

Nährstoffversorgung von Milchkühen aus dem Dauergrünland

Leonhard Gruber¹⁾

¹⁾ Institut für Nutztierforschung, LFZ Raumberg-Gumpenstein, Österreich

Zusammenfassung

Bei Wiesenfutter – ob als grasbetonte Bestände oder auch als Dauerwiese mit vielen botanischen Arten (Gräser, Kräuter, Leguminosen) – übt das Vegetationsstadium der Pflanzen den überragenden Einfluss auf den Futterwert aus, der sich sowohl in der Futteraufnahme als auch in der Verdaulichkeit niederschlägt. Das Vegetationsstadium bestimmt den Anteil und die Zusammensetzung der Gerüstsubstanzen und auch die Art der Zellinhaltsstoffe. Eine hohe Grundfutterqualität ist die entscheidende Voraussetzung, um den Energiebedarf hochleistender Milchkühe decken zu können. Denn nur bei rechtzeitigem Schnitt des Wiesenfutters wird sowohl eine hohe Verdaulichkeit als auch eine hohe Futteraufnahme erzielt, aus welchen sich die Energieaufnahme ergibt. Als Ergänzung wird Kraftfutter – in bedarfsgerechten sowie wiederkäuergerechten Mengen – eingesetzt.

Im folgenden Beitrag werden Ergebnisse aus drei Fütterungsversuchen am Lehr- und Forschungszentrum Raumberg-Gumpenstein zusammenfassend dargestellt, welche die große Bedeutung des Schnittzeitpunktes für die Milchviehfütterung klar aufzeigen. In Versuch 1 wurden zwei Grundfutter unterschiedlicher Qualitäten (niedrig vs. hoch) erzeugt und an 120 Milchkühe (60 Fleckvieh, 60 Holstein) bei 3 unterschiedlichen Kraftfutterniveaus (0, 50 oder 100 % des Ergänzungsbedarfs) eine vollständige Laktation hindurch verfüttert. In Versuch 2 wurde eine Dauerwiese 2, 3 oder 4 Mal pro Jahr geerntet, das Futter als Heu konserviert und an Milchkühe zur Feststellung der Futteraufnahme und Milchleistung verfüttert (ebenfalls 3 Kraftfutter-Niveaus – Null, nach Norm, 25 % der TM-Aufnahme). In Versuch 3 wurde der Verlauf der Wiesenfutterqualität in drei Aufwüchsen je 7 Wochen hindurch verfolgt, also während der gesamten Vegetationszeit. Diese Futter wurden frisch an Schafe und Milchkühe zur Bestimmung des Futterwertes verfüttert.

In allen drei Fütterungsversuchen erhöhte sich – wie erwartet – mit fortschreitender Vegetation des Wiesenfutters der Gehalt an Gerüstsubstanzen. Die damit einhergehende Lignifizierung verminderte die Verdaulichkeit, auch Futteraufnahme sowie Milchleistung wurden signifikant reduziert. Neben dem Grundfutter trägt auch Kraftfutter zur Energieversorgung bei, allerdings kann eine niedrige Grundfutterqualität aus pansenphysiologischen Gründen durch Kraftfutter nicht völlig wettgemacht werden (Pansenazidose). Hinsichtlich Grundfuttermverdrängung durch Kraftfutter und Wirkung des Kraftfutters auf die Milchleistung besteht eine Wechselwirkung mit der Grundfutterqualität sowie auch mit dem Milchleistungsvermögen der Kühe. Die Bedeutung der Grundfutterqualität ist umso wichtiger, je höher die Milchleistung der Kühe und je niedriger das Kraftfutterniveau ist. Das Leistungspotenzial der Kühe und die Fütterung (Grundfutterqualität und Kraftfutterniveau) sind daher aufeinander abzustimmen.

Schlagwörter: Milchviehfütterung, Dauergrünland, Vegetationsstadium, Kraftfutter, Futteraufnahme, Nährstoffversorgung, Milchleistung

Einleitung

Eine hohe Grundfutterqualität ist die unbedingte Voraussetzung, um den Energiebedarf hochleistender Milchkühe decken zu können (DACCORD 1992, SPIEKERS et al. 2009). Denn nur bei rechtzeitigem Schnitt des Wiesenfutters wird sowohl eine hohe Verdaulichkeit als auch eine hohe Futteraufnahme

erzielt (CRAMPTON et al. 1960, MOTT und MOORE 1969). Diese beiden Faktoren ergeben die Energieaufnahme, welche zu entsprechenden Milchleistungen führt, vorausgesetzt die Kühe sind von ihrer genetischen Veranlagung her dazu in der Lage. Als Ergänzung wird Kraftfutter – in bedarfsgerechten sowie wiederkäuergerechten Mengen – eingesetzt. Besonders bei sehr frühem Schnitt und hohen Kraftfuttermengen ist auf die Wiederkäuergerechtheit der Ration zu achten. Ein stabiler Pansenstoffwechsel mit hoher Aktivität der Pansenmikroben ist die Grundlage für die Fermentation des Grundfutters und die Gesundheit der Tiere (ORSKOV 1986, Van HOUTERT 1993). Nur dadurch können hohe Futteraufnahmen und ein hoher Gehalt an Milchinhaltsstoffen erzielt werden. Im folgenden Beitrag werden Ergebnisse aus drei langfristigen Fütterungsversuchen am Lehr- und Forschungszentrum (LFZ) Raumberg-Gumpenstein zusammenfassend dargestellt, welche die große Bedeutung des Schnittzeitpunktes für die Milchviehfütterung klar aufzeigen (GRUBER et al. 1995, GRUBER et al. 2000, GRUBER et al. 2010).

