

Einfluss des Kraftfutterniveaus in der Stiermast auf die Mast- und Schlachtleistung bei Maissilage mit niedriger Energiekonzentration

Influence of concentrate level on fattening and slaughter performance of bulls fed low-energy maize silage

Leonhard Gruber^{1*}, Marcus Urdl¹, Anton Schauer¹ und Rudolf Steinwender¹

Zusammenfassung

Die Erzeugung von qualitativ hohem Rindfleisch erfordert eine optimale Mastintensität. Laut Literaturangaben erhöhen Kraftfuttergaben von über 1 bis 2 kg bei energiereicher Maissilage die Tageszunahmen nicht. In diesem Versuch wurde der Einfluss des Kraftfutterniveaus (1, 2, 3 bzw. 4 kg pro Tag) bei energiearmer Maissilage (25.5 % Rohfaser, 9.6 MJ ME) untersucht. Die Stiere (Fleckvieh und Fleckvieh-Kreuzungen mit Limousin und Charolais) kamen nach einer Weideperiode aus der Mutterkuhhaltung mit 340 kg LM in den Versuch. Die Tageszunahmen stiegen besonders stark von Kraftfutterniveau 1 auf 2, während sich höhere Kraftfuttermengen immer weniger auf die Tageszunahmen auswirkten (850, 1.004, 1.078 und 1.126 g). Die tägliche Kraftfuttermenge betrug im Durchschnitt 0.89, 1.75, 2.59 und 3.41 kg TM. Die Grundfutteraufnahme ging mit steigenden Kraftfuttermengen progressiv zurück. Die daraus abgeleitete, zunehmende Grundfutter-Verdrängung ist sowohl über die Säureproduktion aus den Nichtfaser-Kohlenhydraten des Kraftfutters im Pansen zu erklären als auch über die physiologische Regulation der Futteraufnahme. Einerseits führte der steigende Kraftfutteranteil (12, 22, 31 bzw. 40 % der TM) zu einer Absenkung des pH-Wertes in einen für zellulolytische Pansenmikroben ungünstigen Bereich und damit zu einer geringeren Fermentation der Gerüstsubstanzen. Andererseits ist auch denkbar, dass durch das Kraftfutter die Energieaufnahme bis an die Grenze des Bedarfes der Tiere kam. Darauf weisen auch die Fett-Parameter der Schlachtkörperqualität hin (Fettgehalt des Schlachtkörpers 3.6, 4.2, 3.8 und 4.7 %, Anteil des Nierenfettes 0.37, 0.51, 0.46 und 0.51 % der Lebendmasse). Die optimale Kraftfuttermenge in der Stiermast hängt in starkem Maß von der Energiekonzentration der Maissilage ab.

Schlagwörter: Kraftfutter, Stiermast, Maissilage, Futteraufnahme, Mastleistung, Schlachtkörperqualität

Abstract

In bull fattening, in order to produce high-quality beef, it is necessary to use the optimal feeding intensity (i.e. energy concentration). According to literature data, concentrate levels higher than 1 – 2 kg do not increase daily gains when high-energy maize silage is fed. In this experiment, the influence of concentrate level (1, 2, 3 and 4 kg per day, resp.) was investigated using low-energy maize silage as forage (25.5% crude fibre, 9.6 MJ ME). The trial started when bulls (Simmental und Simmental crosses with Limousin and Charolais) reached 340 kg LW after having been reared on pasture in a suckler cow system. Daily gains increased significantly from concentrate level 1 to 2, whereas higher amounts of concentrate influenced daily gains in a decreasing extent (850, 1,004, 1,078 and 1,126 g). The actual DM concentrate intake was 0.89, 1.75, 2.59 and 3.41 kg DM per day. Forage intake was reduced with increasing amounts of concentrates in a progressive manner. This increasing substitution rate can be explained by both the high level of volatile fatty acids produced by rumen microbes from non-fibre carbohydrates and by physiological regulation of feed intake. On the one hand the increasing proportion of concentrates (12, 22, 31 and 40% of DM) lowers the pH value to a degree, that activity of cellulolytic rumen microbes is reduced and fermentation of cell walls is lower, leading to decreased feed intake. On the other hand it can be discussed that energy intake increases with concentrates up to the limit where the energy requirement is met. This corresponds well to fat parameters of the carcass quality. The fat content of carcass was 3.6, 4.2, 3.8 and 4.7 % and the proportion of kidney fat was 0.37, 0.51, 0.46 and 0.51% of live weight. The optimal concentrate level largely depends on the energy content of maize silage.

Keywords: Concentrates, bull fattening, maize silage, feed intake, fattening performance, slaughter performance

1. Einleitung und Literaturübersicht

Um Rindfleisch mit hoher Zartheit und marktgerechtem Verfettungsgrad zu erzeugen, ist eine bestimmte Mastintensität

(d.h. Zuwachsrate) erforderlich. In einer Felduntersuchung haben GRUBER & LETTNER (1985) festgestellt, dass in der Stiermast mit energiereicher Maissilage Kraftfuttergaben von über 1 kg pro Tag die Tageszunahmen nicht

