

Untersuchungen zum Einsatz von unterschiedlich aufbereitetem Stroh in der Jungstiermast

W. A. Pichler und J. J. Frickh

Investigations about the use of different processed straw for the fattening of young bulls

1. Einleitung

Stroh wird in der Rinderernährung stets nur als Notfutter verwendet, da sein Futterwert geringer als Heu ist. Es hat nicht an Versuchen gefehlt, den Futterwert durch geeignete Maßnahmen zu erhöhen. So hat bereits im vergangenen Jahrhundert LEHMANN (1891, zit. bei BERGNER und GÖRSCH, 1979) Untersuchungen durchgeführt, um mit Hilfe von Natronlauge das Stroh aufzuschließen und dadurch energetisch aufzuwerten. Bei einer Reihe von Untersuchungen wurde festgestellt, daß durch den Aufschluß des Strohs mit Natronlauge eine Steigerung des Futterwertes bis zum Niveau des Maisspindelmehls bzw. guten Heues erwartet werden kann (JENTSCH et al., 1978a und

1978b; SCHIEMANN et al., 1978). Dies beruhte in erster Linie auf einer Erhöhung der Verdaulichkeit durch das Aufbrechen des Lignin-Zellulose-Komplexes während des Aufschlußvorganges (SCHIEMANN et al., 1978; SCHLUGE, 1988).

An der Bundesversuchswirtschaft Königshof besteht seit 1980 eine Anlage zum Aufschluß von Stroh. Mit Hilfe einer 50 %igen Natronlauge wird nach dem Prinzip des Trockenaufschlusses (FLACHOWSKY, et al., 1976) Weizenstroh aufbereitet. Das mit 4 % Natronlauge (auf der Basis von 100 % NaOH) behandelte Stroh wird anschließend im Einschritt-Verfahren (KRISTENSEN, 1978, zit. bei REXEN und KNUDSEN, 1984) mit den anderen Rationsbestandteilen vermischt und pelletiert.

Summary

In a feeding trial with 36 Simmental calves following questions were checked:

Has the pelleting of crushed, sodium hydroxide treated straw with the concentrate an influence to the fattening and the slaughter value in comparison to the separate pelleting, and will the feeding value of crushed native straw raised up when it was treated with sodium hydroxide?

The trial adduced following results: There exist with reference to the gain performance among the straw processings no significant differences. The pelleting of treated straw with the concentrate causes an increased food consumption. Once a kg growth there were significant differences in different periodes but not in the total trial period. The metabolizable energy consumption (ME) has clear differences between the groups, both with the daily food consumption as well as with the need per kg gain, although in the differnt periods were different plain visible from present. Remarkable is, that the compound-feed-group (AF) has the highest need of ME, both the total trial period as well as per kg gain. The native-straw-group (RK) has in opposite to that the smallest consumption, which is evident that has been caused by the design of rations. The designing of rations has no clear influence to the slaughter value. Only the meaty portion is influenced by the design of rations.

The resume of this trial is that the separate feeding of straw and concentrate in opposite to a compound feed does have little influence into the animal performances. When ground straw and concentrate where feed separate, the treating of the straw with sodium hydroxide did not increase performance in comparison with ground native straw. Evidently the grinding by itself might cause a „braking up effect", this means by the enlargement of the surface of the food and by this a better attack by the rumen organism.

Key words: Young bulls, fattening performance, slaughter value, straw processing.

Zusammenfassung

In einem Fütterungsversuch mit 36 Fleckviehkälbern wurden folgende Fragen geprüft:

Welchen Einfluß hat die gemeinsame Pelletierung des geschroteten und mit NaOH aufgeschlossenen Strohs mit dem Kraftfutter im Vergleich zur getrennten Pelletierung auf die Mastleistung und den Schlachtkörperwert? Und wird der Futterwert von geschrotetem nativem Stroh durch den Aufschluß mit Natronlauge noch erhöht?

Der Versuch erbrachte folgende Ergebnisse: Hinsichtlich der Gesamtzuwachsleistung bestanden zwischen den Strohbehandlungen keine bedeutsamen Unterschiede. Die gemeinsame Pelletierung von Aufschlußstroh mit dem Kraftfutter bewirkt eine Erhöhung der Gesamttrockenmasseaufnahme. Je kg Zuwachs bestand nur im Teilabschnitt vom 305.–365. Lebenstag (LT) ein signifikanter Unterschied, bei allen anderen Teilabschnitten sowie in der gesamten Versuchsperiode waren die Differenzen zufallsbedingt. Hinsichtlich des Nährstoffaufwandes bestanden bei der umsetzbaren Energie (ME) deutliche Unterschiede zwischen den Gruppen, sowohl beim Gesamtfutteraufwand als auch beim Aufwand je kg Zuwachs, wengleich in den einzelnen Teilabschnitten unterschiedlich deutliche Ausprägungen vorhanden waren. Hinsichtlich des Energieaufwandes haben die Gruppen, deren Rationen Aufschlußstroh enthielten, sowohl beim täglichen Aufwand als auch beim Aufwand je kg Zuwachs, gegenüber der Rohstroh-Kraftfuttergruppe (RK) höhere Werte. Die Rationsgestaltung hat auf den Schlachtkörperwert keinen deutlichen Einfluß, sowohl auf den Fettanteil, als auch auf den Fleischanteil. Lediglich beim Anteil wertvoller Teilstücke besteht zwischen der Alleinfuttergruppe (AF) und der Aufschlußstroh-Kraftfutter Gruppe (AK) ein deutlicher Unterschied.

Das Resümee dieses Versuches ist, daß einerseits eine getrennte Verfütterung von Stroh und Kraftfutter gegenüber dem Alleinfutter keine nennenswerte Beeinflussung der tierischen Leistungen verursacht und andererseits die Vermahlung des Strohs allein wahrscheinlich ausreicht, eine Verbesserung des Futterwertes zu erzielen.

Schlagworte: Jungstiermast, Strohaufbereitung, Mastleistung, Schlachtwert.

