

Untersuchung zum Einfluss von Konservierungsverfahren und Vegetationsstadium auf Mahlwiderstand, Partikelgrößenverteilung und ruminale Faserabbaubarkeit einer Raigras-Klee-Mischung

F. Dohme¹, C.M. Graf¹, Y. Arrigo¹ und M. Kreuzer²

¹Agroscope Liebefeld-Posieux, Eidg. Forschungsanstalt für Nutztiere und Milchwirtschaft (ALP), 1725 Posieux

²Institut für Nutztierwissenschaften, Tierernährung, ETH Zürich, 8092 Zürich

Um den Bedarf einer hochleistenden Milchkuh an Energie und Protein zu decken und gleichzeitig eine optimale Pansenfunktion zu gewährleisten, ist es wichtig, ein Gleichgewicht zwischen der Nährstoffkonzentration und dem Gehalt an strukturwirksamer Faser in der Ration herzustellen. In der vorliegenden Studie sollte untersucht werden, inwiefern strukturbeschreibende Faktoren und die Faserabbaubarkeit desselben Ausgangsmaterials durch das Konservierungsverfahren und das Vegetationsstadium bei der Ernte beeinflusst werden können. Um die Struktur des Futters definieren zu können, wurden der Mahlwiderstand und die Partikelgrößenverteilung bestimmt sowie die physikalisch effektive NDF (peNDF) nach Mertens (1997) und der Strukturwert (SV) nach De Brabander et al. (1999) berechnet.

Als Ausgangsmaterial für die Studie stand der erste Aufwuchs einer zweijährigen Raigras-Klee-Kunstwiese zur Verfügung, der in zwei Vegetationsstadien (Stadium 3 (früh, **F**) und Stadium 5 bis 6 (spät, **S**)) im Mai bzw. Juni 2002 geschnitten wurde. Die Konservierung des Futters erfolgte als Silage (**SI**; 30 % Trockensubstanz (TS)), Haylage (**HL**; 50 % TS) und Heu (**HE**). Vor Beginn der Untersuchungen wurde das Futter drei Tage lang bei 50°C im Ofen getrocknet. Um den Mahlwiderstand zu bestimmen, wurde jede Futtervariante zuerst 2 min lang gehäckselt (LH 120, Wintersteiger GmbH, Ried, Österreich) und nachher 2 min lang mit einer Mühle (Nr. 880804, Brabender, Duisburg, Deutschland) durch ein 5 mm Sieb gemahlen. Die bei beiden Vorgängen benötigte Energie wurde gemessen und anschliessend addiert. Für jedes Futter wurde die Prozedur dreimal wiederholt (n = 3). Die Schüttelbox (Gorr GmbH & Co. KG, Eschwege, Deutschland) zur Bestimmung der Partikelgrößenverteilung in den einzelnen Futtervarianten bestand aus zwei Sieben, die es ermöglichten, Partikellängen < 8 mm, 8 – 19 mm und > 19 mm zu identifizieren. Das Schüttelverfahren wurde mit ca. 200 g Material gemäss den Angaben von Lammers et al. (1996) durchgeführt und viermal pro Futtervariante wiederholt (n = 4). Der Verlauf des *in sacco*-Abbaues der TS und der NDF wurde mit Hilfe von vier pansenfistulierten Kühen untersucht (n = 4). Dazu wurden 5 g TS des jeweiligen Futters in Polyestersäcken (10 × 20 cm, Porengrösse 53µm) eingewogen und 3, 6,

12, 24, 48 und 96 h lang inkubiert. Die TS- und NDF-Gehalte von Futter und Inkubationsrückständen wurden nach Standardverfahren analysiert. Nachfolgend wurde mit der Formel von Ørskov und McDonald (1979) die effektive Abbaubarkeit (ED) bei einer angenommenen Passagerate von 6%/h, sowie die Grössen der löslichen (A), der abbaubaren aber unlöslichen (B) und der potentiell abbaubaren (A + B) Fraktionen geschätzt. Die statistische Auswertung der Studie erfolgte mit einer zweifaktoriellen Varianzanalyse.