¹ LFZ Raumberg-Gumpenstein, Institut für Nutztierforschung, A-8952 Irdning

* Ansprechpartner: Univ.-Doz. Dr. Leonhard Gruber, email: leonhard.gruber@raumberg-gumpenstein.at

erhöhen (1.186, 1.191, 1.189 und 1.169 g bei 0,9, 1,8, 2,5 und 2,9 kg TM Kraftfutter) und die Futtermittelverwertung verschlechtern. Auch DAENICKE & ROHR (1983) fanden keine signifikante Erhöhung der Tageszunahmen (1.275 und 1.299 g) bei 1,60 bzw. 2,29 kg TM Kraftfutter sowie auch einen ungünstigeren Futteraufwand (3.483 bzw. 3.583 STE je kg Zuwachs). Die Verschlechterung des Futteraufwandes führen die Autoren auf verstärkten Fettansatz zurück. Durch einen zwei-faktoriellen Versuchsansatz konnten CARMANNS et al. (1987a und b) zeigen, dass die Wirkung des Kraftfutters auf die Tageszunahmen vom Reifegrad und somit von der Energiekonzentration der Maissilage abhängt. Bei Maissilage mit geringem TM-Gehalt (28,8 % TM, 11,16 MJ ME) bewirkten Kraftfutttergaben von 1,07, 1,95 und 2,81 kg TM steigende Tageszunahmen von 1.217, 1.290 und 1.307 g. Dagegen erhöhten sich bei einer Maissilage mit hohem TM-Gehalt (36,6 % TM, 11,24 MJ ME) die Tageszunahmen nicht (1.167, 1.156, 1.163 g bei 1,7, 2,4 und 2,94 kg TM Kraftfutter). Sowohl die Untersuchungen von DAENICKE & ROHR (1983) als auch von CARMANNS et al. (1987a) zeigen, dass ein positiver Effekt des Kraftfutters auf die Zuwachslleistung nur im niedrigen Lebendmassebereich auftritt. Auch GIARDINI et al. (1976) haben eine Wechselwirkung zwischen Reifegrad der Maissilage und Kraftfutterniveau in der Stiermast festgestellt. Daher wurde in Weiterführung der Arbeit von GRUBER & LETTNER (1985) der Einfluss des Kraftfutterniveaus bei Maissilage mit niedrigem Energiegehalt untersucht, wobei Stiere der Rasse Fleckvieh und Fleckvieh-Kreuzungen (Limousin, Charolais) aus der Mutterkuhhaltung nach einer Weideperiode (ab 340 kg Lebendmasse) verwendet wurden (STEINWENDER & GOLD 1989).

2. Material und Methoden

Die Produktionstechnik in der Mutterkuhhaltung und die Beschreibung der Mastmethodik ist bei STEINWENDER & GOLD (1989) ausführlich beschrieben. Im folgenden werden Versuchstiere, Versuchsplan bzw. Fütterung, Mast- und Schlachtleistung, chemische Analyse sowie statistische Auswertung kurz dargestellt.

2.1 Versuchstiere

Die Versuchstiere entstammten einem Kreuzungsversuch (Fleckvieh als Mutterrasse), bei dem neben Fleckvieh als Kontrollgruppe Limousin und Charolais in der Gebrauchskreuzung auf Mast- und Schlachtleistung untersucht wurden. Als zweite Versuchsfrage wurde der Einfluss des Kraftfutterniveaus untersucht und – aufgeteilt auf zwei Jahre – insgesamt 37 Stiere in 4 Gruppen mit unterschiedlichen Kraftfuttermengen geprüft. Es wurde eine Abkalbung im Februar angestrebt (Mitte Jänner – Mitte März). Die Kälber wurden von den Mutterkühen gesäugt. Sie erhielten im Stall zusätzlich Kälberheu sehr guter Qualität und wurden von Beginn bis Ende der Vegetation mit den Mutterkühen auf der Weide gehalten. Bis zum Absetzen erhielten weder die Mutterkühe noch die Kälber Kraftfutter. Der eigentliche Versuchszeitraum begann mit der an die Weidezeit anschließenden Stallperiode (bei etwa 340 kg Lebendmasse) bis zum Mastende (675 kg für Fleckvieh und Charolais, 625 kg für Limousin). Die Tageszunahmen von der Abkalbung bis zum

Ende der Weideperiode betragen 1.192, 1.125 und 1.230 g für Fleckvieh, Limousin bzw. Charolais (STEINWENDER & GOLD 1989).

2.2 Versuchsplan und Fütterung

Der Versuchsplan ist in *Tabelle 1* angeführt. Es wurde der Einfluss unterschiedlicher Kraftfuttermengen (1, 2, 3 bzw. 4 kg pro Tag) bei Maissilage niedrigen Energiegehaltes auf die Mast- und Schlachtleistung untersucht. Die Tiere erhielten Maissilage *ad libitum* sowie 1,0 kg Heu pro Tag als Grundfutter. Die Protein- und Mineralstoffergänzung erfolgte über 1 kg PKF (Protein-Kraftfutter, bestehend aus 85 % Sojaextraktionsschrot und 15 % Mineralfutter). Die unterschiedlichen Kraftfuttermengen wurden folglich nur über ein Energie-Kraftfutter (EKF, bestehend aus 50 % Gerste, 50 % Mais) verabreicht. Zur pansenphysiologischen Adaption an die hohen Kraftfuttermengen erfolgte die Steigerung auf 2 bzw. 3 kg EKF in Schritten von 1 kg pro Woche (d.h. volle Kraftfuttermenge in Gruppe 3 ab 2. und in Gruppe 4 ab 3. Versuchswoche).

Tabelle 1: Versuchsplan

| Gruppe | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-------------------|------|---------|---------|---------|---------|
| Anzahl | n | 9 | 10 | 9 | 9 |
| Maissilage | | ad lib. | ad lib. | ad lib. | ad lib. |
| Heu | kg/d | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| PKF ¹⁾ | kg/d | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| EKF ²⁾ | kg/d | 0,0 | 1,0 | 2,0 | 3,0 |

¹⁾ PKF = Protein-Kraftfutter (85 % Sojaextraktionsschrot, 15 % Mineralfutter)

²⁾ EKF = Energie-Kraftfutter (50 % Gerste, 50 % Mais)

2.3 Erhebungen zur Mast- und Schlachtleistung

Die Tiere wurden zur Ermittlung des Zuwachses monatlich zum gleichen Zeitpunkt gewogen. Die Futteraufnahme wurde individuell für jedes Tier zu jeder Mahlzeit erhoben, indem von jedem Futtermittel die Ein- und Rückwaage inklusive Trockenmasse-Gehalt festgestellt wurde. Die Fütterungszeit dauerte 8 Stunden (04:30 – 08:30 Uhr und 14:30 – 18:30 Uhr). Die Tiere standen in Anbindehaltung und die Futtermittel wurden getrennt in der Reihenfolge Heu, Maissilage und Kraftfutter verabreicht. In der Ausschachtung wurde die linke Schlachthälfte in die einzelnen Teilstücke und diese weiter grobgeweblich in Fleisch, Knochen sowie Oberflächen- und Beckenhöhlenfett zerlegt. Weiters wurde der *musculus longissimus dorsi* chemisch analysiert.

