



# Silagefütterung bei Pferden





**TRIOPLAST GMBH**  
Düsseldorfer Straße 38  
DE-40721 Hilden  
+49 2103 3319120

[www.trioplast.de](http://www.trioplast.de)  
[www.forageforhorses.com](http://www.forageforhorses.com)

## Raufutter für Pferde

In den vergangenen Jahren konnte sich konserviertes, in Ballen gepresstes Pferdefutter immer weiter etablieren. Dank des höheren Nährwertes und der Verträglichkeit hat die Silage bei vielen Pferdebesitzern Getreide als Futter abgelöst. Insgesamt wächst in Europa das Interesse an Silage als Futteralternative. Trioplast hat in diesem Handbuch viele wichtige Informationen zur Fütterung von Pferden mit Silage zusammengestellt. Dabei wurden wir von Sara Muhonen von Equi-Nutrition unterstützt. Sie hat uns geholfen, Ratschläge und Informationen zum aktuellen Kenntnis- und Forschungsstand leicht verständlich darzulegen. Unsere Website [www.forageforhorses.com](http://www.forageforhorses.com) betreiben wir mit ihr zusammen.

Sara Muhonen ist Absolventin des Instituts für Tierernährung und -management der Schwedischen Universität für Agrarwissenschaften (SLU). Der Titel ihrer Dissertation lautete „Metabolism and Hindgut Ecosystem in Forage Fed Sedentary and Athletic Horses“ (Der Stoffwechsel und das Ökosystem Dickdarm von mit Raufutter versorgten ruhenden und arbeitenden Pferden). Den Master of Science in Landwirtschaft (Tierwissenschaften) erwarb sie ebenfalls an der SLU. Bereits als kleines Mädchen entdeckte sie ihre Liebe zu Pferden, besonders zu Trabern und dem Trabrennsport. Nähere Informationen zu Equi-Nutrition finden Sie auf der Website unter [www.equi-nutrition.com](http://www.equi-nutrition.com).

Trioplast ist eine schwedische Industriegruppe mit einem Umsatz von 500 Millionen Euro und 1.250 Mitarbeitern. Sie ist eine der in Europa wegweisenden Gruppen in Bezug auf die kreative und kostengünstige Verwendung von Polyethylen in der modernen Kunststoff- und Verpackungsindustrie. Trioplast entwickelt, produziert und vertreibt Verpackungsmaterialien für Industrie und Landwirtschaft. Dazu zählen Hygienefolien und Spezialfolien. Produkte und Vertretungen von Trioplast können Sie auf der ganzen Welt finden. Wir engagieren uns für eine erhöhte Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit in der Landwirtschaft. Uns liegt viel daran, dass Landwirte und Lohnunternehmer, die unsere Produkte und Lösungen einsetzen, dadurch mehr Nachhaltigkeit erreichen. Wenn Sie die Produkte von Trioplast zur Lagerung hochwertigen Futters einsetzen, können Sie sicher sein, dass wir bei der Qualität keine Kompromisse eingehen, weil uns Ihre Werte wichtig sind. Weitere Informationen finden Sie unter [www.trioplast.com](http://www.trioplast.com).

Göran Ericson  
Business Director Agri  
Trioplast AB







## Inhalt

- 1 Das Pferd – ein Pflanzenfresser
- 2 Der Silierprozess
- 2 Was sind Fasern?
- 2 Proteine sind aus Aminosäuren aufgebaut
- 3 Unterschiede in der Verdaulichkeit von Heu und Silage
- 4 Heulage oder Silage – Auswirkungen auf die Trainingsadaptation?
- 6 Unterschiede bezüglich Wasseraufnahme und Wasserhaushalt von Pferden, wenn sie Heu und Silage fressen
- 7 Hat die Aufnahme von Rohprotein über das Raufutter Auswirkungen auf die Leistung des Pferdes?
- 8 Unmittelbarer Wechsel von Heu auf Heulage und auf Silage – Auswirkungen auf das Ökosystem Dickdarm
- 9 Rohproteingehalt im Raufutter – Auswirkungen auf das Ökosystem Dickdarm
- 10 Rohproteingehalt im Raufutter – Auswirkungen auf Stoffwechsel und Wasseraufnahme
- 11 Raufutteraufnahme – Auswirkungen auf Körpergewicht und Wasserhaushalt
- 13 Raufutteraufnahme – Auswirkungen auf Körpergewicht und Training
- 14 Auswirkungen der Faserzusammensetzung des Raufutters auf das Ökosystem Dickdarm
- 15 Fütterung des Raufutters vor dem Kraftfutter
- 16 Verhaltensstörungen – Stereotypen
- 17 Raufutter oder Kraftfutter – Auswirkungen auf den Insulinspiegel
- 18 Kilogramm Futter und Kilogramm Trockensubstanz (TS)
- 20 Heu, Heulage, Silage – was ist der Unterschied?
- 21 Rundballen stehend lagern
- 22 Horwrap vs. Standardfolie
- 23 Lagen von Kunststofffolie
- 25 Herstellung von Kleinballen aus Großballen
- 26 Hygienische Qualität von Raufutter
- 28 Mikrobiologische Untersuchung von Raufutter
- 29 Grasschnittzeit und hygienische Qualität von Heulage
- 30 Bakterien, Pilze und Schimmel in Raufutter
- 33 Literaturverzeichnis



## Das Pferd – ein Pflanzenfresser

Das Pferd ist ein großer Grasfresser, ein Pflanzenfresser. In freier Wildbahn grasen Pferde 14 bis 18 Stunden pro Tag. Für Pferde ist die Fermentation im Dickdarm besonders wichtig. Dabei werden die Pflanzenfasern von Mikroorganismen (Bakterien, Protozoen und Pilze) im Blind- und Dickdarm zersetzt. Bei den Restprodukten dieser Mikroorganismen handelt es sich um kurzkettige Fettsäuren, die absorbiert und vom Pferd in Energie umgewandelt werden. Ohne diese ausgeprägte Darmflora könnten sich Pferde nicht von Gras ernähren. Bei einer hauptsächlich oder ausschließlich auf Raufutter basierenden Ernährung sind die kurzkettigen Fettsäuren die größte Energiequelle für das Pferd.

Auch wenn die Mikroorganismen im gesamten Magen-Darm-Trakt des Pferdes leben, fanden sich im gesamten Verdauungstrakt viele anaerobe Bakterien, im Magen sogar noch mehr als im Dünndarm. Die Konzentration faserabbauender Bakterien, zum Beispiel cellulolytische Bakterien, ist im Dickdarm hoch und im Magen und Dünndarm niedrig. Das zeigt, dass der Faserabbau im Dickdarm stattfindet. Die Ernährung des Pferdes wirkt sich auf die Zusammensetzung der Darmflora aus und damit auch darauf, welche kurzkettigen Fettsäuren produziert werden. Wenn die Ernährung hauptsächlich oder ausschließlich aus Raufutter besteht, finden sich höhere Acetatkonzentrationen und niedrigere Propionatkonzentrationen. Acetat ist eine schwächere Säure als Propionat, sodass es den pH-Wert nicht so stark senkt. Eine hohe Aufnahme von stärkehaltigem Kraftfutter führt zu einer hohen Propionatproduktion, jedoch auch zu einer hohen Lactatproduktion. Dies kann zu einem schnellen Abfall des pH-Werts und einem stark erhöhten Risiko von Darmbeschwerden und Koliken führen.





## Der Silierprozess

Bei der Herstellung von Silage wird das Futter im Silierprozess konserviert. Während des Silierprozesses produzieren Milchsäurebakterien beim Kohlenhydratabbau Milchsäure. Durch die Milchsäure wird der pH-Wert im Futter gesenkt. Ziel des Silierprozesses ist es, den pH-Wert so weit zu senken, dass jegliche Aktivität von Mikroorganismen unterdrückt wird, sodass die Silage stabil ist und gelagert werden kann. Damit die Milchsäurebakterien den Silierprozess beherrschen, müssen in den Ballen bzw. im Silo anaerobe, also sauerstofffreie Bedingungen herrschen.

## Was sind Fasern?

„Faser“ ist ein Oberbegriff für Strukturkohlenhydrate, die zusammen mit Lignin am Aufbau pflanzlicher Zellwände beteiligt sind. Zellwände bestehen aus Zellulosefaser, Hemizellulose, Pektinen und Zellwandproteinen. Dank faserabbauender Bakterien und Pilze in der Magen-Darm-Flora können Pferde Fasern verdauen. Die Restprodukte der Darmflora sind kurzkettige Fettsäuren. Bei einer hauptsächlich oder ausschließlichen Ernährung mit Raufutter stellen sie die größte Energiequelle für das Pferd dar. Die Fermentierbarkeit von Fasern kann variieren. So sind Pektine in Hemizellulosefraktionen leichter fermentierbar als Pektine in Zellulosefraktionen. Je später die Entwicklungsphase der Pflanze, desto stärker ist die Zellwand verholzt, wodurch die Verdaulichkeit der Pflanze abnimmt. Je früher geschnitten wird, desto besser verdaulich ist das Raufutter.

## Proteine sind aus Aminosäuren aufgebaut

Bei Aminosäuren handelt es sich um chemische Verbindungen, die mindestens eine Aminogruppe ( $\text{NH}_2$ ) und eine Carboxylgruppe ( $\text{COOH}$ ) enthalten. Es existieren ungefähr 20 unterschiedliche Aminosäuren, die als Bausteine in Tieren und Pflanzen vorhanden sind. Wenn viele Aminosäuren in einer Kette verbunden sind, werden sie als Proteine bezeichnet. In der Magen-Darm-Flora werden viele unterschiedliche Stickstoffverbindungen umgewandelt, wie zum Beispiel die Aminosäuren aus dem Futter oder abgestorbene Darmzellen und -bakterien. Dadurch werden Ammoniak und kurzkettige Fettsäuren gebildet. Ammoniak wird zu einem Großteil von der Bakterienflora weiterverarbeitet. Wenn jedoch die Ammoniakkonzentration im Darm ansteigt, wird es durch die Darmwand ins Blut abgegeben und zur Leber transportiert. Dort wird es in Harnstoff umgewandelt, der zum überwiegenden Teil über den Urin ausgeschieden wird. Der Harnstoff kann jedoch auch wieder zurück in den Darm gelangen, wo er von der Bakterienflora in mikrobielles Protein oder Ammoniak umgewandelt wird.



## Unterschiede in der Verdaulichkeit von Heu und Silage

Eine Untersuchung mit arbeitenden Trabrennpferden hat Unterschiede in der Verdaulichkeit von Heu und Silage gezeigt. Heu und Silage wurden als früher erster Schnitt am selben Tag auf demselben Stück Grünland geschnitten. Der Feuchtigkeitsgehalt wurde auf unterschiedliche Trockensubstanzgehalte (TS) reduziert (82 % beim Heu, 45 % bei der Silage). Der Unterschied lag einzig im Konservierungsverfahren.

Die Verdaulichkeit der TS, der Säure-Detergentien-Faserfraktion (ADF) sowie des Rohproteins im Raufutter war bei der Silage besser als beim Heu. Die Verdaulichkeit der Neutral-Detergentien-Faserfraktion (NDF) unterschied sich jedoch nicht. Die NDF-Fraktion enthält mehr lösliche Fasern als die ADF-Fraktion.

Die bessere Verdaulichkeit der Silage könnte im geringeren Blattverlust während der Handhabung auf dem Feld begründet liegen. Bei der Herstellung von Heu wird das Gras länger getrocknet, und die dünneren, nährstoffreicheren Blätter werden brüchiger, fallen schneller ab und bleiben am Boden liegen. Es ist auch möglich, dass der Silierprozess die Löslichkeit der Faserfraktion der Silage erhöht, was wiederum zu einer erhöhten Verdaulichkeit führen könnte.

Verdaulichkeit (Mittelwerte in %) von TS, den Faserfraktionen NDF und ADF sowie Rohprotein von Heu und Silage – am selben Tag auf demselben Stück Grünland geschnitten

	Heu (82 % TS)	Silage (45 % TS)
<b>Trockensubstanz (TS)</b>	66	68
<b>NDF</b>	61	61
<b>ADF</b>	53	60
<b>Rohprotein</b>	70	73

## Heulage oder Silage – Auswirkungen auf die Trainingsadaptation?

Bei dieser Untersuchung wurden sechs arbeitende Traber mit Heulage (68 % TS, 0,2 % Milchsäure, pH-Wert 5,8) und Silage (41 % TS, 3 % Milchsäure, pH-Wert 4,8) gefüttert. Beide Futtermittel waren am selben Tag auf demselben Stück Grünland geschnitten worden und wiesen einen hohen Energiegehalt auf (11,3–11,4 MJ/kg TS). Die Ernährung bestand hauptsächlich aus diesem Raufutter, wurde jedoch durch mit Melasse versetzte Zuckerrübenschnitzel (20 % der Energieaufnahme), Mineralien und Salz ergänzt. Drei Pferde wurden zunächst mit Silage gefüttert, die drei anderen mit Heulage. Anschließend wurde getauscht, sodass bei allen Pferden beide Ernährungsweisen getestet wurden. Die Pferde wurden 17 Tage lang auf diese Weise gefüttert, bevor mit den Trainingsprüfungen begonnen wurde. Die Prüfung bestand in einem Intervalltraining auf einer Trabrennbahn mit vier 1000-Meter-Intervallen (Durchschnittsgeschwindigkeiten: 9, 11, 11,6 und 12 m/s für die vier Intervalle). Dazwischen gingen

die Pferde jeweils fünf Minuten Schritt. Vor, während und nach dem Intervalltraining wurden Proben genommen. Außerdem fuhr jeweils derselbe Fahrer bei beiden Prüfungen mit demselben Pferd, ohne zu wissen, womit das Pferd gefüttert wurde. Nach den Trainingsprüfungen stuften die Fahrer Temperament und Erregbarkeit der Pferde während des Trainings ein.