In einer früheren Untersuchung (PICHLER, 1996) wurde überprüft, ob durch den Aufschluß von Stroh mit Natronlauge der Futterwert soweit verbessert werden kann, daß er dem des Maisspindelmehls bzw. dem von gutem Heu entspricht. Weiters wurde überprüft, ob die Hinzugabe diverser Rationsbestandteile zum NaOH-behandelten Stroh und die Pelletierung den Strohaufschluß negativ beeinflusst.

Die genannte Untersuchung zeigte, daß die gemeinsame Pelletierung des Strohs mit den anderen Rationsbestandteilen den Strohaufschluß teilweise behindert. Die Ursache dürfte offenbar darin liegen, daß das Stroh bereits unmittelbar nach der Zugabe der Natronlauge mit den anderen Rationsbestandteilen (Getreide, Sojaschrot, Mineralstoffe) vermengt wird, noch bevor der Aufschlußvorgang beendet ist. Dabei könnte einerseits eine teilweise Neutralisierung der NaOH eintreten, andererseits wird die NaOH-Konzentration durch die anderen Komponenten verringert (PICHLER, 1996).

Für die Klärung der gestellten Fragen wurde in der vorliegenden Untersuchung ein pelletiertes Alleinfutter mit Rationen verglichen, die aus pelletiertem Stroh (Aufschlußstroh bzw. Rohstroh) und einer pelletierten Kraftfuttermischung bestanden. Darüber hinaus wurden die Ratio-

nen „Kraftfutter + Rohstroh“ mit „Kraftfutter + Aufschlußstroh“ miteinander verglichen, um festzustellen, inwieweit die Hinzugabe von NaOH zum geschroteten Stroh den Futterwert gegenüber geschrotetem Rohstroh erhöht.

2. Material und Methode

Zur Erreichung des Versuchszieles wurden insgesamt 36 männliche Fleckviehkälber, entsprechend den Bestimmungen für die Fleischleistungsprüfung am Königshof, mit einem Alter von ca. 3 Wochen angekauft und unter einheitlichen Bedingungen aufgezogen. Infolge Erkrankung (Pneumonie, Nierensteine, Blähung und Verletzung) sind einige Tiere zum Teil während der Aufzucht, zum Teil während der Mast ausgefallen, so daß nicht alle Tiere ausgewertet werden konnten. Die Tiere wurden einzeln angebunden auf Stroh gehalten. Das in den Rationen eingesetzte Stroh wurde in einer Hammermühle, unter Verwendung eines 5 mm Rundlochsieb, geschrotet. Die Aufteilung der Kälber auf die Versuchsgruppen wurde bei der Einstellung aufgrund des Alters der Tiere durchgeführt. Zur Überprüfung der Verteilung auf die Versuchsgruppen wurde eine Varianzanalyse durchgeführt, welche zeigte, daß keine sig-

nifkanten Unterschiede zwischen den Gruppen bestanden, die Irrtumswahrscheinlichkeit für die globalen Differenzen war $P\% = 56,95$. Die Überprüfung auf Normalverteilung der Lebendgewichte (LG) am 29. Lebenstag (LT) zeigte, daß keine statistisch relevanten Abweichungen vorhanden waren. In der Kälberaufzuchtperiode, welche bis zum 125. Lebenstag (LT) dauerte, bekamen die Tiere ein einheitliches Futter ad lib. als Pellets verabreicht. Ergänzend zum Aufzuchtfutter wurde den Tieren Vollmilch und Magermilch im Verhältnis 1:1 bis zum 75. LT gegeben. Die Mastperiode bzw. die eigentliche Versuchsperiode dauerte vom 125. LT bis zum 365. LT. Die Abwaagen der Tiere erfolgten am 125., 185., 245., 305. und 365. LT. Die Abwaagetermine begrenzten die einzelnen Teilabschnitte des Versuches. Die Durchführung des Versuches erfolgte nach den Richtlinien für die Fleischleistungsprüfung an der Prüfstation Königshof (PICHLER, 1992).

Den drei Versuchsgruppen wurden folgende Gruppenbezeichnungen zugeordnet:

AF ... Alleinfutterpellets

AK ... Aufschlußstrohpellets + Kraftfutterpellets

RK ... Rohstrohpellets + Kraftfutterpellets

Der AF-Gruppe wurde ein pelletiertes Alleinfuttergemisch verabreicht, bei den anderen Gruppen wurde den Tieren das Kraftfutter, getrennt vom Stroh – ebenfalls in Form von Pellets – vorgelegt. Die AK-Gruppe erhielt das Stroh in aufgeschlossener Form (Aufschlußstroh), während es bei der RK-Gruppe nicht aufgeschlossen war (Rohstroh).

Die Erstellung der Rationen erfolgte auf der Basis des Stärkewertsystems. Da jedoch zwischenzeitlich die umsetzbare Energie (ME) verstärkt als Energiebewertungssystem herangezogen wird, wurden die Auswertungen über den Energieaufwand nach diesem System durchgeführt (JEROCH et al., 1993).

Tabelle 1: Zusammensetzung der Allein- und der Kraftfutterrationen
Table 1: Ingredients of the compound feed and the concentrates

| Futterkomponente | Alleinfutter | Kraftfutter |
|------------------------------|--------------|-------------|
| Mais | 35,0 | 68,8 |
| Sojaextraktionsschrot (44 %) | 13,0 | 26,2 |
| Viehsalz | 0,5 | 0,9 |
| Aufschlußstroh | 47,8 | 0,0 |
| Dicalciumphosphat | 0,5 | 0,9 |
| Rinderprämix | 0,7 | 1,2 |
| Presshilfe | 2,5 | 2,0 |

Tabelle 2: Nährstoffgehalte der eingesetzten Futtermittel bzw. Rationen je kg Futter

Table 2: Nutrient contents per kg feed of the feeding stuffs and the rations, respectively

| | Alleinfutter | Kraftfutter | Aufschluß-stroh | Rohstroh |
|---|--------------|-------------|-----------------|----------|
| verd. Rohprotein (DXP) in g | 73 | 144 | 2 | 8 |
| Umsetzbare Energie in MJ (ME _M) | 9,34 | 11,85 | 6,61 | 5,18 |
| Stärkeeinheiten (StE) | 497 | 643 | 337 | 232 |
| Rohfaser (XF) in g | 205 | 36 | 380 | 399 |

Das Kraftfutter wurde den Tieren bei der AK- und der RK-Gruppe gemeinsam mit dem Stroh im Verhältnis 1 : 1 vorgelegt. Somit erhielt das Futter der AK-Gruppe 9,23 MJ (490 StE), 73 g DXP, 208 g Rohfaser und das Futter der RK-Gruppe 8,52 MJ (438 StE), 76 g DXP und 218 g Rohfaser je kg.