2.4 Analysen und Futterbewertung

Der Gehalt der Futtermittel an Trockenmasse (TM) wurde täglich durch eine 24-stündige Trocknung bei 104°C festgestellt. Die bei der Trocknung entstehenden Verluste über flüchtige Substanzen wurden nach den Angaben von WEISSBACH & KUHLA (1995) korrigiert. Für die chemische Analyse wurden die Proben täglich bei der Morgenfütterung gezogen und zu einer Sammelprobe pro Monat vereinigt. Die chemische Analyse erfolgte nach den Methoden der ALVA (1983) sowie des VDLUFA (1976) mit Tecator-Geräten. Von den Grund- und Kraftfuttermitteln wurde die Verdaulichkeit *in vivo* mit Hammeln nach den Leitlinien der

Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE 1991) für die Bestimmung der Verdaulichkeit von Roh Nährstoffen festgestellt (14 Tage Vorperiode und 14 Tage Sammelperiode, Futterniveau 1 kg TM Versuchsrationsration pro Tag, 4 Tiere pro Futtermittel). Die Kraftfutter wurden im Differenzversuch getestet (50 % Versuchsfutter, 50 % Heu).

Die Energiebewertung der einzelnen Futtermittel wurde nach den Gleichungen der GfE (2001) vorgenommen. Die Versorgung mit nutzbarem Rohprotein am Dünndarm (nXP) wurde entsprechend den Angaben der GfE (2001) – unter Berücksichtigung des in den DLG-Futterwerttabellen (DLG 1997) angegebenen UDP-Anteils der eingesetzten Futtermittel – kalkuliert.

2.5 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung wurde mit STATGRAPHICS PLUS 5 (2000) durchgeführt (mehrfaktorielle ANOVA, multipler Mittelwertvergleich mit Student-Newman-Keuls, $P < 0,05$). Das Modell bestand aus den fixen Effekten Versuchsgruppe, Rasse und Jahr sowie der Interaktion Versuchsgruppe \times Rasse.

Tabelle 2: Durchschnittlicher Gehalt der Futtermittel an Inhaltsstoffen¹⁾

| | Heu ²⁾ | MS | EKF | PKF |
|---|-------------------|------|-------|-------|
| TM | 843 | 231 | 877 | 877 |
| Weender Nährstoffe³⁾ | | | | |
| XP | 92 | 88 | 113 | 398 |
| XL | 18 | 23 | 32 | 8 |
| XF | 325 | 256 | 40 | 69 |
| XX | 499 | 573 | 793 | 309 |
| XA | 66 | 60 | 22 | 216 |
| Faser- und Nichtfaser-Kohlenhydrate⁴⁾ | | | | |
| NDF | 613 | 522 | 168 | 121 |
| ADF | 374 | 288 | 47 | 71 |
| ADL | 47 | 28 | 9 | 4 |
| XS | - | 106 | 647 | 59 |
| Verdaulichkeit und Energie⁵⁾ | | | | |
| dOM | 55,4 | 67,1 | 86,7 | 87,8 |
| ME | 7,77 | 9,53 | 13,05 | 11,00 |
| Protein⁶⁾ | | | | |
| nXP | 102 | 120 | 166 | 266 |
| UDP | 23,1 | 25,0 | 36,5 | 40,2 |
| RNB | -1,6 | -5,1 | -8,4 | 21,2 |
| Mengen- und Spurenelemente⁷⁾ | | | | |
| Ca | 6,1 | 3,6 | 0,8 | 45,4 |
| P | 2,1 | 2,4 | 3,9 | 16,5 |
| Mg | 2,9 | 1,8 | 1,2 | 10,7 |
| K | 13,7 | 13,7 | 3,8 | 18,5 |
| Na | 0,36 | 0,44 | 0,15 | 12,25 |
| Mn | 129 | 46 | 19 | 155 |
| Zn | 34 | 33 | 33 | 123 |
| Cu | 7,4 | 8,3 | 5,6 | 190,7 |

¹⁾ Abkürzungen und Einheiten:

²⁾ MS = Maissilage, EKF = Energie-Kraftfutter, PKF = Protein-Kraftfutter

³⁾ TM = Trockenmasse (g/kg Frischmasse),

XP, XL, XF, XX, XA = Rohprotein, Rohfett, Rohfaser, N-freie Extraktstoffe, Rohasche (g/kg TM)

⁴⁾ NDF, ADF, ADL = neutrale und saure Detergenzienfaser, Lignin, XS = Stärke (g/kg TM)

⁵⁾ dOM = Verdaulichkeit der organischen Masse (%), ME = umsetzbare Energie (MJ/kg TM)

⁶⁾ nXP = nutzbares Rohprotein am Dünndarm (g/kg TM), UDP = unabgebautes XP (% des XP),

RNB = ruminale N-Bilanz (g/kg TM); nach GfE (2001)

⁷⁾ Ca, P, Mg, K, Na = Calcium, Phosphor, Magnesium, Kalium, Natrium (g/kg TM)

Mn, Zn, Cu = Mangan, Zink, Kupfer (mg/kg TM)

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Inhaltsstoffe der Futtermittel