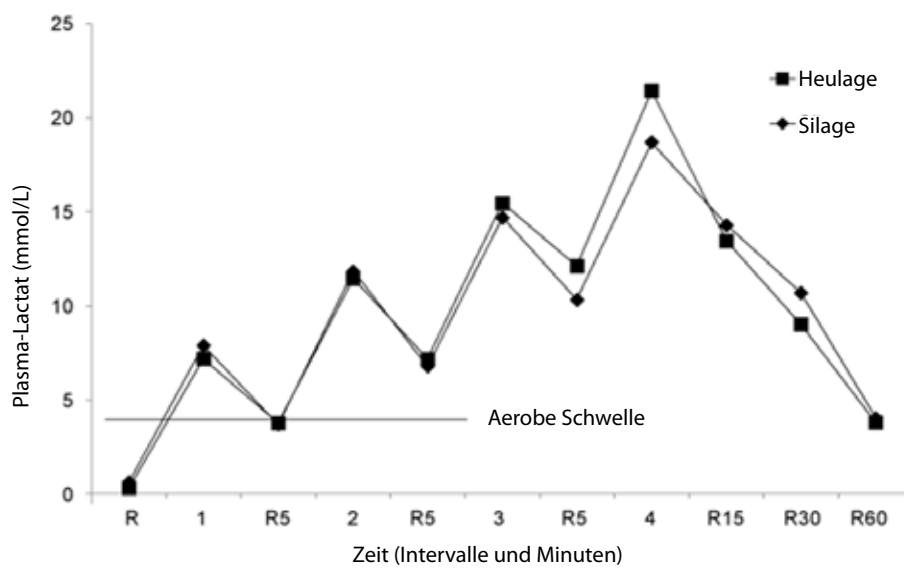
Die Ergebnisse zeigten keine signifikanten Unterschiede der unterschiedlichen Ernährungsweisen bezüglich Rektaltemperatur, Herzfrequenz, Atemfrequenz und pH-Wert im Blut vor, während und nach den Trainingsprüfungen. Die Plasma-Lactatkonzentrationen der Pferde wurden ebenfalls analysiert. Es bestanden keine Unterschiede zwischen den beiden Ernährungsweisen. Die Einstufung des Temperaments der Pferde während der Trainingsprüfungen durch die Fahrer unterschied sich nicht für die beiden Ernährungsweisen.

Mittelwerte für Rektaltemperatur, Herzfrequenz, Atemfrequenz und pH-Wert im Blut vor und nach dem Intervalltraining (vier Intervalle à 1000 m, Geschwindigkeiten von 9, 11, 11,6 und 12 m/s) bei Fütterung mit Heulage bzw. Silage

	Vor dem Training	Nach 15-minütiger Erholung	Nach 30-minütiger Erholung	Nach 60-minütiger Erholung
<b>Rektaltemperatur (°C)</b>				
Heulage	37,7	39,3	–	–
Silage	37,8	39,4	–	–
<b>Herzfrequenz (Schläge/min)</b>				
Heulage	33	81	63	50
Silage	34	80	62	48
<b>Atemfrequenz (Atemzüge/min)</b>				
Heulage	12	62	30	21
Silage	14	67	28	20
<b>Blut-pH-Wert</b>				
Heulage	7,42	7,33	7,37	7,44
Silage	7,44	7,33	7,39	7,42



Plasma-Lactat-Mittelwerte vor, während und nach dem Intervalltraining bei einer Fütterung mit Heulage bzw. Silage. R: vor dem Training, 1, 2, 3 und 4: unmittelbar nach dem Intervall, R5: nach 5-minütigem Schritt im Anschluss an das Intervall



## Unterschiede bezüglich Wasseraufnahme und Wasserhaushalt von Pferden, wenn sie Heu und Silage fressen

Bei dieser Untersuchung wurden die Auswirkungen auf die Wasseraufnahme und den Wasserhaushalt von arbeitenden Trabrennpferden bei Fütterung von Heu (82 % TS) und Silage (45 % TS) untersucht. Beide Futtermittel waren am selben Tag auf demselben Stück Grünland als Frühernte geschnitten worden und wiesen einen hohen Energiegehalt auf (11,6 MJ/kg TS). Die Pferde fraßen ausschließlich Raufutter, deren Energiewert dem doppelten Erhaltungsbedarf entsprach. Ergänzt wurde die Ernährung durch Mineralien und Salz.

Die Pferde tranken mehr, wenn sie trockeneres Futter erhielten (Heu). Jedoch war die Gesamtwasseraufnahme, bestehend aus dem, was die Pferde tranken, plus dem Wasser, was sie über das Futter aufnahmen, bei dem Futter mit dem höheren Feuchtigkeitsgehalt (Silage) höher. Bei der Wasserausscheidung über den Kot bestand kein signifikanter Unterschied. Über den Urin wurde etwas mehr Wasser ausgeschieden, jedoch war die Gesamtwasserausscheidung (Wasser über Kot plus Wasser über Urin) bei beiden Er-

nährungsweisen gleich. Aus der Differenz zwischen der Gesamtwasserausscheidung über Kot und Urin und der Gesamtwasseraufnahme kann ermittelt werden, wie viel Wasser verdunstet ist, wie viel Wasser die Pferde also über die Haut verloren haben. Bei der Fütterung mit Silage verdunsteten täglich ca. 2,8 kg mehr Wasser als bei der Fütterung mit Heu.

Daraus lässt sich schließen, dass die Pferde bei Fütterung mit Silage mehr Wärme produzierten, was die bessere Verdaulichkeit widerspiegelt, die für Silage gemessen wurde. Als die Pferde mit der besser verdaulichen Silage gefüttert wurden, erhöhte sich die Wärmeproduktion, sodass mehr Wasser über die Haut verdunstete und die Pferde mehr Wasser aufnahmen. Selbst Pferde im Erhaltungsbedarf tranken mehr bei Fütterung mit trockenerem Raufutter (Heu, Heulage). Die Gesamtwasseraufnahme ist allerdings auch bei feuchterem Raufutter (Silage) ein wenig höher.

Mittelwerte für Wasseraufnahme und -ausscheidung in kg/Tag bei Fütterung mit Heu bzw. Silage

	Heu (82 % TS)	Silage (45 % TS)
<b>Saufen</b>	24,3	15,5
<b>Wasser über das Raufutter</b>	1,7	13,8
<b>Gesamtwasseraufnahme (über Saufen und Raufutter)</b>	26,1	29,2
<b>Wasser im Kot</b>	13,1	12,1
<b>Wasser im Urin</b>	8,5	9,8
<b>Gesamtwasserausscheidung (über Kot und Urin)</b>	21,6	21,9
<b>Gesamtwasseraufnahme – Gesamtwasserausscheidung</b>	4,5	7,3

## Hat die Aufnahme von Rohprotein über das Raufutter Auswirkungen auf die Leistung des Pferdes?

Futter aus einem frühen Schnitt hat einen hohen Energiegehalt, jedoch häufig auch einen hohen Rohproteingehalt, der zu übermäßiger Rohproteinaufnahme führen kann. Bei dieser Untersuchung wurden sechs arbeitende Traber auf zwei unterschiedliche Weisen ernährt. In beiden Fällen bestand das Futter aus Grassilage aus einem frühen Schnitt mit einem hohen Energiegehalt (> 11 MJ/kg TS). Die eine Silage hatte einen hohen Rohproteingehalt (16,6 %), der zu einer übermäßigen Proteinaufnahme führte, während die andere Silage (12,5 %) die Aufnahme der empfohlenen Menge Rohprotein gewährleistete. Die Pferde wurden ausschließlich mit diesem Raufutter gefüttert, das durch Mineralien und Salz ergänzt wurde. Drei Pferde wurden zunächst mit dem Futter mit hohem Proteingehalt gefüttert, die drei anderen mit dem Futter mit empfohlenem Proteingehalt. Anschließend wurde getauscht, sodass bei allen Pferden beide Fütterungsmethoden getestet wurden. Die Pferde wurden drei Wochen lang auf diese Weise gefüttert, bevor zwei Prüfungen unter trabrennähnlichen

Bedingungen durchgeführt wurden. Eine Prüfung wurde auf einem Laufband absolviert, die andere als simuliertes Rennen auf einer Trabrennbahn.

Die Ergebnisse zeigten keine signifikanten Unterschiede der unterschiedlichen Ernährungsweisen bezüglich Herzfrequenz, Atemfrequenz, Plasma-Lactatkonzentration und pH-Wert im Blut vor, während und nach den Trainingsprüfungen. In der untenstehenden Tabelle sind die Werte aufgeführt, die unmittelbar nach dem Training sowie nach 15-minütiger Erholung gemessen wurden.

Bei der Ernährung mit hohem Proteingehalt war der Rohproteingehalt im Raufutter übermäßig hoch und betrug mehr als 160 % der empfohlenen Aufnahmemenge. Die Ergebnisse zeigen, dass die Pferde diesen Überschuss an Rohprotein während und im Anschluss an die kürzeren intensiven Trainingsprüfungen und trabrennähnlichen Bedingungen vertrugen.

Mittelwerte für Herzfrequenz, Atemfrequenz, Plasma-Lactatkonzentration und Blut-pH-Wert nach der Trainingsprüfung auf dem Laufband und einem simulierten Trabrennen auf einer Trabrennbahn bei Pferden mit der empfohlenen Rohproteinaufnahme oder hoher Rohproteinaufnahme.

	Direkt nach dem Training		15 min nach dem Training	
	Empfohlen	Hoch	Empfohlen	Hoch
<i>Trainingsprüfung Laufband</i>				
Herzfrequenz <sup>1</sup> (Schläge/min)	213	216	70	72
Atemfrequenz (Atemzüge/min)	99	100	82	93
Plasma-Lactatkonzentration (mmol/l)	17,6	18,3	11,7	11,1
Blut-pH-Wert	7,32	7,29	7,38	7,38
<i>Trainingsprüfung Rennbahn</i>				
Herzfrequenz <sup>1</sup> (Schläge/min)	222	215	80	78
Atemfrequenz (Atemzüge/min)	-	-	100	86
Plasma-Lactatkonzentration (mmol/l)	20,2	22,9	18,7	20,5
Blut-pH-Wert	7,28	7,26	7,32	7,30

<sup>1</sup> Höchste gemessene Herzfrequenz.

## Unmittelbarer Wechsel von Heu auf Heulage und auf Silage – Auswirkungen auf das Ökosystem Dickdarm

Bei dieser Untersuchung wurden die Auswirkungen eines unmittelbaren Wechsels von der Fütterung mit Heu (81 % TS) auf die Fütterung mit Heulage (55 % TS) und schließlich auf die Fütterung mit Silage (36 % TS) auf die Ökosysteme Dickdarm und Kot bei Pferden im Erhaltungsbedarf untersucht. Die Futtersorten wurden als früher Schnitt am selben Tag auf demselben Stück Grünland geerntet. Der Feuchtigkeitsgehalt wurde auf unterschiedliche Trockensubstanzgehalte (TS) reduziert. Der Unterschied lag einzig im Konservierungsverfahren. Die unmittelbaren Wechsel der Fütterung sowie die kurzfristige (28 Std.) und die langfristige (3 Wochen) Anpassung an Heulage und Silage wurden untersucht.

Innerhalb der ersten 28 Stunden nach dem unmittelbaren Wechsel wurden keine Veränderungen in den Ökosystemen Dickdarm und Kot festgestellt. Die unmittelbaren Wechsel führten zu keinerlei Unterschieden in Bezug auf pH-Wert, TS, kurzkettige Fettsäuren und Osmolalität. Die Milchsäurekonzentration in Dickdarm und Kot lag fast ausschließlich unterhalb der Erfassungsgrenze. Auch hinsichtlich der Gesamtkonzentration anaerober Bakterien, cellulolytischer und lactatverwertender Bakterien, Lactobazillen und Streptokokken in Dickdarm und Kot konnten keinerlei Unterschiede festgestellt werden. Die Ergebnisse lassen darauf schließen, dass ein unmittelbarer Wechsel zwischen unterschiedlich konservierten Arten von Raufutter, die jedoch eine ähnliche Nährstoffzusammensetzung und botanische Zusammensetzung aufweisen, nicht mit

denselben Risiken für Darmliden verbunden ist wie der Wechsel von Raufutter auf Kraftfutter. Ein unmittelbarer Wechsel auf große, stärkereiche Konzentrationen kann zu einer starken Erhöhung der Milchsäurekonzentration und einer Abnahme des pH-Wertes im Dickdarm führen.