Es wurde bereits dargestellt, daß die Tiere beim Versuchsbeginn zufällig auf die Gruppen aufgeteilt wurden. Am 125. LT., dem Beginn der eigentlichen Versuchsfütterung, hatte die AF-Gruppe gegenüber der AK-Gruppe ein signifikant höheres Gewicht. Dieser Vorsprung setzte sich zwar in der Tendenz bis zum Versuchsende fort (Tabelle 3) wurde jedoch im Laufe der weiteren Entwicklung der Tiere immer kleiner.

Tabelle 3: Lebendgewichte an den Abwaageterminen (unkorrigiert)

Table 3: Live weights at the weighing times (uncorrected)

| Abwaage | n | Versuchsgruppen | | | | | | P % | Bonferroni-Holm-Test | | |
|---------|----|-----------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-------|----------------------|-------|-------|
| | | AF | | AK | | RK | | | AF-AK | AF-RK | AK-RK |
| | | \bar{x} | $S\bar{x}$ | \bar{x} | $S\bar{x}$ | \bar{x} | $S\bar{x}$ | | | | |
| 29. LT | 35 | 82,1 | 2,5 | 78,4 | 2,7 | 79,3 | 3,1 | 56,95 | ns | ns | ns |
| 125. LT | 35 | 175,2 | 5,0 | 153,9 | 5,2 | 166,4 | 5,7 | 2,17* | * | ns | ns |
| 185. LT | 31 | 230,6 | 8,5 | 217,8 | 10,9 | 221,7 | 9,7 | 61,74 | ns | ns | ns |
| 245. LT | 30 | 314,5 | 9,9 | 296,5 | 12,1 | 283,6 | 10,8 | 12,25 | ns | ns | ns |
| 305. LT | 30 | 399,5 | 12,0 | 369,3 | 12,0 | 374,0 | 10,7 | 11,60 | ns | ns | ns |
| 365. LT | 30 | 470,9 | 10,4 | 432,0 | 12,7 | 463,7 | 11,3 | 6,64 | ns | ns | ns |

ns = nicht signifikant, * $p \leq 5,0\%$

Eine Überprüfung des Einflusses des 125. LT-Gewichtes auf den Mastverlauf mittels der Korrelationsrechnung (Tabelle 4) erbrachte, daß das 125. LT-Gewicht auf eine Reihe von Merkmalen entsprechende Auswirkungen hat. Daher war es sinnvoll – in Verbindung mit den oben dargestellten Ergebnissen – die untersuchten Merkmale auf ein konstantes 125. LT-Gewicht zu korrigieren.

Die statistischen Analysen wurden mit dem Statistikprogramm von SAS (1993) nach folgendem Modell durchgeführt:

$$Y_{ij} = \mu + G_i + bX_{ij} + e_{ij}$$

Die Symbole haben hierbei folgende Bedeutung:

- Y_{ij} Beobachtungswert
- μ gemeinsame Konstante
- G_i fixer Effekt der Gruppe i , $i = 1-3$
- b linearer Regressionskoeffizient
- X_{ij} Kovariable 125. LT-Gewicht
- e_{ij} Restkomponente

Die Überprüfung der H_0 für Gruppenunterschiede erfolgte mit dem Bonferroni-Holm-Test (ESSL, 1987).

3. Ergebnisse

3.1 Lebendgewicht und Zuwachs

Die Gruppenmittelwerte der Lebendgewichte, die in der Tabelle 5 dargestellt sind zeigen, daß am 185. LT nur zwei

Gruppen der Alleinfuttergruppe (AF) und der AK-Gruppe ein signifikanter Unterschied besteht, bei den anderen Gruppenvergleichen sind die Unterschiede zufällig. Bei der Abwaage am 245. LT bestehen signifikante Gruppenunterschiede, welche jedoch in erster Linie durch die RK-Gruppe verursacht wurden. Bei den nachfolgenden Abwaagen am 305. und 365. LT bestehen zwischen den Gruppen keine deutlichen Unterschiede.

Die in der Tabelle 6 dargestellten Ergebnisse für die täglichen Zunahmen zeigen bei den Mastabschnitten (1), (2) und (4) deutliche Gruppenunterschiede, während beim Mastabschnitt (3) bzw. bei der gesamten Mastperiode keine signifikanten Differenzen aufgetreten sind.

3.2 Futterverbrauch

3.2.1 Trockenmasse

Hinsichtlich des täglichen Trockenmasseaufwandes (TM, Tabelle 7) wurden im ersten Mastabschnitt keine signifikanten Unterschiede gefunden, wenngleich die RK-Gruppe tendenziell den geringsten TM-Verbrauch hat. Im zweiten Mastabschnitt ist die RK-Gruppe den AF- und AK-Gruppen unterlegen, und im dritten Mastabschnitt hatte die AF-Gruppe einen bedeutend höheren TM-Aufwand als die beiden anderen Gruppen. Im vierten Mastabschnitt hat die RK-Gruppe den höchsten TM-Aufwand.

