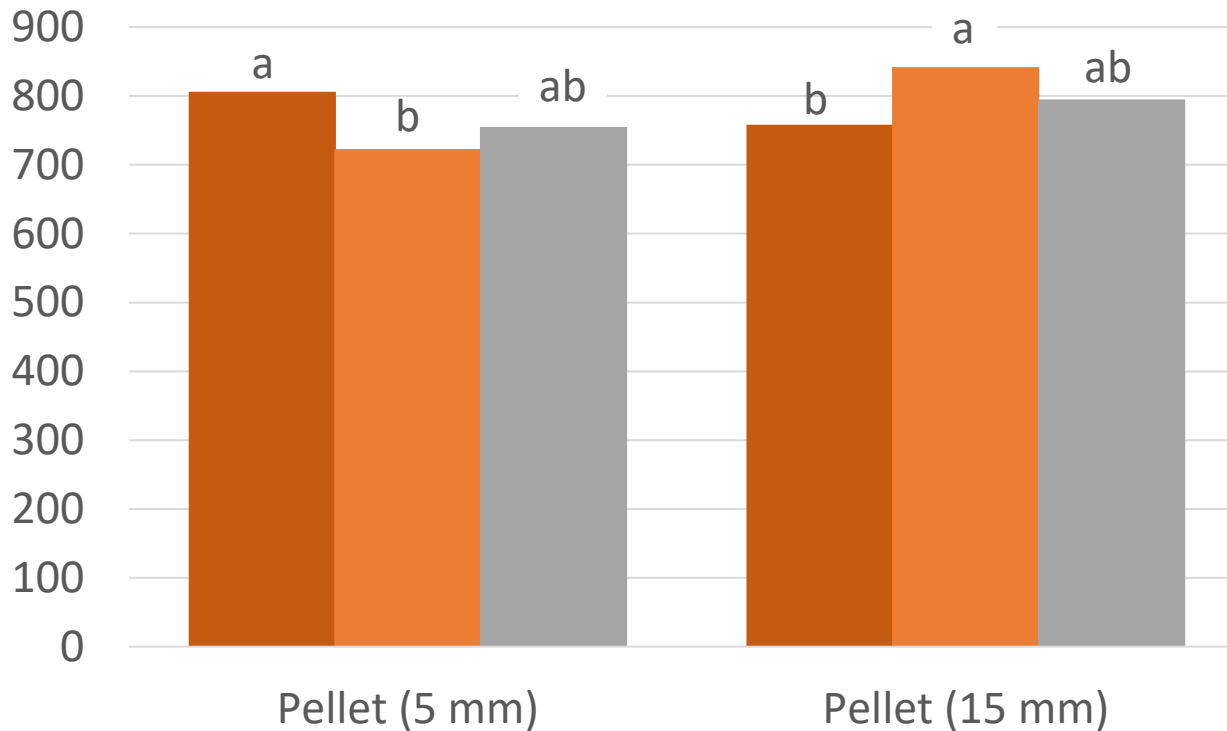




Pelletgröße bzw. -härte und Krippenfuttermenge



Kauintensität [Kauschläge/kg TM]



Bruchfestigkeit:

Pellet (5 mm) 7 kg

Pellet (15 mm) 43 kg

$\pm s = 66,5 - 67,2$; $^{ab} < 0,05$
innerhalb eines Pellets

1,0 kg

1,5 kg

2,0 kg



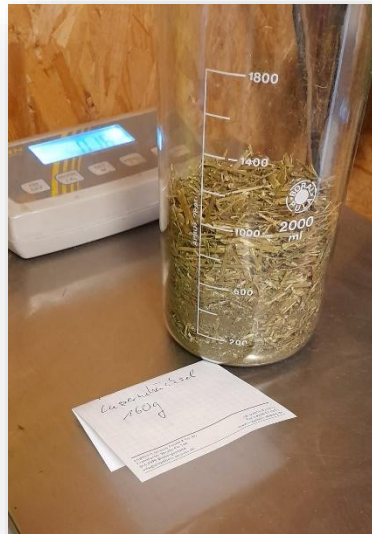
(Bochnia et al. 2019)

- physikochemische Eigenschaften
- Standardisierung für vergleichende Untersuchungen





