

Qualitätsveränderungen bei der Lagerung von Silage und Heu

Karl Buchgraber^{1*}

Einleitung

Bei der Fütterung von Wiederkäuern und Pferden tritt das Grundfutter wie Heu, Silage, Gärheu und Weidefutter aufgrund der trendigen Preiserhöhung der Kraftfuttermittel wieder in den Vordergrund. Sowohl die Mutterkuh wie auch die Hochleistungskuh sind dankbar für bestes Grundfutter. Der Grünlandbauer und Futterkonservierer ist gefordert, aus guten Pflanzenbeständen die bestmögliche Umsetzung der Biomasse in der Fütterung mit geringsten Verlusten zu erzielen. Demnach wäre die gut geführte Weide ideal, jedoch müssen wir im Alpenland rund 200 Tage im Jahr mit teuren Konserven (Heu, Gärheu und Silage) die Tiere über die vegetationslose Zeit bringen. Die Feldverluste bei der Konservierung wie Atmungs- und Bröckelverluste spielen

eine entscheidende Rolle, wobei gerade die Trockenfutterbereitung bei unsachgemäßer Werbung massiv betroffen sein kann. In diesem Beitrag soll die Veränderung der Inhaltsstoffe (Rohfaser, Rohprotein, β -Carotin, Fettsäuremuster, Mengen- und Spurenelemente, Verdaulichkeit und Energiegehalt) und der Hygiene (Schimmel- und Hefepilze, Staub) bei der Lagerung von Heu und Silage über einen Zeitraum von 18 Monaten betrachtet werden.

Material und Methodik

Von zwei Grünlandbetrieben im Steirischen Ennstal wurden im Vegetationsjahr 2006 insgesamt sechs Futterproben (zwei Silagen und vier Trockenfutterproben) in rund 100 kg Einheiten im Heubergeraum des LFZ Raumberg-

Tabelle 1: Futterqualitätskriterien und Kategorien bei Heu und Grassilage (BUCHGRABER, 2008)

Futterqualitätskriterien	geringe bis mindere Qualität	mittlere bis gute Qualität	sehr gute Futterqualitäten
Energiegehalt in MJ NEL/kg TM	< 4,5	4,5 – 5,8	> 5,8
Verdaulichkeit der org. Masse in % (VOM%)	< 55	55 – 70	> 70
Rohfasergehalt % i.d.TM			
Heu	> 32	28 – 32	< 28
Silage	> 30	25 – 30	< 25
Rohprotein % i.d.TM			
Heu	< 9	9 – 12	> 12
Silage	< 10	10 – 14	> 14
Rohasche % i.d.TM	< 8	8 – 9	10
+ erdige Verschmutzung % ¹⁾	> 3	2 – 3	1
Carotingehalt in mg/kg TM	< 50	50 – 100	> 100
Hygienische Aspekte			
Schimmelpilze/g Futter	> 250.000	10.000 – 250.000	< 10.000
	mit dem Auge an plattigen Schimmelstellen erkennbar	mit dem Auge am silbrigen Belag erkennbar	
	muffiger bis derber Geruch	starkes Stechen in der Nase	leichtes Kitzeln in der Nase
	extreme Staubentwicklung	mittlere Staubentwicklung	geringe bis keine Staubentwicklung
Buttersäurebakterien/Clostridien/g Silage	> 100.000	10.000 – 100.000	< 10.000
Buttersäure in % i.d.TM	> 1,2	0,3 – 1,2	< 0,3
	intensiver Buttersäuregeruch, unangenehmer bis stinkender Geruch	mittlerer Buttersäuregeruch, leicht störend	kaum riechbar

¹⁾ Später gemähtes und stängelreiches Futter, insbesondere Heu, weist in der Trockenmasse meist nur mehr 80 g Rohasche (wenig Mengen- und Spurenelemente) auf. Liegt hier eine erdige Verschmutzung vor, so geht die auch nur über 100 g/kg TM. Eine organische Verschmutzung durch Mist- und Futterreste ist gerade durch die trockeneren Wetterlagen im Herbst und Frühjahr häufiger zu erwarten – in der Rohasche findet man diesen Verschmutzungsanteil nicht.

¹ LFZ Raumberg-Gumpenstein, Institut für Pflanzenbau und Kulturlandschaft, A-8952 Irnding

* Ansprechpartner: Univ.DoZ. Dr. Karl Buchgraber, email: karl.buchgraber@raumberg-gumpenstein.at