Wird die gesamte Versuchsperiode (G) betrachtet, so hat die AF-Gruppe die höchste TM-Aufnahme. Die Differen-

Tabelle 4: Korrelationskoeffizienten der Beziehungen des 125-LT-Gewichtes zu ausgesuchten Merkmalen
Table 4: Correlation coefficients of the relations of the 125th-live-day weights to selected attributes

| Lebendgewicht | 185.LT | 245.LT | 305.LT | 365.LT | Zuwachs 125.-365. LT |
|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------------|
| r | 0,89*** | 0,87*** | 0,81*** | 0,66*** | 0,22 ns |
| TM-Aufnahme | 125.-185. LT | 185.-245. LT | 245.-305. LT | 305.-365. LT | 125.-365. LT |
| r | 0,71*** | 0,76*** | 0,30 ns | 0,31 ns | 0,82*** |

*** $p \leq 0,1 \%$, n. s. = nicht signifikant

Tabelle 5: Lebendgewichte an den Abwaageterminen
Table 5: Live weights at the weithing times

| Abwaagetermin | n | Versuchsgruppen | | | | | | P % | Bonferroni-Holm-Test | | |
|---------------|----|-----------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|----------|----------------------|-------|-------|
| | | AF | | AK | | RK | | | AF-AK | AF-RK | AK-RK |
| | | \bar{X} | $S\bar{X}$ | \bar{X} | $S\bar{X}$ | \bar{X} | $S\bar{X}$ | | | | |
| 185.LT | 31 | 218,4 | 3,8 | 235,2 | 4,9 | 223,5 | 4,2 | 4,93* | * | ns | ns |
| 245.LT | 30 | 299,4 | 4,2 | 316,2 | 5,2 | 285,9 | 4,4 | 0,06*** | ns | * | *** |
| 305.LT | 30 | 386,1 | 6,5 | 386,1 | 8,0 | 376,0 | 6,8 | 48,4 ns | ns | ns | ns |
| 365.LT | 30 | 460,5 | 8,9 | 445,6 | 10,9 | 465,3 | 9,3 | 38,62 ns | ns | ns | ns |

$p \leq 5 \%$, *** $p \leq 0,1 \%$ n. s. = nicht signifikant

Tabelle 6: Tägliche Zunahmen in g
Table 6: Daily gain (g)

| Abwaagetermin | n | Versuchsgruppen | | | | | | P % | Bonferroni-Holm-Test | | |
|------------------|----|-----------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|----------|----------------------|-------|-------|
| | | AF | | AK | | RK | | | AF-AK | AF-RK | AK-RK |
| | | \bar{x} | $S\bar{x}$ | \bar{x} | $S\bar{x}$ | \bar{x} | $S\bar{x}$ | | | | |
| 125.-185. LT (1) | 31 | 848 | 64 | 1128 | 82 | 933 | 70 | 4,93* | * | ns | ns |
| 185.-245. LT (2) | 30 | 1273 | 53 | 1358 | 65 | 1037 | 55 | 0,13** | ns | ** | ** |
| 245.-305. LT (3) | 30 | 1445 | 86 | 1165 | 106 | 1501 | 90 | 5,19 ns | ns | ns | ns |
| 305.-365. LT (4) | 30 | 1240 | 66 | 992 | 81 | 1489 | 69 | 0,03*** | * | * | *** |
| 125.-365. LT (G) | 30 | 1120 | 37 | 1158 | 46 | 1240 | 39 | 38,62 ns | ns | ns | ns |

p ≤ 5 %, ** p ≤ 1 % *** ≤ 0,1 % n. s. = nicht signifikant

zen in der TM-Aufnahme der AF- gegenüber der AK-Gruppe betrug 334 g und gegenüber der RK-Gruppe 423 g, während der Unterschied zwischen der AK- und der RK-Gruppe nur 89 g betrug.

Bei der Beurteilung des TM-Aufwandes je kg Zuwachs (Tabelle 8) zeigten sich in den Mastabschnitten (1), (2) und (3) keine signifikanten Differenzen. Im Mastabschnitt (4) besteht ein signifikanter Unterschied zwischen der AK- und der RK-Gruppe. Die Differenz beim TM-Aufwand je kg Zuwachs im Mastabschnitt (4) ist unter dem Aspekt zu sehen, daß der tägliche TM-Aufwand der AK-Gruppe für diesen Abschnitt zwar dem der anderen Gruppen ent-

spricht, die täglichen Zunahmen jedoch signifikant niedriger sind. Der TM-Aufwand über den gesamten Versuchszeitraum weist zwischen den Gruppen keine deutlichen Abweichungen auf.

3.2.2 Energieaufwand

Bei dem in der Tabelle 9 dargestellten Gesamtverbrauch an ME hat die AF-Gruppe im Mastabschnitt (1) den höchsten Wert. Der globale F-Test weist zwar signifikante Gruppenunterschiede aus (P% = 1,27), bei der paarweisen Überprüfung der Gruppen nach dem Bonferroni-Holm-Test

Tabelle 7: Trockenmasseaufnahme (TM) je Tag (g)
Table 7: Daily dry matter (DM) consumption (g)

| Mastabschnitt | n | Versuchsgruppen | | | | | | P % | Bonferroni-Holm-Test | | |
|-----------------|----|-----------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|---------|----------------------|-------|-------|
| | | AF | | AK | | RK | | | AF-AK | AF-RK | AK-RK |
| | | \bar{x} | $S\bar{x}$ | \bar{x} | $S\bar{x}$ | \bar{x} | $S\bar{x}$ | | | | |
| 125.-185.LT (1) | 31 | 4758 | 210 | 5072 | 271 | 4592 | 230 | 40,83ns | ns | ns | ns |
| 185.-245.LT (2) | 30 | 7019 | 163 | 7079 | 201 | 6321 | 170 | 0,69** | ns | ** | * |
| 245.-305.LT (3) | 30 | 8777 | 142 | 7665 | 175 | 7918 | 148 | 0,01*** | *** | *** | ns |
| 305.-365.LT (4) | 30 | 8413 | 109 | 8111 | 134 | 8703 | 114 | 0,80** | ns | ns | ** |
| 125.-365.LT (G) | 30 | 7306 | 80 | 6972 | 98 | 6883 | 83 | 0,36** | * | ** | ns |

p ≤ 5 %, ** p ≤ 1 % *** ≤ 0,1 % n. s. = nicht signifikant

Tabelle 8: Trockenmasseaufwand je kg Zuwachs (g TM/kg)
Table 8: Dry matter consumption per kilogram gain (g DM/kg)