Bei Wiesenfutter – ob als grasbetonte Bestände oder auch als Dauerwiese mit mehreren bzw. vielen botanischen Arten (Gräser, Kräuter, Leguminosen) – übt das Vegetationsstadium der Pflanzen den überragenden Einfluss auf den Futterwert aus, der sich sowohl in der Futteraufnahme als auch in der Verdaulichkeit niederschlägt (INRA 1989, MINSON 1990, Van SOEST 1994, GRUBER et al. 1996 und 1999). Das Vegetationsstadium bestimmt den Anteil und die Zusammensetzung der Gerüstsubstanzen und auch die Art der Zellinhaltsstoffe (Van SOEST 1994, NULTSCH 2001, GRUBER 2009). Junge Pflanzen beginnen die Vegetation mit einer starken Entwicklung der Assimilationsfläche. Der Anteil der Blätter gegenüber dem Stängel ist also zunächst relativ groß. Die Blätter enthalten mehr verfügbare Nähr- und Mineralstoffe als die Stängel. Die Zellinhaltsstoffe (Eiweiß, Nichtfaser-Kohlenhydrate wie Zucker und Stärke, Fette) sind nahezu vollständig verdaulich (Van SOEST 1967). Mit fortschreitender Vegetation nimmt der Anteil des Stängels bis zur Blüten- und Samenbildung laufend zu (PRITCHARD et al. 1963, TERRY und TILLEY 1964, MOWAT et al. 1965a und b, HACKER und MINSON 1981, HIDES et al. 1983, WILMAN et al. 1996, WILMAN und REZVANI 1998). Der Stängel besteht vorwiegend aus den Gerüstsubstanzen Zellulose, Hemizellulose und Lignin. Während die Faserkohlenhydrate (Zellulose, Hemizellulose) von den Pansenmikroben durchaus – wenn auch bei geringen Abbauraten (Van SOEST 1967, SNIFFEN et al. 1992) – abgebaut werden können, ist Lignin unverdaulich und durch seine chemische Bindung mit Hemizellulose sowie durch die Verkrustung der Faserkohlenhydrate verantwortlich für den Rückgang der Verdaulichkeit mit fortschreitender Vegetation (Van SOEST 1967).

Ergebnisse

Einfluss von Grundfutterqualität und Kraftfutterniveau auf Leistung, Stoffwechsel und Wirtschaftlichkeit von Kühen der Rasse Fleckvieh und Holstein Friesian (Versuch 1, GRUBER et al. 1995)

In Versuch 1 wurden zwei Grundfutterqualitäten erzeugt und an 120 Milchkühe (60 Fleckvieh, 60 Holstein) eine vollständige Laktation hindurch verfüttert. Die Grundfutterration bestand aus 35 % Heu, 40 % Grassilage und 25 % Maissilage (Trockenmasse-Basis). Bei Wiesenfutter (Heu, Grassilage) wurde die unterschiedliche Grundfutterqualität durch den Schnittzeitpunkt erreicht (3 Wochen Unterschied) und bei Silomais durch den Kornanteil. Die Kühe erhielten entweder kein Kraftfutter oder 50 bzw. 100 % ihres Ergänzungsbedarfes (KF 0, KF 50, KF 100). Die wichtigsten Ergebnisse sind in Tabelle 1 sowie Abbildung 1 angeführt. Der um 3 Wochen frühere Erntezeitpunkt des Wiesenfutters steigerte die Verdaulichkeit um 8 – 10 % und den Energiegehalt um 0,7 – 1,0 MJ NEL. Dadurch erhöhte sich auch die Grundfutteraufnahme von 12,3 auf 14,5 kg TM. Durch Kraftfutter ging die Grundfutteraufnahme zurück, und zwar um 0,26 bzw. 0,30 kg TM pro kg Kraftfutter-TM, also eine etwas höhere Grundfuttermverdrängung bei hoher Grundfutterqualität. Dies ist mit der besseren Energiebilanz der Kühe bei höherer Grundfutterqualität zu erklären (FAVERDIN et al. 1991). Die Wirkung des Kraftfutters auf die Milchleistung hängt sowohl von der Grundfutterqualität als auch vom

Milchleistungsvermögen (Rasse) der Tiere ab. Beide Ergebnisse sind ebenfalls mit der Energiebilanz zu erklären. Obwohl theoretisch (aus dem Energiegehalt des Kraftfutters) etwa 2,0 kg Milch zu erwarten sind, haben die Kühe bei niedriger Grundfutterqualität pro kg TM Kraftfutter 1,50 kg Milch mehr gegeben, bei hoher Grundfutterqualität dagegen nur 1,42 kg mehr Milch. Die Begründung ist, dass bei hoher Grundfutterqualität eine höhere Milchleistung erzielt wird, die – relativ zum Leistungsvermögen – durch Kraftfutter nicht im selben Ausmaß gesteigert werden kann. Aus dem gleichen Grund reagieren Tiere mit hohem Milchleistungsvermögen besser auf Kraftfutter, weil sie die zusätzliche Energie in Milch umwandeln können, leistungsschwächere dagegen nicht (sondern in Körpersubstanz ansetzen). Ebenso ist die Wirkung des Kraftfutters bei niedrigem Kraftfutterniveau stärker als bei hohem, weil der Leistungsplafond der Kühe noch nicht erreicht ist. Insgesamt steigerten die HF-Kühe ihre Leistung pro kg Kraftfutter-TM um 1,76 kg Milch, die Fleckvieh-Kühe dagegen nur um 1,03 kg Milch (Abbildung 1). Der Versuch hat auch eindeutig gezeigt, dass – vor allem hochveranlagte – Kühe mehr Milch geben, als ihnen Energie mit dem Futter zugeführt wird, d.h. sie mobilisieren Körperreserven. Die Berechnungen aus der Energieaufnahme haben ergeben, dass von 4.109 kg Milch bei niedriger Grundfutterqualität (in KF 0) 1.285 kg Milch aus der Fettmobilisation gestammt haben, also nahezu ein Drittel. Solche Tiere erreichen eine ausgeglichene Energiebilanz erst am Ende der Laktation, Kühe mit hoher Grundfutterqualität und bedarfsgerechter Kraftfütterergänzung dagegen bereits im 3. Laktationsmonat. Das Leistungspotenzial der Kühe und die Fütterung (Grundfutterqualität und Kraftfutterniveau) sind daher auf einander abzustimmen.

Einfluss der Grünlandbewirtschaftung auf Ertrag, Futterwert, Milcherzeugung und Nährstoffausscheidung (Versuch 2, GRUBER et al. 2000)