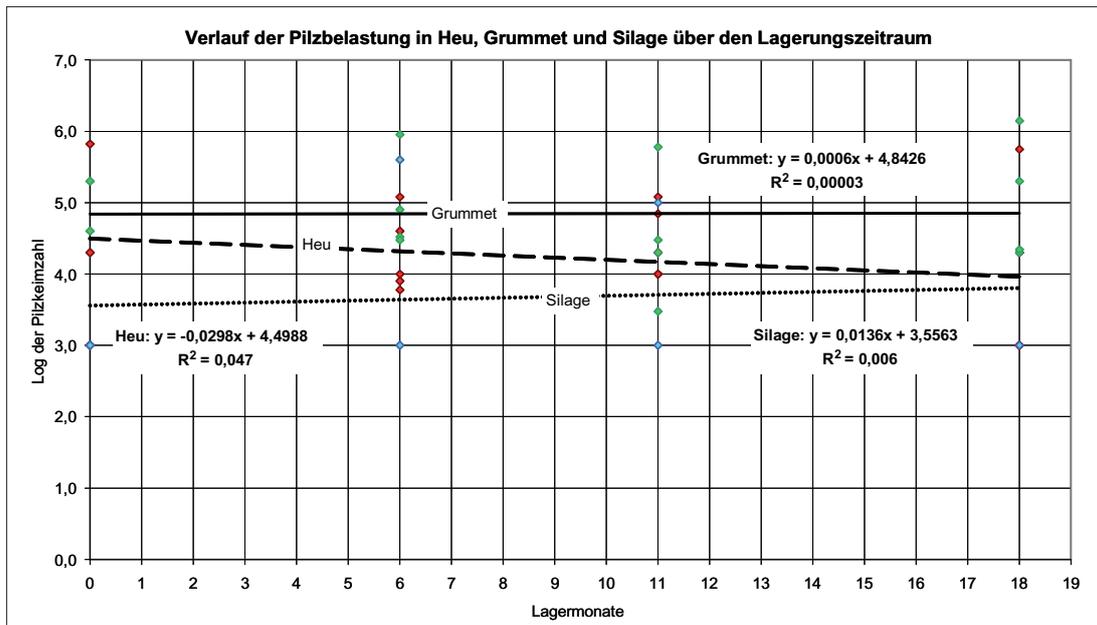


Abbildung 1: Verlauf der Pilzbelastung der Futterproben über den Lagerungszeitraum (2006-2008)

Gumpenstein eingelagert und insgesamt viermal, in Abständen von 5 bis 6 Monaten, beprobt. Die Proben wurden sodann am LFZ Raumberg-Gumpenstein auf Inhaltsstoffe (Rohfaser, Rohprotein, Rohfett, Rohasche, Verdaulichkeit, Energiegehalt), auf die Mengen- und Spurenelemente untersucht. Im Futtermittellabor Rosenau der LK Niederösterreich wurde der hygienische Status (Pilze, Bakterien) und im Forschungsinstitut für Wildtierkunde und Ökologie der Vet.-Med. Wien das Fettsäuremuster analysiert. Die Ausgangswerte bei Heu und Silage zur Einlagerung lagen aufgrund der unterschiedlichen Pflanzenbestände, der Aufwüchse, der Bewirtschaftung und Ernte sowie der Klimabedingungen differenziert vor, danach herrschten

für das Trockenfutter gleiche Lagerungsbedingungen im Heubergeraum, die Silage wurde im Ballen im Freien gelagert.

Ergebnisse und Diskussion

Die geringe Probenzahl mit durchschnittlichen Futterpartien lässt keine harten statistischen Ergebnisse erwarten, doch werden bei einzelnen Parametern leichte Trends erkennbar, die für die Praxis Hinweise geben können. Die Futterqualitätskriterien bei den einzelnen Qualitäten für Heu und Silage werden in *Tabelle 1* dargelegt, um die nachfolgenden Ergebnisse einordnen zu können.

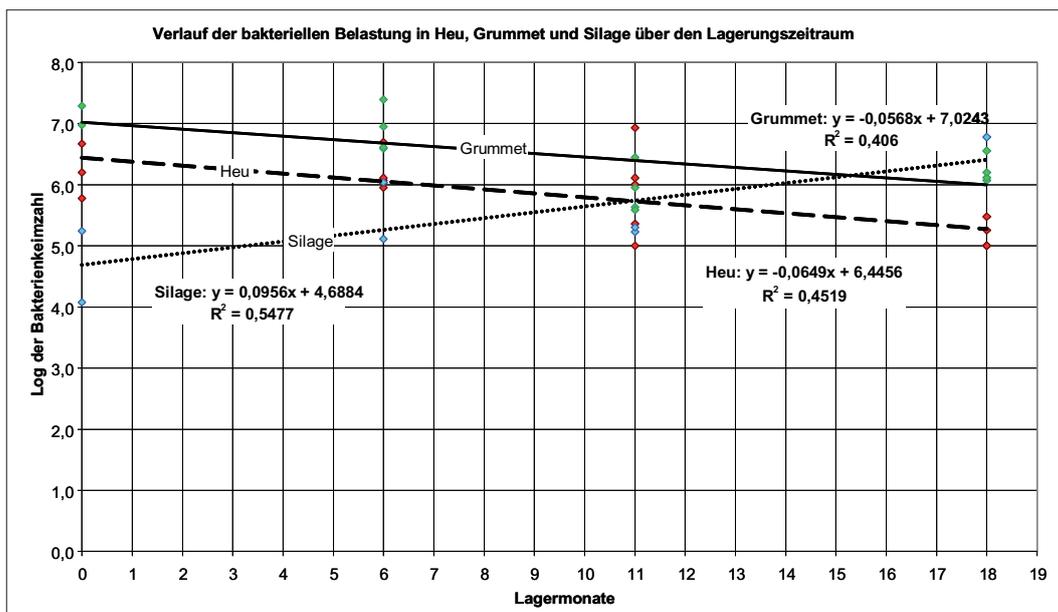


Abbildung 2: Verlauf der bakteriellen Belastung der Futterproben über den Lagerungszeitraum (2006-2008)