| Mastabschnitt | n | Versuchsgruppen | | | | | | P % | Bonferroni-Holm-Test | | |
|------------------|----|-----------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|---------|----------------------|-------|-------|
| | | AF | | AK | | RK | | | AF-AK | AF-RK | AK-RK |
| | | \bar{x} | $S\bar{x}$ | \bar{x} | $S\bar{x}$ | \bar{x} | $S\bar{x}$ | | | | |
| 125.-185. LT (1) | 31 | 5270 | 226 | 4646 | 260 | 7976 | 210 | 27,40ns | ns | ns | ns |
| 185.-245. LT (2) | 30 | 5530 | 248 | 5284 | 306 | 6215 | 259 | 5,46ns | ns | ns | ns |
| 245.-305. LT (3) | 30 | 6532 | 785 | 7529 | 968 | 5389 | 819 | 24,21ns | ns | ns | ns |
| 305.-365. LT (4) | 30 | 6991 | 591 | 9053 | 729 | 5915 | 617 | 1,03* | ns | ns | ** |
| 125.-365. LT (G) | 30 | 6047 | 200 | 6093 | 247 | 5567 | 209 | 16,80ns | ns | ns | ns |

p ≤ 5 %, ** p ≤ 1 % *** ≤ 0,1 % n. s. = nicht signifikant

(ESSL, 1987) wurden jedoch keine signifikanten Gruppenunterschiede konstatiert, die Differenzen liegen jedoch knapp unter der $P < 5\%$ -Schwelle. Im Mastabschnitt (2) und (3) sind signifikante Gruppenunterschiede vorhanden, während im Mastabschnitt (4) die Differenzen nicht signifikant sind. In der Gesamtperiode (G) sind allerdings deutliche Unterschiede zwischen den Gruppen AF und RK und den Gruppen AK und RK zu erkennen.

Die AK-Gruppe hat im Durchschnitt den höchsten Energieaufwand je kg Zuwachs. Im Mastabschnitt (1) und (4) sowie über den gesamten Versuchsbereich unterscheiden sich die Gruppen signifikant voneinander (Tabelle 10).

3.3 Schlachtwert

Die Mast von Rindern zielt darauf ab, Schlachtkörper- bzw. Fleischqualitäten zu erzielen, die einerseits dem Mäster einen möglichst hohen Gewinn und andererseits dem Konsumenten ein Fleisch bester Qualität liefern. Daher ist die Frage der Schlachtkörperzusammensetzung von großer Bedeutung (Tabelle 11). Es bestehen bei den Merkmalen des Schlachtwertes – mit Ausnahme des Anteils wertvoller Teilstücke – keine wesentlichen Differenzen, hier ist nur die RK-Gruppe der AF-Gruppe deutlich überlegen.

4. Diskussion

Die vorgestellte Untersuchung versucht zur Beantwortung von zwei Fragen beizutragen:

Einerseits sollte der Einfluß der gemeinsamen Pelletierung von Rauhfutter (aufgeschlossenes, geschrotetes Stroh) mit dem Kraftfutter gegenüber der getrennten Pelletierung von Stroh (aufgeschlossen bzw. nicht aufgeschlossen) und Kraftfutter auf die Mastleistung und den Schlachtkörperwert von Masttieren untersucht werden und andererseits sollte die Frage beantwortet werden, ob der Futterwert von geschrotetem Stroh durch Aufschließung mit Natronlauge deutlich gesteigert werden kann.

Nach den Ergebnissen dieses Versuches wirkten sich die unterschiedlichen Darreichungsformen bzw. Behandlungen des Strohs in differenzierter Form aus. Die LG der einzelnen Mastabschnitte zeigten, daß die unterschiedlichen Strohbehandlungen nur in den ersten zwei Versuchsabschnitten signifikante Gruppenunterschiede verursachen, während in den späteren Abschnitten keine bedeutenden Differenzen nachweisbar sind. Bei den täglichen Zunahmen gibt es im dritten Versuchsabschnitt (245.–305. LT) bzw. über die gesamte Versuchsperiode keine signifikanten Unterschiede. Bei den anderen Versuchsabschnitten sind die globalen Gruppenunterschiede signifikant, wengleich beim paarweisen Vergleich

Tabelle 9: Aufwand an MJ umsetzbarer Energie (ME_{MJ}) je Tag
Table 9: Daily consumption on metabolizable energy (ME_{MJ})

| Mastabschnitt | n | Versuchsgruppen | | | | | | P % | Bonferroni-Holm-Test | | |
|------------------|----|-----------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|----------|----------------------|-------|-------|
| | | AF | | AK | | RK | | | AF-AK | AF-RK | AK-RK |
| | | \bar{x} | $S\bar{x}$ | \bar{x} | $S\bar{x}$ | \bar{x} | $S\bar{x}$ | | | | |
| 125.-185. LT (1) | 31 | 48,03 | 2,13 | 49,82 | 2,75 | 40,75 | 2,33 | 2,80* | ns | ns | ns |
| 185.-245. LT (2) | 30 | 68,80 | 1,56 | 69,71 | 1,92 | 55,69 | 1,63 | 0,01*** | ns | *** | *** |
| 245.-305. LT (3) | 30 | 83,32 | 1,46 | 74,74 | 1,80 | 69,60 | 1,52 | 0,01*** | ** | *** | * |
| 305.-365. LT (4) | 30 | 78,97 | 1,53 | 76,89 | 1,89 | 76,04 | 1,60 | 42,23 ns | ns | ns | ns |
| 125.-365. LT (G) | 30 | 70,42 | 0,92 | 67,69 | 1,13 | 60,52 | 0,96 | 0,01*** | ns | *** | *** |

