

Luzerne in der Pferdefütterung, eine Alternative zu Wiesenheu?

M. Königer^{1,2}, A. von Velsen – Zerweck², C. Eiberger², A. Jilg³, A. Töpfer⁴, C. Visscher⁵, B. Reckels⁵, I. Vervuert¹

¹Institut für Tierernährung, Ernährungsschäden und Diätetik, Veterinärmedizinische Fakultät der Universität Leipzig; ²Haupt- und Landgestüt Marbach; ³Landwirtschaftliches Zentrum für Rinderhaltung, Grünlandwirtschaft, Milchwirtschaft, Wild und Fischerei Baden-Württemberg (LAZBW); ⁴Landwirtschaftliches Technologiezentrum (LTZ) Augustenberg; ⁵Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, Institut für Tierernährung

Zusammenfassung

Durch die zunehmenden klimatischen Herausforderungen müssen in der Pferdefütterung Raufutteralternativen für Pferde gefunden werden. Ziel dieser Studie war die Überprüfung der Nährstoffzusammensetzung und Futtermittelhygiene von Luzerneheu im Vergleich zu Wiesenheu sowie Untersuchungen zur Akzeptanz, Gewichtsentwicklung und Kotqualität von Zuchtstuten unter Luzerneheufütterung. Die verwendeten Futtermittel wurden nach Methoden des Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA) auf den Nährstoffgehalt und den Hygienestatus untersucht. 20 adulte tragende Warmblutstuten wurden in zwei Gruppen (n=10) in einer kontrollierten Studie mit Wash-Out Phase und anschließender Kreuzung der Gruppen mit einer definierten Menge Luzerneheu bzw. Wiesenheu gefüttert. Die Akzeptanz hinsichtlich der Aufnahme des Luzerneheus wurde täglich beobachtet, die Erfassung der Körpermasse erfolgte wöchentlich. An Tag 0 (T0) und Tag 28 (T28) jeder Versuchsperiode wurden frisch abgesetzte Kotproben gesammelt und auf den pH-Wert, die Trockenmasse (TM) und den Gehalt an kurzkettigen Fettsäuren (SCFA) analysiert. Die hygienische Qualität des Luzerne- und Wiesenheus war durchschnittlich geringgradig herabgesetzt (Qualitätsstufe II). Die Aufnahme des Luzerneheus erfolgte bei allen Stuten ohne Rückwaagen. Der mediane Rohproteingehalt des Luzerneheus lag bei 134 g/kg TM, der mediane Calciumgehalt bei 13,9 g/kg TM und der mediane Magnesiumgehalt bei 1,50 g/kg TM. Pferde mit Luzernefütterung zeigten eine signifikant grössere mediane prozentuale Gewichtszunahme von 3,25 % im Vergleich zur Wiesenheufütterung (1,68 %) ($p < 0,05$). Die Kotqualität wurde in allen Proben mit 0 (= keine unphysiologischen Abweichungen) bewertet. Der Kot wies an T28 einen signifikant ($p < 0,05$) höheren TM-Gehalt bei Pferden mit Luzerneheufütterung im Vergleich zur Fütterung von Wiesenheu auf. Der Gehalt an SCFA im Kot, insbesondere Acetat, stieg bei Pferden mit Luzerneheufütterung im Vergleich zur Wiesenheufütterung signifikant an ($p < 0,05$).

Is alfalfa hay an alternative to meadow hay in equine nutrition?

Roughage alternatives for equine nutrition must be found due to the increasing climatic challenges. The aim of this study was to examine the nutrient composition and feed hygiene of alfalfa hay in comparison to meadow hay and to investigate the acceptance, weight development and faecal quality of broodmares fed alfalfa hay. The feed used was examined for nutrient content and hygiene status according to the standards of the Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA). Twenty adult pregnant warmblood mares were fed in two groups (n=10) with a defined amount of alfalfa hay or meadow hay in a controlled study with a wash-out phase and subsequent crossing of the groups. Alfalfa hay intake was observed daily, and bodyweight was recorded weekly. On day 0 (T0) and day 28 (T28) of each study period, fresh faecal samples were collected and analyzed for pH, dry matter (DM) and short-chain fatty acids (SCFA). The hygienic quality of the alfalfa and meadow hay was slightly reduced (quality level II) on average. The intake of the alfalfa hay was carried out in all mares without backweighing. The median crude protein content of the alfalfa hay was 134 g/kg DM, the median calcium content was 13,9 g/kg DM and the median magnesium content was 1,50 g/kg DM. Horses fed alfalfa showed a significantly greater median percent weight gain of 3,25 % compared to hay-fed horses (1,68 %) ($p < 0,05$). Faecal quality was rated 0 (= no non-physiological deviations) in all samples. Horses fed alfalfa hay had a significantly ($p < 0,05$) higher DM content compared to horses fed meadow hay on T28. Faecal SCFA levels, particularly acetate, increased significantly ($p < 0,05$) in horses fed alfalfa hay compared to horses fed meadow hay.

Table data on nutrient content of alfalfa hay dependent on the geographical location cannot be used, since, for example, in the present study the crude protein and mineral content (e.g. calcium 14,7 %) were lower than described in the literature. Faecal fermentation profile

<https://doi.org/10.17236/sat00371>

Eingereicht: 14.03.2022
Angenommen: 02.09.2022

Luzerne in der
Pferdefütterung,
eine Alternative
zu Wiesenheu?

M. Köninger et al.

Die Nährstoffgehalte des Luzerneheus zeigen, dass in Abhängigkeit der geographischen Lage Tabellendaten nicht übernommen werden können, da z. B. in der vorliegenden Studie der Rohprotein- sowie der Mineralstoffgehalt (z. B. Calcium 14,7%) niedriger waren, als in der Literatur beschrieben. Das Fermentationsprofil im Kot kann auf eine höhere Rohfaserfermentation als bei Wiesenheu hinweisen, was zu positiven Veränderungen in der Gewichtsentwicklung führen kann.

Schlüsselwörter: Akzeptanz, Fermentationsprofil, Nährstoffgehalt, Pferd, Raufutteralternative

can indicate a higher crude fiber fermentation than in meadow hay, which can lead to positive changes in weight development.

Keywords: Acceptance, fermentation profile, nutrient content, horse, roughage alternative

Einleitung

Durch die klimatischen Veränderungen in Deutschland kommt es in den letzten Jahren zu dürrbedingten Ausfällen des Grünlandertrags und somit zu einem verringerten Angebot an Grundfuttermitteln.²⁹ Teilweise müssen Heu sowie Heulagen mit weiteren rohfaserreichen Futtermitteln ergänzt werden, um Pferde ausreichend mit Raufutter versorgen zu können.³⁵ Luzerne (*Medicago sativa*) ist eine wärmetolerante Pflanze und wächst durch ihr tiefes Wurzelwerk auch in Böden mit geringeren Wasserreserven.²⁸ Des Weiteren zeichnet sie sich durch ihr hohes Ertragspotential sowie ihren hohen Protein- und Mineralstoffgehalt aus.³⁵ Ein hoher Protein- und Mineralstoffgehalt ist insbesondere bei Zuchtstuten oder Pferden im Wachstum von Vorteil.⁸

Mithilfe von Knöllchenbakterien an den Wurzeln, hat Luzerne eine sehr hohe Stickstofffixierleistung und übertrifft sogar Rot- und Weissklee.¹³

Als Tiefwurzler trägt sie zu einem gut strukturierten Boden bei, der dem Erosionsschutz dient, sowie den Abbau von Schadstoffen fördert. Ausserdem werden auch weitere Vorteile wie eine phytosanitäre Wirkung der Luzerne gegenüber Rübennematoden und Getreidefusskrankheiten beschrieben.²⁸

Für die Futterproduktion wird Luzerne weltweit großflächig in unterschiedlichen Klimazonen der USA, Kanadas, Europas, aber auch Afrikas angebaut.¹⁷ Pferden steht Luzerne bereits in verschiedenen Konfektionierungen als Protein- und Mineralstoffergänzung in Form von Heu, Häckseln, Pellets oder Cobs zur Verfügung.³⁵

Ziel dieser Studie war die Überprüfung der Nährstoffzusammensetzung und Futtermittelhygiene von Luzerneheu im Vergleich zu Wiesenheu sowie Untersuchungen zur Akzeptanz, Gewichtsentwicklung und Kotqualität bei Luzerneheufütterung bei Zuchtstuten. Wir stellen dabei die Hypothese auf, dass Luzerneheu eine gute Ak-

zeptanz aufweist und das mikrobielle Fermentationsprofil z. B. anhand der kurzkettigen Fettsäuren im Kot im Vergleich zu Wiesenheu verändert ist.