In Versuch 2 wurde eine Dauerwiese 2, 3 oder 4 Mal pro Jahr geerntet, das Futter als Heu konserviert und an Milchkühe zur Feststellung der Futterraufnahme und Milchleistung verfüttert. Die Verdaulichkeit wurde an Schafen ermittelt. Die unterschiedliche Schnitthäufigkeit führte zu sehr verschiedenen Grundfutterqualitäten, die durch die Dauer der einzelnen Aufwüchse bedingt war. Mit steigender Schnitthäufigkeit ging der Rohfasergehalt von 331 auf 291 bzw. 246 g/kg TM zurück und dementsprechend stieg die Verdaulichkeit von 58,0 auf 65,6 bzw. 72,2 % an. In Abbildung 2 ist auch der Energiegehalt der einzelnen Aufwüchse dargestellt. Bei der 4-Schnitt-Nutzung weisen alle 4 Aufwüchse eine sehr ähnliche Energiekonzentration auf, im Durchschnitt 5,9 MJ NEL/kg TM. Bei 3-Schnitt-Nutzung und ganz besonders bei 2-Schnitt-Nutzung hat der 1. Aufwuchs einen wesentlich geringeren NEL-Gehalt als die Folgeaufwüchse (z.B. 4,34 und 4,78 MJ NEL/kg TM). Daraus ist klar der Schluss zu ziehen, dass es auf den rechtzeitigen Schnitt des 1. Aufwuchses ankommt, wenn man eine hohe Verdaulichkeit erreichen will. Das Futter des 1. Aufwuchses hat einen anderen Wachstumsverlauf, ein anderes Blatt/Stängel-Verhältnis und einen wesentlich verholzteren Stängel als das der weiteren Aufwüchse. Wenn es nicht gelingt, den 1. Aufwuchs rechtzeitig zu mähen, ist eine niedrige Verdaulichkeit unweigerlich die Folge. Diese Aussagen zum Futterwert spiegeln sich auch in der Futterraufnahme und in der Milchleistung bei unterschiedlicher Schnitthäufigkeit wider (Tabelle 2, Abbildung 2). Im Versuch wurden die Kühe entweder ohne Kraftfutter, bedarfsgerecht mit Kraftfutter oder mit einem konstanten Kraftfutteranteil gefüttert (KF 0, KF Norm, KF konstant). Die Fütterung ohne Kraftfutter erlaubt eine unverfälschte Aussage über die Auswirkungen der Grundfutterqualität, da die Ergebnisse nicht durch die sog. Grundfuttermverdrängung überlagert sind (siehe auch Versuch I). Die Kühe verzehrten ohne Kraftfutter vom Heu aus der 2-, 3- oder 4-Schnitt-Nutzung 11,6, 14,5 bzw. 17,2 kg TM. Diese Daten zeigen auch, dass die Futterraufnahme wesentlich stärker auf die Schnitthäufigkeit reagiert als die Verdaulichkeit. In Prozent ausgedrückt beträgt die Futterraufnahme nämlich 100, 125 bzw. 148 % und die Verdaulichkeit dagegen 100, 113 und 124! Die daraus erzielbare Milchleistung beträgt 1.701, 3.597 oder 5.644 kg pro Laktation. Werden diese Grundfutterqualitäten zur Deckung des Energiebedarfs mit Kraftfutter ergänzt, sind dazu 6,5, 4,9 bzw. 4,0 kg TM Kraftfutter erforderlich und die Grundfutterraufnahme beträgt nur noch 9,3, 12,2 bzw. 14,4 kg TM. Auch die Gesamtfutterraufnahme unterscheidet sich in den verschiedenen Nutzungsvarianten

sehr stark (um 2,6 kg TM), nämlich 15,8, 17,1 bzw. 18,4 kg TM. Daraus lassen sich 4.685, 5.560 oder 6.637 kg Milch erzeugen. Eine niedrige Grundfutterqualität kann also durch Kraftfutter nicht wettgemacht werden. Zu hohe Kraftfuttermengen würden zu Pansenazidose führen.

Einfluss des Wachstumsstadiums von Dauerwiesenfutter auf Ertrag, Futterwert, Futteraufnahme und Leistung bei Milchkühen im Laufe einer ganzen Vegetationsperiode (Versuch 3, GRUBER et al. 2010)

In Versuch 3 wurde der Verlauf der Futterqualität in drei Aufwüchsen je 7 Wochen lang verfolgt, also während der gesamten Vegetationszeit. Diese Futtermittel wurden frisch an Schafe und Milchkühe zur Bestimmung des Futterwertes verfüttert (Tabelle 3, Abbildung 3). Der Gehalt an Rohfaser steigt im Laufe der Vegetation im 1. Aufwuchs stark an (von 22 auf 33 % der TM), weniger im 2. Aufwuchs und kaum im dritten. Wie schon im vorigen Abschnitt ausgeführt, sind also der 1. Aufwuchs und die Folgeaufwüchse eigentlich nicht zu vergleichen. Die Verdaulichkeit der OM ging dagegen in allen 3 Aufwüchsen in ähnlicher Weise zurück, im Durchschnitt der 3 Aufwüchse von 77,3 % in der 1. Versuchswoche auf 63,8 % in der 7. Versuchswoche. Daraus kann geschlossen werden, dass es nicht nur um den absoluten Gehalt an Rohfaser bzw. Gerüstsubstanzen (NDF) geht, sondern auch um deren Zusammensetzung (Zellulose, Hemizellulose, Lignin). Vor allem der 2. Aufwuchs weist – in Folge der hohen Temperaturen im Sommer – einen hohen Ligningehalt auf. Die Futteraufnahme folgt genau dem Gehalt an Gerüstsubstanzen. Die Grundfutteraufnahme – bei einem Kraftfutteranteil von 31 % der TM – geht im Laufe des 1. Aufwuchses von 13,3 auf 10,7 kg TM zurück und in den Folgeaufwüchsen wurde ein geringerer Rückgang der Grundfutteraufnahme festgestellt. Die Gerüstsubstanzen bestimmen die Füllung des Pansens und somit die Höhe der Futteraufnahme der Wiederkäuer in wesentlichem Ausmaß (MERTENS 1994). Die aus dem Futter erzielbare Milchleistung im Laufe der Vegetation ist das Ergebnis von Futteraufnahme und Energiegehalt. Im 1. Aufwuchs geht die aus dem Grundfutter erzielbare Leistung von 15,1 auf 5,4 kg pro Tag zurück, im 2. Aufwuchs von 11,8 auf 6,1 kg und im dritten von 13,4 auf 8,7 kg.

Schlussfolgerungen

In allen drei Fütterungsversuchen erhöhte sich mit fortschreitender Vegetation des Wiesenfutters der Gehalt an Gerüstsubstanzen. Die damit einhergehende Lignifizierung verminderte die Verdaulichkeit, auch die Futteraufnahme sowie die Milchleistung wurden signifikant reduziert. Neben dem Grundfutter trägt auch Kraftfutter zur Energieversorgung bei, allerdings kann eine niedrige Grundfutterqualität aus pansenphysiologischen Gründen durch Kraftfutter nicht vollständig wettgemacht werden (Pansenazidose). Hinsichtlich Grundfuttermittelverdrängung durch Kraftfutter und Wirkung des Kraftfutters auf die Milchleistung besteht eine Wechselwirkung mit der Grundfutterqualität sowie auch zum Milchleistungsvermögen der Kühe. Die Bedeutung der Grundfutterqualität ist umso wichtiger, je höher die Milchleistung der Kühe und je niedriger das Kraftfutterniveau ist. Das Leistungspotenzial der Kühe und die Fütterung (Grundfutterqualität und Kraftfutterniveau) sind daher auf einander abzustimmen.