Litergewicht und Textur von Häcksel und Pellets



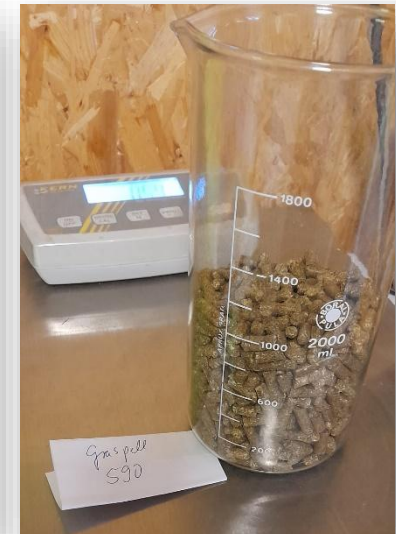
Luzernehäcksel
160 g/l



Grashäcksel
60 g/l



Luzernepellets
630 g/l



Graspellets
590 g/l

Textur: Luzernehäcksel sehr feste Struktur und scharfkantige Enden



Partikelgrößenverteilung von Häcksel und Pellets

Prozentuale Verteilung der Häcksellängen gemäß Siebfractionierung mit dem Penn State Particle Separator (PSPS)



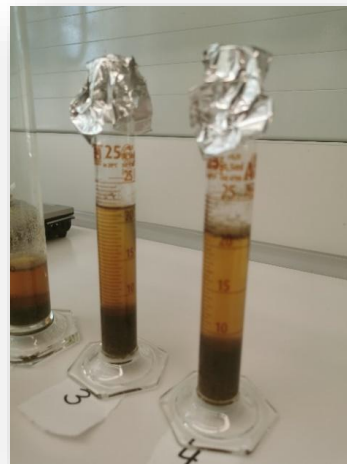
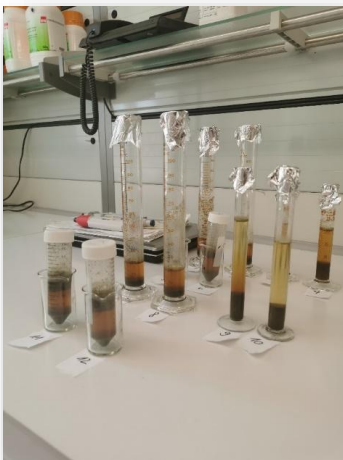
	≥ 19 mm	$\geq 8 - 18,9$ mm	< 8 mm	Summe
Grashäcksel	5,0 %	71,4 %	23,6 %	100 %
Luzernehäcksel	3,0 %	37,6 %	59,4 %	100 %

Mehr kleinere Partikel bei Luzernehäcksel.



Wasseraufnahme und Quellung von Häcksel und Pellets

		Graspellets	Luzernepellets
Wasserbindekapazität	[g Wasser/g Futter]	7,1 ± 0,53	6,1 ± 0,15
Wasserhaltekapazität	[g Wasser/g Futter]	6,2 ± 0,25	5,0 ± 0,10
Quellvermögen	[%]	75 ± 7,07	25 ± 3,89



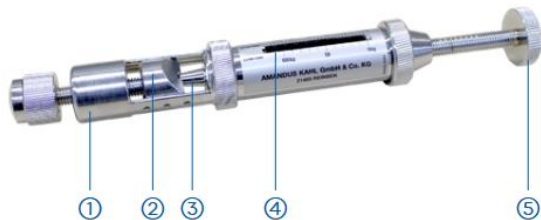
(Bochnia et al. 2022)





Pellethärte

(n = 10)	Graspellets	Luzernepellets
Härtegrad [kg]	$18 \pm 2,2$	$22 \pm 2,4$



Hercules M

Die Basisausführung des Härte testers wird rein mechanisch betrieben. Der aktuell erreichte Bruchwert kann an der Skala des Gerätes abgelesen werden.

- 1 Spannschraube
- 2 Amboss
- 3 Stempel
- 4 Skalenzylinder mit Feder
- 5 Druckschraube