Material und Methoden

Versuchsaufbau

Im Zeitraum von November 2020 bis Februar 2021 wurde am Haupt- und Landgestüt Marbach eine Untersuchung zur Luzerneheufütterung bei Warmblutzuchtstuten durchgeführt. Die in den Versuch einbezogenen Stuten waren vor Versuchsbeginn seit mindestens einem Jahr auf dem Haupt- und Landgestüt Marbach und wurden mit einer Ration aus Heu, Hafer, Ergänzungsfutter und vitaminisiertem Mineralfutter gefüttert. In einer kontrollierten Studie wurden 20 Stuten randomisiert in zwei Gruppen aufgeteilt (n=10). Es erhielten zunächst 10 Pferde Wiesenheu (WH) und 10 Pferde parallel dazu Luzerneheu (LH) in einer definierten Menge. Nach einer Versuchsperiode von 28 Tagen folgte eine dreiwöchige Wash-Out-Periode. Anschliessend wurden die Gruppen gekreuzt, und die Pferde, die vorher WH erhalten haben, erhielten dann 28 Tage LH und umgekehrt.

Tiere und Haltungsbedingungen

An dem Versuch nahmen 20 tragende adulte Warmblutstuten teil. Das mediane [25/75 Perzentil] Alter der Stuten lag bei 7,5 [6,75/13,5] Jahren. Zu Beginn des Versuchs betrug das mediane Körpergewicht (KG) 607 [587/650] kg und die mediane Tragezeit 188 [172/206] Tage. Alle Pferde wurden in einem Laufstall auf Stroh getrennt in zwei Gruppen (n=10) gehalten. Beide Gruppen hatten täglich für 3-5 Stunden Zugang zu einem Laufzirkel bzw. einer Weide. Auf Grund einer Pyometra abortierte eine Stute in der Wash-Out Phase und wurde aus der Studie herausgenommen.

Fütterung

Die Stuten erhielten Raufutter in einer täglichen Menge von 1,5 kg TM/100 kg KM.² Das WH stammte aus dem gestüteeigenen Betrieb auf der Schwäbischen Alb in Deutschland (Ernte 2020, identische Fläche gesamter Fütterungsversuch), das LH (identische Charge für den gesamten Fütterungsversuch, Anbau Schwäbische Alb in Deutschland, Gesamtstickstoffgehalt Boden 0,25 %) wurde zugekauft (Henkel GBR, Neufra, Deutschland). Die Futtervorlage des LH erfolgte, um Blatt- und Bröckelverluste zu vermeiden, im Trog. Das WH wurde vor dem Trog direkt auf der Einstreu vorgelegt. Zusätzlich erhielten die Stuten täglich 1,5 kg Hafer, 500 g eines kommerziellen Ergänzungsfutters (Zuchtmüsli, Marstall GmbH®, Oberstaufen, Deutschland) sowie 80 g eines vitaminisierten Mineralfutters (Josera Joker Mineral, foodforplanet GmbH & Co. KG®, Kleinheubach, Deutschland). Zusätzlich hatten die Pferde Zugang zu einem Salzleckstein. Während des gesamten Versuchszeitraums hatten die Pferde uneingeschränkten Zugang zu Wasser über ein Tränkbecken.

Messungen und Analysen

Wägung Futter

Vor und nach jeder Fütterung wurde das Raufutter mit Hilfe einer mobilen Waage abgewogen (TPW MOBIL1808 NE und Anzeigergerät EAG80, T.E.L.L.-Steuerungssysteme GmbH&Co. KG®, Verden, Deutschland) und die Menge dokumentiert.

Futterakzeptanz

Die Akzeptanz wurde als Praxisbeobachtung durchgeführt, indem das vorgelegte Futter und die Aufnahme bei den Pferden kontrolliert wurde. Das Futter wurde abgewogen vorgelegt und nach 24 Stunden wurde der Trog kontrolliert und gegebenenfalls Rückwaagen erfasst.

Body Condition Score (BCS), Gewichtserfassung und Kotprobennahme

Wöchentlich wurde der BCS der Stuten auf einer Skala von 1-10 in Anlehnung an den Beurteilungsschlüssel von Kienzle und Schramme (2004)¹² beurteilt. Die Kotprobennahmen und Gewichtsmessungen erfolgten an Tag 0 (T0) und Tag 28 (T28) der Fütterung. Das Gewicht der Stuten wurde mittels einer mobilen Pferdewaage (TPW MOBIL1808 NE und Anzeigergerät EAG80 T.E.L.L.-Steuerungssysteme GmbH&Co. KG®, Deutschland) erfasst. Kotproben wurden zum Zeitpunkt der Wägung von spontan abgesetztem Kot gewonnen.

Futtermittel

Im Falle des in der Studie verwendeten Luzerneheus erfolgte durch den Hersteller eine Heisslufttrocknung. Proben von LH (n=8) und WH (n=8) wurden aus den zur Fütterung bestimmten Ballen mit Hilfe eines Bohrstocks (H-Dry Feuchtemessung Dietmar Hipper wegen

– dosieren – analysieren e.K. Bad Saulgau, Deutschland) nach den Vorgaben des Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA)³¹ entnommen.

Rohnährstoffanalyse und mikrobiologische Untersuchung

Die Futtermittelproben (n=8) wurden auf ihre Rohnährstoffgehalte untersucht. Die TM wurde nach Ofentrocknung (103 °C) bis zur Massekonstanz bestimmt. Die Rohnährstoffe Rohprotein (Rp), Rohlipide (Rfe), Rohfaser (Rfa) und Rohasche (Ra) wurden mittels Weender-Analyse untersucht.³⁰ Zusätzlich wurde der Gehalt an Neutrale-Detergensfaser nach Amylasebehandlung und Veraschung (aNDFom), Säure-Detergensfaser nach Veraschung (ADFom) und saures Detergenslignin (ADL) bestimmt.³³ Der Gehalt an stickstofffreien Extraktstoffen (NfE) wurde berechnet ($NfE = TM - (Ra + Rp + Rfe + Rfa)$). Die Mengenelemente Kalium (K), Magnesium (Mg), Calcium (Ca) und Phosphor (P) wurden nach VDLUFA (2016)³² analysiert. Die umsetzbare Energie (ME) wurde kalkuliert ($ME (MJ/kg TM) = -3,54 + 0,0129 Rp + 0,042 Rfe - 0,0019 Rfa + 0,0185 NfE$).⁸ Für die Kalkulation der ME wurden ausschliesslich die Proben von LH (n=3) und WH (n=8) herangezogen, die das Kriterium für $Rfa \leq 350 g/kg TM$ erfüllten.

Die Futtermittelproben (n=8) wurden nach einem Standardverfahren (SOP-LTZ) sensorisch auf ihre Reinheit und Frische untersucht. Eine Untersuchung der Keimgruppen (KG) 1 bis 7 wurde nach VDLUFA Methodenbuch (MB) III 28.1.2 (2012)³⁰ durchgeführt (siehe Tabelle 1).

Die Keimzahlstufe (KZS) bezieht sich auf den ermittelten Keimgehalt in der jeweiligen KG und ihren Orientierungswert. Beurteilt wurden die Proben nach ihrer Qualitätsstufe (QS) in Zusammenhang mit der KZS nach dem Bewertungsschema der VDLUFA 2012³⁰ bzw. 2017³⁴ (siehe Tabelle 2 und 3).

Tabelle 1: Einteilung der Keimgruppen (KG) bei mikrobiologischen Untersuchungen nach dem Methodenbuch III des Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA MB III 28.1.2 (2012)).²⁶

Keimgruppen	Indikatorkeime
KG 1	Gelbkeime, Pseudomonas/Enterobacteriaceae, sonstige Bakterien
KG 2	Bacillus, Staphylococcus/Micrococcus
KG 3	Streptomyceten
KG 4	Schimmel- und Schwärzepilze: Acremonium, Fusarium, Verticillium, Aureobasidium und sonstige Pilze
KG 5	Schimmelpilze: Aspergillus, Penicillium, Scopulariopsis, Wallemia und sonstige Pilze
KG 6	Mucorales
KG 7	Hefen (alle Gattungen)

Luzerne in der Pferdefütterung, eine Alternative zu Wiesenheu?