Literatur

- CRAMPTON, E.W., E. DONEFER und L.E. LLOYD, 1960: A nutritive value index for forages. *J. Anim. Sci.* 19, 538-544.
- DACCORD, R., 1992: Grenzen der Milchleistung. *Landfreund* 52, 11-13.
- FAVERDIN, P., J.P. DULPHY, J.B. COULON, R. VERITE, L.P. GAREL, L. ROUEL und B. MARQUIS, 1991: Substitution of roughage by concentrates for dairy cows. *Livest. Prod. Sci.* 27, 137-156.
- GRUBER, L., R. STEINWENDER und W. BAUMGARTNER, 1995: Einfluss von Grundfutterqualität und Kraftfutterniveau auf Leistung, Stoffwechsel und Wirtschaftlichkeit von Kühen der Rasse Fleckvieh und Holstein Friesian. Bericht 22. Tierzuchttagung BAL Gumpenstein, 9.-10. Mai 1995, 1-49.

- GRUBER, L., T. GUGGENBERGER und A. SCHAUER, 1996: Aspekte, Einflussfaktoren und Bestimmung der Grundfutterqualität. Bericht 23. Tierzuchttagung, BAL Gumpenstein, 4.-5. Juni 1996, 71-105.
- GRUBER, L., A. STEINWIDDER, B. STEFANON, B. STEINER und R. STEINWENDER, 1999: Influence of grassland management in Alpine regions and concentrate level on N excretion and milk yield of dairy cows. *Livest. Prod. Sci.* 61, 155-170.
- GRUBER, L., A. STEINWIDDER, T. GUGGENBERGER, A. SCHAUER, J. HÄUSLER, R. STEINWENDER und B. STEINER, 2000: Einfluss der Grünlandbewirtschaftung auf Ertrag, Futterwert, Milcherzeugung und Nährstoffausscheidung. Bericht 27. Viehwirtschaftliche Fachtagung BAL Gumpenstein, 6.-8. Juni 2000, 41-88.
- GRUBER, L., 2009: Chemische Zusammensetzung, Analytik und Bedeutung pflanzlicher Gerüstsubstanzen in der Ernährung der Wiederkäuer. *Übers. Tierernährg.* 37, 45-86.
- GRUBER, L., A. SCHAUER, J. HÄUSLER, A. ADELWÖHRER, K.-H. SÜDEKUM, F. WIELSCHER, M. URDL und S. KIRCHHOF, 2010: Einfluss des Wachstumsstadiums von Dauerwiesenfutter auf Ertrag, Futterwert, Futteraufnahme und Leistung bei Milchkühen im Laufe einer ganzen Vegetationsperiode. 122. VDLUFA-Kongress Kiel, 21.-24. Sept. 2010, Kongress-Band 2010, 633-671.
- HACKER, J.B. und D.J. MINSON, 1981: The digestibility of plant parts. *Herbage Abstracts* 51, 459-482.
- HIDES, D.H., J.A. LOVATT und M.V. HAYWARD, 1983: Influence of stage of maturity on the nutritive value of Italian ryegrass. *Grass and Forage Sci.* 38, 33-38.
- INRA (Institut National de la Recherche Agronomique), 1989: Ruminant Nutrition. Recommended Allowances and Feed Tables (R. Jarrige, Ed.), John Libbey Eurotext Paris-London-Rome, 389 S.
- MERTENS, D.R., 1994: Regulation of forage intake. In: Forage Quality, Evaluation, and Utilization (G.C. Fahey, M. Collins and L.E. Moser, Eds.), National Conference on Forage Quality, Evaluation, and Utilization. ASA-CSSA-SSSA, Madison (Wisconsin), USA, 450-493.
- MINSON, D.J., 1990: Forage in Ruminant Nutrition. Academic Press, 483 S.
- MOTT, G.O. und J.E. MOORE, 1969: Forage evaluation techniques in perspective. In: Proc. Natl. Conf. Forage Quality Evaluation and Utilization (R.F. Barnes, D.C. Clanton, C.H. Gordon, T.J. Klopfenstein and D.R. Waldo, Eds.), Nebraska Center Cont. Educ., Lincoln, NE, L1-L7.
- MOWAT, D.N., R.S. FULKERSON, W.E. TOSSELL und J.E. WINCH, 1965a: The in vitro digestibility and protein content of leaf and stem portions of forages. *Can. J. Plant Sci.* 45, 321-331.
- MOWAT, D.N., B.R. CHRISTIE und J.E. WINCH, 1965b: The in vitro digestibility of plant parts of orchardgrass clones with advancing stages of maturity. *Can. J. Plant Sci.* 45, 503-507.
- NULTSCH, W., 2001: Allgemeine Botanik. 11. Auflage, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York, 663 S.
- ØRSKOV, E.R., 1986: Starch digestion and utilization in ruminants. *J. Anim. Sci.* 63, 1624-1633.
- PRITCHARD, G.I., L.P. FOLKINS und W.J. PIGDEN, 1963: The in vitro digestibility of whole grasses and their parts at progressive stage of maturity. *Can. J. Plant Sci.* 43, 79-87.
- SNIFFEN, C.J., J.D. O'CONNOR, P.J. Van SOEST, D.G. FOX und J.B. RUSSELL, 1992: A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. *J. Anim. Sci.* 70, 3562-3577.
- SPIEKERS, H., H. NUSSBAUM und V. POTTHAST, 2009: Erfolgreiche Milchviehfütterung. 5. Aufl., DLG-Verl. Frankfurt/M., 576 S.
- TERRY, R.A. und J.M.A. TILLEY, 1964: The digestibility of the leaves and stems of perennial ryegrass, cocksfoot, timothy, tall fescue, lucerne and sainfoin, as measured by an in vitro procedure. *J. Brit. Grassl. Soc.* 19, 363-372.
- Van HOUTERT, M.F.J., 1993: The production and metabolism of volatile fatty acids by ruminants fed roughages: A review. *Anim. Feed Sci. Technol.* 43, 189-225.
- Van SOEST, P.J., 1967: Development of a comprehensive system of feed analyses and its application to forages. *J. Anim. Sci.* 26, 119-128.
- Van SOEST, P.J., 1994: Nutritional Ecology of the Ruminant. 2nd Ed., Cornell University Press, Ithaca und London, 476 S.
- WILMAN, D., Y. GAO und M.A.K. ALTIMIMI, 1996: Differences between related grasses, times of year and plant parts in digestibility and chemical composition. *J. Agric. Sci. (Camb.)* 127, 311-318.
- WILMAN, D. und P. REZVANI MOGHADDAM, 1998: In vitro digestibility and neutral detergent fibre and lignin contents of plant parts of nine forage species. *J. Agric. Sci. (Camb.)* 131, 51-58.