Hygienischer Status der Futterpartien

Bei der Betrachtung des Verlaufs der Pilzbelastung in *Abbildung 1* zeichnet sich sowohl beim Grummet als auch bei der Silage ein leichter Anstieg der Pilzbelastung ab, wobei die Bestimmtheitsmaße extrem gering sind und die Trendlinien daher sehr vorsichtig zu betrachten sind. Beim Heu ist mit einem ebenfalls schwachen Bestimmtheitsmaß eine Senkung der Pilzbelastung im Laufe der Lagerung zu beobachten. Die sinkende bzw. nur minimal ansteigende Pilzbelastung spricht insgesamt für relativ konstante Lagerbedingungen. Der leichte Anstieg der Silagenverpilzung basiert auf einer Zunahme der bereits vorhandenen Schimmelpilzart, es findet im Laufe der Lagerung keine Neukontamination statt.

Abbildung 2 zeigt den Verlauf der bakteriellen Belastung von Heu, Grummet und Silage. Alle drei Regressionsgeraden weisen ein relativ gutes Bestimmtheitsmaß zwischen 0,41 (Grummet) und 0,55 (Silage) auf. Bei Heu und Grummet nimmt die bakterielle Besiedlung ab. Beim Grummet weisen die beiden untersuchten Chargen des ersten Probestermine einen relativ hohen Bakteriengehalt auf, das Grummet von Betrieb 2 liegt bereits über dem nach ADLER (2002) kritischen Wert von $7 \log \text{KbE/g}$. Im weiteren Verlauf nehmen die Bakterien-Keimgehalte der Grummet-Proben ab. Bei den Silagen hingegen steigt die bakterielle Keimbelastung an, wobei der Keimgehalt noch unter dem kritischen Wert bleibt. Der Anstieg der Bakterien-Keimzahl kann eventuell auch mit dem Hefen-Anstieg zusammenhängen, da Hefen, wie bereits angesprochen, als Wegbereiter für andere Gär-schädlinge gelten.

Entscheidend für die Lagerfähigkeit von Heu bzw. Silage sind die Einlagerungsqualitäten und die anschließenden Lagerungsverhältnisse. Spitzenqualitäten mit einer geringen Ausgangsbelastung an Pilzen und Bakterien werden eine Überlagerung bei guten konstanten

Lagerungsbedingungen mit einem guten hygienischen Status überstehen. Gehen die Futterpartien schon mit einer hohen hygienischen Grundbelastung ins Lager, so geht die Qualität bis hin zum Verderben der Futterpartien. Bei mangelhaft konservierten Silagen geht dieser Prozess schneller als bei Trockenfutter.

Rohfaser

Die Rohfaser als Strukturlieferant verhält sich über die Lagerungsperiode relativ konstant (siehe *Abbildung 3*). In der Rohfaserfraktion Cellulase findet ein minimaler Abbau statt, indirekt werden dadurch Hemicellulose und das Lignin relativ angehoben. Die Strukturwirksamkeit der Heu- und Silagepartien bleibt über die gesamte Lagerungsperiode erhalten, sofern keine mikrobielle Beeinflussung vorliegt. Die Ausgangswerte bei der Rohfaser von 300 g/kg TM (Heu) weisen auf einen Schnittermin zur Blüte hin, das Grummet wurde bei 270 g/kg TM genommen und die Silage wurde beim Ähren-/Rispschieben gemäht. Diese Mähzeitpunkte sind durchaus landesüblich. Der leichte Anstieg des Rohfasergehaltes von 20 bis 40 g/kg TM über 18 Monate könnte im Bröckelverhalten der Blattanteile während der Lagerung begründet sein.

Beim getrockneten Heu bzw. Grummet nimmt der Rohfasergehalt über 18 Monate Lagerung um 2 bis 4 % zu, da hier die Bröckel- und Abriebverluste am Lager sowie Beeinträchtigung durch die Probenahme durchschlagen. Würde das Blumach (Bröckel und Abrieb) in die Gesamtbilanz eingehen, so blieb der Rohfasergehalt unverändert. Bei Silage zeichnet sich im Rohfasergehalt keine Veränderung über die gesamte Lagerungsperiode ab.

Rohprotein

Die Silage zeigte bei der Einlagerung Rohproteinwerte von über 160 g/kg TM , während der Lagerung blieben diese