M. Königer et al.

Sensorische Beurteilung des Kots

Die frischen Kotproben wurden unmittelbar nach der Probennahme sensorisch untersucht und anhand eines Kotscores eingeteilt (siehe Tabelle 4).

pH-Wert im Kot

Unmittelbar nach der sensorischen Überprüfung des Kots wurde ausschliesslich für die Messung des pH-Werts freie Flüssigkeit aus dem Kot abgepresst und der pH-Wert mit Hilfe eines digitalen pH-Messgeräts (pH CHECK, Dostmann electronic GmbH®, Wertheim-Reicholzheim, Deutschland) bestimmt. Die Teilprobe, aus dem die Flüssigkeit abgepresst wurde, ist im Anschluss verworfen worden. Der unbearbeitete Rest der Kotprobe wurde für die weiteren Analysen bei -18°C tiefgefroren.

Tabelle 2: Ermittlung der Keimzahlstufe (KZS) nach dem Methodenbuch III des Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA MB III 28.1.2 (2012)).²⁶

Wenn der Keimgehalt einer Keimgruppe (KG) den Orientierungswert	Keimzahlstufe
– Nicht überschreitet	KZS I
– Überschreitet, bis zum 5-fachen	KZS II
– Überschreitet, bis zum 10-fachen	KZS III
– Überschreitet, um mehr als das 10-fache	KZS IV

Tabelle 3: Bewertungsschema der Qualitätsstufen von Futtermitteln nach dem Methodenbuch III des Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA MB III 28.1.4 (2017)).³⁰

Qualitätsstufe	Qualitätsbewertung	Kriterium
QS I	Normal	Bei allen 7 KG die KZS I erreicht
QS II	Geringgradig oder mässig herabgesetzt	Bei mindestens einer KG KZS II als höchste KZS
QS III	Herabgesetzt oder deutlich herabgesetzt	Bei mindestens einer KG KZS III als höchste KZS
QS IV	Unverdorbenheit nicht gegeben	Bei mind. einer KG KZS IV gegeben

KG = Keimgruppe, KZS = Keimzahlstufe

Tabelle 4: Kotscore zur Beurteilung spontan abgesetzten Kots bei Pferden.

Beschreibung	Kotscore
Feste, gut abgrenzbare Kotballen, grünlich, glatt, aromatischer Geruch	0
Weichbreiige, aber noch formbare Kotballen, grünlich, aromatischer Geruch	1
Breiige Kotballen, Verlust der Kotballenstruktur, grünlich, aromatischer Geruch	2
Breiig bis wässrig, abweichender Geruch, grünliche Farbe	3
Hochgradig flüssig, abweichender Geruch, grünlich-bräunliche Farbe	4

Trockenmasse (TM) im Kot

Nach dem Auftauen wurden jeweils 10 g Kot eingewogen (PG5002 Delta Range, Mettler Toledo®, Columbus, USA) und anschliessend für mindestens 12 Stunden bei 105°C in einem Umlufttrockenschrank (UFE 700, Memmert GmbH®, Schwabach, Deutschland) getrocknet und rückgewogen.

Kurzkettige Fettsäuren im Kot

Nach dem Auftauen der Kotproben wurden 4 g Kot und 4 ml Aqua dest. (Mischverhältnis 1:1) in einem Kunststoffreagenzglas vermengt. Zur Gewinnung des Flüssigkeitsanteils wurden die Proben bei 4°C für 10 Minuten mit 5000 Umdrehungen pro Minute zentrifugiert (Universal 30 RF, Hettich, Tuttlingen, Deutschland) und anschliessend 1 ml des filtrierten Überstands in ein 1,5 ml Eppendorf Tube (Eppendorf AG®, Hamburg, Deutschland) abpipettiert. Der gewonnene Flüssigkeitsanteil wurde bei -18°C tiefgefroren. Die Erfassung der kurzkettigen Fettsäuren (SCFA) Acetat (C2), Propionat (C3), Isobutyrat (IC4), Butyrat (C4), Isovaleriat (IC5), Valeriat (C5) und Capronat (C6) erfolgte gaschromatographisch (GC-2014, Fa. Shimadzu, Duisburg, Deutschland). Zur Bestimmung der Konzentration der SCFA wurde der filtrierte Überstand (1 ml) mit 100 μl eines internen Standards (Ansatz: 10 ml 17%ige Phosphorsäure und 0,025 ml 4-Methylvaleriansäure) versetzt und bis zur weiteren Analyse eingefroren. Die Auftrennung der Probe erfolgte entlang einer 30 m langen Säule (Restek, Stabilwax-DA, Capillary GC Column) im Gaschromatographen (GC-2014, Fa. Shimadzu, Duisburg). Die Säulentemperatur betrug dabei 225°C (Injektortemperatur 220°C , Detektortemperatur 240°C). Die SCFA wurden mittels eines Flammenionisationsdetektors im Laufe einer 25-minütigen Analysezeit in der Reihenfolge Acetat, Propionat, Isobutyrat, Butyrat, Isovaleriat, Valeriat und Capronat unter Bezug auf den internen Standard in Doppelbestimmung erfasst.

Statistik

SPSS 27® (IBM, Armonk, USA) und STATISTICA® (Version 14, TIBCO Software, Palo Alto, USA) wurden zur Datenanalyse verwendet. Die Gruppen wurden in Fütterungsgruppen (LH und WH) zusammengefasst. Alle Daten (Gewichte, pH-Wert, TM und SCFA im Kot, Rohnährstoffe) wurden mit Hilfe des Shapiro-Wilk Test auf Normalverteilung untersucht. Eine ANOVA mit Messwiederholung und ein post-hoc Test (Fisher LSD) der normalverteilten Daten wurde durchgeführt, um die signifikanten Unterschiede innerhalb der Fütterungsgruppen an T0 und T28 der Fütterung, sowie die Gruppenunterschiede (LH und WH) zum Messzeitpunkt zwei (T28) zu überprüfen. Normalverteilte Daten der Rohnährstoffe in den Futtermitteln wurden mittels t-Test für unabhängige Stichproben auf ihr Signifikanzniveau überprüft. Nicht normalverteilte Daten wurden

durch den Mann-Whitney-U-Test auf ihr Signifikanzniveau überprüft. $p < 0,05$ wurde als statistisch signifikant erachtet. Normalverteilte und nicht normalverteilte Daten wurden zur besseren Übersicht als Median und [25/75 Perzentil] dargestellt.

Ergebnisse

Nährstoffgehalte

Die Ergebnisse der Rohnährstoffanalyse von LH zeigen einen signifikant höheren Anteil an Rp, Ca, und P im Vergleich zu WH. Der Mg-Gehalt ist für beide Heusorten vergleichbar (siehe Tabelle 5).

Futtermittelhygiene

In den Futterproben wurden teilweise erhöhte Keimgehalte in den einzelnen Keimgruppen (KG) festgestellt (siehe Tabelle 6). In zwei LH-Proben und in sechs WH-Proben wurde der Orientierungswert für QS I der KG 1 von $\leq 3,0 \times 10^7$ KBE/g Heu überschritten. In jeweils drei von acht Futterproben (WH und LH) wurde eine erhöhte Kontamination von verderbanzeigenden Bakterien (KG 2) nachgewiesen. Ein Wert von $> 1,5 \times 10^5$ KBE/g Heu der verderbanzeigenden Streptomyzeten (KG 3) wurde in zwei Proben des WH gefunden. Eine Überschreitung des Richtwerts für KG 4 wurde in sieben Proben des LH und in fünf Proben des WH nachgewiesen. Der Richtwert der verderbanzeigenden Pilze und Mucorales (KG 5 und 6) wurde ausschliesslich in WH, in drei von acht Proben, überschritten. Die Anzahl der nachgewiesenen Hefen waren in LH im Falle von fünf Proben oberhalb des Orientierungswerts für QS I von $1,5 \times 10^5$ KBE/g Heu, bei WH waren es insgesamt sechs von acht Proben. Im Durchschnitt erreichten das LH sowie das WH im Rahmen der mikrobiologischen Untersuchung die Qualitätsstufe II.

Beschreibung der Futterakzeptanz

Die Futteraufnahme von LH und WH war immer vollständig ohne Rückwaagen. Die Futterumstellung ohne vorherige Adaptationsphase von WH auf LH hatte keinen negativen Effekt auf die Akzeptanz. Während der morgendlichen Fütterung mit Kraftfutter zeigten einige Stuten der LH-Gruppe eine bevorzugte Aufnahme des LH gegenüber dem Kraftfutter, welches mit dem LH im selben Trog angeboten wurde.