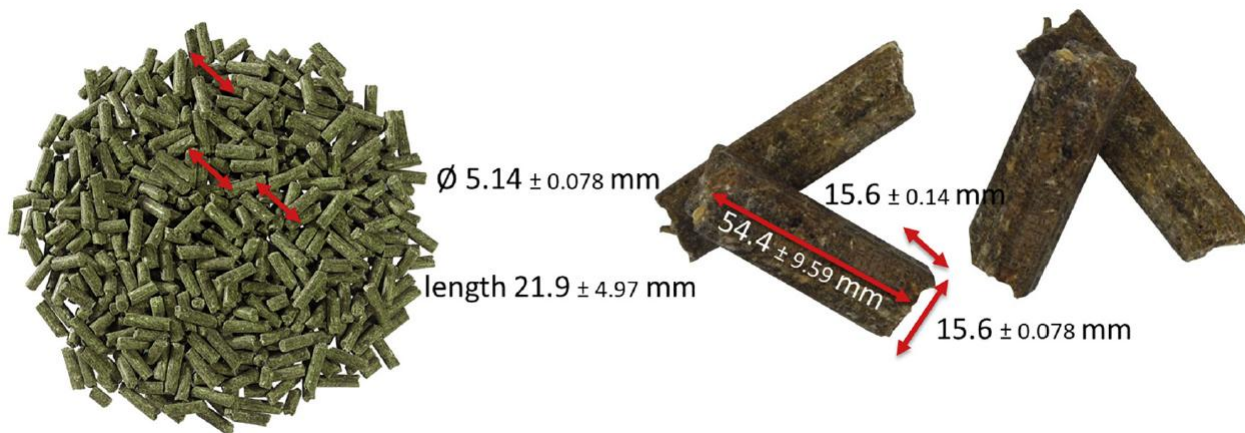


Pellethärte

(n = 10)	Graspellets	Luzernepellets
Härtegrad [kg]	$18 \pm 2,2$	$22 \pm 2,4$

Zum Vergleich (Bochnia et al. 2019):

Mischfutterpellets: $6,9 \pm 3,7$ kg **Mischfutterpresslinge:** $43 \pm 9,2$ kg



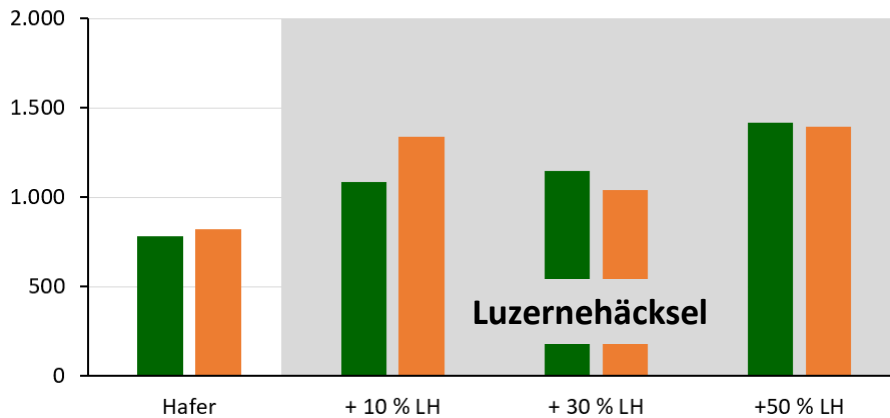


Kauintensität (LSMeans)

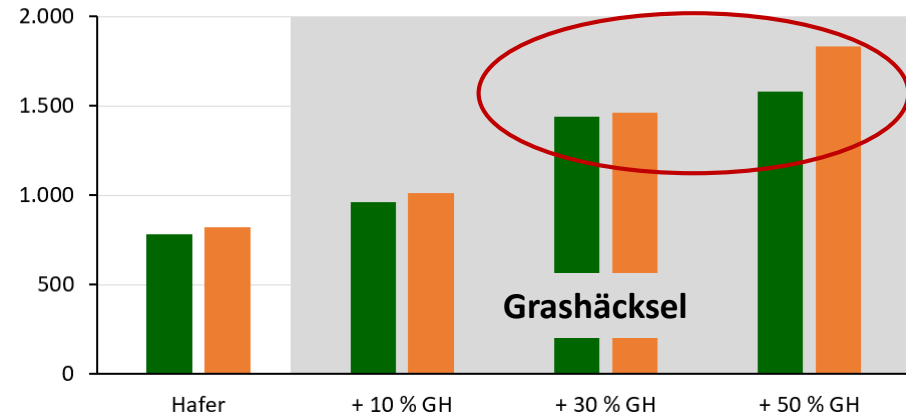
Mahlzeit 1

Mahlzeit 2

Kauintensität [Kauschläge/kg TM]