$p \leq 5\%$, ** $p \leq 1\%$ *** $\leq 0,1\%$ n. s. = nicht signifikant

Tabelle 10: Aufwand umsetzbarer Energie in MJ (ME_{MJ}) je kg Zuwachs
Table 10: Consumption on metabolizable energy (ME_{MJ}) per kg gain

| Mastabschnitt | n | Versuchsgruppen | | | | | | P % | Bonferroni-Holm-Test | | |
|------------------|----|-----------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|----------|----------------------|-------|-------|
| | | AF | | AK | | RK | | | AF-AK | AF-RK | AK-RK |
| | | \bar{x} | $S\bar{x}$ | \bar{x} | $S\bar{x}$ | \bar{x} | $S\bar{x}$ | | | | |
| 125.-185. LT (1) | 31 | 58,04 | 3,04 | 42,52 | 3,91 | 43,75 | 3,32 | 0,48** | * | * | ns |
| 185.-245. LT (2) | 30 | 54,20 | 2,25 | 51,98 | 2,77 | 54,73 | 2,35 | 74,09 ns | ns | ns | ns |
| 245.-305. LT (3) | 30 | 61,99 | 7,50 | 73,29 | 9,25 | 47,43 | 7,83 | 10,80 ns | ns | ns | ns |
| 305.-365. LT (4) | 30 | 65,72 | 5,07 | 84,57 | 6,24 | 51,73 | 5,29 | 0,17** | ns | ns | ** |
| 125.-365. LT (G) | 30 | 58,32 | 1,93 | 59,05 | 2,38 | 48,94 | 2,02 | 0,24** | ns | ** | ** |

$p \leq 5\%$, ** $p \leq 1\%$ *** $\leq 0,1\%$ n. s. = nicht signifikant

nicht alle Gruppen hiervon betroffen sind. Diese Ergebnisse stehen nicht im vollen Einklang mit den in der Tabelle 5 dargestellten Lebendgewichten. Es ist zu berücksichtigen, daß die Gewichte in den einzelnen Abschnitten von den Gewichten des Vorabschnittes stark geprägt werden, während die täglichen Zunahmen nur die Teilabschnitte berücksichtigen und somit allgemein in nicht so enger Beziehung zueinander stehen. Wie dies durch die nachfolgenden Korrelationen (Tabelle 12) aufgezeigt wird.

Über die gesamte Mastperiode (G) gesehen, wurden keine signifikanten Unterschiede im Zuwachs gefunden. Das bedeutet, daß die einzelnen Versuchsgruppen – möglicherweise verursacht durch die Strohbehandlungen – unterschiedliche Wachstumsrhythmen haben.

In einer früheren Untersuchung (SCHLUGE, 1988) wurden hinsichtlich der scheinbaren Verdaulichkeit der organischen Substanz deutliche Unterschiede bei Alleinfutterrationen auf Rohstroh- und Aufschlußstrohbasis ermittelt. Die Rationen mit Aufschlußstroh hatten eine bedeutend höhere Verdaulichkeit, welche sich allerdings nur tendenziell als höhere Trockenmasseaufnahme zu Buche schlägt.

PICHLER (1996) konnte bei Alleinfutter zeigen, daß der Aufschluß von Stroh insgesamt eine deutliche Leistungsverbesserung gegenüber nativem Stroh bewirkt, daß es aber von der Rationszusammensetzung (Strohanteil) abhängig ist, wie deutlich diese ausfällt. Diese Ergebnisse stehen allerdings im Gegensatz zu den Mitteilungen von FLACHOWSKY und WOLF (1977), die bei ihren Untersuchungen signifikant höhere Tageszunahmen bei NaOH-behandelten Strohpellets gegenüber unbehandelten Pellets fanden. Aus den Berichten von FLACHOWSKY und WOLF (1977) geht jedoch nichts über die Partikelgröße des Strohs in den Pellets hervor.

Die Aufbereitung des Strohs zeigt deutliche Auswirkungen auf die tägliche Futteraufnahme wobei die Differenzen in erster Linie durch die AF-Gruppe verursacht wurden. Zwischen der AK- und der RK-Gruppe besteht nur ein geringer Unterschied.

Bei der Beurteilung des TM-Aufwandes je kg Zuwachs ergaben sich – mit Ausnahme im Mastabschnitt (4) – in den einzelnen Mastabschnitten keine signifikanten Gruppenunterschiede. Die signifikant schlechtere Rohverwertung

Tabelle 11: Schlachtwert
Table 11: Slaughter value

| Merkmal | n | Versuchsgruppe | | | | | | P % | Bonferroni-Holm-Test | | |
|-----------------------|----|----------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|----------|----------------------|-------|-------|
| | | AF | | AK | | RK | | | AF-AK | AF-RK | AK-RK |
| | | \bar{X} | $S\bar{x}$ | \bar{X} | $S\bar{x}$ | \bar{X} | $S\bar{x}$ | | | | |
| Ausschlachtung (%) | 30 | 56,88 | 0,54 | 57,69 | 0,44 | 56,41 | 0,37 | 9,69 ns | ns | ns | ns |
| Nettozunahme (g) | 30 | 705 | 15 | 696 | 19 | 711 | 16 | 83,79 ns | ns | ns | ns |
| Wertv. Teilstücke (%) | 29 | 41,07 | 0,44 | 41,63 | 0,59 | 42,93 | 0,47 | 2,52* | ns | * | ns |
| Fleischanteil (%) | 29 | 71,69 | 0,59 | 72,58 | 0,77 | 73,56 | 0,62 | 11,09 ns | ns | ns | ns |
| Knochenanteil (%) | 29 | 19,47 | 0,50 | 19,61 | 0,66 | 18,05 | 0,53 | 9,81 ns | ns | ns | ns |
| Fettanteil (%) | 29 | 8,73 | 0,33 | 7,53 | 0,43 | 7,75 | 0,34 | 6,80 ns | ns | ns | ns |

p ≤ 5 %, ** p ≤ 1 % *** ≤ 0,1 % n. s. = nicht signifikant

Tabelle 12: Korrelationen der Lebendgewichte und täglichen Zunahmen in den Versuchsabschnitten
Table 12: Correlations of live weights and daily gain between the different periods