Nach drei Wochen wurden geringfügige Veränderungen der Bakterienflora, eine geringfügige Zunahme der Lactobazillen bei der Fütterung von Silage sowie eine geringfügige Abnahme der Streptokokken bei der Fütterung von Heulage festgestellt. Insgesamt jedoch wurden starke individuelle Unterschiede festgestellt. Diese unterschiedlichen Bakterienkonzentrationen führten zu keinerlei Veränderungen der kurzkettigen Fettsäuren, den Restprodukten der Bakterienflora. An Tag 8, 15 und 21 nach der Futterumstellung war außerdem keine signifikante Änderung des pH-Wertes in Dickdarm und Kot festzustellen. Im Laufe der drei Wochen wurde nach dem Wechsel zu Heulage und Silage eine geringe, aber signifikante Abnahme (1–3 %) des TS-Gehalts im Dickdarm und im Kot beobachtet. Bei einer Untersuchung mit arbeitenden Trabrennpferden wurde in den ersten zwei Tagen nach der Umstellung von Silage auf Heu ein tendenzieller Anstieg des TS-Gehalts im Kot (< 1 % Unterschied) festgestellt. Nach drei Wochen Fütterung mit Heu und Silage jedoch hatte der Trockensubstanzgehalt um 0,6–1,2 % abgenommen. Bei keiner der Untersuchungen trat loser Kot oder Durchfall auf.

Mittelwerte für pH-Wert und Trockensubstanz (TS) in Dickdarm und Kot vor und nach der unmittelbaren Umstellung von der Fütterung mit Heu auf die Fütterung mit Heulage und Silage. Die Futtersorten wurden am selben Tag auf demselben Stück Grünland geschnitten.

	Tag vor der Futterumstellung: Heu	Umstellung auf	Tage nach der Futterumstellung		
			8	15	21
<b>pH-Wert</b>					
<b>Dickdarm</b>	6,7	Heulage	6,8	6,6	6,6
	6,8	Silage	6,8	6,6	6,8
<b>Kot</b>	6,0	Heulage	6,4	6,3	6,4
	6,2	Silage	6,2	6,1	6,2
<b>TS (%)</b>					
<b>Dickdarm</b>	5	Heulage	4	3	3
	5	Silage	4	4	5
<b>TS (%)</b>	24	Heulage	20	21	21
	22	Silage	22	23	21

## Rohproteingehalt im Raufutter – Auswirkungen auf das Ökosystem Dickdarm

Futter aus einem frühen Schnitt hat einen hohen Energiegehalt, jedoch häufig auch einen hohen Rohproteingehalt, der zu übermäßiger Rohproteinaufnahme führen kann. Bei dieser Untersuchung wurden die Auswirkungen der Fütterung zweier unterschiedlicher Silagen auf die Ökosysteme Dickdarm und Kot von Pferden im Erhaltungsbedarf untersucht. Eine Silage wies einen hohen Rohproteingehalt auf (17 %), der zur Aufnahme überschüssigen Proteins führte, während die andere Silage die Aufnahme der empfohlenen Proteinmenge gewährleistete (13 %).

Nach dreiwöchiger Anpassung an die Silage mit hohem Rohproteingehalt bzw. die Silage, die zur Aufnahme der empfohlenen Menge Rohprotein führte, bestand bezüglich der Bakterienflora im Dickdarm sowie des Trockensubstanzgehalts (TS) im Dickdarm und im Kot kein Unterschied. Die Konzentration kurzkettiger Fettsäuren im Dickdarm, bei denen es sich um die Restprodukte der Bakterienflora handelt, war bei der Fütterung der Silage mit hohem Rohproteingehalt im Vergleich zur Silage mit dem empfohlenen Rohproteingehalt höher. Der pH-Wert des Dickdarminhalts war außerdem etwas niedriger bei der Fütterung mit Silage mit hohem Rohproteingehalt. Das kann in der höheren Konzentration kurzkettiger Fettsäuren begründet liegen. Im Gegensatz zu anderen Untersuchungen, bei denen auf stärkereiches Futter umgestellt wurde, war der pH-Wert bei der Fütterung mit beiden Silagen immer noch hoch.

Beide Ernährungsweisen haben nicht zu Unterschieden bezüglich des Stickstoff-, Ammoniak- und Harnstoffgehalts in der Flüssigkeit im Dickdarm geführt. Das lässt darauf schließen, dass die Absorption der höheren Roh-

proteinmenge früher im Magen-Darm-Trakt stattfand. Die Wasseraufnahme und die Harnstoffkonzentration im Plasma waren meist höher, wenn die Pferde mit der Silage mit hohem Proteingehalt gefüttert wurden, als wenn sie mit der Silage mit dem empfohlenen Proteingehalt gefüttert wurden. Das deutet auch darauf hin, dass bei der proteinreichen Ernährung eine erhöhte Stickstoffabsorption sowie ein stärkerer Stoffwechsel stattfanden.

Unmittelbare Wechsel von der einen auf die andere Silage wurden ebenfalls durchgeführt. Sie resultierten innerhalb der ersten 24 Stunden in keinen oder geringfügigen Veränderungen im Ökosystem Dickdarm. Die Gesamtkonzentration anaerober Bakterien und Lactobazillen war 24 Stunden nach einem unmittelbaren Wechsel zur Silage mit hohem Proteingehalt ein wenig höher. Es konnten jedoch innerhalb der ersten 24 Stunden nach einem unmittelbaren Wechsel keine Unterschiede der pH-Werte und des TS-Gehalts in Dickdarm und Kot zwischen den beiden Ernährungsweisen festgestellt werden. Auch in Bezug auf die Konzentration kurzkettiger Fettsäuren und von Milchsäure konnte innerhalb der ersten 24 Stunden kein Unterschied zwischen den Ernährungsweisen beobachtet werden.

Die Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass die überschüssige Aufnahme von Rohprotein über Raufutter bei Pferden im Erhaltungsbedarf nicht zu großen Veränderungen der Dickdarmflora sowie deren Aktivität führt. Des Weiteren scheint der unmittelbare Wechsel zwischen zwei Arten von Raufutter mit unterschiedlichem Rohproteingehalt nicht dieselben Risiken für Darmleiden mit sich zu bringen wie der Wechsel von Raufutter auf stärkereiches Kraftfutter.

Mittelwerte für die Konzentration kurzkettiger Fettsäuren (mmol/l) im Dickdarm sowie für den pH-Wert in Dickdarm und Kot nach dreiwöchiger Anpassung an Raufutter mit dem empfohlenen oder einem hohen Rohproteingehalt.

	Rohproteinaufnahme über Raufutter	
	Empfohlen	Hoch
Essigsäure	30,5	33,3
Propionsäure	9,1	10,8
Buttersäure	3,0	4,1
Gesamtkonzentration kurzkettiger Fettsäuren	45,1	51,8
pH-Wert im Dickdarm	7,2	6,9
pH-Wert im Kot	6,6	6,4

## Rohproteingehalt im Raufutter – Auswirkungen auf Stoffwechsel und Wasseraufnahme

Futter aus einem frühen Schnitt hat einen hohen Energiegehalt, jedoch häufig auch einen hohen Rohproteingehalt, der zu übermäßiger Rohproteinaufnahme führen kann. Bei dieser Untersuchung wurden die Auswirkungen auf den Stoffwechsel und die Wasseraufnahme von arbeitenden Trabrennpferden durch die Fütterung mit zwei unterschiedlichen Futtersorten untersucht, bei denen es sich in beiden Fällen um Grassilage aus einem frühen Schnitt mit einem hohem Energiegehalt handelte (> 11 MJ/kg TS). Die eine Silage hatte einen hohen Rohproteingehalt (16,6 %), der zu einer übermäßigen Proteinaufnahme führte, während die andere Silage (12,5 %) die Aufnahme der empfohlenen Menge Rohprotein gewährleistete.

Proteine sind aus Aminosäuren aufgebaut, die Stickstoff (N) enthalten. Überschüssiger Stickstoff kann im Körper nicht gespeichert werden und muss ausgeschieden werden. Die Futtersorte mit dem hohen Proteingehalt führte zu einer überschüssigen Rohproteinaufnahme von 160 % gegenüber dem Bedarf, sodass mehr Stickstoff über Urin und Kot ausgeschieden wurde. Zudem war die Harnstoffkonzentration im Plasma höher, als bei den Pferden, die mit proteinreicher Silage gefüttert wurden. Das deutet auf eine erhöhte Stickstoffabsorption sowie einen erhöhten Stoffwechsel hin. Als sie mit dem proteinreichen Futter versorgt wurden, waren die Wasseraufnahme und die Urinausscheidung der Pferde erhöht, was darauf schließen lässt, dass sich diese Ernährung durch eine erhöhte Wärmeproduktion auf den Wasserhaushalt auswirkt. Wenn der Körper überschüssigen Stickstoff absondert, wird auch Wärme produziert. Um überschüssige Wärme abzubauen, erhöht sich die Verdunstung des Körpers, sodass auch die Wasseraufnahme erhöht werden muss.

Die erhöhte Ausscheidung von Stickstoff und der niedrigere pH-Wert im Kot bei Pferden, die mit dem proteinreichen

Futter versorgt wurden, indiziert, dass im Dickdarm eine erhöhte Fermentation stattfand hat, also eine erhöhte Aktivität der Bakterienflora. Der TS-Gehalt im Kot war bei der proteinreichen Ernährung niedriger. Dafür kann es unterschiedliche Gründe geben. So kann beispielsweise eine erhöhte Stickstoffkonzentration im Dickdarm den Wasserfluss in den Darm und aus dem Darm heraus beeinflussen, oder unterschiedliche Faserfraktionen des Raufutters können sich auf die Wasserkapazität des Darminhalts auswirken.

Bei dieser Untersuchung wurden auch unmittelbare Futterumstellungen von proteinreicher Silage auf Silage mit dem empfohlenen Rohproteingehalt durchgeführt. Bereits 15 bis 18 Stunden nach dem unmittelbaren Wechsel zum proteinreichen Raufutter war der pH-Wert im Urin deutlich gesunken. Nach 36 bis 48 Stunden war die Stickstoffausscheidung über den Kot gestiegen. Das zeigt, dass Pferde schnell beginnen, überschüssigen Stickstoff auszuschleiden. Nach dem unmittelbaren Wechsel von der proteinreichen Silage zur Silage, die die empfohlene Rohproteinaufnahme gewährleistete, dauerte es bis zum dritten Tag, bis die Wasseraufnahme abnahm. Das zeigt, dass es zwei Tage dauerte, den überschüssigen Stickstoff „herauszuspülen“.

Somit beginnt die Ausscheidung überschüssigen Stickstoffs über Urin und Kot bei einer überschüssigen Aufnahme von Rohprotein, die 160 % des Bedarfs der Pferde entspricht, innerhalb der ersten 24 Stunden. Dies implizierte eine erhöhte Wasseraufnahme und Urinausscheidung. Wirkt sich dies jedoch auf die Leistung der Pferde aus? Bei dieser Untersuchung wurden Trainingsprüfungen auf dem Laufband und der Rennbahn durchgeführt. Es konnten keinerlei Auswirkungen auf die Trainingsadaptation oder die Erholung der Pferde während und nach den Trainingsprüfungen festgestellt werden.

Mittelwerte für Wasseraufnahme, Urin- und Stickstoffausscheidung (N), pH-Wert in Urin und Kot sowie TS im Kot nach dreiwöchiger Anpassung an das Raufutter mit empfohlenem bzw. hohem Rohproteingehalt

	Rohproteinaufnahme über Raufutter	
	Empfohlen	Hoch
Wasseraufnahme (kg/Tag)	16,4	20,8
Urinausscheidung (kg/Tag)	10,6	11,6
Stickstoffausscheidung über den Urin (g/Tag)	117	171
Stickstoffausscheidung über den Kot (g/Tag)	52	63
Urin-pH-Wert	7,46	7,03
pH-Wert im Kot	6,27	6,11
TS im Kot (%)	20,9	19,5



## Raufutteraufnahme – Auswirkungen auf Körpergewicht und Wasserhaushalt

Bei dieser Untersuchung wurden die Auswirkungen untersucht, die die Fütterung mit einer energiereichen Heulage bzw. die Fütterung von Heulage / Hafer (50 : 50) auf das Körpergewicht und das Plasmavolumen von arbeitenden Trabrennpferden während einer Fastenzeit von zwölf Stunden hat. Bei beiden Ernährungsweisen wurde die gleiche Heulage verfüttert. Der Energiewert entsprach jeweils dem doppelten Erhaltungsbedarf. Ergänzt wurde die Ernährung durch Mineralien und Salz.