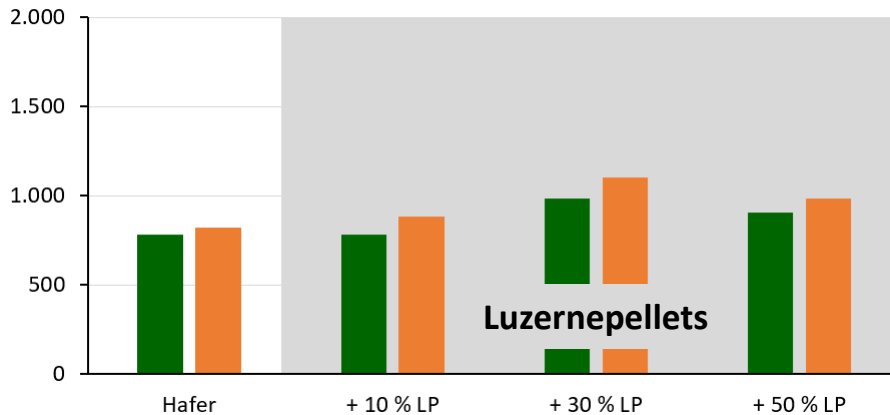
Kauintensität [Kauschläge/kg TM]



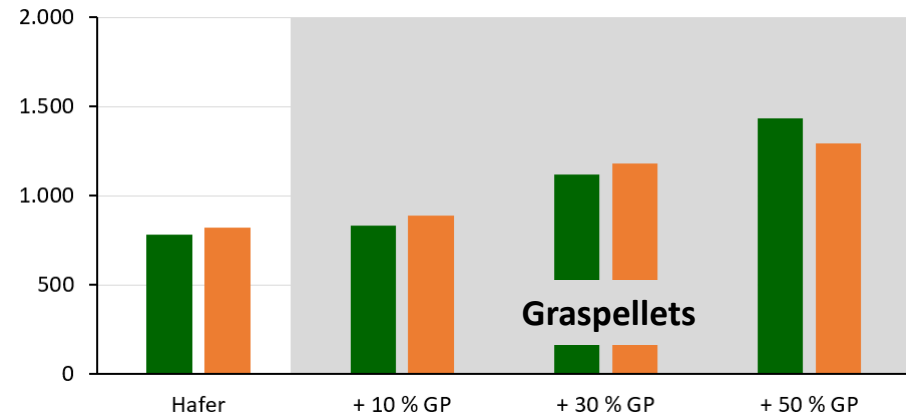
GH = Grashäcksel

LH = Luzernehäcksel

Kauintensität [Kauschläge/kg TM]



Kauintensität [Kauschläge/kg TM]



zum Vgl.: Heu 2.622 Kauschläge/kg TM (Glatter et al. 2021)

(Bochnia et al. 2022)

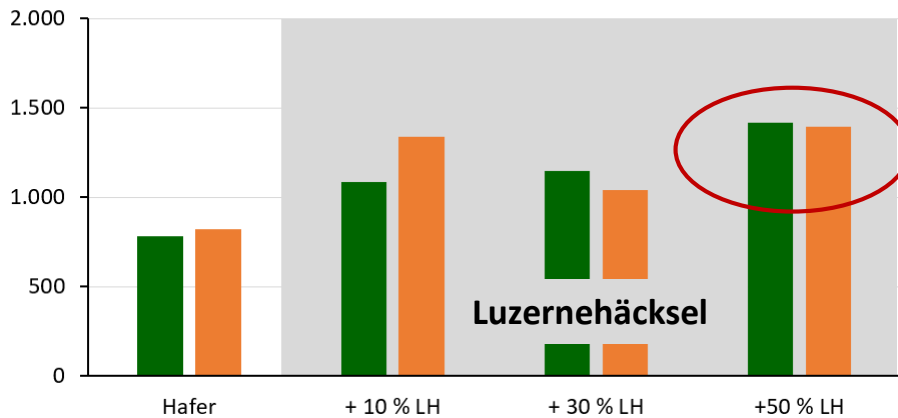


Kauintensität (LSMeans)