| Lebendgewichte | N = 30 | Lebendgewichte | | | | |
|-------------------|---------|-------------------|------------------|------------------|------------------|--|
| | | 125. LT | 185. LT | 245. LT | 305. LT | |
| 185. LT | | 0,89*** | | | | |
| 245. LT | | 0,87*** | 0,94*** | | | |
| 305. LT | | 0,81*** | 0,82*** | 0,87*** | | |
| 365. LT | | 0,66*** | 0,61*** | 0,62*** | 0,89*** | |
| Tägliche Zunahmen | N = 29 | Tägliche Zunahmen | | | | |
| | | 125.-185. LT (1) | 185.-245. LT (2) | 245.-305. LT (3) | 305.-365. LT (4) | |
| | | 185.-245. LT (2) | 0,31 ns | | | |
| | | 245.-305. LT (3) | -0,33 ns | 0,20 ns | | |
| | | 305.-365. LT (4) | -0,44* | -0,39* | 0,66*** | |
| 125.-365. LT (G) | 0,13 ns | 0,24 ns | 0,76*** | 0,62*** | | |

p ≤ 5 %, ** p ≤ 1 % *** ≤ 0,1 % n. s. = nicht signifikant

der AK-Gruppe im Mastabschnitt (4) hat seine Ursache in der geringeren täglichen Zunahme, während der tägliche TM-Aufwand als normal zu bezeichnen ist. Auch gab es keine bedeutenden Unterschiede im Gesamtabschnitt (G). Der tägliche Aufwand an ME zeigt grundsätzlich einen höheren Aufwand der AF-Gruppe gegenüber der AK- und RK-Gruppe, vor allem in den Mastabschnitten (2) und (3) und im Gesamtabschnitt (G), welcher einerseits im höheren Energiegehalt der Alleinfuttermitteln und andererseits in der höheren täglichen TM-Aufnahme begründet ist. Ebenso zeigt die AK-Gruppe gegenüber der RK-Gruppe einen höheren Energieaufwand. Die Unterschiede sind offensichtlich durch den unterschiedlichen Futterwert des Rohstrohs gegenüber dem Aufschlußstroh verursacht, was auch mit den Ausführungen von FLACHOWSKY et al. (1977) übereinstimmt. Da bei der Ration der RK-Gruppe kein energetischer Ausgleich durch entsprechende Kraftfuttergaben erfolgte, sind die Ergebnisse z. T. zwangsläufig.

Besonderes Gewicht erhält der Energieaufwand (ME_{MJ}) je kg Zuwachs, welcher sich unmittelbar auf die Schlachtkörperzusammensetzung auswirkt. In der Periode 125. LT-365. LT hat die AF-Gruppe den höchsten Energieaufwand je kg Zuwachs, was sich direkt in einem gegenüber den anderen Gruppen höheren Fettanteil der Schlachtkörper auswirkt, wenngleich die Unterschiede nicht signifikant sind. Die Irrtumswahrscheinlichkeit für die globalen Gruppenunterschiede liegt mit $P = 6,80\%$ nur knapp über der 5% Signifikanzschwelle.

Nach den Ergebnissen dieses Versuches wäre der Schluß naheliegend, daß die Vermahlung des Strohs allein ausreichend ist, um einen entsprechenden Futterwert zu erzielen, so daß ein zusätzlicher Aufschluß mit NaOH nicht notwendig erscheint. Einige der früher durchgeführten Untersuchungen anderer Autoren befaßten sich mit Häckselstroh (SCHIEMANN et al., 1978; JENTSCH et al., 1978a, 1978b) bzw. verglichen aufgeschlossenes Häckselstroh mit Strohpellets (COOMBE et al., 1979a, 1979b) und haben hierbei deutliche Aufschlußwirkungen festgestellt. Ein direkter Vergleich zwischen Rohstrohpellets und Aufschlußstrohpellets wurde jedoch nicht durchgeführt.

Nach FLACHOWSKY et al. (1977) kann durch die Schrotung und Pelletierung die Strohaufnahme und damit die Energieaufnahme über Stroh gesteigert werden. Nach den von den genannten Autoren durchgeführten Untersuchungen war der maximale Strohverzehr bei Rationen mit Häckselstroh $1,3\text{ kg}/100\text{ kg LG}$, nach Vermahlung und Pelletierung des Strohs betrug die Strohaufnahme $1,5$ bis $2,0\text{ kg}/100\text{ kg LG}$. Die genannten Autoren ermittelten fer-

ner an Hand von zwei Bullenmastversuchen, daß die TM-Aufnahme von unbehandelten Strohpellets je Tier und Tag $3,8\text{ kg}$ bzw. $4,6\text{ kg}$ betrug, während bei mit NaOH behandelten Strohpellets die tägliche TM-Aufnahme $4,6$ bzw. $4,8\text{ kg}$ war. Nach mechanischer Behandlung des Strohs hatten die Bullen einen Verzehr von $1,8\text{ kg TM}/100\text{ kg LG}$ bei Rohstroh bzw. $2,1\text{ kg TM}/100\text{ kg LG}$ bei NaOH-aufgeschlossenem Stroh. Dieses Ergebnis steht allerdings im Gegensatz zu den eigenen Ergebnissen, welche keine wesentlichen Unterschiede in der TM-Aufnahme zwischen aufgeschlossenem Stroh und Rohstroh erbrachten. Eine Erklärung dieser Unterschiede kann jedoch nicht gebracht werden, vor allem deshalb, weil in beiden Versuchen keine Angaben über die Partikelgröße des Strohs vorliegen.

Im vorliegenden Versuch wurden hinsichtlich des Gesamttrockenmassetaufwandes signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen festgestellt, beim TM-Aufwand je kg Zuwachs jedoch nicht. Hinsichtlich des Energieaufwandes bestehen aufgrund des unterschiedlichen Energieniveaus der Rationen deutliche Unterschiede. Während die Tiere der RK-Gruppe $60,52\text{ MJ}$, die Tiere der AK-Gruppe $67,69\text{ MJ}$ aufnahmen, hat die AF-Gruppe einen Energieaufwand von $70,42\text{ MJ}$ je Tier und Tag.