Körpermasse

Zum Messzeitpunkt (MZP) T0 betrug das mediane Gewicht der LH-Gruppe 616 [597/650] kg. Die Stuten der WH-Gruppe starteten an T0 mit einem medianen Gewicht von 625 [588/676] kg. Innerhalb der Fütterungsgruppen konnte eine signifikante Zunahme ($p < 0,05$) der Körpermasse der Stuten zwischen T0 und T28 der Fütterung festgestellt werden. Zwischen den jeweiligen

Fütterungsgruppen konnte an T28 kein signifikanter Unterschied der absoluten Gewichte festgestellt werden. Prozentual zeigte sich eine signifikant grössere Gewichtszunahme der Pferde mit LH-Fütterung (3,25 %) gegenüber den Pferden mit WH-Fütterung (1,68 %) (siehe Tabelle 7).

Luzeerne in der Pferdefütterung, eine Alternative zu Wiesenheu?

M. Königer et al.

Kotqualität

Der Kot verfärbte sich bei allen Stuten während der LH-Fütterung grünlich. Die abrupte Futterumstellung von WH auf LH und umgekehrt zeigte bei keiner der Stuten negative Effekte auf die Konsistenz oder den Geruch des Kots.

Zum MZP T0 starteten beide Versuchsgruppen mit einem vergleichbaren TM-Gehalt im Kot (siehe Tabelle 7). Nach 28 Tagen Fütterung konnte bei der LH-Gruppe

Tabelle 5: Nährstoffgehalte von Luzerneheu (n=3) und Wiesenheu (n=8), Angabe in Median [25/75 Perzentil].

Parameter Futtermittel Angaben in g/kg TM ¹	Luzeerneheu	Wiesenheu	p-Wert
Trockenmasse	930 [915/933]	910 [904/927]	0,40
Rohprotein	134 [132/138]	84,4 [79,9/87,4]	<0,05
aNDF _{OM} ²	496 [488/512]	585 [573/609]	<0,05
Phosphor	3,80 [3,65/3,85]	2,55 [2,40/3,00]	<0,05
Kalium	19,3 [18,7/19,5]	14,8 [14,5/16,1]	0,08
Calcium	13,9 [13,8/15,6]	8,15 [5,93/9,33]	<0,05
Magnesium	1,50 [1,35/1,90]	1,55 [1,38/1,73]	0,63
Kalkulierte umsetzbare Energie in MJ	6,62 [6,06/6,65]	6,95 [6,66/7,18]	0,07

¹TM = Trockenmasse

²aNDF_{OM} = Neutrale-Detergensfaser nach Amylasebehandlung und Veraschung

Tabelle 6: Befunde der mikrobiologischen Untersuchung von Luzerneheu (n=8) und Wiesenheu (n=8) in Koloniebildende Einheiten (KBE) pro g Futter, Richtwerte nach dem Methodenbuch III des Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA MB III 28.1.4 (2017)).³⁰

Gruppe Futtermittel	Luzeerneheu		Wiesenheu		Richtwert
	Min	Max	Min	Max	
KG 1 ¹ (produkttypische Bakterien)	$2,3 \times 10^6$	$5,6 \times 10^7$	$9,0 \times 10^6$	$1,1 \times 10^8$	$\leq 3,0 \times 10^7$
KG 2 (verderbanzeigende Bakterien)	$< 1,0 \times 10^4$	$4,3 \times 10^6$	$2,4 \times 10^4$	$8,0 \times 10^6$	$\leq 2,0 \times 10^6$
KG 3 (verderbanzeigende Streptomyzeten)	$< 1,0 \times 10^4$	$< 1 \times 10^6$	$< 1,0 \times 10^4$	$< 1,0 \times 10^6$	$\leq 1,5 \times 10^5$
KG 4 (produkttypische Pilze)	$3,3 \times 10^4$	$1,4 \times 10^6$	$2,4 \times 10^4$	$1,3 \times 10^6$	$\leq 2,0 \times 10^5$
KG 5 (verderbanzeigende Pilze)	$< 1,0 \times 10^3$		$< 1,0 \times 10^3$	$2,0 \times 10^6$	$\leq 1,0 \times 10^5$
KG 6 (verderbanzeigende Mucorales)	$< 1,0 \times 10^3$		$< 1,0 \times 10^3$	$< 1,0 \times 10^5$	$\leq 5,0 \times 10^3$
KG 7 (Hefen)	11×10^3	$7,0 \times 10^5$	$4,5 \times 10^4$	$3,8 \times 10^5$	$\leq 1,5 \times 10^5$

¹KG = Keimgruppe

Luzerne in der Pferdefütterung, eine Alternative zu Wiesenheu?

M. Köninger et al.

eine signifikante Zunahme des TM-Gehaltes im Kot festgestellt werden ($p < 0,05$). Der TM-Gehalt im Kot war in der LH-Gruppe an T28 mit 23,7 [22,7/24,7] % signifikant höher als bei der WH-Gruppe (21,6 [20,0/23,2] %) (siehe Tabelle 7).

Ein signifikanter Anstieg des pH-Werts im Kot während der Fütterungsperiode wurde bei der LH-Gruppe nachgewiesen ($p < 0,05$) (siehe Tabelle 7). Der pH-Wert im Kot der LH-Gruppe war zum zweiten MZP (T28) signifikant höher (pH= 7,0) als der Kot-pH-Wert der WH-Gruppe (pH= 6,73) ($p < 0,05$).

Tabelle 7: Gehalte und pH-Werte im Kot an Tag 0 und Tag 28 für die Fütterungsgruppen Luzerneheu und Wiesenheu, Darstellung als Median und [25/75 Perzentil].

Futtermittel	Parameter	Zeitpunkt		
		Tag 0	Tag 28	Differenz T28-T0 ²
Luzerneheu (n=19)	Gewichte	616 [579/650] ^{1*}	644 [616/678] ^{1 #}	3,25 [2,44/5,10] ^a
	TM	21,8 [21,2/22,7] [*]	23,7 [22,7/24,7] ^{#, a}	8,40 [1,72/14,3]
	pH	6,93 [6,56/7,03] [*]	7,00 [6,80/7,47] ^{#, a}	1,01 [-2,65/7,92]
Wiesenheu (n=20)	Gewichte	625 [588/676] ^{1*}	640 [605/686] ^{1 #}	1,68 [1,30/2,63] ^b
	TM	21,7 [19,9/23,6]	21,6 [20,0/23,2] ^b	-1,50 [-8,05/7,22]
	pH	6,63 [6,48/6,79]	6,73 [6,35/7,06] ^b	0,51 [-2,30/3,62]

Unterschiedliche Symbole markieren signifikante Effekte ($p < 0,05$) innerhalb einer Fütterungsgruppe, unterschiedliche Kleinbuchstaben markieren signifikante Effekte ($p < 0,05$) zwischen den Fütterungsgruppen

¹Angabe in kg

²Angabe in %

Tabelle 8: Kurzkettigen Fettsäuren (SCFA) im Kotwasser an Tag 0 und Tag 28 der Fütterungsgruppen Luzerneheu und Wiesenheu in mmol/kg ursprüngliche Substanz (uS), Angabe in Median [25/75 Perzentil].

SCFA (mmol/kg uS) im Kotwasser	Luzerneheu (n=19)		Wiesenheu (n=20)	
	Tag 0	Tag 28	Tag 0	Tag 28
Acetat	30,8 [18,2/36,5] [*]	36,0 [30,3/44,2] ^{#, a}	28,3 [26,1/34,5]	29,7 [22,5/34,1] ^b
Propionat	4,97 [2,75/6,69] [*]	8,93 [8,16/10,4] ^{#, a}	6,27 [4,60/7,44]	7,16 [5,00/8,91] ^b
i-Butyrat	0,74 [0,51/0,87] [*]	1,01 [0,93/1,31] ^{#, a}	0,52 [0,43/0,86]	0,69 [0,52/0,80] ^b
n-Butyrat	1,69 [0,78/2,89] [*]	2,91 [2,57/3,35] [#]	1,66 [1,37/2,81]	2,01 [1,29/2,57]
i-Valeriat	0,83 [0,48/0,90] [*]	1,02 [0,78/1,55] ^{#, a}	0,45 [0,32/1,04]	0,69 [0,44/0,82] ^b
n-Valeriat	0,41 [0,19/0,47] [*]	0,56 [0,40/0,77] ^{#, a}	0,27 [0,22/0,45]	0,32 [0,22/0,44] ^b
Capronat	0,02 [0,03/0,03]	0,03 [0,03/0,03] ^a	0,02 [0,02/0,02]	0,02 [0,02/0,02] ^b

Unterschiedliche Symbole markieren signifikante Effekte ($p < 0,05$) innerhalb einer Futtermittelgruppe zwischen Tag 0 und Tag 28, unterschiedliche Kleinbuchstaben markieren signifikante Effekte ($p < 0,05$) zwischen den beiden Futtermittelgruppen an Tag 28.