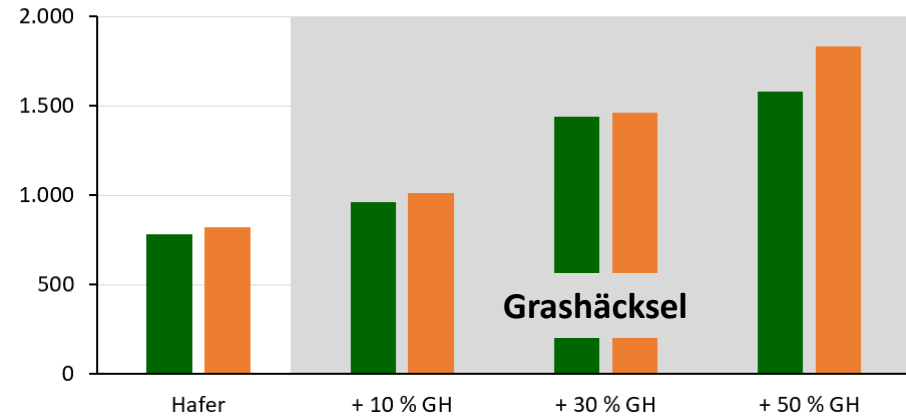
Mahlzeit 1

Mahlzeit 2

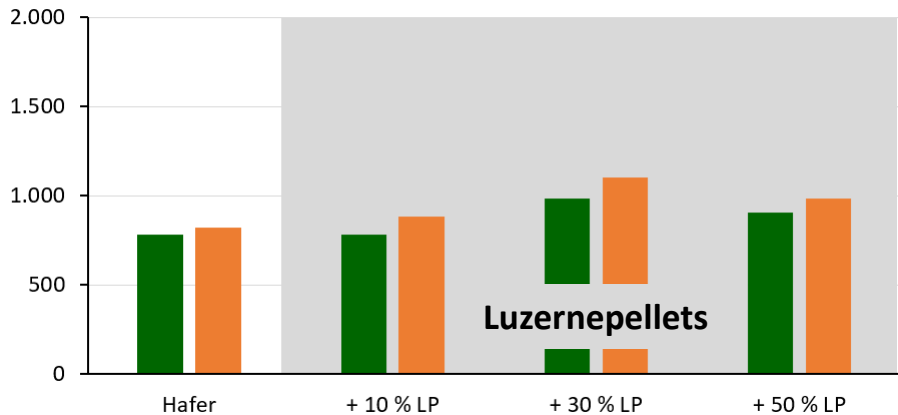
Kauintensität [Kauschläge/kg TM]



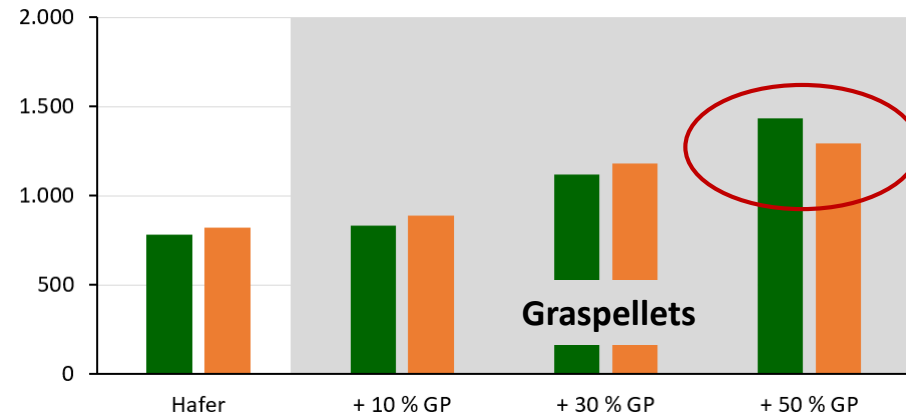
Kauintensität [Kauschläge/kg TM]



Kauintensität [Kauschläge/kg TM]



Kauintensität [Kauschläge/kg TM]