Bei der Fütterung mit der energiereichen Heulage war das Körpergewicht der Pferde ca. 3 kg höher, und sie tranken ca. 3 l mehr als bei der Fütterung mit Heulage / Hafer (50 : 50). Der Trockensubstanzgehalt (TS) im Kot war niedriger bei der ausschließlichen Fütterung mit Heulage (20,9 % vs. 25,2 %). Der Kot enthielt also mehr Wasser. Während des Fastens verloren die Pferde bei der ausschließlichen Fütterung mit Heulage mehr an Gewicht als bei der Fütterung mit Heulage / Hafer. Nach neun Stunden zeigte sich ein deutlicher Unterschied des Körpergewichtes zwischen den beiden Ernährungsweisen. Im Durchschnitt verloren die Pferde während des Fastens 2,4 kg mehr an Gewicht, wenn sie nur mit Heulage gefüttert wurden. Das entspricht fast dem, was sie vor dem Fasten mehr wogen. Dass sie während des Fastens mit der Fütterung von Heulage mehr Gewicht verloren, könnte darin begründet liegen, dass sie größere Mengen Wasser über den Kot verloren, da der Trockensubstanzgehalt im Kot niedriger war (der Kot war also wasserhaltiger), wenn sie ausschließlich

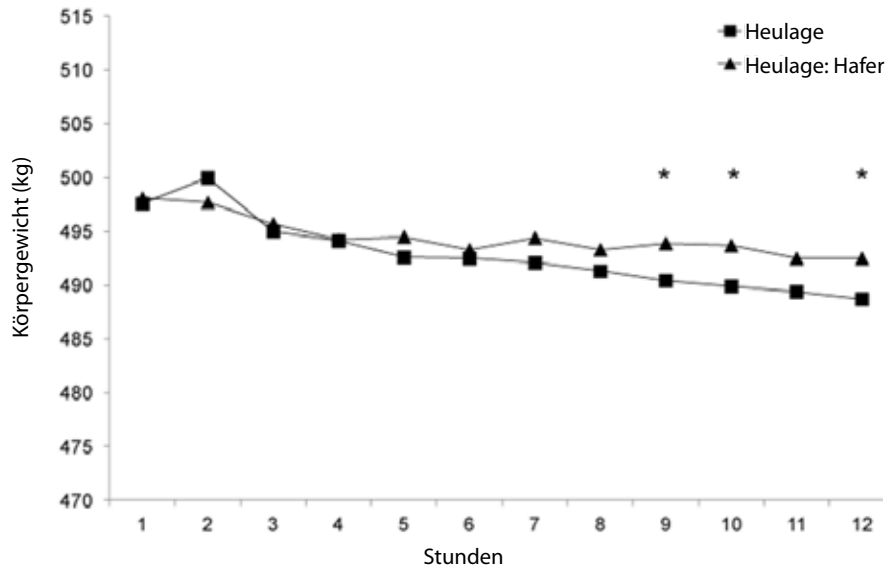
Heulage fraßen. Bei dieser Untersuchung standen die Pferde während des Fastens in ihren Boxen. Es ist jedoch wahrscheinlich, dass der Gewichtsverlust schneller vonstattengegangen wäre, wären die Pferde beispielsweise zu einem Wettkampf transportiert worden, was zu Nervosität und Stuhlabgang führt.

Bei der Messung der Plasmaproteinkonzentration (Gesamteiweiß, GE) handelt es sich um eine indirekte Messung von Veränderungen des Gesamtplasmavolumens eines Pferdes. Je höher das GE, desto niedriger ist das Plasmavolumen. Nach acht Stunden Fasten bei der Fütterung mit Heulage / Hafer konnte ein signifikanter Anstieg des GE beobachtet werden, ein Zeichen beginnender Dehydrierung. Bei der ausschließlichen Fütterung mit Heulage dauerte es bis zur letzten Stunde der Fastenzeit (Stunde 11–12), bis ein Anstieg des GE beobachtet werden konnte. Das zeigt, dass Pferde, die sich ausschließlich von Raufutter ernähren, oder zumindest sehr viel Raufutter fressen, ihren Wasserhaushalt besser regulieren können. Das kann darin begründet liegen, dass sie bei raufutterreicher Ernährung eine größere Menge Wasser im Dickdarm speichern, da die Futterfasern Wasser binden.

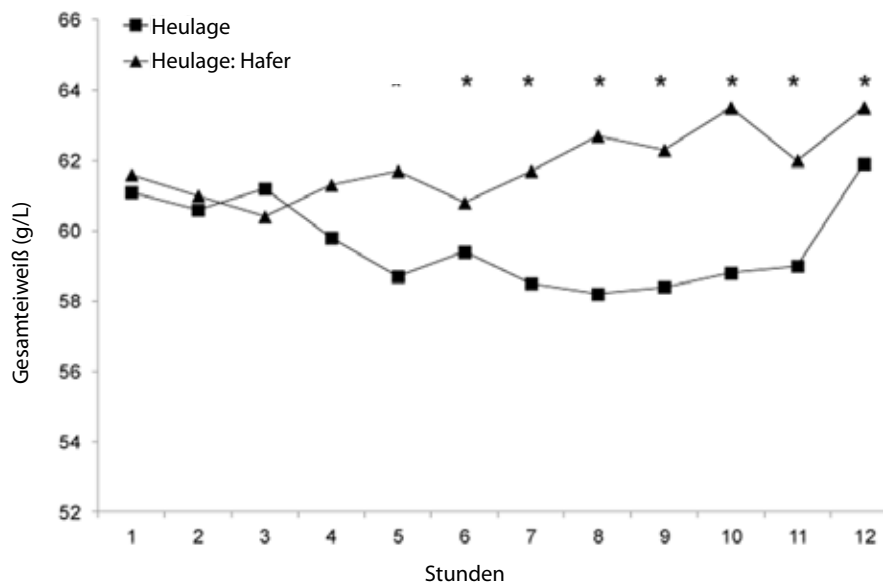
Somit könnte eine raufutterreiche Ernährung für den Wasserhaushalt des Pferdes von Vorteil sein und es dem Pferd ermöglichen, seinen Wasserhaushalt zu regulieren, wenn es an Wettkämpfen teilnimmt.



Mittelwerte für das Körpergewicht von arbeitenden Trabrennpferden während einer Fastenzeit von zwölf Stunden bei Fütterung mit energiereicher Heulage bzw. mit Heulage / Hafer (50 : 50). \* Signifikante Unterschiede zwischen beiden Ernährungsweisen.



Mittelwerte für das Gesamteiweiß von arbeitenden Trabrennpferden während einer Fastenzeit von zwölf Stunden bei Fütterung mit energiereicher Heulage bzw. mit Heulage / Hafer (50 : 50). \* Signifikante Unterschiede zwischen beiden Ernährungsweisen.



## Raufutteraufnahme – Auswirkungen auf Körpergewicht und Training

Bei dieser Studie wurden die Auswirkungen auf das Körpergewicht und die Trainingsadaptation bei arbeitenden Trabrennpferden untersucht. Dabei wurde die ausschließliche Ernährung mit energiereichem Raufutter (Heulage, früher Schnitt) mit der Ernährung mit Raufutter (später Schnitt) und Kraftfutter im Verhältnis 50 : 50 verglichen. Die Heulage als früher und als später Schnitt stammten von demselben Stück Grünland. Das Kraftfutter bestand hauptsächlich aus Hafer und Sojamehl. Beide Ernährungsweisen wurden durch Mineralien und Salz ergänzt. Außerdem lieferten beide Ernährungsweisen (nur Raufutter sowie Raufutter/Kraftfutter) pro Tag die gleiche Energie und gewährleisteten die gleiche Proteinaufnahme.

Drei Pferde wurden zunächst ausschließlich mit Raufutter gefüttert, die drei anderen mit der Kombination aus Raufutter und Kraftfutter. Anschließend wurde gewechselt, sodass bei allen Pferden beide Ernährungsweisen getestet wurden. Die Pferde wurden 17 Tage lang auf diese Weise gefüttert, bevor mit den Trainingsprüfungen begonnen wurde. Die Prüfung bestand in einem Intervalltraining mit vier Intervallen von je 600 Metern auf einer Rennbahn mit einem Gefälle von 0,6 %. Die durchschnittlichen Geschwindigkeiten lagen zwischen 10,5 m/s und 13 m/s. Die Pferde wurden paarweise geprüft. Die Proben wurden vor und nach den Trainingsprüfungen genommen. Derselbe Fahrer fuhr jeweils bei beiden Prüfungen mit demselben Pferd, ohne zu wissen, womit das Pferd gefüttert wurde. Nach den Trainingsprüfungen stuften die Fahrer Temperament und Erregbarkeit der Pferde während des Trainings ein.

Vor den Intervalltrainingsprüfungen wogen die Pferde meist mehr, wenn sie ausschließlich mit Raufutter gefüttert wurden (Durchschnittswerte: 522 kg vs. 519 kg).

Fünfzehn Minuten nach den Intervalltrainingsprüfungen wurden die Pferde erneut gewogen. Der Gewichtsverlust unterschied sich dabei nicht signifikant: Die Durchschnittswerte lagen bei 8,5 kg bei der ausschließlichen Fütterung mit Raufutter und bei 7,0 kg bei der Fütterung mit Raufutter und Kraftfutter. 24 Stunden nach den Trainingsprüfungen jedoch waren die Pferde, während sie ausschließlich mit Raufutter gefüttert wurden, schwerer als zu der Zeit, in der sie mit Raufutter und Kraftfutter gefüttert wurden (Durchschnittswerte: 517 kg vs. 512 kg). Das zeigt eine schnellere Erholung bei ausschließlicher Fütterung mit Raufutter.

Die Milchsäurekonzentration im Plasma nach den Trainingsprüfungen unterschied sich nicht bei den beiden Ernährungsweisen. Bei der Fütterung von Rau- und Kraftfutter lag jedoch die Herzfrequenz nach dem Training sowie die Atemfrequenz 15 und 30 Minuten nach dem Training etwas höher. In der Einstufung des Temperaments der Pferde durch die Fahrer gab es keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Pferden, während sie ausschließlich mit Raufutter gefüttert wurden bzw. während sie mit Raufutter und Kraftfutter gefüttert wurden. Vier der sechs Pferde wurden jedoch in Bezug auf das Temperament beim Training höher eingestuft, während sie mit der Kombination aus Raufutter und Kraftfutter gefüttert wurden. Das deutet auf eine psychologische Adaptation hin, die darin besteht, dass das größere Temperament beim Training während der Ernährung mit Raufutter und Kraftfutter zu höherer Herz- und Atemfrequenz führte. Es ist bekannt, dass Kraftfutter bei einigen Pferden zu einer Erhöhung der „Erregbarkeit“ führen kann. Die Ursachen dafür sind jedoch unbekannt.

Einzelne Werte und Mittelwerte ( $\pm$  SF) für die Bewertung des Temperaments der Pferde während des Intervalltrainings durch die Fahrer auf einer Skala von 0 bis 11,5 (0 bedeutet „faul“, und 11,5 bedeutet „zieht sehr stark“), wobei die Pferde entweder ausschließlich mit energiereichem Raufutter oder mit einer Kombination aus Raufutter und Kraftfutter gefüttert wurden

Pferd	Ausschließlich Raufutter	Raufutter und Kraftfutter
1	7,6	7,7
2	4,7	5,9
3	7,9	5,7
4	7,5	10,1
5	5,8	8,3
6	5,5	6,5
Mittelwert	6,5 $\pm$ 0,5	7,4 $\pm$ 0,7

## Auswirkungen der Faserzusammensetzung des Raufutters auf das Ökosystem Dickdarm

Bei dieser Untersuchung wurden die Auswirkungen der Fütterung von Pferden mit Grasheulage aus einem frühen Schnitt, Luzerne-Heulage und der konventionelleren Fütterung mit Grasheulage aus einem späten Schnitt, die mit Kraftfutter ergänzt wird, auf das Ökosystem Dickdarm untersucht. Die Grasheulagen stammten von demselben Stück Grünland, wurden jedoch im Abstand von sechs Wochen geschnitten. Das Kraftfutter bestand aus Hafer und Sojamehl.

Bezüglich der Gesamtkonzentration anaerober und cellulolytischer Bakterien in der Dickdarmflora konnten keinerlei Unterschiede festgestellt werden. Die Konzentrationen pektolytischer und xylanolytischer Bakterien waren niedriger, wenn die Pferde die Grasheulage aus dem frühen Schnitt fraßen. Das kann daran liegen, dass Pektine und Xylane gut fermentierbare Fasern (in Hemizellulose) sind, die möglicherweise früher im Magen-Darm-Trakt fermentiert wurden und deshalb nicht mehr im Futter waren, als dieses den Dickdarm erreichte. In Bezug auf die stärkeabbauenden Bakterien wurden keine Unterschiede festgestellt. Die Konzentration lactatverwertender Bakterien war jedoch höher, wenn die Pferde mit Grasheulage aus dem späten Schnitt in Kombination mit Kraftfutter gefüttert wurden. Das lässt sich dadurch erklären, dass das Kraftfutter stärkehaltiger ist. Wenn die Stärke durch die Bakterien

im Dickdarm fermentiert wird, wird Lactat produziert.

Die Konzentration der kurzkettigen Fettsäuren im Dickdarm unterschied sich nicht für die drei Futtersorten. Das Verhältnis von Essigsäure + Buttersäure zu Propionsäure war jedoch kleiner, wenn die Pferde mit der Grasheulage aus dem späten Schnitt und Kraftfutter gefüttert wurden, als bei den anderen beiden Fütterungsmethoden, bei denen ausschließlich Raufutter gefüttert wurde. Das liegt daran, dass die Produktion dieser Säuren fütterungsabhängig ist – ein hoher Raufutteranteil führt zu einem höheren Anteil von Essigsäure und Buttersäure, wobei die Verfütterung von Kraftfutter zu einem höheren Anteil von Propionsäure führt. Im Rahmen dieser Untersuchung wurden die Pferde nicht mit großen Mengen Kraftfutter gefüttert, sodass keine Reduzierung des pH-Wertes im Dickdarm beobachtet wurde. Das kann der Fall sein, wenn große Portionen stärkehaltigen Kraftfutter gefüttert werden.