Anschrift des Autors:

Univ.-Doz. Dr. Leonhard Gruber, LFZ Raumberg-Gumpenstein, Institut für Nutztierforschung
Gumpenstein, A 8952 Irdning (Österreich), email: leonhard.gruber@raumberg-gumpenstein.at

Tabelle 1a: Ergebnisse Versuch 1 (Haupteffekte)¹⁾

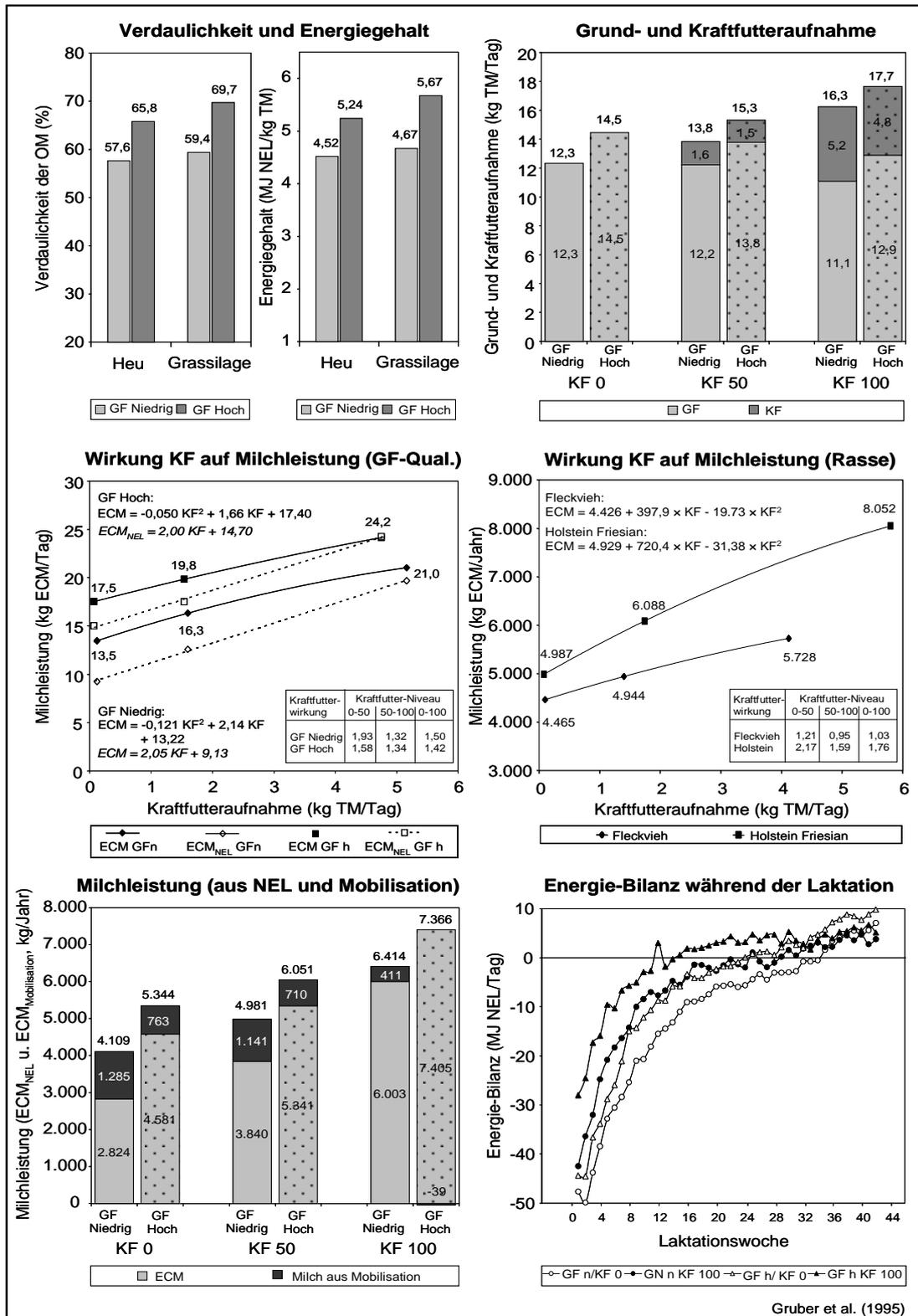
Versuchsfaktor		GF-Qualität			KF-Niveau			Rasse		P-Werte		
Faktorlevel		N	H	0	50	100	FV	HF	GF	KF	Ra	
Futter- und Nährstoff-Aufnahme												
Grundfutter	kg TM	12,21	14,02	13,72	13,47	12,16	12,96	13,27	0,000	0,000	0,137	
Kraftfutter	kg TM	2,27	2,13	0,08	1,53	5,00	1,86	2,55	0,362	0,000	0,035	
Gesamtfutter	kg TM	14,49	16,17	13,81	15,01	17,18	14,83	15,83	0,000	0,000	0,740	
NDF	g/kg LM	12,07	12,06	12,52	12,16	11,51	11,16	12,96	0,905	0,000	0,618	
NEL	MJ	80,0	97,6	75,0	85,2	106,2	85,1	92,5	0,000	0,000	0,315	
XP	g	1656	2095	1565	1789	2272	1786	1965	0,000	0,000	0,242	
nXP	g	1432	1726	1355	1523	1860	1516	1642	0,000	0,000	0,373	
Kriterien der Ration												
Kraftfutter	% der TM	13,9	11,9	0,4	10,0	28,3	11,7	14,2	0,019	0,000	0,030	
XF	g/kg TM	265	242	282	260	218	257	251	0,000	0,000	0,010	
NDF	g/kg TM	503	467	527	494	434	489	481	0,000	0,000	0,085	
XP/ME	g/MJ	12,06	12,74	12,11	12,33	12,76	12,31	12,50	0,000	0,000	0,561	
Lebendmasse, Milchleistung und NEL-Bilanz												
Lebendmasse	kg	599	626	581	612	646	646	579	0,009	0,000	0,369	
Milch	kg	15,7	19,1	14,6	16,9	20,8	15,7	19,1	0,000	0,000	0,136	
ECM	kg	16,2	19,9	14,6	17,6	21,9	16,2	19,8	0,000	0,000	0,077	
Fett	%	4,41	4,47	4,22	4,51	4,60	4,37	4,51	0,255	0,000	0,444	
Protein	%	3,06	3,15	2,99	3,08	3,24	3,18	3,03	0,021	0,000	0,444	
Laktose	%	4,79	4,78	4,81	4,74	4,79	4,82	4,74	0,561	0,057	0,076	
NEL-Bilanz	MJ/d	-7,5	-3,0	-6,5	-7,4	-1,8	-4,4	-6,1	0,000	0,000	0,212	

Tabelle 1b: Ergebnisse Versuch 1 (Wechselwirkung GF-Qualität × Kraftfutter-Niveau)¹⁾