Die Inhaltsstoffe der im Versuch eingesetzten Futtermittel sind in *Tabelle 2* angeführt. Wie erwartet, wies die Maissilage einen hohen Gehalt an Rohfaser (256 g XF/kg TM) und Gerüstsubstanzen (522 g NDF/kg TM) auf. Die Verdaulichkeit der OM betrug 67,1 % dOM und die Energiekonzentration 9,53 MJ ME/kg TM. Der Futterwert des Silomais wird von der Qualität der Restpflanze und vom Anteil des Kolbens bestimmt (GROSS & PESCHKE 1980, GRUBER et al. 1983, GRUBER & HEIN 2006), wobei sich diese Faktoren zu einem großen Teil aufheben (GRUBER et al. 1983). In der DLG-Tabelle für Wiederkäuer wird die Verdaulichkeit von Maissilage in Abhängigkeit von Reifegrad und Kolbenanteil in einem Bereich von 67 – 75 % dOM angegeben (DLG 1997). Die in den vorliegenden Versuchen eingesetzte Maissilage liegt somit ganz im unteren Spektrum der Verdaulichkeit dieses Futtermittels, was in der Versuchsanstellung beabsichtigt war und sich aus der klimatischen und geographischen Lage des Versuchsstandortes Gumpenstein als Maisgrenzlage ergibt (GRUBER & HEIN 2006). Auch das Heu wies einen hohen Gehalt an Gerüstsubstanzen (613 g NDF/kg TM) und damit eine niedrige Verdaulichkeit (55,4 % dOM) auf. Als Folge davon ergeben sich auch die Gehalte an Protein und Mineralstoffen, die den Werten der österreichischen Futterwerttabelle entsprechen (RESCH et al. 2006).

3.2 Mast- und Schlachtleistung

Die Ergebnisse der Mastleistung sind in *Tabelle 3* und *Abbildung 1* angeführt. Auf Grund des Produktionssystems (Abkalbung im Februar, Haltung der Mutterkühe inklusive Nachzucht auf der Weide bis zum Herbst) starteten die Stiere bei einer relativ hohen Lebendmasse von 337 kg. Das Endgewicht betrug im Mittel 620 kg und war damit niedriger als geplant, da besonders die Tiere der Versuchsgruppen mit niedrigem Kraftfutterniveau ihr Endgewicht nicht im vorgesehenen Zeitraum erreichten (Jahresrhythmus der Produktion). Das Endgewicht in Kraftfutterniveau 1, 2, 3 und 4 belief sich auf 585, 626, 629 und 642 kg. Die Tageszunahmen stiegen besonders stark von Kraftfutterniveau 1 auf 2, während sich die höheren Kraftfuttermengen in immer geringerem Ausmaß auf die Tageszunahmen auswirkten (850, 1.004, 1.078 und 1.126 g in Gruppe 1, 2, 3 und 4). Die tägliche Kraftfuttermenge betrug im Durchschnitt 0,89, 1,75, 2,59 und 3,41 kg TM.

Die vorliegenden Ergebnisse zur Zuwachsleistung bestätigen die Versuche von GIARDINI et al. (1976) und CARMANNS et al. (1987a und b), nach denen bei Maissilage von niedriger Energiekonzentration durch steigende Kraftfuttermengen eine Erhöhung der Tageszunahmen zu erwarten ist, wenn auch in abnehmendem

Maße. Auch STEINWIDDER et al. (2006) stellten bei vergleichbarer Qualität der Maissilage – allerdings mit reinen Fleckvieh-Bullen bei der Mast vom Kalb weg – steigende Tageszunahmen (1.214, 1.345, 1.385 g) durch höhere Kraftfuttergaben fest (1.29, 2.53, 3.48 kg TM). Dagegen führen höhere Kraftfuttermengen bei energiereicher Maissilage nicht zu einer signifikanten Erhöhung der Zuwachsleistung, wie die Versuche von GIARDINI et al. (1976), DAENICKE & ROHR (1983), GRUBER & LETTNER (1985) und CARMANNS et al. (1987a und b) zeigen. Daher hängt die optimale Kraftfuttermenge in der Stiermast in starkem Maß von der Energiekonzentration der Maissilage ab.

Die Grundfutteraufnahme ging mit steigenden Kraftfuttermengen progressiv – einer quadratischen Funktion folgend – zurück, analog dazu stieg die Gesamtfutteraufnahme nur degressiv an (Abbildung 1).

$$GF = 6,26 + 0,40 \times KF - 0,201 \times KF^2 \quad [R^2 = 98,5 \%, RSD = 0,06]$$

$$GES = 6,26 + 1,40 \times KF - 0,201 \times KF^2 \quad [R^2 = 98,8 \%, RSD = 0,06]$$

GF, KF, GES = Aufnahme an Grund-, Kraft- bzw. Gesamtfutter (kg TM pro Tag)

Aus der Funktion für Grundfutter [GF] errechnet sich über die 1. Ableitung eine Grundfutter-Verdrängung, die von 0 beim niedrigsten Kraftfutterniveau auf 0,97 bei der höchsten Kraftfuttermenge ansteigt (Abbildung 1). Dieser extreme Anstieg der Grundfutter-Verdrängung ist sowohl über die Säureproduktion aus den Nichtfaser-Kohlenhydraten des Kraftfutters im Pansen zu erklären (KAUFMANN 1976, FAVERDIN et al. 1991, Van HOUTERT, 1993) als auch über die physiologische Regulation der Futteraufnahme (MERTENS 1994, GRUBER et al. 2004, FORBES 2007). D.h., einerseits führte der steigende Kraftfutteranteil (12, 22, 31 bzw. 40 % der TM) zu einer Absenkung des pH-Wertes in einen für zellulolytische Pansenmikroben ungünstigen Bereich und damit zu einer Reduktion der Fermentation der Gerüstsubstanzen vorwiegend aus dem Grundfutter. Andererseits erhöhte die, mit steigendem Kraftfutteranteil verbundene, höhere Energiekonzentration auch das Energieangebot für die Stiere und es ist denkbar, dass diese Energiekonzentration (9,5, 9,9, 10,2, 10,5 MJ ME) zu einer Energieaufnahme führte, die an die Grenze des Bedarfes der Tiere ging. Hierbei ist besonders zu beachten,