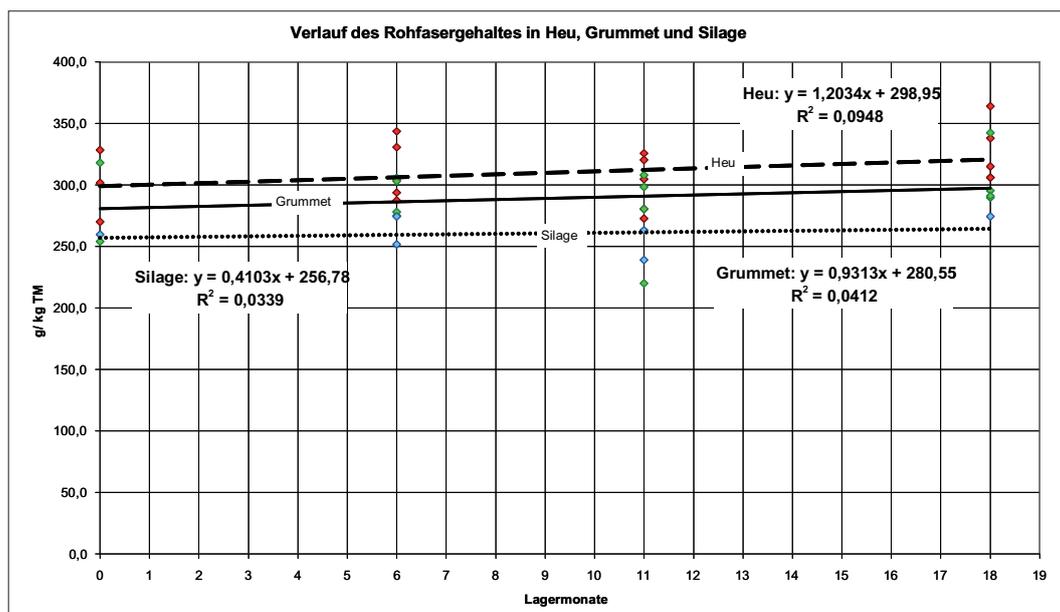


Abbildung 3: Verlauf des Rohfasergehaltes in Heu, Grummet und Silage während 18 Monate Lagerung

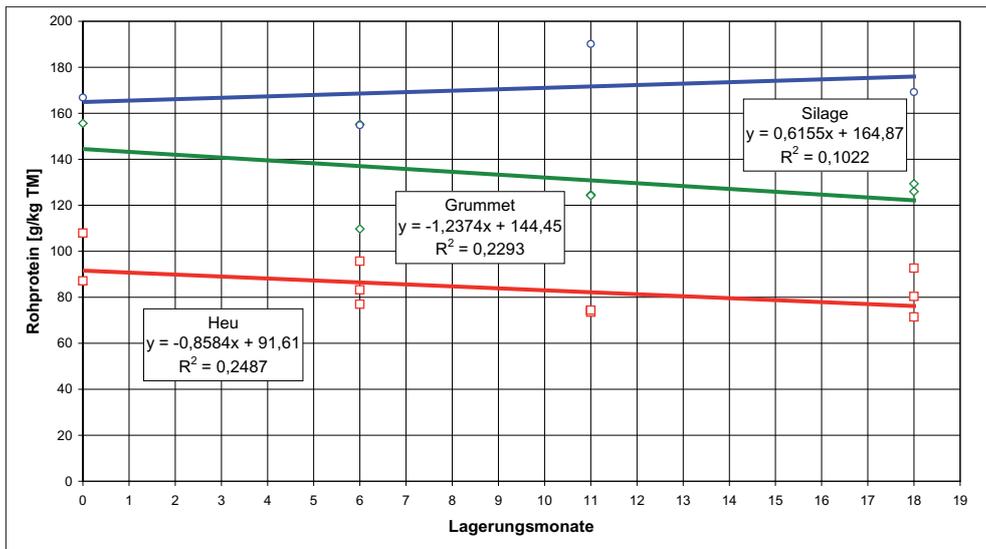


Abbildung 4: Verlauf des Rohproteingehaltes von Heu, Grummet und Silage bei Lagerung über 18 Monate

Werte erhalten. Beim Trockenfutter trat sowohl bei Heu als auch Grummet eine Rohproteinabnahme von 10 bis 20 g/kg TM ein (siehe *Abbildung 4*). Das ist auch ein Hinweis dafür, dass die proteinhaltige Blattmasse im Lager abbröckelt.

Der Rohproteingehalt in der Silage bleibt während der Lagerung nahezu unverändert. Hingegen nimmt der Rohproteingehalt im Heu und Grummet etwa um 1 bis 2 % ab, dies liegt sowohl daran, dass die Blattmasse und auch Blühknospen zum Blumach werden.

Verdaulichkeit der organischen Masse und Energiegehalt

Die Verdaulichkeit der Silage aber auch vom Trockenfutter Grummet lag bei der Einlagerung bei 66 bis 68 %, pro 6 Monate Lagerungszeit nahm diese um jeweils 1 – 3 % ab, nach 18 Monaten waren es beachtliche 3 bis 5 %. Das Heu startete in der Verdaulichkeit bei 65 % und fiel in

weiterer Folge nicht mehr ab, obwohl der Rohfasergehalt anstieg (vergleiche *Abbildung 5*). Dies ist wohl nur durch die geringe Probenanzahl zu erklären

Im Energiegehalt zeigte das Grummet bei der Einlagerung 5,75 MJ NEL/kg TM, die Silage lag bei 5,50 MJ NEL/kg TM und das Heu wies einen Energiegehalt von 5,25 MJ NEL/kg TM auf. Nach sechs Monaten verzeichnete die Grassilage einen um 0,25 MJ NEL/kg TM niedrigen Energiewert auf, das Grummet fiel um 0,2 MJ NEL/kg TM, hingegen zeigte das Heu bei einem geringen Bestimmtheitsmaß ($R^2 = 0,35$) eine Zunahme des Energiegehaltes. Nach 18 Monaten wies die Grassilage einen Energieverlust von 0,7 MJ NEL/kg TM auf und das Grummet fiel um 0,5 MJ NEL/kg TM (vergleiche *Abbildung 6*).