Die verschiedenen Ernährungsweisen auf Raufutterbasis führten somit zu geringfügigen Veränderungen der Bakterien in der Dickdarmflora. Jedoch konnte als deutliche Auswirkung des Kraftfutter festgestellt werden, dass die Konzentration lactatverwertender Bakterien trotz kleiner Kraftfuttermengen anstieg.

Mittelwerte für die Konzentration lactatverwertender Bakterien in Blinddarm, Dickdarm und Kot, wenn die Pferde mit Grasheulage aus einem späten Schnitt in Kombination mit Kraftfutter, Grasheulage aus einem frühen Schnitt bzw. Luzerne-Heulage gefüttert wurden

	Lactatverwertende Bakterien (log cfu/ml)		
	Grasheulage und Kraftfutter	Grasheulage	Luzerne-Heulage
<b>Blinddarm</b>	7,7	6,6	6,6
<b>Dickdarm</b>	6,9	5,7	6,4
<b>Kot</b>	7,8	6,8	6,9

## Fütterung des Raufutters vor dem Kraftfutter

Die Art der Fütterung kann sich auf das Ökosystem Dickdarm eines Pferdes auswirken. Bei dieser Untersuchung wurde untersucht, welche Auswirkungen es auf das Dickdarmmilieu hat, wenn arbeitende Reitpferde erst mit Raufutter (Heu) und anschließend mit Kraftfutter (Hafer) gefüttert werden, oder wenn dies in umgekehrter Reihenfolge geschieht.

Als die Pferde erst mit Raufutter und anschließend mit Kraftfutter gefüttert wurden, waren der pH-Wert im Kot und das Pufferungsvermögen des Kots höher als zu der Zeit, in der umgekehrt gefüttert wurde. Wenn das Raufutter vor dem Kraftfutter gefüttert wurde, wirkte sich dies auch positiv auf die Konzentration der kurzkettigen Fett-

säuren im Kot aus: Die Konzentration von Essigsäure war höher und die von Propionsäure niedriger. Das Verhältnis von Essig- zu Propionsäure war höher.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung machen deutlich, dass die Art der Fütterung, d. h. ob Raufutter oder Kraftfutter zuerst gefüttert wird, Auswirkungen auf die Aktivität der Dickdarmflora (kurzkettige Fettsäuren) und das Dickdarmmilieu des Pferdes hat. Außerdem zeigen die Ergebnisse, dass das Füttern von Raufutter gefolgt von Kraftfutter das Pufferungsvermögen im Dickdarm erhöht, was möglicherweise vor einer Übersäuerung im Darm, also einer Reduzierung des pH-Werts, schützt.

Mittelwerte für pH-Wert, die Konzentration kurzkettiger Fettsäuren und das Pufferungsvermögen im Kot, wenn die Pferde zuerst mit Raufutter bzw. mit Kraftfutter gefüttert werden

	Erst Raufutter	Erst Kraftfutter
pH-Wert	6,6	6,4
Essigsäure (Mol-%)	77,0	72,9
Propionsäure (Mol-%)	12,3	16,3
Pufferungsvermögen (mmol/l)	108	84



## Verhaltensstörungen – Stereotypien

Wenn sich Tiere in Gefangenschaft unlösbaren Problemen gegenübersehen, können sie Verhaltensstörungen (Stereotypien) entwickeln. Beispiele für Verhaltensstörungen sind Weben, Aufsetzkoppen, Boxenlaufen und Holznagen. Die Entwicklung einer Verhaltensstörung wird von vielen Faktoren beeinflusst. Einer der Hauptfaktoren jedoch ist die Menge an Raufutter, die an ein Pferd verfüttert wird.

Untersuchungen haben gezeigt, dass je mehr Raufutter Pferde zu fressen bekommen, desto geringer ist das Risiko für die Entwicklung von Verhaltensstörungen. Die Kraftfuttermenge hatte den entgegengesetzten Effekt: Je mehr Kraftfutter gefüttert wurde, desto höher war das Risiko für

die Entwicklung von Verhaltensstörungen. Auch die Verwendung von Stroh als Einstreu reduzierte das Risiko für die Entwicklung von Verhaltensstörungen.

Die Tatsache, dass Raufutter das Risiko für die Entwicklung von Verhaltensstörungen reduziert, kann vermutlich teilweise darauf zurückgeführt werden, dass eine hohe Raufutteraufnahme genügend Fasern liefert. Mehr Futter bedeutet aber auch Beschäftigung. So wird das Verhaltensbedürfnis der Pferde nach langen Fresszeiten erfüllt. Die Entwicklung von Verhaltensstörungen muss vermieden werden, da sie, wenn sie einmal auftreten, nur schwer zu kurieren sind.

## Raufutter oder Kraftfutter – Auswirkungen auf den Insulinspiegel

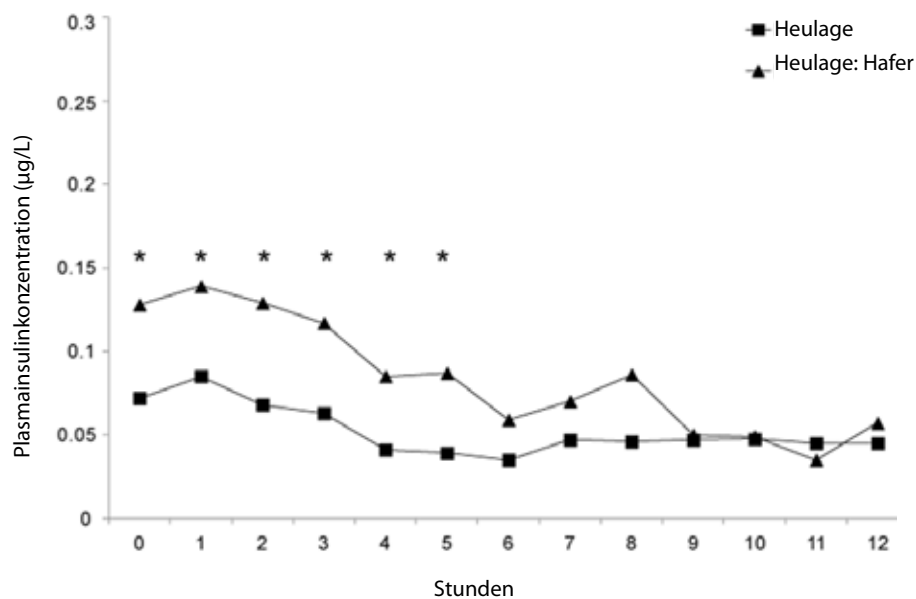
Bei dieser Studie wurde untersucht, welche Auswirkungen die Fütterung von arbeitenden Trabrennpferden während einer Fastenzeit von zwölf Stunden auf deren Insulinspiegel hat. Dabei wurde die Fütterung von ausschließlich energiereichem Raufutter (Heulage) mit der Fütterung von Raufutter / Hafer (50 : 50) verglichen. Bei beiden Fütterungsmethoden wurde die gleiche Heulage verfüttert. Der Energiewert entsprach jeweils dem doppelten Erhaltungsbedarf. Ergänzt wurde die Ernährung durch Mineralien und Salz.

Die Plasmainsulinkonzentration war vor und nach dem Füttern niedriger, wenn die Pferde mit Heulage gefüttert wurden, als wenn sie mit Heulage / Hafer gefüttert wur-

den. Während der ersten fünf Stunden des Fastens war die Plasmainsulinkonzentration bei der ausschließlichen Fütterung mit Raufutter außerdem wesentlich niedriger. Die Insulinkonzentration blieb bei der Fütterung mit Heulage vor, nach und während des Fastens fast unverändert, während sie bei der Fütterung mit Heulage / Hafer vor der Fütterung anstieg und nach der Fütterung sank.

Die ausschließliche Fütterung mit Raufutter führte nicht zu demselben Anstieg der Plasmainsulinkonzentration wie eine Fütterung, die stärkereiches Kraftfutter enthält.

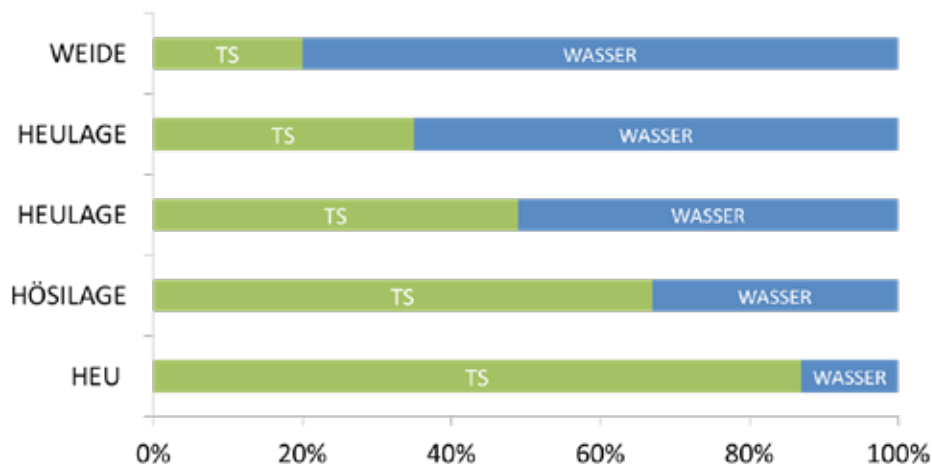
Mittelwerte für die Plasmainsulinkonzentration bei arbeitenden Trabrennpferden während einer Fastenzeit von zwölf Stunden bei Fütterung mit energiereicher Heulage bzw. mit Heulage / Hafer (50 : 50). \* Signifikante Unterschiede zwischen beiden Ernährungsweisen.



## Kg Futter und kg Trockensubstanz (TS)

Der Trockensubstanzgehalt (TS) von Raufutter ist die nach Abzug des Wassergehalts im Raufutter verbleibende Trockenmasse. Da Wasser keinerlei Nährstoffe enthält, ist der TS-Gehalt von Raufutter wichtig, um den Nährstoffgehalt des Raufutters zu bestimmen und die Futterrationen zu berechnen. Der Wassergehalt von Raufutter unterscheidet sich für Gras, Silage, Heulage und Heu sehr stark. Das ist in der untenstehenden Abbildung gut zu erkennen. Wenn eine Futterprobe analysiert wird, wird auch der TS-Gehalt ermittelt. In manchen Fällen ist es erforderlich,

den Nährstoffgehalt pro Kilogramm Raufutter anhand des Kilogramms TS zu berechnen und umgekehrt. Wenn Sie beispielsweise den Bedarf des Pferdes an Kilogramm TS berechnet haben, müssen Sie diesen Wert in Kilogramm Futter umrechnen, damit Sie wissen, wie viel Futter Sie abwiegen müssen, wenn das Pferd gefüttert werden soll. Auf der nächsten Seite finden Sie zwei beispielhafte Umrechnungen für Heu und Silage für die Energie- und Proteinwerte von Kilogramm TS in Kilogramm Futter sowie von Kilogramm Futter in Kilogramm TS.



Verstoffwechselbare Energie und verdauliches Rohprotein (vRp) pro Kilogramm Futter und TS für Heu und Silage mit TS-Gehalten von 82 % bzw. 45 %

	Heu (82 % TS)	Silage (45 % TS)
Energie in MJ/kg Futter	9,5	5,2
Energie in MJ/kg TS	11,6	11,6
vRp in g/kg Futter	93	57
vRp in g/kg TS	113	127



## Rechenbeispiele:

### Von kg TS in kg Futter:

*Heu* 82 % *TS* ( $82/100 = 0,82$ )  
11,6 MJ/kg TS »  $11,6 \times 0,82 = 9,5$  MJ/kg Futter  
113 g vRp/kg TS »  $113 \times 0,82 = 93$  g vRp/kg Futter

*Silage* 45 % *TS* ( $45/100 = 0,45$ )  
11,6 MJ/kg TS »  $11,6 \times 0,45 = 5,2$  MJ/kg Futter  
127 g vRp/kg TS »  $127 \times 0,45 = 57$  g vRp/kg Futter

### Von kg Futter in kg TS:

*Heu* 82 % *TS* ( $82/100 = 0,82$ )  
9,5 MJ/kg Futter »  $9,5 / 0,82 = 11,6$  MJ/kg TS  
93 g vRp/kg Futter »  $93 / 0,82 = 113$  g vRp/kg TS

*Silage* 45 % *TS* ( $45/100 = 0,45$ )  
5,2 MJ/kg Futter »  $5,2 / 0,45 = 11,6$  MJ/kg TS  
57 g vRp/kg Futter »  $57 / 0,45 = 127$  g vRp/kg TS



## Heu, Heulage, Silage – was ist der Unterschied?

Heu sollte natürlich so trocken wie möglich und nicht in Kunststoff gewickelt sein. Es gibt jedoch keine eindeutige Definition für die Abgrenzung zwischen Heulage und Silage. Aktuell ist folgende Definition am weitesten verbreitet: Heulage ist trockener als Silage, und teilweise ist sie so trocken, dass es sich dabei um in Kunststoff gewickeltes Heu handelt. Bei den Fütterungsreihen, die auf dieser Website vorgestellt werden, wird Raufutter mit einem Trockensubstanzgehalt (TS) zwischen 50 % und 70 % als Heulage und Raufutter mit einem Trockensubstanzgehalt zwischen 35 % und 50 % als Silage bezeichnet. In der Tabelle sind verschiedene Analyseergebnisse für drei unterschiedliche Stücke Grünland aufgelistet, deren Gras in den Fütterungsreihen konserviert als Heu, Heulage oder Silage an die Pferde verfüttert wurde. Auf jedem Stück Grünland wurde das Raufutter innerhalb eines Tages geerntet. Um die Auswirkungen der Konservierungsmethode aufzeigen zu können, dürfen nur Futtersorten vom selben Stück Grünland betrachtet werden, die zeitgleich geschnitten wurden.