Tabelle 3: Ergebnisse der Mast- und Schlachtleistung

| Gruppe | | 1 | 2 | 3 | 4 | RSD | P |
|---|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|-------|--------|
| Gewichtsentwicklung | | | | | | | |
| Lebendmasse Beginn | kg | 339,1 | 337,3 | 337,0 | 335,4 | 28,5 | 0,995 |
| Lebendmasse Ende | kg | 585,4 ^a | 625,5 ^{ab} | 628,9 ^{ab} | 641,9 ^b | 38,9 | 0,039 |
| Mastdauer | Tage | 288,0 | 288,5 | 269,8 | 273,2 | 30,1 | 0,465 |
| Tageszunahmen | g | 850 ^a | 1.004 ^b | 1.078 ^b | 1.126 ^b | 117 | <0,001 |
| Futter- und Nährstoffaufnahme (pro Tag) | | | | | | | |
| Maissilage | kg TM | 5,62 ^a | 5,44 ^a | 5,14 ^a | 4,42 ^b | 0,52 | <0,001 |
| Heu | kg TM | 0,86 | 0,86 | 0,86 | 0,86 | - | - |
| Grundfutter | kg TM | 6,47 ^a | 6,30 ^a | 5,99 ^a | 5,27 ^b | 0,52 | <0,001 |
| Kraftfutter | kg TM | 0,89 ^a | 1,75 ^b | 2,59 ^c | 3,41 ^d | 0,01 | <0,001 |
| Gesamtfutter | kg TM | 7,36 ^a | 8,05 ^b | 8,58 ^c | 8,68 ^c | 0,52 | <0,001 |
| Energie | MJ ME | 70,0 ^a | 79,6 ^b | 87,8 ^c | 91,7 ^c | 4,9 | <0,001 |
| Rohprotein | g XP | 931 ^a | 1.009 ^b | 1.073 ^c | 1.102 ^c | 47 | <0,001 |
| Nutzb. Rohprotein | g nXP | 1.000 ^a | 1.121 ^b | 1.223 ^c | 1.272 ^c | 62 | <0,001 |
| Ges.TM pro LM ^{0,75} | g/kg | 74,5 ^a | 78,3 ^b | 81,8 ^c | 82,5 ^c | 3,0 | <0,001 |
| Ges.NDF pro LM ^{0,75} | g/kg | 7,78 ^a | 7,48 ^{ab} | 7,23 ^b | 6,76 ^c | 0,33 | <0,001 |
| Ges.ME pro LM ^{0,75} | MJ/kg | 708 ^a | 774 ^b | 837 ^c | 870 ^d | 28 | <0,001 |
| Zusammensetzung und Nährstoffgehalt der Ration (in der TM) | | | | | | | |
| Kraftfutteranteil | % | 12,4 ^a | 22,3 ^b | 30,8 ^c | 39,5 ^d | 2,0 | <0,001 |
| Energie | MJ ME | 9,51 ^a | 9,89 ^b | 10,23 ^c | 10,55 ^d | 0,06 | <0,001 |
| Rohprotein | g/kg | 127 | 125 | 125 | 127 | 2 | 0,399 |
| XP/ME-Verhältnis | g/MJ | 13,3 ^a | 12,7 ^b | 12,3 ^c | 12,1 ^c | 0,2 | <0,001 |
| RNB | g/kg | -1,47 ^a | -2,21 ^b | -2,77 ^c | -3,10 ^d | 0,18 | <0,001 |
| Rohfaser | g/kg | 240 ^a | 217 ^b | 198 ^c | 180 ^d | 5 | <0,001 |
| NDF | g/kg | 483 ^a | 447 ^b | 416 ^c | 387 ^d | 9 | <0,001 |
| ADF | g/kg | 270 ^a | 245 ^b | 224 ^c | 204 ^d | 6 | <0,001 |
| Futteraufwand (pro kg Zuwachs) | | | | | | | |
| Trockenmasse | kg | 8,66 | 8,02 | 7,96 | 7,71 | 0,78 | 0,056 |
| Energie | MJ | 82,4 | 79,3 | 81,4 | 81,4 | 7,7 | 0,726 |
| Rohprotein | g | 1.095 | 1.005 | 995 | 979 | 108 | 0,069 |
| Schlachtkörperqualität | | | | | | | |
| Ausschlachtung | % | 58,2 | 58,7 | 59,2 | 59,5 | 1,2 | 0,154 |
| Pistole | % SK ¹⁾ | 34,9 ^a | 33,9 ^b | 33,6 ^b | 33,8 ^b | 0,9 | 0,026 |
| Fleisch | % SK | 82,3 | 81,6 | 82,6 | 81,5 | 1,2 | 0,262 |
| Fett | % SK | 3,6 | 4,2 | 3,8 | 4,7 | 0,8 | 0,057 |
| Knochen | % SK | 14,1 | 14,2 | 13,6 | 13,8 | 0,9 | 0,515 |
| Nierenfett | % LM ²⁾ | 0,371 ^a | 0,511 ^b | 0,459 ^{ab} | 0,511 ^b | 0,106 | 0,040 |
| Fettgehalt <i>m. l. dorsi</i> | % | 1,11 | 1,36 | 1,30 | 1,62 | 0,54 | 0,307 |

¹⁾ SK = Schlachtkörper, ²⁾ LM = Lebendmasse

dass der Versuchszeitraum in einen Lebendmasse-Abschnitt fiel, in dem die maximale Wachstumskapazität der Tiere bereits überschritten und ein verstärkter Fettansatz zu verzeichnen war. Darauf weisen auch mehrere Parameter der Schlachtkörperqualität in *Tabelle 3* hin. So betrug der Fettgehalt des Schlachtkörpers 3.6, 4.2, 3.8 und 4.7 %, auch der Fettgehalt des *musculus longissimus dorsi* stieg an und ganz besonders auch der Anteil des Nierenfettes (0.37, 0.51, 0.46 und 0.51 % der LM). Die Ausschachtung verbesserte sich mit steigendem Kraftfutteranteil tendenziell, allerdings ging der Anteil der Pistole („das Hintere“) am Schlachtkörper (Rücken und Keule) signifikant zurück.