Die Verdaulichkeit und somit der Energiegehalt wurden durch die längere Lagerung beeinträchtigt. Im vorgestellten Vergleich nahm die Verdaulichkeit der orga-

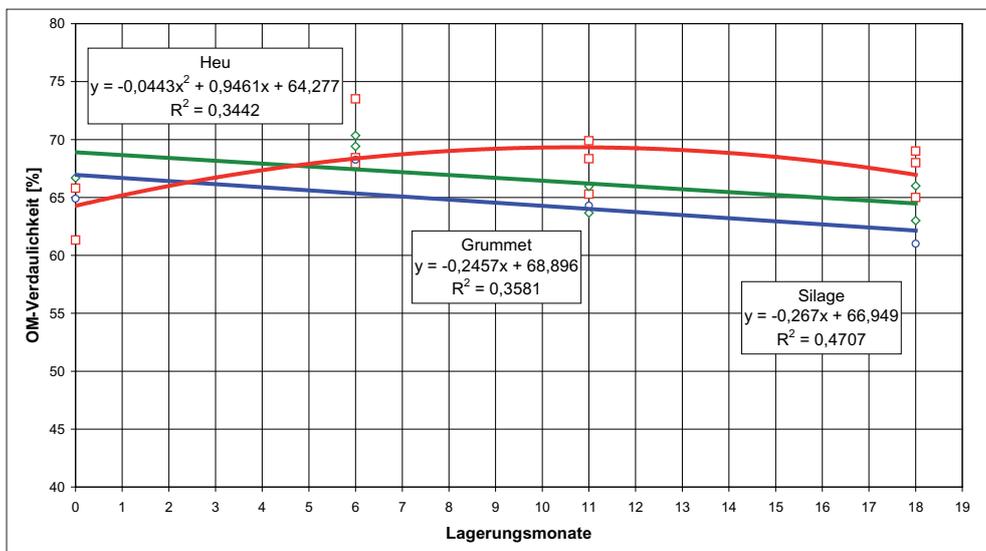


Abbildung 5: Verlauf der OM-Verdaulichkeit von Heu, Grummet und Silage bei Lagerung über 18 Monate

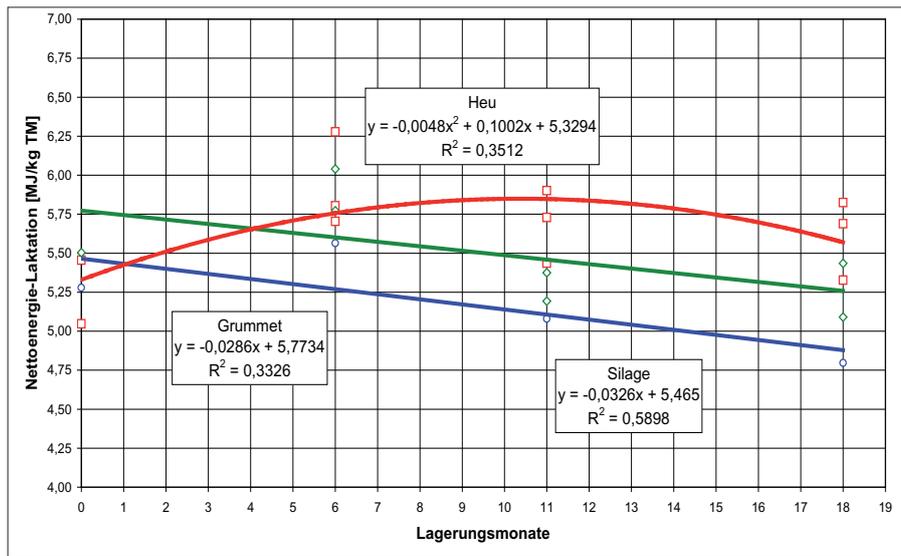


Abbildung 6: Verlauf der Energiedichte (NEL) von Heu, Grummet und Silage bei Lagerung über 18 Monate

nischen Masse um 3 bis 5 % ab und die Energiewerte sanken nach einem halben Jahr um 0,25 MJ NEL/kg TM bei der Grassilage und 0,20 MJ NEL/kg TM beim Grummet.

Mineralstoffgehalt

Es wurden im Heu und in der Silage die Mengen- und Spurenelemente laufend untersucht. Die Veränderungen im Gehalt während der gesamten Lagerungsperiode waren bei allen Konservierungsformen relativ gering. Als Beispiel wird der Calciumgehalt in der *Abbildung 7* dargestellt.

Im Laufe der beobachteten Lagerung waren keine massiven Ca-Abnahmen festzustellen. Bei den Regressionsgeraden von Silage und Grummet sind die Bestimmtheitsmaße in Höhe von 0,0085 und 0,0078 extrem gering und daher

ist keine qualifizierte Trendaussage möglich, allerdings zeichnet sich im beobachteten Zeitraum kein nennenswerter Ca-Verlust ab. Beim Heu ist mit einem etwas besseren, aber insgesamt immer noch geringen Bestimmtheitsmaß von 0,27 ein leichter Anstieg des Ca-Gehaltes in der Trockenmasse zu verzeichnen. Auch das analysierte Grummet bewegt sich tendenziell mit ca. 9-9,5 g/kg TM im Bereich des entsprechenden Futtertabellenwertes. Grassilagen des zweiten Aufwuchses weisen laut RESCH et al. (2006) einen Ca-Gehalt von durchschnittlich 10,2 g/kg TM auf. Hier liegen die Ca-Werte der analysierten Grassilage im Trend mit 13,5 g zu Beginn und 12,5 g am Ende der beobachteten Lagerungszeit. Hinsichtlich des Ca-Gehaltes ist keine Beeinträchtigung durch die lange Lagerungszeit zu erkennen, dies gilt analog auch für die weiteren Mengenelemente und auch die Spurenelemente.