Grundfutter-Qualität		Niedrig			Hoch			P-Werte		
Kraftfutter-Niveau		0	50	10	0	50	10	G × K	G × R	K × R
Futter- und Nährstoff-Aufnahme										
Grundfutter	kg TM	12,74	12,73	11,16	14,69	14,21	13,17	0,404	0,032	0,345
Kraftfutter	kg TM	0,10	1,55	5,16	0,06	1,50	4,84	0,646	0,251	0,005
Gesamtfutter	kg TM	12,85	14,29	16,34	14,77	15,72	18,02	0,557	0,298	0,000
NDF	g/kg LM	12,55	12,28	11,39	12,49	12,04	11,64	0,249	0,287	0,227
NEL	MJ	65,3	77,0	97,7	84,7	93,5	114,7	0,598	0,882	0,000
XP	g	1329	1585	2054	1802	1993	2489	0,640	0,803	0,000
nXP	g	1193	1387	1717	1516	1658	2003	0,604	0,770	0,000
Kriterien der Ration										
Kraftfutter	% der TM	0,6	10,6	30,6	0,2	9,4	26,1	0,089	0,155	0,196
XF	g/kg TM	297	272	225	267	248	212	0,000	0,030	0,022
NDF	g/kg TM	550	513	447	504	475	421	0,030	0,122	0,429
XP/ME	g/MJ	11,69	12,01	12,49	12,53	12,66	13,04	0,152	0,334	0,940
Lebendmasse, Milchleistung und NEL-Bilanz										
Lebendmasse	kg	561	598	638	600	626	653	0,615	0,259	0,894
Milch	kg	12,8	15,3	19,0	16,4	18,5	22,6	0,916	0,283	0,008
ECM	kg	12,6	15,8	20,1	16,5	19,4	23,7	0,959	0,402	0,001
Fett	%	4,19	4,42	4,63	4,24	4,60	4,57	0,124	0,079	0,465
Protein	%	2,92	3,03	3,22	3,06	3,12	3,26	0,478	0,242	0,781
Laktose	%	4,84	4,74	4,79	4,79	4,75	4,79	0,505	0,762	0,880
NEL-Bilanz	MJ/d	-9,1	-9,4	-4,0	-3,9	-5,5	0,4	0,720	0,184	0,420

¹⁾ Einfluss von Grundfutterqualität und Kraftfutterniveau auf Leistung, Stoffwechsel und Wirtschaftlichkeit von Kühen der Rasse Fleckvieh und Holstein Friesian. Bericht 22. Tierzuchttagung BAL Gumpenstein, 9.-10. Mai 1995, 1-49 (GRUBER et al. 1995).

Abbildung 1: Ergebnisse zu Versuch 1 (Futterwert, Futteraufnahme, Grundfutterverdrängung, Kraftfutterwirkung, Mobilisation, Energiebilanz)



Gruber et al. (1995)

Tabelle 2a: Ergebnisse Versuch 2 (Haupteffekte) ¹⁾

Versuchsfaktor		Nutzungs-Frequenz			Kraftfutter-Niveau			P-Werte		
Faktorlevel		N2	N3	N4	K0	KN	KK	N	K	N × K
Futter- und Nährstoff-Aufnahme										
Grundfutter	kg TM	10,39	13,01	15,21	14,41	11,95	12,26	0,000	0,000	0,008
Kraftfutter	kg TM	3,40	3,11	2,84	0,00	5,13	4,21	0,002	0,000	0,000
Gesamtfutter	kg TM	13,88	16,20	18,12	14,51	17,15	16,54	0,000	0,000	0,000
NDF	g/kg LM	11,8	12,6	12,5	12,7	12,1	12,2	0,001	0,007	0,509
NEL	MJ	72,2	91,7	110,3	76,7	101,6	95,9	0,000	0,000	0,000
XP	g	1.620	2.091	2.763	1.954	2.304	2.216	0,000	0,000	0,000
nXP	g	1.673	2.096	2.525	1.795	2.309	2.189	0,000	0,000	0,000
Kriterien der Ration										
Kraftfutter	% der TM	22,4	18,1	15,1	0,0	30,2	25,5	0,000	0,000	0,000
XF	g/kg TM	272	255	227	291	226	237	0,000	0,000	0,000
NDF	g/kg TM	524	496	444	541	454	470	0,000	0,000	0,000
XP/ME	g/MJ	13,21	13,55	15,09	14,83	13,56	13,66	0,000	0,000	0,000
Lebendmasse, Milchleistung und NEL-Bilanz										
Lebendmasse	kg	609	636	646	609	647	635	0,000	0,000	0,823
Milch	kg	14,58	18,32	21,63	15,68	19,92	18,92	0,000	0,000	0,001
ECM	kg	14,78	18,59	22,17	15,81	20,41	19,32	0,000	0,000	0,000
Fett	%	4,25	4,20	4,26	4,22	4,26	4,23	0,637	0,775	0,011
Protein	%	3,19	3,24	3,35	3,17	3,32	3,28	0,000	0,000	0,056
Laktose	%	4,72	4,81	4,88	4,72	4,86	4,82	0,000	0,000	0,001
NEL-Bilanz	MJ/d	-12,1	-5,3	1,6	-11,4	-1,5	-3,9	0,000	0,000	0,000

Tabelle 2b: Ergebnisse Versuch 2 (Wechselwirkung Nutzung × Kraftfutterniveau) ¹⁾

Kraftfutter-Niveau		kein KF (K0)			KF nach Norm (KN)			KF konstant (KK)		
Nutzungs-Frequenz		N2	N3	N4	N2	N3	N4	N2	N3	N4
Futter- und Nährstoff-Aufnahme										
Grundfutter	kg TM	11,56	14,50	17,17	9,29	12,17	14,39	10,32	12,37	14,07
Kraftfutter	kg TM	0,00	0,00	0,00	6,52	4,92	3,96	3,63	4,37	4,63
Gesamtfutter	kg TM	11,70	14,63	17,19	15,90	17,15	18,41	14,04	16,81	18,76
NDF	g/kg LM	12,0	12,9	13,2	11,7	12,4	12,0	11,8	12,5	12,2
NEL	MJ	52,9	76,8	100,4	90,4	100,6	113,8	73,1	97,6	116,9
XP	g	1.297	1.877	2.690	1.911	2.225	2.776	1.652	2.172	2.823
nXP	g	1.268	1.788	2.329	2.054	2.282	2.590	1.697	2.217	2.655
Kriterien der Ration										
Kraftfutter	% der TM	0,0	0,0	0,0	41,1	28,4	21,1	25,7	25,9	24,8
XF	g/kg TM	328	294	253	227	233	218	262	239	210
NDF	g/kg TM	600	547	476	461	467	433	512	473	423
XP/ME	g/MJ	14,05	14,25	16,02	12,58	13,12	14,72	13,29	13,35	14,49
Lebendmasse, Milchleistung und NEL-Bilanz										
Lebendmasse	kg	583	621	623	631	646	664	614	641	651
Milch	kg	11,00	16,10	19,95	17,56	19,84	22,37	15,18	19,03	22,56
ECM	kg	11,00	16,03	20,41	18,22	19,98	23,02	15,12	19,76	23,09
Fett	%	4,23	4,14	4,28	4,42	4,10	4,27	4,11	4,37	4,23
Protein	%	3,13	3,08	3,30	3,28	3,34	3,35	3,16	3,30	3,39
Laktose	%	4,56	4,74	4,86	4,85	4,85	4,89	4,74	4,83	4,89
NEL-Bilanz	MJ/d	-17,2	-11,1	-1,7	-4,9	-0,9	1,7	-11,4	-3,0	5,4