Für einen großen und mit steigendem Kraftfutteranteil immer wichtigeren Beitrag der Energiebilanz (d.h. der physiologischen Regulation) an den Ergebnissen der Futteraufnahme sprechen auch die Daten der Aufnahme an Gerüstsubstanzen. Sie gingen mit steigendem Kraftfutteranteil zurück und betragen 7.8, 7.5, 7.2 bzw. 6.8 g NDF pro kg LM. Nach MERTENS (1994) beträgt die maximale NDF-Aufnahme 12.5 g, wenn die Futteraufnahme der Wiederkäuer nicht primär physiologisch sondern über die Aufnahmekapazität des Pansens reguliert wird, d.h. physikalisch über den sog. rumen fill. Daher veränderte das Kraftfutterniveau auch die Energieverwertung nicht signifikant (im Durchschnitt 82,1 MJ ME pro kg Zuwachs),

wogegen die Verwertung der Trockenmasse (und auch des Rohproteins) mit steigenden Kraftfuttergaben günstiger wurde (8.9, 8.1, 8.0, 7.8 kg TM pro kg Zuwachs).

In *Abbildung 2* sind wesentliche Kriterien der Mastleistung im Verlauf der Mast dargestellt. Die Entwicklung der Tageszunahmen zeigt zwei wesentliche Ergebnisse. Erstens ist der Einfluss der Kraftfuttermenge auf die täglichen Zunahmen besonders ausgeprägt im niedrigen Lebendmassebereich und nimmt im Verlauf der Mast kontinuierlich ab, sodass zu Mastende zwischen den Kraftfuttergruppen kaum Unterschiede bestehen. Darauf haben auch DAENICKE & ROHR (1983) und CARMANN et al. (1987a) hingewiesen. Und zweitens beeinflusst das Kraftfutterniveau auch den Verlauf der Tageszunahme-Kurven, d.h. den Zeitpunkt des Maximums. Je intensiver die Mast gestaltet wird, desto früher tritt das maximale Wachstum ein, um anschließend zurückzugehen. Die hohen Kraftfuttergaben führen zu einer stärkeren Verfettung (*Tabelle 3*), die sich in geringeren Zunahmen auswirken DAENICKE & ROHR (1983). Der Verlauf der Grund- und Kraftfutteraufnahme zeigt, dass eine hohe Grundfuttermenge vor allem in der höchsten Kraftfutterstufe aufgetreten ist und dies ganz besonders ausgeprägt zu Mastende. Im Mittel der Mast unterschied sich der Aufwand an ME pro kg Zuwachs nicht. In der Tendenz war der Energieaufwand bei 2 kg

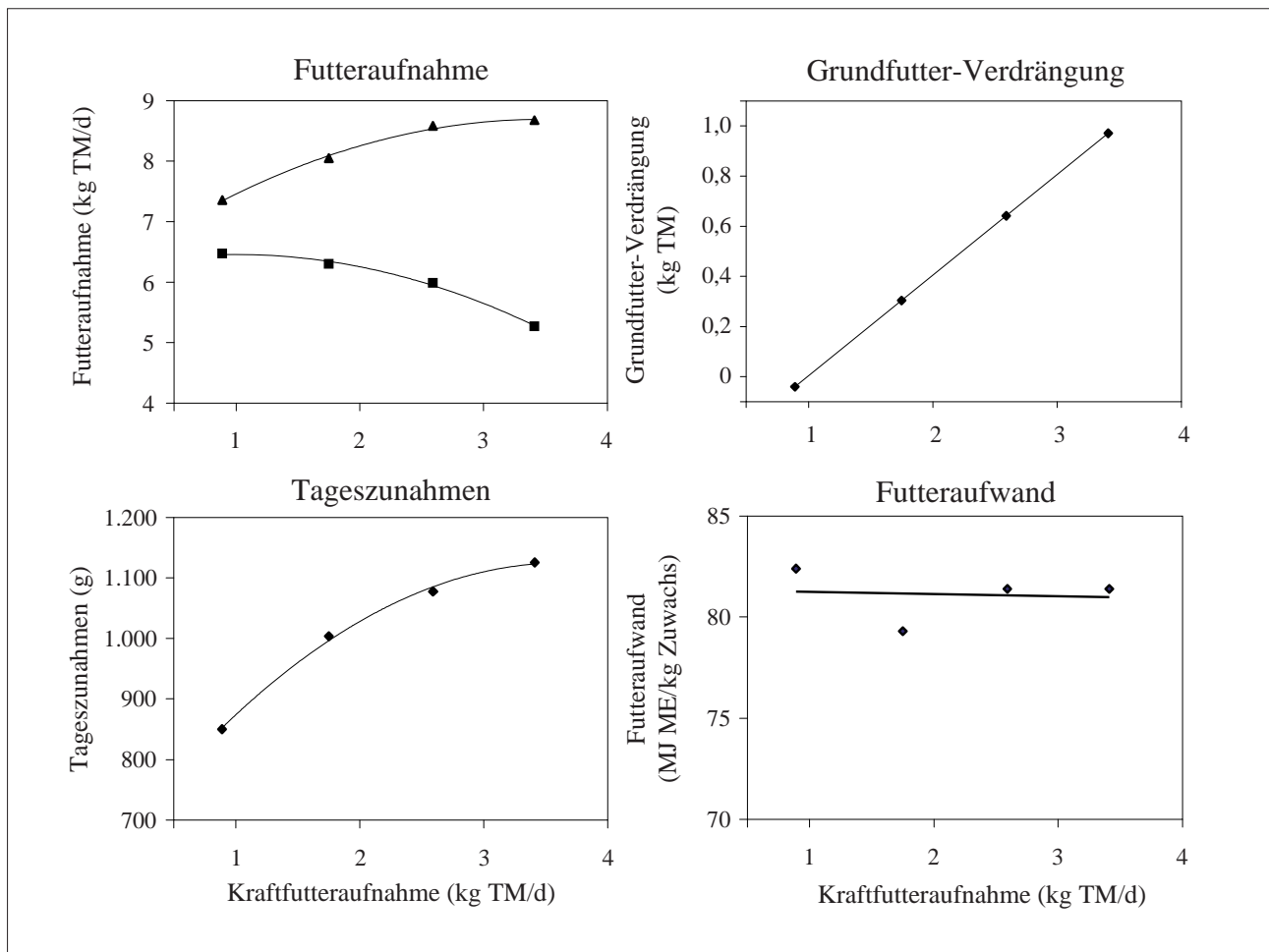


Abbildung 1: Futteraufnahme, Tageszunahmen und Futteraufwand der Stiere in Abhängigkeit von der Kraftfutteraufnahme