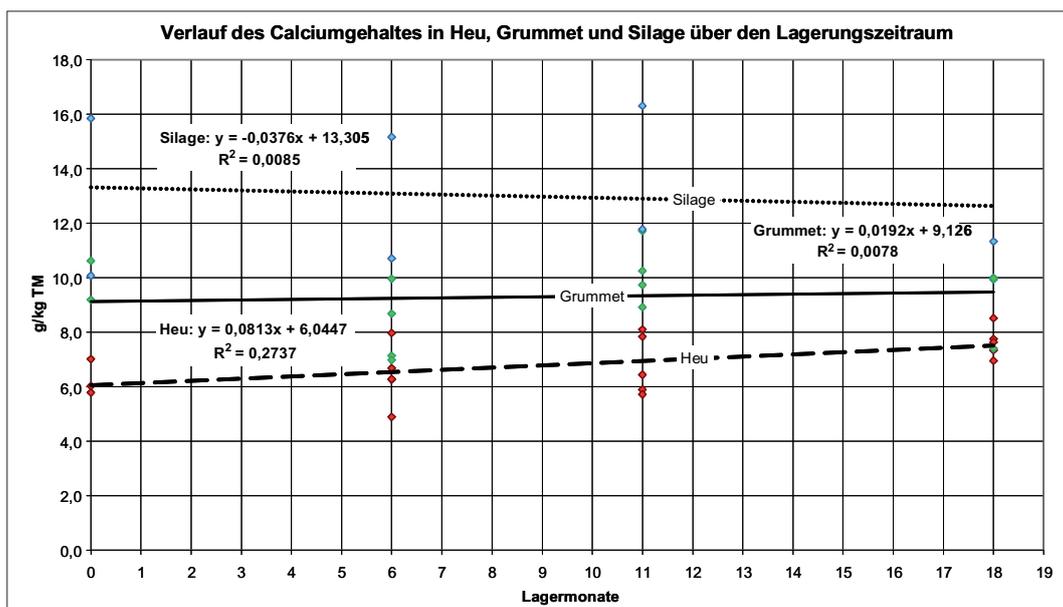


Abbildung 7: : Verlauf des Calcium-Gehaltes in Heu, Grummet und Silage über den Lagerungszeitraum 2006-2008

Der Rohaschegehalt zeigte über die gesamte Lagerungsdauer relativ konstante Werte von unter 100 g/kg TM, die Verschmutzung der Futterproben war äußerst gering bis vernachlässigbar.

Vitamine

Als essentielle Vorstufe wird hier β -Carotin besonders untersucht. β -Carotin ist eine Vorstufe des fettlöslichen Vitamins A, dessen Zufuhr über die Nahrung notwendig ist, damit die Tiere es in der Leber und dem Dünndarm zum essentiellen Vitamin A umwandeln zu können (JILG, 2005). Carotine kommen laut JEROCH et al. (1999) ausschließlich in pflanzlichem Material vor. Ein Vitamin-A-Mangel macht sich vor allem in Form einer erhöhten Infektionsanfälligkeit der Schleimhäute sowie Fruchtbarkeitsstörungen bemerkbar.

Der Carotin-Gehalt nimmt nach JILG (2005) in frischen Pflanzen mit zunehmendem Alter ab. Des Weiteren wird während den Konservierungsvorgängen ebenfalls Carotin abgebaut, vor allem bei der Heuproduktion durch die Bröckelverluste. GREENHILL et al. (1961) stellten fest, dass der Abbau von Carotin mit der Zunahme der Temperatur zusammenhängt.

Die nachfolgenden Betrachtungen beziehen sich auf die Veränderungen des Carotin-Gehaltes der untersuchten Proben nach abgeschlossener Konservierung.

In *Abbildung 8* wird ersichtlich, dass nach der bereits Carotinverluste verursachenden Trocknung sowohl im Heu als auch im Grummet die Carotin-Gehalte stark sinken. Auch wird deutlich, mit welchem unterschiedlichen Carotin-Gehalten die Futterkonserven in die Lagerung gehen. Sowohl beim Heu als auch beim Grummet zeichnen sich erwartungsgemäß deutliche Verluste an Carotin in der Lagerungsphase ab. Die Ausgangswerte nach der Konservierung liegen beim Heu bei durchschnittlich 50 mg/kg TM, beim Grummet bei über 90 mg/kg Trockenmasse.

Nach 18 Monaten Lagerungszeit sind beim Heu noch rund 20 mg/kg TM Carotin im Futter, beim Grummet sind noch rund 50 mg/kg TM analysiert worden. Die Carotingehalte im Trockenfutter haben sich in den 18 Monaten um rund 50 % reduziert, bei Grassilage trat dieser Verlust nicht auf. Die Bestimmtheitsmaße der Heu- und Grummet-Trends sind etwas besser als bei der Silage, mit 0,21 und 0,16 dennoch relativ schwach. Daher müssen die Tendenzen vorsichtig betrachtet werden.