Die Konservierungsmethode wirkt sich auf die chemische Zusammensetzung des Raufutters aus. In trockenerem Raufutter wie Heulage und Heu findet eine schwächere

oder gar keine Milchsäuregärung statt, sodass der pH-Wert höher ist. Der Grad der Gärung während der Herstellung von Silage/Heulage hängt vom Feuchtegehalt des silierten Schnitts ab. Der Welkprozess verzögert die Vermehrung der Bakterien und resultiert in einem höheren pH-Wert und Zuckergehalt. In der Silage hingegen wird der Zucker von den Milchsäurebakterien in gewisser Weise „gefressen“.

Im Heu wurden außerdem im Vergleich zur Silage, die zeitgleich geschnitten wurde, niedrigere Stickstoffkonzentrationen und höhere Konzentrationen der Neutral-Detergentien-Faserfraktion (NDF) festgestellt. Das kann am höheren Blattverlust während der Handhabung auf dem Feld liegen. Während der Heuherstellung welkt der Schnitt länger, und die dünneren, nährstoffreicheren Blätter werden brüchiger, fallen schneller ab und bleiben am Boden liegen.

Die Konservierungsmethode hat auch Auswirkungen auf das Pferd. Diese betreffen die Verdaulichkeit, die Wasseraufnahme und den Wasserhaushalt.

Analyseergebnisse für Gras von drei Stücken Grünland, das zu Heu, Heulage bzw. Silage konserviert wurde und in Fütterungsreihen an Pferde verfüttert wurde (in g/kg TS, wenn nicht anders angegeben)

	Grünland 1 (erster Schnitt)			Grünland 2 (erster Schnitt)		Grünland 3 (zweiter Schnitt)	
	Heu	Heulage	Silage	Heu	Silage	Heulage	Silage
<b>TS (%)</b>	81	55	36	82	45	68	41
<b>Energie (MJ/kg TS)</b>	11,7	11,5	11,5	11,6	11,6	11,2	11,3
<b>Rohprotein</b>	170	152	174	155	167	145	131
<b>NDF</b>	483	469	429	479	430	477	456
<b>ADF</b>	273	280	277	263	273	281	283
<b>Zucker<sup>1</sup></b>	117	122	80	157	140	132	106
<b>Milchsäure</b>	0,5	2,0	34,7	–	6,7	1,7	29,9
<b>Essigsäure</b>	0,1	0,8	4,0	–	1,3	0,3	2,9
<b>pH-Wert</b>	6,0	5,6	4,5	–	5,3	5,8	4,8
<b>Milchsäurebakterien<sup>2</sup></b>	0	4,3	6,6	0,4	5,1	–	–
<b>Schimmel<sup>2</sup></b>	2,6	0,8	1,7	1,1	0	2,2	< 2,0

<sup>1</sup> Glucose, Fructose, Saccharose und Fruktane.

<sup>2</sup> log<sub>10</sub> cfu/g Futter.



### Rundballen stehend lagern

Bei der Kunststoffolie für Silage- bzw. Heulageballen handelt es sich um Stretchfolie, die eine leichte Klebewirkung entwickelt, wenn sie gedehnt wird. Dadurch kleben die Kunststofflagen aufeinander und der Ballen wird luftdicht. Wenn der Ballen aufrecht steht, verlaufen die Kunststofflagen vertikal, sodass der Druck des Balleninhalts die Folie dehnt. Dadurch behalten die Lagen ihre Klebewirkung, und die Ballen bleiben luftdicht.

Wenn der Ballen auf der Seite liegt, verlaufen die Kunststofflagen horizontal, sodass der Druck des Balleninhalts die Folie nicht so gut dehnen kann wie bei einem aufrecht stehenden Ballen. Dadurch kann die Luftdichtigkeit des Ballens gemindert werden, und Luft kann leichter in den Ballen eindringen. In besonders ungünstigen Fällen, und wenn der Ballen eine geringe Dichte aufweist, kann Regenwasser zwischen den Kunststofflagen liegend gelagerter Ballen eindringen.

Stellen Sie also sicher, dass die Ballen luftdicht sind, und vermeiden Sie schlechte hygienische Qualität. Lagern Sie Rundballen stehend!

## Horsewrap vs. Standardfolie

Horsewrap ist eine besonders reißfeste Stretchfolie zum Wickeln von Heulageballen für Pferde. Sie sollte für die aufgrund hoher TS-Gehalte festere Frischsubstanz mit spitzeren Enden geeignet sein. Im Rahmen dieser Untersuchung wurde Horsewrap mit Standardfolie verglichen. Es wurden jeweils 32 Ballen mit jeder Stretchfolie gewickelt. Bei dem Gras handelte es sich um den zweiten Schnitt von zwei Grünlandstücken. Beide Stretchfolien waren 25 µm dick, 750 mm breit und auf ca. 70 % vorgestreckt. Die Überlappung auf dem Ballen betrug 50 % der Folienbreite.

Hinsichtlich der Beschädigung der Oberfläche zeigte sich im Vergleich der beiden Stretchfolien ein sehr großer Unterschied, wobei einzelne Ballen unterschiedlich stark beschädigt waren. Die Nährstoffverluste waren bei den mit Standardfolie gewickelten Ballen höher, da das Raufutter aufgrund von großflächigeren Beschädigungen der Oberfläche durch Vögel aussortiert werden musste. Abgesehen von Vögeln gibt es relativ häufig Probleme mit Katzen, Hunden und anderen Tieren, die die Ballen zer-

kratzen und Löcher in die Folie reißen. Horsewrap war resistenter gegen Beschädigungen durch Tiere, und die Überlappungsstellen waren dichter. Im Vergleich zu den mit Standardfolie gewickelten Ballen wiesen die mit Horsewrap gewickelten Ballen eine höhere Gasdichte auf. Um die Gasdichte zu messen, wird eine Einwegsonde (Ekolag) durch die Folie eingeführt. Ein Unterdruck wird erzeugt und die Zeit in Sekunden gemessen, innerhalb derer der Unterdruck von -20 mm WS auf -15 mm WS ansteigt.

Insgesamt lässt sich daraus folgern, dass Ballen gegen Beschädigungen durch Vögel und andere Tiere geschützt werden sollten, da andernfalls ein Risiko von starkem Schimmelbefall besteht, der letztendlich zu hohen Nährstoffverlusten führen kann. Durch die Wahl einer hochwertigen Kunststoffolie können diese Probleme reduziert werden. Horsewrap ermöglichte das Wickeln von Ballen mit höherer Gasdichte, geringerer Oberflächenbeschädigung sowie geringeren Nährstoffverlusten durch Schimmel.

Mittelwerte für TS, Dichte, Gasdichte, Oberflächenbeschädigung, Gesamtnährstoffverluste, und Verluste durch Schimmelbefall der Oberfläche bei der Verwendung von Standardfolie bzw. Horsewrap.

	Standardfolie	Horsewrap
TS-Gehalt (g/kg Frischsubstanz)	552	578
Dichte (kg TS/m <sup>3</sup> )	219	207
Gasdichte (Sekunden)	71	84
Oberflächenbeschädigung (% der Ballenoberfläche)	4,9	2,1
Nährstoffverluste (g/kg TS)	110	78
» Verluste durch Oberflächenbeschädigung (Schimmel) (g/kg TS)	50	9
Geschätzte Konservierungsverluste (g/kg TS) bei „dichten“ Ballen (ohne Oberflächenbeschädigung)	60	69



## Folienlagenanzahl

Die Anzahl der Lagen Stretchfolie auf dem Ballen beeinflusst die Gasdichte desselben. Bei dieser Untersuchung wurden die Gasdichte, die Dichte, die Oberflächenbeschädigung, der Gesamtnährstoffverlust sowie die Verluste durch Oberflächenschimmelbefall bei Ballen untersucht, die mit sechs bzw. acht Lagen Horsewrap oder handelsüblicher Standardfolie gewickelt waren. Jeweils 16 Ballen wurden mit sechs bzw. acht Lagen Horsewrap und Standardfolie gewickelt. Insgesamt waren es somit 64 Ballen. Bei dem Gras handelte es sich um den zweiten Schnitt von zwei Grünlandstücken. Beide Stretchfolien waren 25 µm dick, 750 mm breit und auf ca. 70 % vorgestreckt. Die Überlappung auf dem Ballen betrug 50 % der Folienbreite.

Die Oberflächenbeschädigungen (durch Vögel) an den Ballen, die mit sechs Lagen Standardfolie gewickelt waren, unterschieden sich deutlich von den drei anderen Wicklungen (S. 24). Abgesehen von Vögeln gibt es relativ häufig Probleme mit Katzen, Hunden und anderen Tieren, die die Ballen zerkratzen und Löcher in die Folie reißen. Die sechs Lagen Standardfolie wurden großflächig beschädigt und wiesen große Verluste auf. Durch das Wickeln zweier zusätzlicher Lagen konnten diese Probleme deutlich reduziert werden. Die Ergebnisse für sechs Lagen Horsewrap waren mit denen für acht Lagen Standardfolie vergleich-

bar. Es bestand kein großer Unterschied zwischen der Wicklung mit sechs Lagen Horsewrap, mit acht Lagen Horsewrap und mit acht Lagen Standardfolie. Bei beiden Folien war die Gasdichte jedoch bei acht Lagen ungefähr doppelt so hoch wie bei sechs Lagen. Das zeigt, dass die Überlappungen dichter waren und weniger Luft durch die Kunststofflagen drang. Um die Gasdichte zu messen, wird eine Einwegsonde (Ekolag) durch die Folie eingeführt. Ein Unterdruck wird erzeugt und die Zeit in Sekunden gemessen, innerhalb derer der Unterdruck von -20 mm WS auf -15 mm WS ansteigt.

Zusammenfassend lässt sich daraus folgern, dass Ballen gegen Beschädigungen durch Vögel und andere Tiere geschützt werden sollten, da andernfalls ein Risiko von starkem Schimmelbefall besteht, der letztendlich zu hohen Nährstoffverlusten führen kann. Die Anzahl der Lagen Stretchfolie wirkte sich auf die Oberflächenbeschädigung und die Verluste aus. Bei dieser Untersuchung wurde die Differenz der Nährstoffverluste für sechs und für acht Lagen Folie mit 56 g/kg TS berechnet. Bei 330 kg TS pro Ballen beläuft sich der finanzielle Verlust somit auf 2,50 Euro pro Ballen.

## Empfehlungen von Trioplast:

- » Silage mit TS zwischen 35 % und 50 % ist normale Silage.
- » Heulage mit TS zwischen 50 % und 65 % ist normale Heulage.

Es wird nicht empfohlen, Raufutter mit einem Trockensubstanzgehalt von über 70 % zu wickeln, vor allem wenn das Gras in einer späten Wachstumsphase geschnitten wurde. In diesem Fall kann die Luft im Ballen während des Konservierungsprozesses zur Bildung von unerwünschtem Schimmel und Hefepilzen führen.

Unter diesen Bedingungen kann die im Ballen eingeschlossene Luft zu Beginn der Lagerung zum Wachstum von Schimmel und Hefepilzen führen. Außerdem hat das Raufutter wesentlich härtere Stängel, sodass die Folienlagen während des Wickelns durchstoßen werden können, was eine niedrige Luftdichtigkeit zur Folge hat. Dies kann abgesehen von den oben beschriebenen Beschädigungen das Eindringen von Wasser und einen schlechten Geruch der

Ballen verursachen. Es besteht außerdem ein hohes Risiko beim Ablegen der Ballen vom Wickler auf das Feld, dass die Stoppeln die Folie beschädigen.

Wenn Futter mit einem hohen TS-Gehalt (60–70 %) gewickelt wird, empfehlen wir, die Anzahl der Lagen pro Ballen zu erhöhen, sodass der Ballen besser gegen ein Durchstechen durch die Stoppeln auf dem Feld geschützt ist. Außerdem wird so die Dichtigkeit des Ballens erhöht, um eine möglicherweise schlechtere Haftung der Lagen auszugleichen, die aus dem Staub in der Luft während des Wickelprozesses resultiert, und um die bei der Wicklung der Folie durchstochenen ersten Lagen abzudichten.

Mittelwerte für TS, Dichte, Gasdichte, Oberflächenbeschädigung, Gesamtnährstoffverluste und Verluste durch Schimmelbefall der Oberfläche bei Wicklung von sechs bzw. acht Lagen Standardfolie bzw. Horsewrap.