Wie zu erwarten war, stieg der NDF-Gehalt der Futtermittellvarianten mit zunehmendem Alter an (F: 400 g/kg TS; S: 568 g/kg TS). Im Gegensatz zu Holden et al. (1994), die eine deutliche Zunahme des NDF-Gehaltes in der Reihenfolge Grünfutter < Silage < Heu beobachteten, blieb der Konservierungseffekt aber gering (HL: 454 g/kg TS; SI: 479 g/kg TS; HE: 520 g/kg TS). De Boevere et al. (1993) zogen die Untersuchung des Mahl widerstandes von Grassilage dazu heran, um Hinweise über den Einfluss von Vegetationsstadium, Konservierungsverfahren und Erntemethode auf die Kauaktivität zu bekommen. Sie stellten fest, dass das Anwelken der Silage den Mahl widerstand in der Tendenz reduziert und zunehmendes Alter des Grases ihn erhöht. In der vorliegenden Studie war die Bestimmung des Mahl widerstandes jedoch nicht geeignet, um signifikante Unterschiede zwischen den Vegetationsstadien oder den Konservierungsverfahren zu identifizieren. Silage hatte den höchsten Anteil ($P < 0.001$) an Partikeln > 19 mm (96.3 %) gefolgt von HL (91.2 %) und HE (89.9 %), wohingegen die umgekehrte Reihenfolge bei Partikeln mit einer Grösse zwischen 8 und 19 mm zu beobachten war ($P < 0.001$). Der Anteil an Partikeln < 8 mm war in SI signifikant niedriger als in HL and HE ($P < 0.001$). Der Faktor für die physikalische Wirksamkeit, der sich aus dem Anteil an Partikeln > 8 mm ergibt, war zwischen den Futtermittellvarianten nicht wesentlich verschieden und stimmte gut mit den amerikanischen Tabellenwerten des „Cornell-Penn-Miner Dairy“-Systems und des „Cornell Net Carbohydrate and Protein“-Systems überein. Auf der anderen Seite war der Gehalt an peNDF (berechnet aus dem Faktor für die physikalische Wirksamkeit und der analysierten NDF pro kg TS) im Stadium F (383 g/kg TS) deutlich höher als im Stadium S (543 g/kg TS). Die verschiedenen Konservierungsverfahren führten zu Unterschieden in den peNDF-Gehalte in der Reihenfolge HE (491 g/kg TS) gefolgt von SI (468 g/kg TS) und HL (432 g/kg TS). Dieselbe Reihenfolge für die Vegetationsstadien und für die Konservierungsverfahren wurde auch beim SV gefunden. Die Fraktionen A, B und A+B, welche die Abbaukinetik der TS und der NDF im Pansen charakterisieren, waren in Stadium F grösser als im Stadium S ($P < 0.001$). Dieses bestätigt Beobachtungen von Cone et al. (1999), die einen Anstieg der unabbaubaren Fraktionen in Gras und Grassilage mit zunehmender Reife des Futters feststellten. Beim HL waren die löslichen Fraktionen grösser und die abbaubaren, aber unlöslichen Fraktionen kleiner verglichen mit den anderen beiden Konservierungsverfahren ($P < 0.001$). Dies führte dazu, dass zwar beim TS-Abbau die Konservie-

zung die potentiell abbaubaren Fraktionen beeinflusste (SI: 85.0 %; HL: 84.9 %; HE 83.6 %; $P < 0.05$), beim Abbau der NDF jedoch keine signifikanten Unterschiede auftraten ($P = 0.13$). Die effektive Abbaubarkeit der TS und der NDF war in Stadium F höher als in Stadium S ($P < 0.001$). Durch das Konservierungsverfahren war lediglich die Abbaubarkeit der TS (HL: 60.6 %; SI: 58.4 %; HE: 56.7 %; $P < 0.05$), nicht aber diejenige der NDF ($P = 0.10$) beeinflusst. In diesem Zusammenhang beobachteten Verbič et al. (1999) eine Abnahme der Abbaubarkeit der organischen Substanz in stark angewelkter Silage im Vergleich zu moderat angewelkter Silage und Heu.

Die Ergebnisse der Studie zeigten, dass sowohl das Vegetationsstadium als auch das Konservierungsverfahren einen Einfluss auf gewisse strukturbeschreibende Faktoren und die Abbaubarkeit der TS hat. Die Abbaubarkeit der NDF war hingegen durch die Konservierung nicht beeinflusst. Die Bestimmung des Mahlwiderstandes als Schätzgrösse für die Kauaktivität eignete sich nicht, um Unterschiede zwischen den Futtervarianten festzustellen. Eine Erklärung dafür könnte sein, dass die verwendete Mühle zu wenig sensibel für diese Untersuchung war.

Literatur

- Cone, J.W., Van Gelder, A.H., Soliman, I.A., De Visser, H. and Van Vuuren, A.M. (1999): Different techniques to study rumen fermentation characteristics of maturing grass and grass silage. *J. Dairy Sci.* **82**: 957-966.
- De Boever, J.L., De Smet, A., De Brabander, D.L., and Boucqué, Ch.V. (1993): Evaluation of physical structure. 1. Grass silage. *J. Dairy Sci.* **76**: 140-153.
- De Brabander, D.L., De Boever, J.L., Vanacker, J.M., Boucque, C.V. and Botterman, S.M. (1999): Evaluation of physical structure in dairy cattle nutrition. In: Recent Advances in Animal Nutrition (Garnsworthy, P. C., Wiseman, J., eds.) Nottingham University Press UK, 111-145.
- Holden, L.A., Muller, L.D., Varga, G.A. and Hillard, P.J. (1994): Ruminant digestion and duodenal flows in dairy cows consuming grass as pasture, hay and silage. *J. Dairy Sci.* **77**: 3034-3042.
- Lammers, B.P., Buckmaster, D.R. and Heinrichs, A.J. (1996): A simple method for the analysis of particle sizes of forage and total mixed rations. *J. Dairy Sci.* **79**: 922-928.
- Mertens, D.R. (1997): Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *J. Dairy Sci.* **80**: 1463-1481.
- Ørskov, E.R. and McDonald, I. (1979): Estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J. Agr. Sci. (Camb.)* **92**: 499-503.
- Verbič, J., Ørskov, E.R., Žgajnar, J., Chen, X.B. and Žnidaržič-Pongrac, V. (1999): The effect of method of forage preservation on the protein degradability and microbial protein synthesis in the rumen. *Anim. Feed Sci. Technol.* **82**: 195-212.