Fettsäuremuster

Das Wiesenfutter zeichnet sich sehr positiv durch die höheren Gehalte an ungesättigten Fettsäuren aus, abhängig ist dies vom Schnitzeitpunkt des Futters und vom Stängel-/Blattverhältnis. Je mehr junge Blattanteile im Heu bzw. in der Grassilage vorhanden sind, desto mehr sind die ein- bis dreifach ungesättigten Fettsäuren (z.B. Ölsäure, Linolsäure und Linolensäure usw.) vorhanden. Die wichtigen Fettsäuren gehen dann über die Nahrung in das Fleisch und in die Milch. Als Beispiel werden die dreifach ungesättigten Fettsäuren herausgegriffen.

Die absoluten Gehalte der verschiedenen ungesättigten Fettsäuren im Laufe der Lagerung zeigen, dass in der Trockenmasse der untersuchten Proben die Fettsäuren zunehmen. Dies kommt dadurch zustande, dass im Gegensatz zu den Fettsäuren andere Stoffe im Laufe der Lagerung verstärkt abgebaut werden und die Fettsäuren aufgrund dessen verhältnismäßig ansteigen. Es wird damit deutlich, dass in den untersuchten Futterproben selbst die leicht oxidierenden mehrfach ungesättigten Fettsäuren während einer Lagerungszeit von anderthalb Jahren kaum abgebaut werden.

Abbildung 9 verdeutlicht, dass bei der Silage mit guter Sicherheit ($R^2 = 0,75$) ein ansteigender Trend des Gehaltes an dreifach ungesättigten Fettsäuren in der Trockenmasse gegeben ist. Bei Heu und Grummet liegen leicht zunehmende Tendenzen vor, die allerdings nur mäßig abgesichert sind.

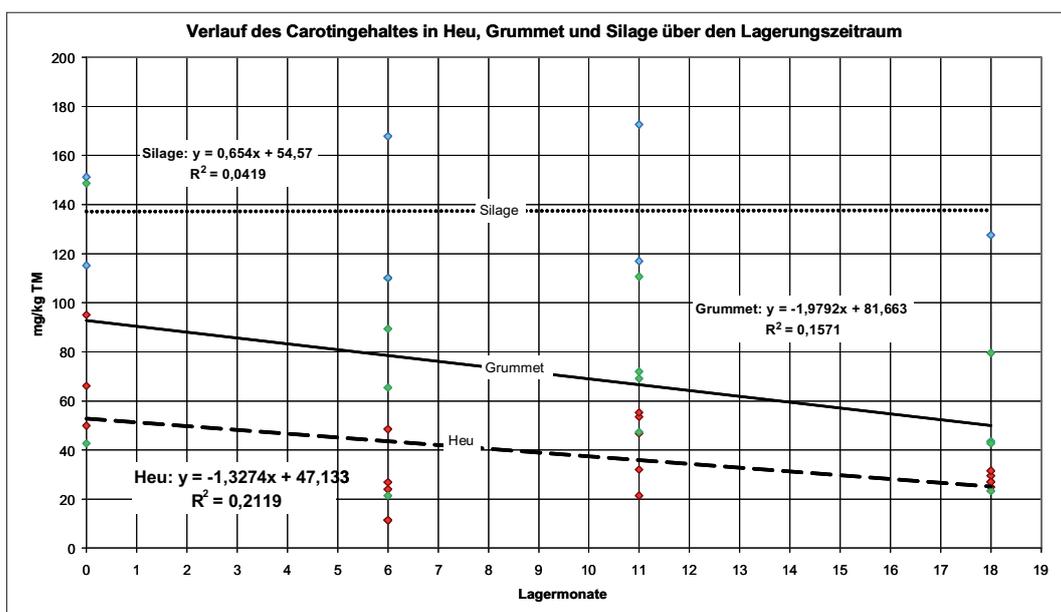


Abbildung 8: Verlauf des Carotingehaltes der Futterproben während der Lagerung (2006-2008)