¹⁾ Einfluss der Grünlandbewirtschaftung auf Ertrag, Futterwert, Milcherzeugung und Nährstoffausscheidung. Bericht 27. Viehwirtschaftliche Fachtagung BAL Gumpenstein, 6.-8. Juni 2000, 41-88 (GRUBER et al. 2000).

Abbildung 2: Ergebnisse zu Versuch 2 (Futterwert, Futteraufnahme, Milchleistung je Kuh, Milchleistung und N-Ausscheidung je Hektar)

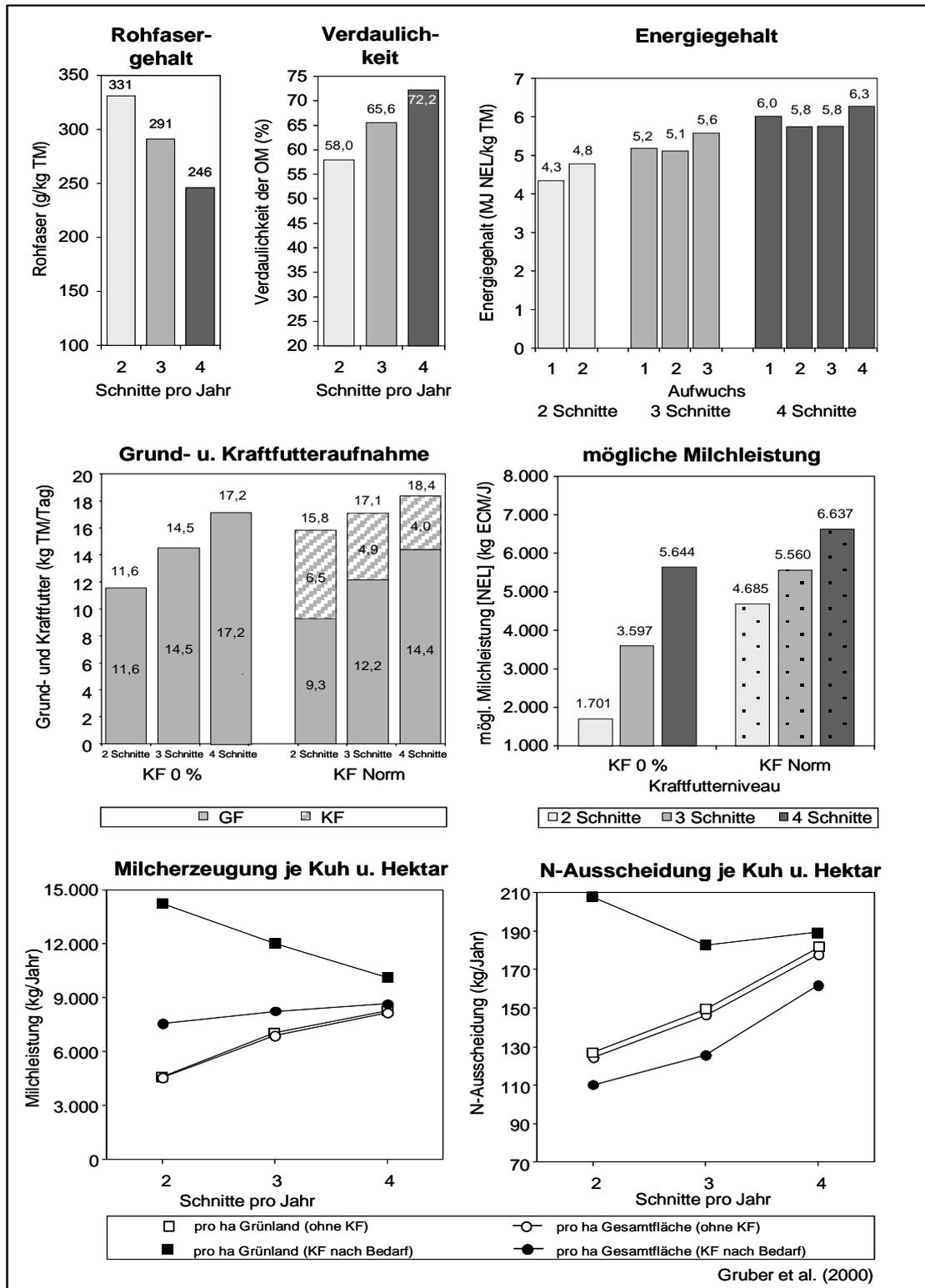


Tabelle 3a: Ergebnisse Versuch 3 (Haupteffekte) ¹⁾

Versuchsfaktor		Aufwuchs			Versuchswoche							P-Werte		
Faktorlevel		1	2	3	1	2	3	4	5	6	7	A	W	A x W
Futter- und Nährstoff-Aufnahme														
Grundfutter	kg TM	12,21	12,23	12,72	12,86	12,84	12,81	12,44	12,60	11,87	11,29	0,000	0,000	0,000
Kraftfutter	kg TM	5,50	5,78	5,89	5,94	5,79	5,72	5,47	5,76	5,82	5,55	0,000	0,000	0,002
Gesamtfutter	kg TM	18,08	18,28	18,88	19,04	18,94	18,85	18,24	18,67	18,00	17,16	0,000	0,000	0,038
NDF	g/kg LM	13,0	13,1	13,5	13,3	13,4	13,4	13,5	13,5	13,0	12,2	0,000	0,000	0,019
NEL	MJ	115,6	115,4	121,3	127,4	125,1	121,5	116,0	117,1	111,3	103,7	0,000	0,000	0,000
XP	g	2698	2743	2960	3177	3089	2925	2740	2717	2507	2448	0,000	0,000	0,000
nXP	g	2509	2532	2664	2799	2742	2659	2535	2552	2417	2275	0,000	0,000	0,001
Kriterien der Ration														
Kraftfutter	% der TM	29,0	30,2	29,4	30,1	29,4	28,9	28,4	29,2	30,3	30,5	0,000	0,000	0,000
XF	g/kg TM	217	213	205	194	201	211	219	219	219	219	0,000	0,000	0,000
NDF	g/kg TM	465	457	452	441	447	454	472	465	466	461	0,000	0,000	0,000
XP/ME	g/MJ	14,22	14,46	14,95	15,35	15,13	14,71	14,39	14,09	13,71	14,45	0,000	0,000	0,000
Lebendmasse, Milchleistung und NEL-Bilanz														
Lebendmasse	kg	644	637	627	626	631	636	634	637	641	644	0,001	0,010	0,852
Milch	kg	22,2	22,2	23,1	25,0	24,7	24,0	22,6	21,7	20,4	19,2	0,000	0,000	0,000
ECM	kg	22,4	22,1	23,9	25,1	25,1	24,4	22,9	21,9	20,8	19,5	0,000	0,000	0,000
Fett	%	4,20	4,10	4,35	4,15	4,21	4,23	4,23	4,23	4,26	4,21	0,000	0,265	0,044
Protein	%	3,28	3,27	3,44	3,31	3,34	3,31	3,31	3,31	3,36	3,38	0,000	0,003	0,000
Laktose	%	4,70	4,73	4,70	4,73	4,75	4,72	4,72	4,69	4,69	4,68	0,034	0,007	0,539
NEL-Bilanz	MJ/d	1,9	4,2	5,3	7,8	5,4	3,9	3,6	7,5	5,4	7,8	0,376	0,000	0,036

¹⁾ Einfluss des Wachstumsstadiums von Dauerwiesenfutter auf Ertrag, Futterwert, Futteraufnahme und Leistung bei Milchkühen im Laufe einer ganzen Vegetationsperiode. 122. VDLUFA-Kongress Kiel, 21.-24. September 2010, Kongress-Band 2010, 633-671 (GRUBER et al. 2010).

Tabelle 3b: Ergebnisse Versuch 3 (Wechselwirkung Aufwuchs × Kraftfutterniveau) ¹⁾

Aufwuchs		1. Aufwuchs							2. Aufwuchs							3. Aufwuchs						
Versuchswoche		1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Futter- und Nährstoff-Aufnahme																						