Kraftfutter am günstigsten. Doch das Kraftfutterniveau hat einen entscheidenden Einfluss auf den Futteraufwand im Verlauf der Mast. Im unteren Lebendmassebereich werden die Tageszunahmen durch niedrige Kraftfuttergaben so stark vermindert, dass – wegen des hohen Anteils des Erhaltungsbedarfs – ein deutlich ungünstigerer Futteraufwand im Vergleich zu intensiver Fütterung auftritt. Demgegenüber

führen hohe Kraftfuttergaben ab der zweiten Masthälfte zu einem leichten Mehraufwand an ME pro kg Zuwachs, was wieder durch die stärkere Verfettung zu erklären ist. Zusammenfassend zeigen die Ergebnisse, dass bei energiereicher Maissilage die Tageszunahmen durch Kraftfutter gesteigert werden. Die Wirkung des Kraftfutters nimmt allerdings mit zunehmenden Mengen deutlich ab. Dies ist

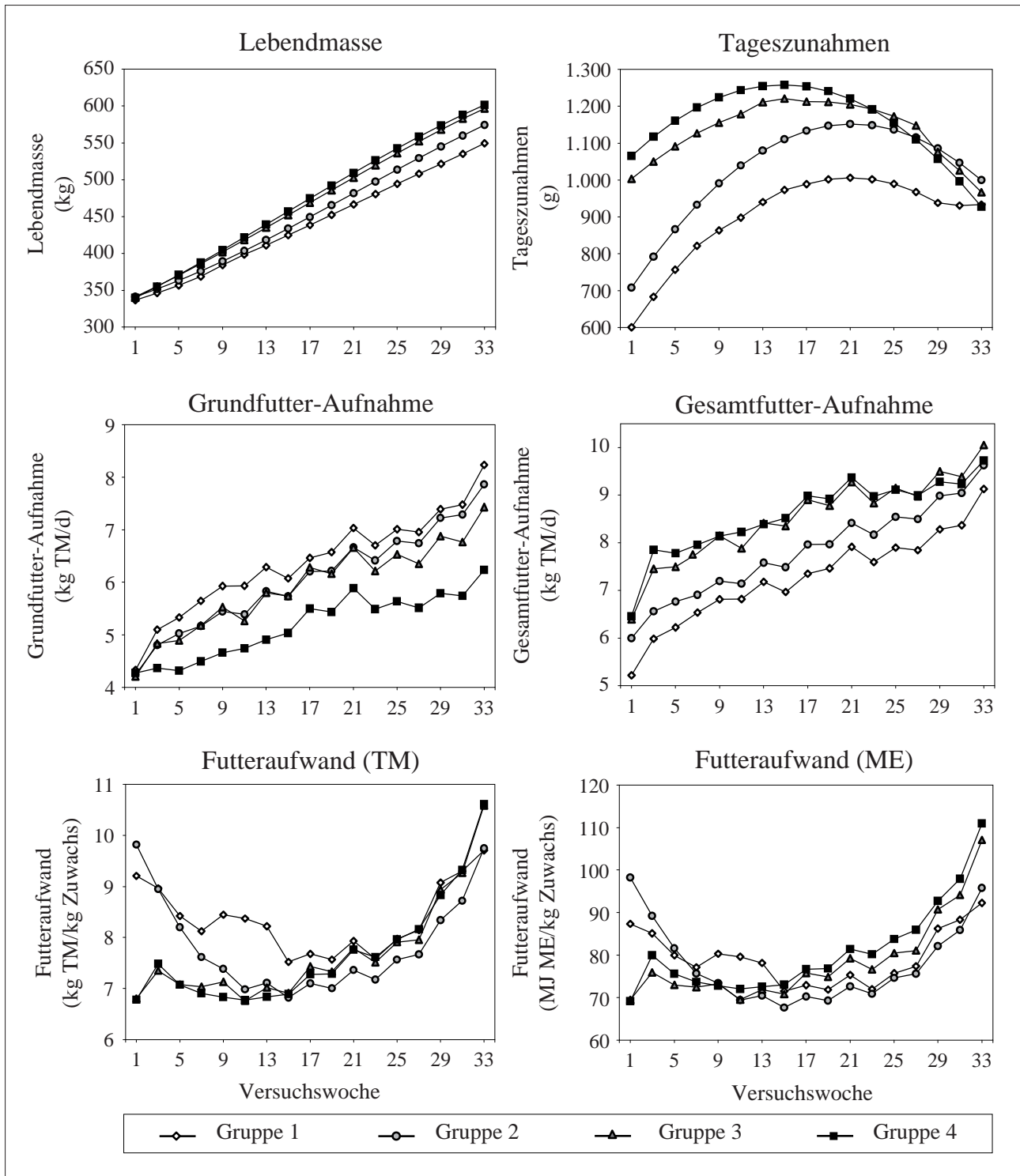


Abbildung 2: Verlauf von Lebendmasse, Tageszunahmen, Futteraufnahme und Futteraufwand der Stiere während der Mast in Abhängigkeit von der Kraftfutteraufnahme

durch mit steigender Grundfutterverdrängung und stärkerer Verfettung zu erklären. Der Aufwand an ME pro kg Zuwachs war tendenziell am günstigsten bei 2 kg Kraftfutter pro Tag. Das Kraftfutterniveau beeinflusst auch den Verlauf der Tageszunahmen während der Mast.