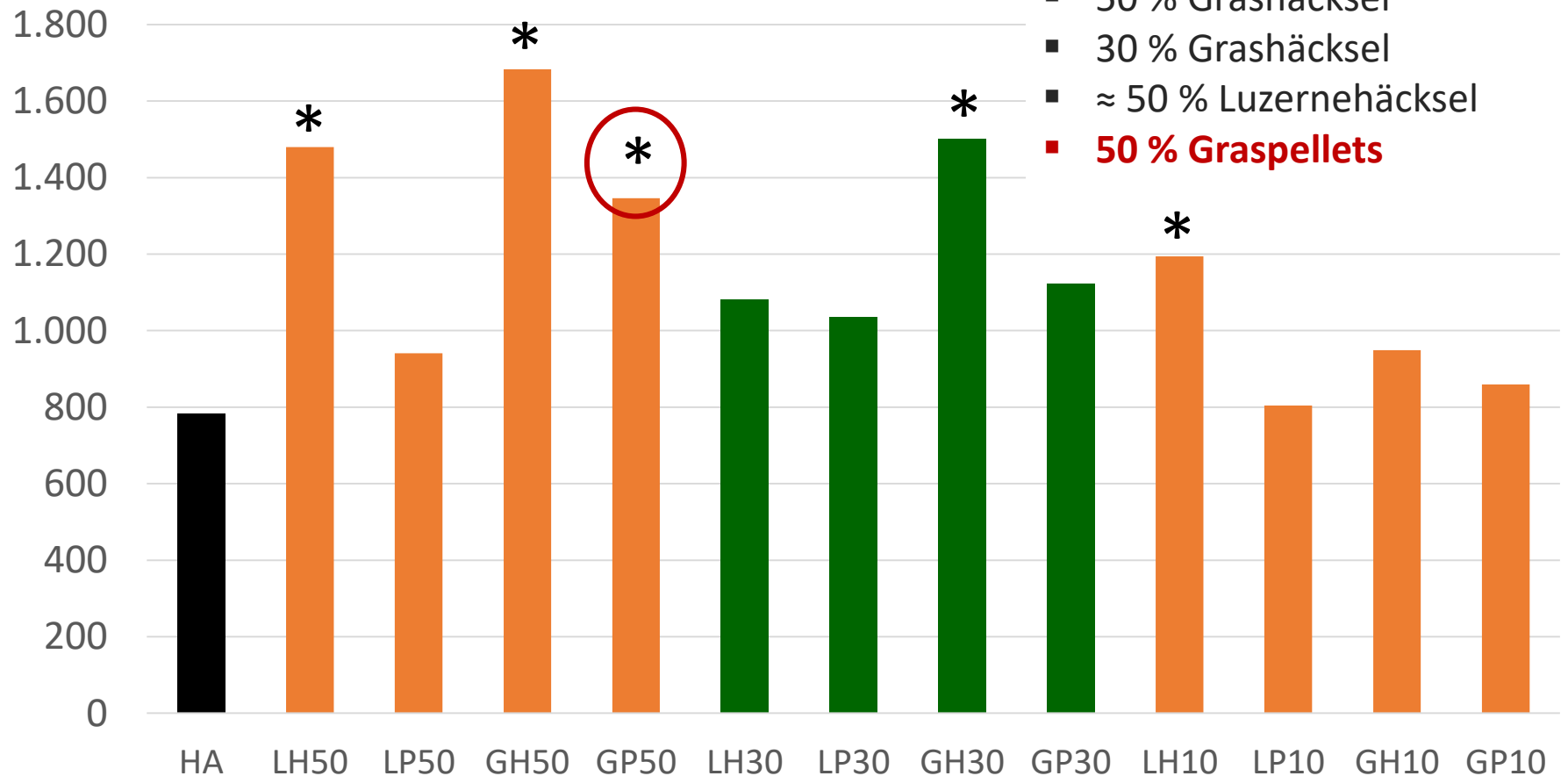
zum Vgl.: Heu 2.622 Kauschläge/kg TM (Glatter et al. 2021)

(Bochnia et al. 2022)



Kauintensität

Kauintensität [Kauschläge/kg Trockenmasse]