Grundfutter	kg TM	13,34	12,70	12,86	12,06	12,32	11,52	10,66	12,44	12,87	12,53	12,48	12,48	11,61	11,20	12,80	12,95	13,03	12,78	13,01	12,48	12,02
Kraftfutter	kg TM	5,45	5,61	5,39	5,37	5,66	5,63	5,40	6,03	5,68	5,83	5,74	5,76	5,84	5,57	6,34	6,09	5,93	5,30	5,86	5,98	5,69
Gesamtfutter	kg TM	19,04	18,67	18,63	17,84	18,38	17,55	16,45	18,69	18,83	18,65	18,50	18,51	17,73	17,05	19,37	19,32	19,26	18,39	19,13	18,73	17,98
NDF	g/kg LM	13,2	13,2	13,2	13,2	13,5	12,9	11,8	12,8	13,1	13,0	13,5	13,7	12,8	12,5	14,0	13,8	14,0	13,8	13,5	13,2	12,3
NEL	MJ	129,1	125,9	120,3	113,1	115,2	107,3	98,5	123,0	122,0	118,8	117,1	114,8	110,3	101,6	129,9	127,5	125,2	117,9	121,3	116,4	111,0
XP	g	3220	2988	2835	2609	2537	2364	2333	3150	3090	2866	2687	2640	2378	2388	3162	3188	3074	2923	2974	2778	2624
nXP	g	2818	2724	2616	2457	2478	2312	2154	2726	2696	2611	2554	2511	2385	2239	2851	2804	2749	2594	2667	2553	2432
Kriterien der Ration																						
Kraftfutter	% der TM	27,9	29,2	27,8	28,6	29,1	30,0	30,6	31,3	29,2	30,0	29,6	29,6	31,1	31,0	31,1	29,9	29,0	27,1	29,0	29,9	29,8
XF	g/kg TM	186	196	217	231	229	234	226	194	205	209	217	221	219	227	204	203	207	209	206	204	203
NDF	g/kg TM	437	449	460	481	476	478	470	435	443	446	467	472	468	471	449	448	456	469	448	451	443
XP/ME	g/MJ	15,33	14,56	14,34	14,00	13,37	13,42	14,55	15,70	15,44	14,72	13,94	13,98	13,13	14,31	15,01	15,40	15,07	15,22	14,91	14,59	14,47
Lebendmasse, Milchleistung und NEL-Bilanz																						
Lebendmasse	kg	632	637	648	646	647	647	649	632	634	636	637	637	641	639	615	622	624	620	628	634	643
Milch	kg	25,6	25,0	23,8	22,4	21,3	19,5	18,1	24,4	24,6	23,6	22,1	21,3	20,2	19,3	25,0	24,6	24,8	23,1	22,5	21,3	20,3
ECM	kg	25,9	25,0	24,1	22,9	21,4	19,7	18,1	23,9	25,0	23,6	21,9	20,9	20,2	19,1	25,6	25,4	25,5	23,9	23,5	22,5	21,2
Fett	%	4,21	4,10	4,23	4,31	4,20	4,21	4,14	3,97	4,19	4,14	4,08	4,07	4,13	4,10	4,27	4,35	4,31	4,31	4,41	4,45	4,39
Protein	%	3,28	3,31	3,31	3,25	3,23	3,28	3,29	3,28	3,33	3,27	3,24	3,25	3,28	3,28	3,38	3,38	3,35	3,44	3,45	3,52	3,57
Laktose	%	4,72	4,77	4,71	4,69	4,67	4,66	4,66	4,75	4,75	4,72	4,73	4,73	4,75	4,70	4,71	4,71	4,74	4,73	4,69	4,66	4,66
NEL-Bilanz	MJ/d	6,9	6,4	3,3	0,1	7,0	4,7	1,0	7,2	2,6	3,8	7,7	8,3	6,2	1,1	9,2	7,3	4,7	2,8	7,2	5,3	3,8

¹⁾ Einfluss des Wachstumsstadiums von Dauerwiesenfutter auf Ertrag, Futterwert, Futteraufnahme und Leistung bei Milchkühen im Laufe einer ganzen Vegetationsperiode. 122. VDLUFA-Kongress Kiel, 21.-24. September 2010, Kongress-Band 2010, 633-671 (GRUBER et al. 2010).

Abbildung 3: Ergebnisse zu Versuch 3 (Gehalt an Gerüstsubstanzen, Verdaulichkeit, Futteraufnahme, Milchleistung)