Kurzkettige Fettsäuren im Kot

Acetat hatte mit 36 mmol/kg ursprüngliche Substanz (uS) in der LH- bzw. mit 29,7 mmol/kg uS in der WH-Gruppe an T28 den grössten gemessenen Anteil der im Kot enthaltenen SCFA. Für alle SCFA, ausser Capronat, konnte ein signifikanter zeitlicher Effekt in Form eines Anstiegs nach 28 Tagen innerhalb der LH-Gruppe nachgewiesen werden ($p < 0,05$). Ein signifikanter zeitlicher Effekt innerhalb der WH-Gruppe war bei keiner der SCFA gegeben. Der Gehalt an Acetat, Propionat, (i- und n-) Butyrat, (i- und n-) Valeriat und Capronat im Kot der LH-Gruppe war zu T28 signifikant höher als der der WH-Gruppe ($p < 0,05$) (siehe Tabelle 8). Für n-Buttersäure konnte kein signifikant höherer Gehalt im Kot der LH-Gruppe nach 28 Tagen Fütterung festgestellt werden.

Diskussion

In dieser Studie wurden die Nährstoffgehalte und die Futtermittelhygiene von Luzerneheu bestimmt, sowie die Akzeptanz und Kotqualität nach Verfütterung an Zuchtstuten überprüft.

Je nach Schnitzeitpunkt lagen die Rohproteingehalte von Luzerne bezogen auf die TM in der Literatur zwischen 22,4% und 18,4%.³⁷ Eine Ration aus 100% Luzerne enthielt einen 8-fach höheren Anteil an verdaulichem Rohprotein als Wiesenheu.⁵

Die Futtermittelanalysen der vorliegenden Studie ergaben jedoch nur einen medianen Rohproteingehalt des Luzerneheus von 13,4 [13,2/13,8] % und lagen somit deutlich unter den bisherigen Literaturangaben.^{3,22,26} Bei einer Bodenprobe der Fläche ergab sich ein Gesamtstickstoffgehalt von 0,25 %, ein Kohlenstoff/Stickstoffverhältnis (C/N) von 9 und ein Humusgehalt von 4 %. Das C/N Verhältnis liegt in einem normalen Bereich zwischen 8 und 13 und spricht damit für einen nährstoffreichen und fruchtbaren Boden mit einer guten Stickstoffverfügbarkeit für die Pflanzen.²⁷ Luzerne deckt ihren Stickstoffbedarf weitestgehend über die Fixierung von Luftstickstoff durch Knöllchenbakterien an den Wurzeln.²⁰ Andere Gründe für einen Proteinverlust in Luzerneheu können daher z.B. Schnitzeitpunkt, Ernteverfahren (häufiges Wenden und Schwaden mit verbundenen Blattverlusten) und Wasserknappheit sein. Auch in Luzernepellets und -häcksel wurden deutlich höhere Proteingehalte beschrieben³⁶, wobei von einer scheinbar hohen Verdaulichkeit des Proteins in Luzerne zwischen 74 und 77 % ausgegangen wird.⁶

Trotz der bedarfsübersteigenden Proteinzufuhr bei alleiniger Luzernefütterung benannten Cuddeford et al. (1992)⁵ und Miller und Lawrence (1988)¹⁶ keine negativen metabolischen Effekte.

In den Rohrnährstoffanalysen der eigenen Studie wurde ein medianer Calciumgehalt im Luzerneheu von 13,9 g/kg TM festgestellt und lag damit deutlich unter dem von Cuddeford et al. (1990)⁴ angegebenen Gehalt von 26,3 g/kg TM. Der in Wiesenheu ermittelte mediane Calciumgehalt lag dagegen nur bei 8,15 g/kg TM. In Luzerne enthaltenes Calcium weist verglichen zu Wiesenheu und getreidereichem Kraftfuttern eine deutlich bessere Resorption und Verfügbarkeit auf.^{4,15} Cuddeford et al. (1990)⁴ beobachteten, dass bereits 33 % Luzerne in der Ration die Calciumabsorption signifikant steigerte, die Absorption jedoch bei einem Überangebot durch Luzerne nicht linear zum Angebot stieg.

Die erhöhte Calciumaufnahme durch Luzernefütterung im Vergleich zu energiereichem Kraftfutter spiegelte sich bei Pferden und Ponys auch in erhöhter renaler Exkretion des Calciums wider. Urinalysen zeigten, dass die renale Clearance für Calcium in Bezug auf den Kreatininwert mit dem Anteil von Luzerne an der Ration stieg.^{4,15}

Der in der aktuellen Studie gemessene Phosphorgehalt in Luzerneheu war nur moderat höher als der in Wiesenheu. Mit medianen Gehalten von 3,8 g/kg TM lag dieser aber deutlich höher im Vergleich zu bisherigen Angaben in der Literatur, die von einem Phosphorgehalt von 1,8 g/kg TM ausgehen.^{4,5} Bei der fraktionellen Exkretion von Phosphor bezogen auf den Kreatininwert zeigte sich, ähnlich wie bei Calcium und Magnesium, eine Zunahme mit steigendem Luzerneanteil an der Ration, allerdings waren die Ergebnisse laut Cuddeford et al. (1990)⁴ statistisch nicht signifikant.

Das Calcium-Phosphor-Verhältnis im Luzerneheu der eigenen Studie beträgt 3,66:1 und liegt damit über der Empfehlung von 1,4-1,5:1 für tragende Zuchtstuten.⁸ Trotz der in der eigenen Studie gemessenen niedrigeren Calciumgehalte im Luzerneheu, sollte die bedarfsübersteigende Calciumaufnahme und die renale Calciumexkretion, vor allem in Hinblick auf die Zielgruppe Sportpferde, in zukünftigen Studien weiter auf das Risiko für Harnsteine untersucht werden.

Die in dieser Studie ermittelten medianen Magnesiumgehalte in Luzerneheu waren mit 1,5 g/kg TM mit denen des Wiesenheus von 1,6 g/kg TM vergleichbar und somit deutlich geringer als bisher in der Literatur beschrieben. Laut einer Untersuchung von Cuddeford et al. (1990)⁴ enthielt eine Ration für Pferde aus 100 % Luzerne 2,5 g Mg/kg TM. Der Absorptionskoeffizient von Magnesium stieg mit zunehmendem Luzerneanteil an der Ration von 0,21 (0 % Luzerne) auf 0,64 (100 % Luzerne) und weist somit Parallelen zur Calciumabsorption auf.⁴ Die renale Exkretion von Magnesium bezogen auf den Kreatininwert in einer Ration aus 67 % Luzerne stieg gegen-

über einer Ration, die nur 33 % Luzerne enthält signifikant von 17 % auf 30 % an.⁴

Das Anbaugebiet und die Nutzung sowie die Bodenbeschaffenheit des Standorts und die klimatischen Bedingungen des Erntejahres spielen eine entscheidende Rolle für die Nährstoffzusammensetzung des Futters.⁹ Sollte in Deutschland vermehrt Luzerneheu für Pferde angebaut werden, benötigt es weitere Studien, um auf aussagekräftige Nährwerttabellen zurückgreifen zu können, da die Angaben zu Rohprotein-, Calcium- und Magnesiumgehalt in Luzerneheu nicht mit Daten aus bisherigen amerikanischen Studien übereinstimmen.⁵ Zu derselben Einschätzung kommen Brandes et al. (2022).¹ Auch hier konnten beispielsweise deutlich niedrigere Proteinwerte in Luzerneheu festgestellt werden, sodass geographisch bezogene Nährstoffanalysen in Zukunft an Bedeutung gewinnen werden.