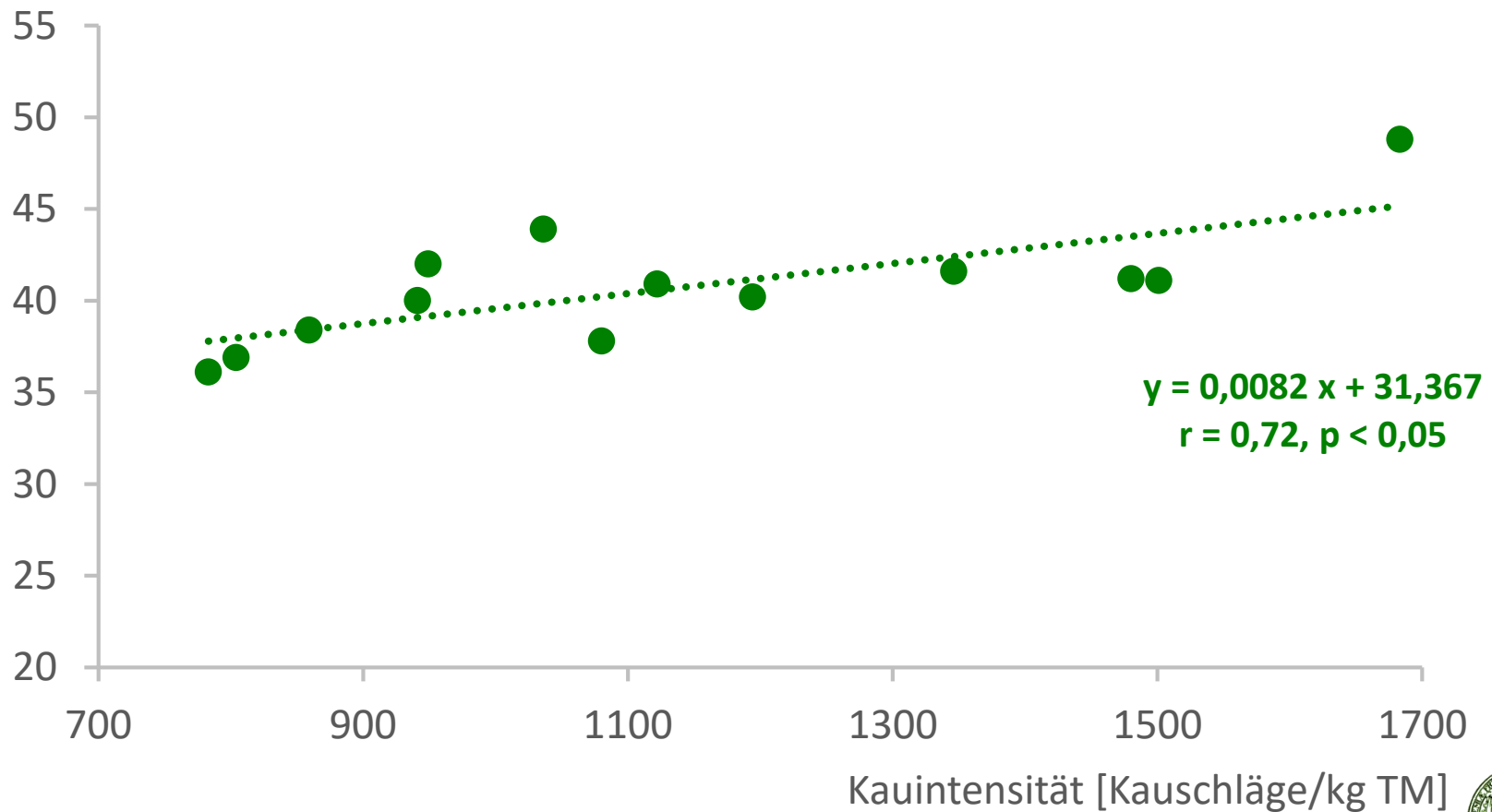
(pooled se = 116,2)

(Bochnia et al. 2022)



Kauintensität und Größe der Kotpartikel

Anteil kleiner Kotpartikel (Siebdurchgang 1 mm) [%]



(Santo et al. 2024)





Fazit und Ausblick

- Die Art des Futters ist ein wesentlicher Einflussfaktor auf Kauparameter, unbeschadet der hohen Individualität der Pferde.
- Eine exakte Charakterisierung des Futters ist erforderlich, inklusive physikochemischer Eigenschaften.
- Eines unserer Ziele ist die Konzeption standardisierter Testfuttermittel für Belange der Charakterisierung des Kauprozesses.





Vielen Dank ...

Deutsche Forschungsgemeinschaft



Projekt Nr. 434510792

EQUOVIS GmbH

IWEST-Tierernährung Dr. Meyer GmbH & Co. KG

Nordsaat Saatucht GmbH Zuchtstation Granskevitz





Vielen Dank ...

Dr. Martin Bachmann
Dr. Mandy Bochnia
Dr. Maren Glatter
TÄ Isabelle Lange
Dr. Caroline Pisch
Dipl.-Ing. Steffen Quellmalz
Dipl.-agr. Ing. Kristin Romanowski
TÄ Milena Marie Santo
Dr. Frank Schellenberger
Prof. Dr. Gerald Schusser

Dr. Michael Bulang
Tino Heitmüller
Katja Sitte
und Team AEVZ Merbitz

Nico Markus
Vet.-Ing. Diana Schmiedel
Angela Schmidt
Franziska Sommer

Studierenden und vielen andere mehr ...



... unseren vierbeinigen Mitarbeiter(innen)