	Standardfolie		Horsewrap	
	6	8	6	8
<b>Anzahl der Folienlagen:</b>	6	8	6	8
<b>TS (g/kg Frischsubstanz)</b>	539	564	556	600
<b>Dichte (kg TS/m<sup>3</sup>)</b>	218	219	197	217
<b>Gasdichte (Sekunden)</b>	40	102	63	105
<b>Oberflächenbeschädigung (% der Ballenoberfläche)</b>	9,2	0,6	2,9	1,4
<b>Nährstoffverluste (g/kg TS)</b>	152	67	92	65
<b>» Verluste durch Oberflächenbeschädigung (Schimmel) (g/kg TS)</b>	93	8	29	8
<b>Geschätzte Konservierungsverluste (g/kg TS) bei „dichten“ Ballen (ohne Oberflächenbeschädigung)</b>	59	59	63	57

## Herstellung von Kleinballen aus Großballen

Silage- oder Heulagegroßballen können für kleinere Pferdehöfe problematisch sein. Großballen enthalten zu viel Raufutter, als dass wenige Pferde dieses innerhalb von drei bis vier Tagen fressen könnten. Außerdem können sie nicht von Hand bewegt werden. Daher ist die Nachfrage nach Kleinballen groß, weil sie einfacher zu handhaben sind. Es gibt grundsätzlich zwei unterschiedliche Methoden für die Herstellung von Silage- und Heulagekleinballen: mittels Kleinrundballenpressen oder handelsüblicher Quaderballenpressen für höher verdichtete Ballen, die bei der Heuernte eingesetzt werden, oder indem das Raufutter beim Schnitt in Großrundballen gepresst wird, die später im Winter geöffnet und zu Kleinballen verarbeitet werden. Tauscht man bei handelsüblichen Quaderballenpresse die zugehörigen Knoter durch Knoter für Großballenpressen aus, erhält man höher verdichtete Ballen, da festeres Garn verwendet werden kann. So können dichtere Ballen gebunden werden können, ohne dass das Garn reißt.

Im Rahmen eines Pilotprojekts wurden Silagegroßrundballen (45–55 % TS) von guter hygienischer Qualität Ende März geöffnet und mithilfe einer stationären Ballenpresse für höher verdichtete Ballen zu Kleinballen gepresst und gewickelt. Nach einer Lagerung von 30 Tagen wurde mit der Probenahme begonnen. Neue Ballen wurden geöffnet und über sechs Wochen wurden einmal wöchentlich Proben genommen. Es wurden der Nährstoffgehalt sowie die Verbreitung von Hefe, Schimmel, Milchsäurebakterien und Clostridien untersucht.

Die Herstellung von Kleinballen aus Großballen führte zu keinerlei Verlusten des Nährstoffgehalts. Die hygienische Qualität der Kleinballen wich nicht von der Qualität der Großballen ab – einzig der Hefepilzbefall war leicht erhöht. Es ist jedoch schwer festzustellen, ob dies daran lag, dass die Kleinballen aus Großballen hergestellt worden waren, oder ob es ohnehin zu dieser Ausbreitung gekommen wäre. Die Dichte der Kleinballen war hoch. Sie war vergleichbar mit der Dichte der Großballen von ca. 200 kg TS/m<sup>3</sup>. Das kann daran liegen, dass der Schnitt bereits siliert, weich und komprimiert war. In der Regel ist es nämlich bei der herkömmlichen Herstellung von Silagekleinballen schwierig, eine Dichte zu erreichen, die über 160 kg TS/m<sup>3</sup> beträgt.



## Hygienische Qualität von Raufutter

Um gesund zu bleiben, brauchen Pferde unbedingt Raufutter von guter hygienischer Qualität. Heu sollte trocken und staubfrei sein. Silage muss fachgerecht siliert, zu dichten Ballen gewickelt und luftdicht gelagert werden. Im Folgenden werden chemische Hygieneuntersuchungen vorgestellt. Diese dienen zur Beurteilung des Silierprozesses und zur Feststellung, ob Raufutter von zulässiger hygienischer Qualität für Tiere ist. In der Tabelle auf der nächsten Seite sind einige Grenzwerte zur Bewertung der hygienischen Qualität von Raufutter aufgeführt.

Der pH-Wert dient zur Messung des Säuregrads und zeigt an, ob Säure produziert wurde. Unterschiedliche Säuren sind mehr oder weniger stark sauer. Der pH-Wert spiegelt den Gesamtsäuregrad aller Säuren wider. Bei feuchterem Raufutter wird ausreichend Säure benötigt, um jegliches Keimwachstum zu verhindern. Bei welchem Raufutter wird das Bakterienwachstum auch durch den niedrigeren Wassergehalt verhindert. Der pH-Wert muss daher nicht so stark gesenkt werden wie bei feuchterem Raufutter. Somit hängt der zulässige pH-Wert vom TS-Gehalt des Raufutters ab. Bei sehr trockenem Raufutter ist der pH-Wert kein Qualitätsmerkmal.

Milchsäure ist die Säure, die während eines erfolgreichen Silierprozesses produziert wird. Milchsäurebakterien produzieren diese beim Kohlenhydratabbau. Bei Milchsäure handelt es sich um die stärkste Säure, die während des Silierprozesses gebildet wird, weshalb sie am meisten zur Senkung des pH-Wertes beiträgt. Milchsäurebakterien sind die tolerantesten Bakterien. Sie können auch dann noch wachsen, wenn der pH-Wert so niedrig ist, dass das Wachstum anderer Bakterien verhindert wird. Wenn Milchsäurebakterien nicht mehr wachsen, ist der pH-Wert somit so niedrig, dass jegliche Aktivität der Mikroorganismen unterbunden wird. Die Silage ist dann stabil genug für die Lagerung, sofern sie luftdicht verpackt ist.

Einige Milchsäurebakterien können auch Essigsäure produzieren. Jedoch ist diese nicht so stark wie Milchsäure und senkt daher den pH-Wert nicht so weit. Auch unerwünschte Bakterien wie beispielsweise Enterobakterien produzieren Essigsäure. Wenn die Essigsäurekonzentration zu hoch ist, ist das ein Zeichen dafür, dass der Silierprozess nicht erfolgreich war und unerwünschte Bakterien im Raufutter gewachsen sind. Das gilt vor allem, wenn die Milchsäurekonzentration im Raufutter besonders niedrig ist.

Buttersäure ist in Silage nicht erwünscht. Sie wird vor allem von Buttersäurebakterien (Clostridien) gebildet. Wenn eine hohe Buttersäurekonzentration in Kombination mit einem hohen Ammoniakanteil am Gesamtstickstoff vorliegt, bedeutet

dies, dass die Silage durch Clostridien verdorben wurde. Clostridien gelangen in den Schnitt, wenn dieser mit Erde oder Düngemittel verunreinigt ist. Der Bildung von Clostridien kann entgegengewirkt werden, indem eine Verunreinigung des Futters durch gute Hygiene vermieden wird und der Schnitt auf mindestens 30% TS angewelkt wird.

Der Ammoniumstickstoffgehalt ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ) ist ein Indikator dafür, wie hoch der Anteil der Proteine im Futter ist, die durch unerwünschte Aktivität der Mikroorganismen zersetzt wurden. Es sind hauptsächlich proteolytische Clostridien, aber auch Enterobakterien, die die Proteine zersetzen. Eine hohe  $\text{NH}_3\text{-N}$ -Konzentration kann daher bedeuten, dass das Raufutter nicht erwünschte Mikroorganismen enthält. Um festzustellen, wie hoch der Anteil der zersetzten Proteine im Futter ist, wird meist das Verhältnis von  $\text{NH}_3\text{-N}$  in % zur Gesamtstickstoffkonzentration berechnet ( $\text{NH}_3\text{-N}/\text{N}_{\text{gesamt}}$ ).

Wenn sich die Silage erwärmt, hat möglicherweise ein chemischer Prozess stattgefunden, bei dem sich Proteine an Fasern gebunden haben. Eine Erwärmung von Silage oder Heulage kann auftreten, wenn Luft in den Ballen dringt und unerwünschte aerobe Mikroorganismen wachsen. In dem Fall ist es gut möglich, dass sich auch Giftstoffe bilden. Es kann jedoch bedingt durch die Zellatmung auch bereits früh zu einer Erwärmung kommen, ohne dass Mikroorganismen wachsen. Dabei können große Mengen Zucker verbraucht werden, sodass es aufgrund des Zuckermangels zu einer Fehlgärung kommt. Durch die Erwärmung wird der Nährstoffgehalt reduziert, indem sich die wertvollen Proteine an die Fasern binden, sodass entweder die Proteine oder die Fasern nicht mehr verdaulich sind. Mittels einer Analyse des ADF-Stickstoffs kann ermittelt werden, wie groß der Anteil Proteine ist, der sich an Fasern gebunden hat. Wenn die ADF-Stickstoff-Konzentration bei 20 % liegt, bedeutet dies, dass 20 % der Proteine nicht mehr verwertet werden können.

Nitrat ist eine giftige Stickstoffverbindung, die vornehmlich in Frischsubstanz zu finden ist. Unter bestimmten Bedingungen kann die Nitratkonzentration in Frischsubstanz besonders hoch sein, beispielsweise wenn ein Stück Grünland früh geschnitten wird, das stark mit Stickstoffdünger gedüngt wurde. Das gilt vor allem dann, wenn auf die Düngung eine Trockenperiode folgt oder kurze Zeit nach der Düngung geerntet wird. Während des Silierprozesses wird das Nitrat vollständig zu Ammonium oder teilweise zu Nitrit oder anderen Stickstoffoxiden reduziert. Nitrat wird in geringerem Maß reduziert, wenn die Frischsubstanz einen hohen Zuckergehalt hat und gewelkt ist oder wenn Säure zugesetzt wurde.



Eine Auswahl der Grenzwerte für die Bewertung der hygienischen Qualität von Raufutter		
<b>pH-Wert</b>	< (0,0257*TS %) + 3,71 Grünsilage gewelkt (<35 % TS) gewelkt (>50 % TS)	Gilt für TS 15–50 % < 4,2 = gut < 4,5 = gut ungeeignet
<b>Milchsäure</b>	Grünsilage mit Ameisensäure: 6–10 % TS Grünsilage ohne Ameisensäure: 8–12 % TS Silage, gewelkt (30–60 % TS) 3–7 % TS	= normal = normal = normal
<b>Essigsäure</b>	Gesamte Silage mit 1–3 % TS	= normal
<b>Buttersäure</b>	< 0,10 % der Probe 0,10–0,30 % der Probe > 0,30 % der Probe	= gut = weniger gut = schlecht
<b>NH<sub>3</sub>-N</b>	< 8 % des Gesamtstickstoffgehalts 8–12 % des Gesamtstickstoffgehalts > 12 % des Gesamtstickstoffgehalts	= gut = weniger gut = schlecht
<b>ADF-Stickstoff</b>	2–5 % des Gesamtstickstoffgehalts > 15 % des Gesamtstickstoffgehalts	= normal = sehr schlecht
<b>Nitrat (NO<sub>3</sub>)</b>	< 1,85 % des Futters	möglicherweise sicher



## Mikrobiologische Untersuchung von Raufutter

In einer mikrobiologischen Untersuchung von Raufutter werden Kulturen von unterschiedlichen Mikroorganismen angelegt, die in Raufutter existieren können (Bakterien, Hefepilze, Schimmel). Außerdem kann eine Typenunterscheidung durchgeführt werden, wenn mehrere Schimmelpilze nachgewiesen werden. Wenn ein starker Befall durch Schimmelpilz festgestellt wird, der Gifte freisetzt, kann eine Untersuchung auf Mykotoxine durchgeführt werden. Bei nassem Raufutter wird auch der pH-Wert bestimmt. Bei trockenem Raufutter wie beispielsweise Heu wird die Wasseraktivität ( $a_w$ ) untersucht. Diese zeigt, wie viel Wasser den Mikroorganismen zur Verfügung steht und ob das Raufutter für die Lagerung ausreichend stabil ist. Wasseraktivität und TS-Gehalt sind nicht dasselbe. Die Wasseraktivität liegt zwischen 0 und 1. Damit trockenes Raufutter stabil für die Lagerung ist, darf die Wasseraktivität nicht höher sein als 0,7.

Häufig wird eine mikrobiologische Untersuchung durchgeführt, nachdem eine Sicht- und Geruchsprüfung des Raufutters ergeben hat, dass dieses von schlechter Qualität ist. Oft geht es bei solch einer Untersuchung darum festzustellen, ob das Raufutter verfüttert werden kann. Zunächst sollten dem Labor das Problem sowie Aussehen und Geruch des möglicherweise verdorbenen Raufutters beschrieben werden. Das Labor wird dann Anweisungen zur Probenentnahme und zum Versenden der Probe geben. In der Regel muss eine mikrobiologische Probe kühl (nicht tiefgefroren) transportiert und so bald wie möglich zum Labor geschickt werden. Im Anschluss an die Untersuchungen wird eine Gesamtbeurteilung der hygienischen Qualität des Raufutters erstellt. Das Ergebnis seitens des Labors kann dann „unbedenklich“ lauten oder aber in einem längeren Kommentar zu den abweichenden Werten bestehen.