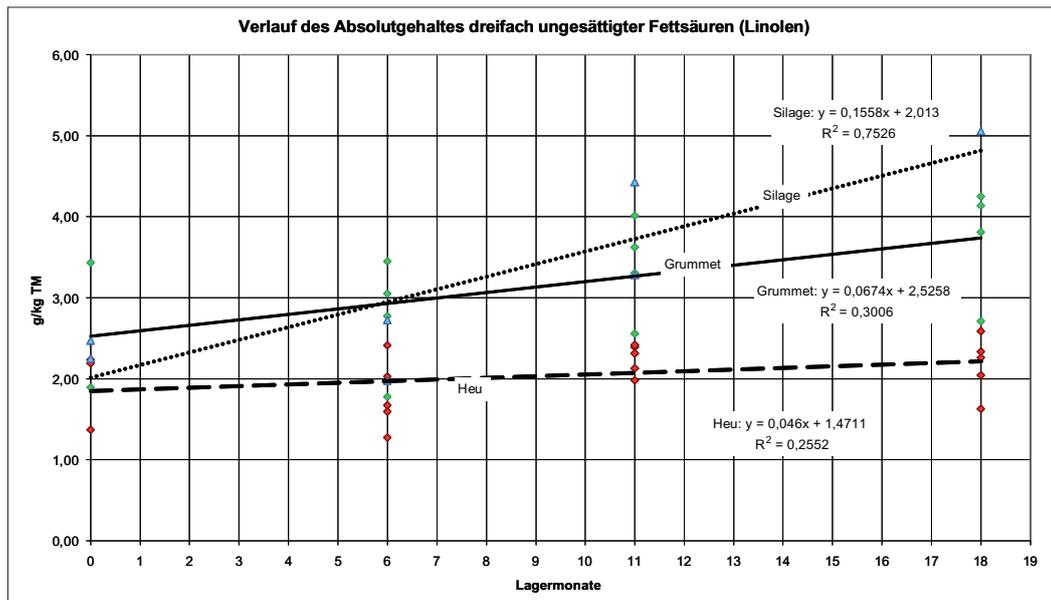


Abbildung 9: Absolute Gehalte an dreifach ungesättigten Fettsäuren in Heu, Grummet und Grassilage im Lagerzeitraum 2006-2008

Fazit für die Fütterungspraxis

Das Qualitätsspektrum beim Grünlandfutter ist sehr vielfältig und die Qualitätsansprüche der Nutztierkategorien und Leistungsgruppen sind sehr unterschiedlich. Je nach Pflanzenbestand, Schnittzeitpunkt, Ernteverfahren, Konservierung und Lagerung ergeben sich Futterpartien mit charakteristischen Qualitätseigenschaften. Spitzenbetriebe mit hoher Milchleistung brauchen Grundfutter mit hohen Verdaulichkeiten (70 - 75 %) der organischen Masse, und daraus resultiert eine hohe Energiedichte von 6,1 bis 6,5 MJ NEL/kg TM. Derartige Futterpartien sind meist gut mit Nährstoffen, insbesondere Stickstoff, versorgt und liefern bei rechtzeitiger Nutzung auch Rohproteingehalte von 150 bis 170 g/kg TM. Der Rohfasergehalt hängt sehr stark vom Schnittzeitpunkt, vom Anteil der Obergräser und vom Stängel-/Blattverhältnis ab. Je höher die Rohfaserwerte liegen, desto geringer ist der Energie- und Rohproteingehalt. Will man hohe Leistungen aus dem Grundfutter erzielen, sollte der Rohfaseranteil gerade so hoch gehalten werden, dass die Strukturwirksamkeit gegeben und die Futteraufnahme bestmöglich gewährleistet ist. Die Überlagerung von guten Futterpartien, insbesondere von Grassilagen und Heu/Grummet ist möglich, jedoch sind Verluste im Energiegehalt und Rohproteinwert zu erwarten. Der Rohfasergehalt nimmt bei der Überlagerung im Trockenfutter eher zu und der β -Carotiningehalt deutlich ab, in der gut konservierten Grassilage bleiben hingegen die β -Carotinwerte erhalten. Die ungesättigten Fettsäuren können sowohl bei Heu als auch Grassilage konserviert werden. Entscheidend für eine Überlagerung sind der hygienische Zustand des Futters, d.h. liegt eine Verschimmelung, Verhefung oder eine Buttersäuregärung vor, so wird jeder Lagerungstag den Qualitätsstatus des Grundfutters verschlechtern. Schlechte Futterpartien

gehören rasch verfüttert, während gute Qualitäten den hygienischen Status halten können.

Literatur

- ADLER, A., 2002: Qualität von Futtermitteln und mikrobielle Kontamination. In Bericht: 8. Alpenländisches Expertenforum, 9.-11. April 2002; Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, S. 17-25.
- BUCHGRABER, K., L. GRUBER, A. PÖLLINGER, E.M. PÖTSCH, R. RESCH, W. STARZ und A. STEINWIDDER, 2008: Futterqualität aus dem Grünland ist wieder mehr wert. Der fortschrittliche Landwirt 86, (6), 16-19.
- GREENHILL, W.L., J.F. COUCHMAN and J. DE FREITAS, 1961: Storage of hay. 3. Effect of temperature and moisture on loss of dry matter and changes in composition. In: Journal of the Science of Food and Agriculture 12, S. 293-297.
- JEROCH, H., W. DROCHNER und O. SIMON, 1999: Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere. Ulmer Verlag Stuttgart; S. 174-283.
- JILG, T., 2005: Wie viel β -Carotin braucht die Milchkuh? Aulendorf, 4 S.
- URL: http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB//show/1188624_11/LVVG1_Carotinversorgung%20der%20Milchkuh.pdf
- RESCH, R., T. GUGGENBERGER, G. WIEDNER, A. KASAL, K. WURM, L. GRUBER, F. RINGDORFER, und K. BUCHGRABER, 2006: Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum. Der fortschrittliche Landwirt (24), Sonderbeilage, 20 S.

Danksagung

Herrn Dr. Fritz Völk für die Anregung und wertvollen fachlichen Inputs sowie den ÖBf für die finanzielle Unterstützung sei herzlich gedankt. Auch Frau Dr. Tataruch vielen Dank für die Fettsäurenuntersuchung.