Unter Berücksichtigung aller in diesem Versuch ermittelten Ergebnisse erscheinen bei der Mast mit Trockenfuttermitteln auf Strohbasis mehrere Vorgangsweisen sinnvoll:

- Ein Vermischen von geschrotetem Stroh mit dem Kraftfutter und gemeinsame Pelletierung zum Alleinfutter erscheint nicht unbedingt notwendig; Stroh und Kraftfutter kann daher auch getrennt verfüttert werden, wenngleich eine Alleinfuttermitteln arbeitstechnisch große Vorteile hat.
- Nach den Ergebnissen dieses Versuches in Verbindung mit den Ergebnissen von PICHLER (1996) kann der Aufschluß des Strohs mit NaOH entfallen, wenn das Stroh geschrotet wird und die Energiekonzentration der Ration entsprechend hoch ist. Hiermit könnten die Kosten für die NaOH eingespart werden und es würde das Sicherheitsrisiko, welches beim Hantieren mit der Lauge vorhanden ist, entfallen.

Wird gemahlener Stroh und Kraftfutter getrennt verfüttert, so bringt ein Aufschluß des Strohs gegenüber nativem Stroh keine Leistungssteigerung. Offensichtlich dürfte die Vermahlung allein einen „Aufschlußeffekt“ bewirken, und zwar durch die Vergrößerung der Oberfläche des Futters und somit einer besseren Angreifbarkeit durch die Pansenorganismen.

Literatur

- BERGNER, H. und R. GÖRSCH (1979): NPN-Verbindungen und NPN-Strohpellets. VEB Landwirtschaftsverlag, Berlin.
- BERGNER, H., R. GÖRSCH und J. MARIENBURG (1988): Verdaulichkeit von Strohpellets bei unterschiedlicher Vorbehandlung des Strohs mit NaOH. *Archiv f. Tierernährung*, 38, 675–686.
- COOMBE, J. B., D. A. DINIUS and W. E. WHEELER (1979a): Effect of alkali treatment on intake and digestion of barley straw by beef steers. *J. Anim. Sci.*, 49, 169–176.
- COOMBE, J. B., D. A. DINIUS, H. K. GOERING and R. R. OLTJEN (1979b): Wheat straw-urea diets for beef steers; Alkali treatment and supplementation with protein, Monensin and a feed intake stimulant. *J. Anim. Sci.*, 48, 1223–1233.
- ESSL, A. (1987): *Statistische Methoden in der Tierproduktion*. Österreichischer Agrarverlag, Wien.
- FLACHOWSKY, G. (1989): Feed intake and prediction of voluntary intake of growing bulls. *Archiv f. Tierernährung*, 39, 1075–1089.
- FLACHOWSKY, G., H. J. LÖHNERT, J. WOLF, B. MÜLLER und E. KRÄMER (1976): NaOH-Zusatz bei der Strohpelletierung und Prüfung der Pellets im Tierversuch. *Tierzucht*, 30, 359–362.
- FLACHOWSKY, G., I. WOLF, A. HENNING, H. BÖHM, W. LANGE, E. MÜLLER und E. SEMPFF (1977): Untersuchungen zum Einsatz hoher Anteile von unterschiedlich aufbereitetem Getreidestroh in der Mastrinderfütterung. *Tierzucht* 31, 132–134.
- FLACHOWSKY, G. und I. WOLF (1977): Ergebnisse beim Einsatz von NaOH-behandeltem Stroh in der Mastrinderfütterung. *Arch. Tierernährung* 27, 582.
- JENTSCH, W., R. SCHIEMANN, H. WITTENBURG und L. HOFFMANN (1978a): Untersuchungen zur Verdaulichkeit und Verwertung von Rationen mit Stroh unterschiedlicher Behandlung. 2. Mitteilung: Untersuchungen zur energetischen Verwertung von Rationen mit unterschiedlich behandeltem Stroh durch das Schaf. *Arch. Tierernährung* 28, 397–406.
- JENTSCH, W., H. WITTENBURG und R. SCHIEMANN (1978b): Untersuchungen zur Verdaulichkeit und Verwertung von Rationen mit Stroh unterschiedlicher Behandlung. 3. Mitteilung: Untersuchung zur energetischen Verwertung von Rationen mit unterschiedlich behandeltem Stroh durch Mastbullen. *Arch. Tierernährung* 28, 407–416.
- JEROCH, H., G. FLACHOWSKY und F. WEISSBACH (1993): *Futtermittelkunde*. Gustav Fischer, Jena, Stuttgart.
- PICHLER, W. A. (1992): 30 Jahre Prüf- und Versuchsstation für Fleischleistung. Polykopia, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft (Bundesversuchswirtschaft Königshof).
- PICHLER, W. A. (1996): Untersuchungen zum Einsatz von mit Natronlauge aufgeschlossenem Getreidestroh in der Jungstiermast. *Die Bodenkultur* 47, 11–28.
- REXEN, F. P. and K. E. B. KNUDSEN (1984): Industrial-scale dry treatment with sodium hydroxide. In: *Straw and other fibrous by-products as feed*. *Developments in Animal and Veterinary Sciences*, 14, 128–161.
- SAS (1993): *SAS/STAT User's Guide*, Version 6. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- SCHIEMANN, R., W. JENTSCH, H. WITTENBURG und W. HOFFMANN (1978): Untersuchungen zur Verdaulichkeit und Verwertung von Rationen mit Stroh unterschiedlicher Behandlung. 1. Mitteilung: Untersuchungen zur Verdaulichkeit von Rationen mit unterschiedlich behandeltem Stroh beim Schaf. *Archiv Tierernährung* 28, 387–396.
- SCHLUGE, P. (1988): Vergleichende Untersuchungen zum Einfluß der mechanischen und chemischen Strohbehandlung auf die Verdaulichkeit von Maststieren. Diplomarbeit Universität für Bodenkultur, Wien.

Anschrift der Verfasser

Hofrat Dipl.-Ing. Dr. Werner A. Pichler, Dipl.-Ing. Johannes J. Frickh, Landwirtschaftliche Bundesversuchswirtschaften GmbH, Betriebsstätte Königshof, A-2462 Wilfleinsdorf.

Eingelangt am 18. März 1997

Angenommen am 7. Mai 1997