Luzerne ist eine schwer konservierbare Futterpflanze.²⁸ Bei der Gewinnung von Heu aus der Luzerne kommt es auf dem Feld zu hohen Blatt- und Bröckelverlusten.²⁴ Rotz und Abrams (1988)²³ gaben einen Verlust der TM um 4,5 % bei Luzerneheu mit weniger als 20 % Restfeuchte bei der Ernte an und einen weiteren Verlust des Proteingehalts über die Lagerungsdauer, der jedoch unabhängig von der Restfeuchte des Heus ist. Bei der Futtermittelgewinnung und -lagerung kommt es jedoch nicht nur zu Nährstoffeinbußen, sondern auch zur Minderung der hygienischen Qualität.¹¹ Im Falle der Luzerne empfiehlt sich zusätzlich eine künstliche Trocknung mittels Heissluft.³ Jedoch schliesst auch die künstliche Trocknung mikrobiologische Mängel von Luzerneheu nicht vollständig aus.¹⁸ Dies war auch in der vorliegenden Studie der Fall. Die mikrobiologischen Orientierungswerte für Qualitätsstufe I der einzelnen Keimgruppen wurden in beiden Heusorten teilweise überschritten. Das Luzerne- und Wiesenheu der vorliegenden Studie wurde insgesamt mit der Qualitätsstufe II bewertet. Die Aufnahme von Futter mit hygienischen Mängeln äussert sich bei Pferden vor allem in Form von Verdauungsstörungen (Kolik), jedoch ist auch die Belastung der Atemorgane durch das Inhalieren von Staub- und Schimmelpilzsporen nicht zu unterschätzen.¹¹ Unabhängig von den Einflüssen auf die mikrobielle Qualität muss die Heisslufttrocknung unter dem Punkt der energetischen Nachhaltigkeit kritisch diskutiert werden. Aus diesem Grund sollten perspektivisch andere Futterkonfektionierungen, wie z.B. Luzernesilage, wo eine ausschliessliche Feldtrocknung möglich ist, untersucht werden.

Luzerneheu wird im Vergleich zu anderen Heusorten von Pferden signifikant besser und in grösseren Mengen aufgenommen.²² Cymbaluk und Christensen (1986)⁶ beobachteten bei Pferden eine 25-40 % höhere Futter-

Luzerne in der Pferdefütterung, eine Alternative zu Wiesenheu?

M. Köninger et al.

Luzerne in der Pferdefütterung, eine Alternative zu Wiesenheu?

M. Köninger et al.

aufnahme von Luzerneheu und -pellets im Vergleich zu anderen Raufuttermitteln. Durch die Beobachtungen in der eigenen Studie kann eine sehr hohe Schmackhaftigkeit der Luzerne bestätigt werden. Trotz der sehr groben Struktur von Luzerneheu zeigten einige Pferde sogar eine Präferenz von Luzerneheu gegenüber Hafer. Es ist jedoch anzumerken, dass die unterschiedliche Futtervorlage von Luzerne- und Wiesenheu (Trog vs. Einstreu) einen Einfluss auf das Futteraufnahmeverhalten in der eigenen Studie haben könnte.

Auch bei Sportpferden ergeben sich Perspektiven für den Einsatz von Luzerne. Dynnikova et al. (2020)⁷ zeigten, dass ukrainische Rennpferde, die 10,5% ihrer Ration in Form von granuliertem Luzernefutter erhielten, im Alter von 18 bzw. 24 Monaten eine bessere körperliche Entwicklung und einen ausgeprägteren konstitutionellen Sporttyp aufwiesen. Die Ergebnisse zeigten, dass die Kontrollgruppe nach 18 bzw. 24 Monaten eine geringere Widerristhöhe (4,6% bzw. 6,4%), einen geringeren Thoraxdurchmesser (4,5% bzw. 8,2%), sowie eine geringere Körperlänge (5,7% bzw. 6,0%) aufwies. Mit 24 Monaten waren die wachsenden Pferde zudem mit $450 \pm 3,24$ kg um 8,3% schwerer als die Vergleichsgruppe.⁷ Die Veränderung beim Sportpferd bestätigt die Ergebnisse, die in der eigenen Untersuchungen bei tragenden Zuchtstuten erhoben worden sind. Im Vergleich zu anderen Futterpflanzen weist Luzerne geringere kalkulierte Energiegehalte auf.²⁸ Trotz der geringeren umsetzbaren Energie des Luzerneheus in der eigenen Studie (ME = 6,62 [6,06/6,65] MJ/kg TM) im Vergleich zu Wiesenheu (6,95 [6,66/7,18] MJ/kg TM) zeigten die Stuten in der vorliegenden Untersuchung eine grössere prozentuale Gewichtszunahme bei Fütterung von Luzerneheu im Vergleich zu Wiesenheu.

Die Beobachtung, dass die niedrigeren kalkulierten Energiegehalte der Luzerne im Vergleich zum Wiesenheu mit Gewichtsvorteilen verbunden sind, wurde in der Literatur durch die Annahme einer höheren Verdaulichkeit der organischen Substanz in Luzerne- gegenüber Wiesenheu mehrfach bestätigt.^{5,19} Es ist somit davon auszugehen, dass die kalkulierte umsetzbare Energie den Energiegehalt des Luzerneheus nicht adäquat beschreibt, so dass zukünftig weitere Untersuchungen zur Energiebewertung von Luzerneheu notwendig sind.

SCFA tragen bei allen Säugetieren wesentlich zur Energiebereitstellung bei.²¹ Herbivore gewinnen bis zu 80% ihrer Erhaltungsenergie aus dem SCFA-Metabolismus im Dickdarm mithilfe anaerober mikrobieller Fermentation.²¹ Die Gesamtkonzentration an SCFA im Caecum-Inhalt beträgt beim Pferd ca. 100 mmol/l.²¹ Ein verbesserter mikrobieller Abbau der pflanzlichen Gerüstsubstanzen in Luzerneheu im Colon und Caecum könnte zu einer erhöhten Produktion von SCFA führen,

die dem Pferd anschliessend als Energielieferant bereitstehen würden. SCFA werden schnell, passiv und weitestgehend unabhängig vom luminalen pH-Wert im Dickdarm absorbiert.²⁰ Mehr als 95% der durch mikrobiellen Abbau gewonnenen SCFA werden während der Passage durch das Colon absorbiert und die Absorptionsrate steigt linear zur Konzentration an.²¹ Eine bessere mikrobielle Fermentation von Luzerneheu im Dickdarm bewirkt vermutlich eine erhöhte Aufnahme von SCFA über das Darmepithel, was in der eigenen Studie die bessere Körpermasseentwicklung erklären könnte. Die signifikant höhere Konzentration der SCFA im Kot der Pferde mit Luzerneheufütterung im Vergleich zur WH-Gruppe in unserer Studie könnte diesen Zusammenhang darstellen, zumal Kot durchaus die mikrobielle Zusammensetzung im Caecum reflektiert.^{10,25} Sorensen et al. (2021)²⁶ untersuchten an sechs fistulierten Pferden den Gehalt an SCFA im Caecuminhalt sowie im Kot nach 21 Tagen *ad libitum* Luzerneheu- bzw. Bromgrasheufütterung. In dieser Studie wurde an beiden Entnahmestellen (Caecum und Rectum) eine signifikant höhere Konzentration von Acetat und Butyrat bei Luzerneheufütterung festgestellt.²⁶ Sorensen et al. (2021)²⁶ beschreiben, dass bei Luzerneheufütterung die Acetat Konzentrationen im Caecuminhalt zu einigen Entnahmezeitpunkten höher waren als in den dazugehörigen Kotproben. Die Konzentration von Acetat, Propionat und Butyrat in Caecum und Kot unterschied sich bei Pferden, die Bromgrasheu erhalten haben, nicht signifikant.²⁶

In der eigenen Studie konnten keine negativen Veränderungen der Kotqualität bei Fütterung von Luzerneheu beobachtet werden. Alle Kotproben wurden anhand des Kotscores mit 0 bewertet. Der physiologische pH-Wert im Caecum- und Coloninhalt lag bei Pferden zwischen 6,6 und 7,5² und im Kot wurden physiologische pH-Werte mit $6,76 \pm 0,26$ angegeben.¹⁴ Die in der eigenen Studie gemessenen pH-Werte bei Luzerneheufütterung lagen somit im physiologischen Bereich. Auch bei den TM-Gehalten im Kot konnten bei Luzerneheufütterung keine unphysiologischen Abweichungen festgestellt werden. Es konnte jedoch gezeigt werden, dass der TM-Gehalt im Kot bei Pferden mit Luzerneheufütterung an T28 signifikant höher lag als bei Pferden mit Wiesenheufütterung.

Schlussfolgerung

Die sehr gute Akzeptanz von Luzerneheu ohne negative Veränderungen der Kotqualität, sowie eine positive Gewichtsentwicklung zeigen das Potential von Luzerneheu in der Pferdefütterung. Der erhöhte SCFA-Gehalt bei Luzerneheufütterung im Kot bestärkt die Annahme des verbesserten mikrobiellen Abbaus der Gerüstsub-

tanzen im Dickdarm von Pferden. Luzerneheu könnte somit als alternative Raufutterquelle für Pferde angeboten werden. Auf eine gute Qualität des Luzerneheus sowie einen von bisherigen Angaben abweichenden Nährstoffgehalt ist bei der Verwendung von Luzerneheu zu achten. Weitere Studien zur Erhebung von Futterwertdaten sowie Verdauungsversuche sind notwendig, um eine bessere Energie- und vermutlich auch Proteineinschätzung für Luzerne und Luzerneprodukte ableiten zu können.