## Grasschnittzeit und hygienische Qualität von Heulage

Gewickeltes Raufutter für Pferde wird in der Regel in einem relativ späten Entwicklungsstadium geerntet. Die Reife der Pflanze wirkt sich nicht nur auf den Nährstoffgehalt, sondern auch auf die Zusammensetzung der Mikroflora in der Ernte aus, welche die Konservierung des Futters beeinflussen kann. Eine in Schweden durchgeführte Studie untersuchte, inwiefern ein später Schnitt Auswirkungen auf die hygienische Qualität des Raufutters hat. Die mikrobielle und chemische Zusammensetzung der Heulage von drei Schnitten von demselben Stück Grünland (vornehmlich Wiesenlieschgras und Wiesenschwingel) wurde während der Konservierung und Lagerung verglichen. Die drei Schnitte wurden im Mai (Ährenschieben bei ca. 50 % des Wiesenlieschgrases), Juni (Wiesenlieschgrassamen in den Ähren und noch fest angewachsen) und August (Wiesenlieschgrashalme trocken und welk, keine Samen mehr in den Ähren) durchgeführt.

Es zeigte sich, dass der Zeitpunkt des Schnitts Auswirkungen auf die hygienische Qualität der Heulage hat, allerdings nur in begrenztem Ausmaß. Bei späteren Schnitten war das Hefepilzwachstum ausgeprägter, jedoch fanden sich weniger Enterobakterien in der Heulage. Auf

die Anzahl der Clostridien sporen hatte der Zeitpunkt des Schnitts keine Auswirkungen. Beim spätesten Schnitt war der Schimmelbefall vor der Konservierung des Grases am ausgeprägtesten, es wurde die größte Anzahl unterschiedlicher Schimmelpilze festgestellt. Nach der Konservierung jedoch bestand kein Unterschied.

Der Zeitpunkt des Schnitts wirkte sich nur in geringem Maße auf die Konservierung der Heulage aus. Beim letzten Schnitt im August war der Anteil erwünschter Milchsäurebakterien am höchsten, die Milchsäurekonzentration jedoch insgesamt niedrig. Ebenfalls bei diesem waren der pH-Wert sowie die Ethanolkonzentration am niedrigsten. Da Heulage einen hohen TS-Gehalt aufweist und nicht speziell siliert wird, waren die Unterschiede gering. Diese Größen können daher kaum als Qualitätsmaßstäbe eingesetzt werden.

Insgesamt wird daher empfohlen, nicht zu spät zu ernten. Unter den klimatischen Bedingungen in Schweden sollte dies spätestens Anfang Juli geschehen, um negative Auswirkungen auf die hygienische Qualität des Raufutters zu verhindern.

Mikrobielle Zusammensetzung von Heulage für drei unterschiedliche Schnittzeitpunkte bei primärem Wachstum (log<sub>10</sub> cfu/g)

Zeitpunkt des Schnitts	Hefepilze	Schimmel	Clostridien sporen	Enterobakterien	Milchsäurebakterien	Anzahl der Schimmelpilzarten
Mai	3,46	1,37	1,60	1,74	4,33	0,1
Juni	4,38	<1,20	<1,40	<1,40	4,78	–
August	5,23	1,50	1,63	<1,40	6,63	0,1

## Bakterien, Pilze und Schimmel im Raufutter

Silage mit einem TS-Gehalt von weniger als 35 % wird durch Milchsäurebakterien konserviert. Diese produzieren Milchsäure und führen so zu einer Senkung des pH-Wertes. Die Milchsäurebakterien finden sich bereits in der Natur auf der Pflanze. Es sind Bakterien mit positiver Wirkung, deren Verbreitung erwünscht ist. Die Milchsäure und der niedrigere pH-Wert verhindern die Verbreitung unerwünschter Bakterien. Wasser ist für das Keimwachstum erforderlich. Je höher der TS-Gehalt ist, desto stärker sind Silierprozess und Milchsäureproduktion eingeschränkt. Die Milchsäureproduktion beginnt bereits bei einem TS-Gehalt zwischen 35 % und 40 % nachzulassen.

Bei langstieligem Raufutter in Ballen mit TS-Gehalten unter 40–45 % kann die Milchsäureproduktion eingeschränkt sein, sodass ein erhöhtes Risiko einer Fehlgärung und unzureichendem Wachstum von beispielsweise Enterobakterien und Clostridien besteht. Daher wird für langstieliges Raufutter mit einem TS-Gehalt unter 45 % die Verwendung von Zusatzstoffen für Silage empfohlen, um den Silierprozess zu unterstützen. Enterobakterien und Clostridien im Raufutter sind wahrscheinlich ein Zeichen dafür, dass das Raufutter mit Erde, Düngemittel, Tierkadavern oder Abfall verunreinigt ist. Wenn diese Bakterien zu einem hohen Anteil im Raufutter enthalten sind, kann

dies zu reduziertem Verzehr, Darmleiden und ernsthaften Gesundheitsgefährdungen für die Pferde führen.

Wenn der TS-Gehalt zwischen 65 % und 70 % liegt, wird keine Milchsäure mehr produziert. Bei gewickeltem Raufutter mit einem so hohen TS-Gehalt ist das Risiko von Schimmelbefall erhöht. Das ist zum Teil bedingt durch eine erhöhte Anzahl Lufteinschlüssen sowie durch das Risiko, dass die Kunststoffolie durchstochen wird. Um zu wachsen, braucht Schimmel Luft. Er kann Mykotoxine (Schimmelpilzgifte) bilden, die sich negativ auf Pferde auswirken. Die Auswirkungen des Verzehrs von Raufutter mit Schimmelbefall können von einem eingeschränkten Leistungsvermögen bis hin zu neurologischen Störungen reichen. Schimmeliges und staubiges Heu und Stroh sind eine häufige Ursache für Atemwegsprobleme bei Pferden.

Hefepilze wachsen schnell, wenn sie mit Sauerstoff versorgt sind. Unter anaeroben Bedingungen wachsen sie langsam. Sie bilden keine Giftstoffe, können jedoch große Nährstoffverluste verursachen. Sie entwickeln Wärme und können die Voraussetzungen für Schimmelwachstum schaffen. In Schweden wird für die Fütterung von Pferden gewickeltes Raufutter mit einem TS-Gehalt von 45 % bis 65 % empfohlen.

Grenzwerte für die hygienische Qualität von Raufutter (cfu/g)

Milchsäurebakterien	> 10 <sup>6</sup> pro Gramm Probe	= für Silage empfohlen
Colibakterien (37°)	10 <sup>2</sup> pro Gramm Probe	= Höchstwert
Anaerobe Bakterien	10 <sup>3</sup> pro Gramm Probe	= Höchstwert
Clostridien	10 <sup>3</sup> pro Gramm Probe	= Höchstwert
Bazillen	10 <sup>3</sup> pro Gramm Probe	= Höchstwert
Hefepilze	10 <sup>5</sup> pro Gramm Probe	= Höchstwert
Schimmel	10 <sup>5</sup> pro Gramm Probe	= Höchstwert





## Literaturverzeichnis

- Connysson M, Essén-Gustavsson B, Lindberg JE & Jansson A. 2010. Effects of feed deprivation on standardbred horses fed a forage-only diet and a 50:50 forage-oats diet. *Equine Veterinary Journal (Suppl. 38)*, S. 335–340.
- Connysson M, Muhonen S, Lindberg JE, Essén-Gustavsson B, Nyman G, Nostell K & Jansson A. 2006. Effects on exercise response, fluid and acid-base balance of protein intake from forage-only diets in Standardbred horses. *Equine Veterinary Journal (Suppl. 36)*, S. 648–653.
- De Fombelle A, Julliand V, Drogoul C & Jacotot E. 2001. Feeding and microbial disorders in horses: 1 – Effects of an abrupt incorporation of two levels of barley in a hay diet on microbial profile and activities. *Journal of Equine Veterinary Science* 21, S. 439–445.
- De Fombelle A, Varloud M, Goachet AG, Jacotot E, Philippeau C, Drogoul C & Julliand V. 2003. Characterization of the microbial and biochemical profile of the different segments of the digestive tract in horses given two distinct diets. *Animal Science* 77, S. 293–304.
- Duncan P. 1992. *Horses and grasses: the nutritional ecology of equids and their impact on the camargue*. Springer-Verlag.
- Honig H. 1980. Mechanical and respiration losses during prewilting of grass. In: *Proceedings of a Conference on Forage Conservation in the 80's. Occasional Symposium No 11*. British Grassland Society, Berkshire, Großbritannien, S. 201 ff.
- Jaakkola S & Huhtanen P. 1993. The effects of forage preservation method and proportion of concentrate on nitrogen digestion and rumen fermentation in cattle. *Grass and Forage Science* 48, S. 146–154.
- Jacobsson F. 2002. Paketensilering som belyser inverkan av sträckfilmens kvalitet vid inplastning med 6 och 8 lager sträckfilm. Examensarbete inom Lantmästarprogrammet. Institutionen för jordbrukets biosystem och teknologi, SLU, Alnarp. (auf Schwedisch)
- Jansson A, Lindberg JE, Rundgren M, Müller C, Connysson M, Kjellberg L & Lundberg M. 2011. *Utfodringsrekommendationer för häst*. Inst. för Husdjurens Utfodring och Vård, SLU. (auf Schwedisch)
- Jansson A & Lindberg JE. 2008. Effects of a forage-only diet on body weight and response to interval training on a track. In: *Nutrition of the exercising horse* (Hrsg. Saastamoinen MT, Martin-Rosset W), EAAP publication No. 125, S. 345–349. (ISSN 0071-2477)
- Julliand V, Philippeau C, Goachet AG & Ralston S. 2008. Physiology of intake and digestion in equine animals. In: *Nutrition of the exercising horse* (Hrsg. Saastamoinen MT, Martin-Rosset W), EAAP publication No. 125, S. 53–70. (ISSN 0071-2477)
- Landin J, Emanuelson M, Pauly T & Spörndly R. 2004. *Hygienisk kvalitet i ensilage – kort faktsamling och en åtgärdsguide*. Svenska Husdjur, Svensk Mjölk, SLU. (auf Schwedisch)
- Lingvall P. 1995. *Ballhandboken* S. 52 ff. ISBN91-630-3698-3 (auf Schwedisch).
- McDonald P. 1981. *The biochemistry of silage*. Wiley J and sons, Ltd (Hrsg.), Chichester, Großbritannien.
- McGreevy PD, Cripps PJ, French NP, Green LE & Nicol CJ. 1995. Management factors associated with stereotypic and redirected behavior in the Thoroughbred horse. *Equine Veterinary Journal* 27, S. 86–91.
- Meyer H. 1987. Nutrition of the equine athlete. In: *Equine Exercise Physiology 2* (Hrsg. Gillespie JR, Robinson, NE), Davis, CA: ICEEP publications, S. 644–673.
- Muhonen S. 2008. *Metabolism and hindgut ecosystem in forage fed sedentary and athletic horses*. Doktorarbeit. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae 2008:68.
- Muhonen S, Connysson M, Lindberg JE, Julliand V, Bertilsson J & Jansson A. 2008. Effects of crude protein intake from grass silage-only diets on the equine colon ecosystem after an abrupt feed change. *Journal of Animal Science* 86, S. 3465–3472.
- Muhonen S, Julliand V, Lindberg JE, Bertilsson J & Jansson A. 2009. Effects on the equine colon ecosystem of grass silage and haylage diets after an abrupt change from hay. *Journal of Animal Science* 87, S. 2291–2298.
- Muhonen S, Lindberg JE, Bertilsson J & Jansson A. 2009. Effects on fluid balance, digestion and exercise response in Standardbred horses fed silage, haylage and hay. *Comparative Exercise Physiology* 5 (3-4), S. 133–142.
- Muhonen S, Wartena FC, Wesker A & Julliand V. 2010. Effect of three different forage-based diets on microbial flora, pH and viscosity of the equine hindgut. In: *The impact of nutrition on the health and welfare of horses* (Hrsg. Ellis AD, Longland AC, Coenen M, Miraglia N), EAAP publication No. 128, S. 196–198. (ISSN 0071-2477)
- Müller C. 2003. Techniques for producing small bale silage/haylage for horses – a pilot study of “rebalancing”. *Proceedings of the Nordic Association of Agricultural Scientists 22nd Congress “Nordic Agriculture in Global Perspective”*, S. 59 ff., Turku, Finland.
- Müller C. 2007. *Wrapped forages for horses*. Doktorarbeit. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae 2007:44.
- Müller CE. 2009. Influence of harvest date of primary growth on microbial flora of grass herbage and haylage, and on fermentation and aerobic stability of haylage conserved in laboratory silos. *Grass and Forage Science* 64, S. 328–338.
- Ragnarsson S & Lindberg JE 2008. Nutritional value of timothy haylage in Icelandic horses. *Livestock Science* 113, S. 202–208.
- Redbo I, Redbo-Torstensson P, Ödberg FO, Hedendahl A & Holm J. 1998. Factors affecting behavioural disturbances in race-horses. *Animal Science* 66, S. 475–481.
- Spörndly R. 2003. *Fodermedelstabeller för idisslare*. Rapport 257, Inst. för Husdjurens Utfodring och Vård, SLU. och NRC 2007 *Nutrient Requirements of Horses*. 6th ed. The National Academy Press, Washington D. C.
- Zeyner A, Geißler C & Dittrich A. 2004. Effects of hay intake and feeding sequence on variables in faeces and faecal water (dry matter, pH value, organic acids, ammonia, buffering capacity) of horses. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 88, S. 7–19.