4. Literatur

- ALVA (Arbeitsgemeinschaft landwirtschaftlicher Versuchsanstalten), 1983: Österreichisches Methodenbuch für die Untersuchung von Futtermitteln, Futterzusatzstoffen und Schadstoffen. Selbstverlag ALVA.
- CARMANNS, R., M. KIRCHGESSNER und F.J. SCHWARZ, 1987a: Zur Gewichtsentwicklung von Fleckviehbullen bei der Mast mit Maissilagen unterschiedlichen Trockenmassegehalts und abgestufter Getreidezulage – 1. Mitteilung. *Wirtschaftseig. Futter* 33, 61-76.
- CARMANNS, R., M. KIRCHGESSNER und F.J. SCHWARZ, 1987b: Futter- und Energieaufnahme von Fleckviehbullen bei der Mast mit Maissilagen unterschiedlichen Trockenmassegehalts und abgestufter Getreidezulage – 2. Mitteilung. *Wirtschaftseig. Futter* 33, 77-91.
- DAENICKE, R. und K. ROHR, 1983: Versuche zur optimalen Kraftfutterergänzung bei der Intensivmast von Jungbullen mit teigreifer Maissilage. *Landbauforschung Völkenrode* 33, 65-71.
- DLG (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft), 1997: DLG-Futterwerttabellen Wiederkäuer, 7. Auflage, DLG-Verlag Frankfurt am Main, 212 S.
- 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.
- FORBES, J.M., 2007: Voluntary Food Intake and Diet Selection in Farm Animals. 2nd edition, CABI, UK, 453 S.
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuss für Bedarfsnormen), 1991: Leitlinien für die Bestimmung der Verdaulichkeit von Rohnährstoffen an Wiederkäuern. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 65, 229-234.
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuss für Bedarfsnormen), 2001: Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere, Nr. 8: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder. DLG-Verlag Frankfurt am Main, 135 S.
- GIARDINI, A., M. VECCHIETTINI und A. LO BRUNO, 1976: Energy supplementation of maize silage harvested at different maturity stages. *Anim. Feed Sci. Technol.* 1, 369-379.
- GROSS, F. und P. PESCHKE, 1980: Nährstoffgehalt und Verdaulichkeit von Silomais. 4. Mitteilung: Einfluß der Kolbenbildung auf Nährstoffgehalt und Verdaulichkeit von Silomais. *Wirtschaftseig. Futter* 26, 193-206.
- GRUBER, L., H. KOPAL, F. LETTNER und F. PARRER, 1983: Einfluß des Erntezeitpunktes auf den Nährstoffgehalt und den Ertrag von Silomais. *Das wirtschaftseig. Futter* 29, 87-109.
- GRUBER, L. und F. LETTNER, 1985: Einfluß verschieden hoher Kraftfuttergaben in der Rindermast mit energiereicher Maissilage auf Mast- und Schlachtleistung und Wirtschaftlichkeit. *Wirtschaftseig. Futter* 31, 243-272.
- GRUBER, L., F.J. SCHWARZ, D. ERDIN, B. FISCHER, H. SPIEKERS, H. STEINGASS, U. MEYER, A. CHASSOT, T. JILG, A. OBERMAIER und T. GUGGENBERGER, 2004: Vorhersage der Futteraufnahme von Milchkühen – Datenbasis von 10 Forschungs- und Universitätsinstituten Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. 116. VDLUFA-Kongress, 13.-17. Sept. 2004, Rostock, Kongressband 2004, 484-504.
- GRUBER, L. und W. HEIN, 2006: Ertrag und Futterqualität von Silomais in Abhängigkeit von Vegetationsstadium, Sorte und Standort. 118. VDLUFA-Kongress, 19.-22. Sept. 2006, Freiburg i. Bg, Kongressband 2006, 244-259.
- KAUFMANN, W., 1976: Influence of the composition of the ration and the feeding frequency on pH-regulation in the rumen and on feed intake in ruminants. *Livest. Prod. Sci.* 3, 103-114.
- MERTENS, D.R., 1994: Regulation of forage intake. In: Forage quality, evaluation, and utilization. National Conference on Forage Quality, Evaluation, and Utilization (Eds. G.C. Fahey et al.), 450-493.
- RESCH, R., T. GUGGENBERGER, L. GRUBER, F. RINGDORFER, K. BUCHGRABER, G. WIEDNER, A. KASAL und K. WURM, 2006: Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum. *Der fortschrittliche Landwirt* 84 (Heft 24/2006), Sonderbeilage 20 S.
- STATGRAPHICS Plus 5, 2000: Manugistics Leveraged Intelligence. User Manual. Maryland, USA.
- STEINWENDER, R. und H. GOLD, 1989: Produktionstechnik und Gebrauchskreuzungen in der Mutterkuhhaltung. *Die Bodenkultur* 40, 335-354.
- STEINWIDDER, A., L. GRUBER, T. GUGGENBERGER, J. GASTELNER, A. SCHAUER, G. MAIERHOFER und J. HÄUSLER, 2006: Einfluss der Rohprotein- und Energieversorgung in der Fleckvieh-Jungbullenmast. 1. Mastleistung. *Züchtungskde.* 78, 136-152.
- 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.
- VDLUFA (Verband deutscher landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Versuchsanstalten), 1976 inkl. Ergänzungsbände 1983, 1988, 1993, 1997: Methodenbuch Band III – Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. VDLUFA-Verlag, Darmstadt.
- WEISSBACH, F. und S. KUHLA, 1995: Stoffverluste bei der Bestimmung des Trockenmassegehaltes von Silagen und Grünfutter: Entstehende Fehler und Möglichkeiten der Korrektur. *Übers. Tierernährg.* 23, 189-214.