Danksagung

Wir danken den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Haupt- und Landgestüt Marbach, insbesondere Gestütstierärztin Frau Dr. Yvonne Zander, sowie den landwirtschaftlichen Verantwortlichen Herrn Klaus Roggenkamp und Herrn Thomas Engelhart ausserordentlich für ihre Unterstützung zur erfolgreichen Durchführung dieser Studie. Besonderer Dank gilt auch den Mitarbeiterinnen des Instituts für Tierernährung, Ernährungsschäden und Diätetik der Universität Leipzig, insbesondere Jana Tietke für die Hilfe bei den Laboranalysen. Des Weiteren danken wir dem Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg für die finanzielle Unterstützung, das die Durchführung dieser Untersuchung ermöglicht hat.

Luzerne in der Pferdefütterung, eine Alternative zu Wiesenheu?

M. Königer et al.

La luzerne dans l'alimentation des chevaux, une alternative au foin de prairie ?

En raison des défis climatiques croissants, des alternatives de fourrage grossier doivent être trouvées dans l'alimentation des chevaux. L'objectif de cette étude était de vérifier la composition nutritionnelle et l'hygiène alimentaire du foin de luzerne par rapport au foin de prairie, ainsi que d'étudier l'acceptance, l'évolution du poids et la qualité des fèces chez des juments d'élevage nourries au foin de luzerne. La teneur en nutriments et le statut hygiénique des aliments utilisés ont été analysés selon les méthodes de l'Association allemande des instituts de recherche et d'analyse agricoles (VDLUFA). Vingt juments adultes de sang en gestation ont été réparties en deux groupes (n=10) dans le cadre d'une étude contrôlée avec une phase de wash-out suivie d'un croisement des groupes avec une quantité définie de foin de luzerne ou de foin de prairie. L'acceptance concernant l'ingestion de foin de luzerne a été observée quotidiennement, le relevé de la masse corporelle a été effectué chaque semaine. Au jour 0 (J0) et au jour 28 (J28) de chaque période d'essai, des échantillons de fèces fraîchement émis ont été collectés et analysés pour en déterminer le pH, le taux de matière sèche (MS) et la teneur en acides gras à chaîne courte (AGCC). La qualité hygiénique du foin de luzerne et de prairie était en moyenne légèrement dégradée (niveau de qualité II). Le foin de luzerne a été ingéré par toutes les juments sans pesée de retour. La teneur médiane en protéines brutes du foin de luzerne était de 134 g/kg de MS, sa teneur médiane en calcium de 13,9 g/kg de MS et sa teneur médiane en magnésium de 1,5 g/kg de MS. Les chevaux nourris à la luzerne ont présenté un pourcentage de gain de poids médian significativement plus élevé (3,25 %) que ceux nourris au foin de prairie (1,68 %) (p<0,05).

L'alfalfa nell'alimentazione equina è un'alternativa al fieno di prato?

A causa delle crescenti sfide climatiche, è necessario trovare alternative di foraggio per l'alimentazione equina. Lo scopo di questo studio è stato quello di esaminare la composizione nutritiva e l'igiene alimentare del fieno di erba medica (alfalfa) rispetto al fieno di prato e di indagare l'accettazione, lo sviluppo del peso e la qualità delle feci delle fattrici alimentate con fieno di erba medica. Il mangime utilizzato è stato esaminato per il contenuto di nutrienti e lo stato igienico secondo gli standard del Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA). Venti fattrici gravide adulte sono state alimentate in due gruppi (n=10) con una quantità definita di fieno di erba medica o di prato in uno studio controllato con una fase di wash-out e successivo incrocio dei gruppi. L'assunzione di fieno di erba medica è stata osservata quotidianamente e il peso corporeo è stato registrato settimanalmente. Il giorno 0 (T0) e il giorno 28 (T28) di ogni periodo di studio, sono stati raccolti campioni di feci fresche e analizzati per il pH, la sostanza secca (DM) e gli acidi grassi a catena corta (SCFA). La qualità igienica del fieno di erba medica e di prato era in media leggermente ridotta (livello di qualità II). L'assunzione del fieno di erba medica è stata effettuata in tutte le cavalle senza pesatura a posteriori. Il contenuto medio di proteine grezze del fieno di erba medica era di 134 g/kg di DM, il contenuto medio di calcio era di 13,9 g/kg di DM e il contenuto medio di magnesio era di 1,5 g/kg di DM. I cavalli nutriti con erba medica hanno mostrato un aumento di peso medio significativamente maggiore, pari al 3,25 %, rispetto ai cavalli nutriti con fieno (1,68 %) (p<0,05). La qualità delle feci è stata valutata 0 (= nessuna deviazione non fisiologica) in tutti i campioni. I cavalli alimentati con fieno di erba me-

Luzerne in der
Pferdefütterung,
eine Alternative
zu Wiesenheu?

M. Köninger et al.

La qualité des fèces a été évaluée à 0 (= aucune anomalie non physiologique) dans tous les échantillons. Les fèces présentaient à J28 une teneur en MS significativement plus élevée ($p < 0,05$) chez les chevaux nourris au foin de luzerne par rapport à ceux nourris au foin de prairie. La teneur en AGCC dans les fèces, en particulier l'acétate, a augmenté de manière significative ($p < 0,05$) chez les chevaux nourris au foin de luzerne par rapport à ceux nourris au foin de prairie.

Les teneurs en nutriments du foin de luzerne montrent qu'en fonction de la situation géographique, les données des tables ne peuvent pas être reprises, car, par exemple, dans la présente étude, la teneur en protéines brutes ainsi que la teneur en minéraux (par ex. calcium 14,7%) étaient inférieures à celles décrites dans la littérature. Le profil de fermentation dans les fèces peut indiquer une fermentation de la cellulose brute plus élevée que dans le foin de prairie, ce qui peut entraîner des changements positifs dans l'évolution du poids.

Mots clés : Acceptance, profil de fermentation, teneur en nutriments, cheval, alternative de fourrage grossier

dica avevano un contenuto di DM significativamente più elevato ($p < 0,05$) rispetto ai cavalli alimentati con fieno di prato a T28. I livelli di SCFA fecali, in particolare l'acetato, sono aumentati significativamente ($p < 0,05$) nei cavalli alimentati con fieno di erba medica rispetto a quelli alimentati con fieno di prato. Non è possibile utilizzare i dati delle tabelle sul contenuto di nutrienti del fieno di erba medica che dipendono dalla posizione geografica, poiché, ad esempio, nel presente studio il contenuto di proteine grezze e di minerali (ad esempio il calcio 14,7%) era inferiore a quello descritto in letteratura. Il profilo di fermentazione fecale può indicare una fermentazione di fibra grezza più elevata rispetto al fieno di prato, che può portare a cambiamenti positivi nello sviluppo del peso.

Parole chiave: accettazione, profilo di fermentazione, contenuto di sostanze nutritive, cavallo, alternativa di foraggio grezzo

Literaturnachweis

- ¹ Brandes J, Hummel J, Sünder H: Untersuchungen zu Futterwertkennzahlen von Esparssette und Luzerne für den Einsatz in Pferderationen. In: VDLUFA-Schriftenreihe: 282–290.
- ² Coenen M, Vervuert I (eds.): Pferdefütterung. Thieme, 2019.
- ³ Cuddeford D: Artificially dehydrated lucerne for horses. *The Veterinary Record* 1994; 135(18): 426–429.
- ⁴ Cuddeford D, Woodhead A., Muirhead R.: Potential of alfalfa as a source of calcium for calcium deficient horses. *Veterinary Record* 1990; 126(7): 425–429.
- ⁵ Cuddeford D, Woodhead A, Muirhead, R.: A comparison between the nutritive value of short cutting cycle, high temperature-dried alfalfa and timothy hay for horses. *Equine Veterinary Journal* 1992; 24(2): S.84–89.
- ⁶ Cymbaluk N, Christensen DA: Nutrient utilization of pelleted and unpelleted forages by ponies. *Canadian Journal of Animal Science* 1986; 66: 237–244.
- ⁷ Dynnikova KD, Lesnovskaya OV, Karlova LV, Gavrilina OG: Efficiency of alfalfa granulated feed additive in balanced ration of Ukrainian Riding Horse. *Ukrainian Journal of Ecology* 2020; 10(3): 173–180 (accessed 16.04.2021).
- ⁸ Gesellschaft für Ernährungsphysiologie: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Pferden. DLG Verlag, Frankfurt am Main, 2014.
- ⁹ Hoischen-Taubner S, Sundrum A: Ermittlung des Futterwertes und der Verdaulichkeiten der Blattmassen von Luzerne und Perserklee. Schlussbericht, Kassel: Universität Kassel, Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften, Fachgebiet Tierernährung und Tiergesundheit, 2016 <https://orgprints.org/id/eprint/30426/13/30426-110EO55-uni-kassel-sundrum-2016-verdaulichkeiten-blattmassen.pdf>.
- ¹⁰ Julliard V, Grimm P: Horse species symposium: The microbiome of the horse hindgut: History and current knowledge. *Journal of Animal Science* 2016; 94(6): 2262–2274. doi:10.2527/jas.2015-0198.
- ¹¹ Kamphues J: Risiken durch Mängel in der hygienischen Qualität von Futtermitteln für Pferde. *Pferdeheilkunde* 1996; (12-3): 326–332 (accessed 15.03.21).
- ¹² Kienzle E, Schramme C: Beurteilung des Ernährungszustandes mittels Body Condition Scores und Gewichtsschätzung beim adulten Warmblutpferd. *Pferdeheilkunde* 2004; 20(6): 517–524.
- ¹³ Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen: Erfolgreicher Luzerneanbau 2013, Kleve, Deutschland https://www.landwirtschaftskammer.de/riswick/pdf/erfolgreicher_luzerneanbau_2013.pdf (accessed 18.11.2021).
- ¹⁴ Mackenthun E, Coenen M, Vervuert I: Effects of *Saccharomyces cerevisiae* supplementation on apparent total tract digestibility of nutrients and fermentation profile in healthy horses. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)* 2013; 97 Suppl 1: 115–120.
- ¹⁵ Meyer H, Stadermann B, Schnurpel B, Nehring T: The influence of type of diet (roughage or concentrate) on the plasma level, renal excretion, and apparent digestibility of calcium and magnesium in resting and exercising horses. *Journal of Equine Veterinary Science* 1992; 12(4): 233–239.

- ¹⁶ Miller PA, Lawrence LM: The effect of dietary protein level on exercising horses. *Journal of Animal Science* 1988; 66: 2185–2192.
- ¹⁷ OECD: Novel Food and Feed Safety: Safety Assessment of Foods and Feeds Derived from Transgenic Crops, Volume 1, S. 183–221. OECD, 2015.
- ¹⁸ Parker BF, White GM, Lindley MR, Gates RS, Collins M, Lowry S, Bridges TC: Forced-Air Drying of Baled Alfalfa Hay. *Transactions of the ASAE* 1992; 35(2): 607–615. doi:10.13031/2013.28640.
- ¹⁹ Potts L, Hinkson J, Graham B, Löest C, Turner J: Nitrogen Retention and Nutrient Digestibility in Geldings Fed Grass Hay, Alfalfa Hay, or Alfalfa Cubes. *Journal of Equine Veterinary Science* 2010; 30(6): 330–333. doi:10.1016/j.jevs.2010.04.007.
- ²⁰ Pühler A: Die Morphogenese von Luzerneknöllchen, ein interessantes Beispiel für die Entwicklung von pflanzlichen Organen. In: Pühler A (ed.): Bakterien-Pflanzen-Interaktion: Analyse des Signalaustausches zwischen den Symbiosepartnern bei der Ausbildung von Luzerneknöllchen ; [376. Sitzung am 3. Juli 1991 in Düsseldorf. Westdt. Verl., Opladen, 1993: 9–12.
- ²¹ Rechkemmer G, Rönna K, Engelhardt W: Fermentation of polysaccharides and absorption of short chain fatty acids in the mammalian hindgut. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology* 1988; 90(4): 563–568. doi:10.1016/0300-9629(88)90668-8.
- ²² Rodiek AV, Jones BE: Voluntary Intake of Four Hay Types by Horses. *Journal of Equine Veterinary Science* 2012; 32(9): 579–583. doi:10.1016/j.jevs.2012.02.002.
- ²³ Rotz CA, Abrams SM: Losses and Quality Changes During Alfalfa Hay Harvest and Storage. *Transactions of the ASAE* 1988; 31(2): 350–355. doi:10.13031/2013.30713.
- ²⁴ Sauter GJ, Kirchmeier H, Neuhauser H: Ernte von Luzernenheu mittels Schwadwendeverfahren. *Landtechnik* 2002; 4(57): 202–203.
- ²⁵ Schoster A, Arroyo LG, Staempfli HR, Weese JS: Comparison of microbial populations in the small intestine, large intestine and feces of healthy horses using terminal restriction fragment length polymorphism. *BMC Res Notes* 2013; 6(91): 1–9. doi:10.1186/1756-0500-6-91.
- ²⁶ Sorensen RJ, Drouillard JS, Douthit TL, Ran Q, Marthaler DG, Kang Q, Vahl CI, Lattimer JM: Effect of hay type on cecal and fecal microbiome and fermentation parameters in horses. *Journal of Animal Science* 2021; 99(1). doi:10.1093/jas/skaa407.
- ²⁷ Stahr K, Kandeler E, Herrmann L, Streck T: *Bodenkunde und Standortlehre*. utb GmbH, Stuttgart, 2020.
- ²⁸ Steinhöfel O, Schiefer C: Königin der Futterpflanzen – Luzerne: bodenverbessernd, trockenheitsresistent, proteinreich. *Neue Landwirtschaft* 2003; (7): 46–48.
- ²⁹ van Rühl P, Schönthaler, K., von Andrian-Werburg, S., Buth M (eds.): *Monitoringbericht 2019 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel: Bericht der Interministeriellen Arbeitsgruppe Anpassungsstrategie der Bundesregierung*, 2019. 276 (accessed 22.06.21) https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/das_monitoringbericht_2019_barrierefrei.pdf.
- ³⁰ VDLUFA (ed.): *Handbuch der Landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungsmethodik (VDLUFA-Methodenbuch)*: Bd. III. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. VDLUFA-Verlag, Darmstadt, 2012.
- ³¹ VDLUFA (ed.): *Handbuch der Landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungsmethodik (VDLUFA-Methodenbuch)*: Methode 1.9, Entnahme, Transport und Aufbewahrung von Grob- und Saftfutter (Grundfutter). Bd. III. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. VDLUFA-Verlag, Darmstadt, 2016.
- ³² VDLUFA (ed.): *Handbuch der Landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungsmethodik (VDLUFA-Methodenbuch)*: Methode 10.2.1, 10.4.1, 10.6.1, Bd. III. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. VDLUFA-Verlag, Darmstadt, 2016.
- ³³ VDLUFA (ed.): *Handbuch der Landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungsmethodik (VDLUFA-Methodenbuch)*: Methode 6.5.1–6.5.3, Bd. III. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. VDLUFA-Verlag, Darmstadt, 2016.
- ³⁴ VDLUFA (ed.): *Handbuch der Landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungsmethodik (VDLUFA-Methodenbuch)*: Bd. III. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. VDLUFA-Verlag, Darmstadt, 2017.
- ³⁵ Vervuert I: Raufutterversorgung bei Pferden in Zeiten knapper Heu- bzw. Heulagevorräte?! *Tierärztliche Umschau* 2020; 75(3): 88–91.
- ³⁶ Vondran S, Venner M, Vervuert I: Effects of two alfalfa preparations with different particle sizes on the gastric mucosa in weanlings: alfalfa chaff versus alfalfa pellets. *BMC Vet Res* 2016; 12(1): 110. doi:10.1186/s12917-016-0733-5.
- ³⁷ Woodward AD, Nielsen BD, Liesman J, Lavin T, Trottier NL: Protein quality and utilization of timothy, oat-supplemented timothy, and alfalfa at differing harvest maturities in exercised Arabian horses. *Journal of Animal Science* 2011; 89(12): 4081–4092. doi:10.2527/jas.2010-3825.

Luzerne in der Pferdefütterung, eine Alternative zu Wiesenheu?

M. Königer et al.

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. Ingrid Vervuert
 Institut für Tierernährung, Ernährungsschäden und Diätetik,
 Veterinärmedizinische Fakultät der Universität Leipzig
 An den Tierkliniken 9
 DE-04103 Leipzig
 Telefon: +49 341 9738372
 E-Mail: ingrid.vervuert@vetmed.uni-leipzig.de