

## **Ertrag und Futterqualität von Silomais in Abhängigkeit von Vegetationsstadium, Sorte und Standort**

Leonhard Gruber<sup>1</sup> und Waltraud Hein<sup>2</sup>

### **Einleitung und Fragestellung**

Die Anbaufläche von Silomais beträgt mit 75.600 ha nur 2,3 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche (LN) in Österreich und hat sich seit 1980 (106.300 ha) deutlich vermindert. Silomais macht 5,5 % der Ackerfläche und 32,4 % der Feldfutterfläche aus (BMLFUW 2005). Obwohl daher in Österreich auf Grund der geographischen Lage und topographischen Situation das Grünland für die Grobfutterversorgung der Wiederkäuer eine überragende Rolle spielt (1.810.400 ha (55,6 % der LN), davon jeweils die Hälfte Wirtschafts- und Extensivgrünland, BMLFUW 2005), hat der Silomais in klimatisch geeigneten Lagen (Donauraum, östliches Flach- und Hügelland, Kärntner Becken, Alpenvorland, begünstigte inneralpine Täler und Becken) einen wesentlichen Anteil in Rinderrationen. In der spezialisierten Rindermast stellt Silomais das vorwiegende Grobfutter dar (Gruber & Lettner 1985, BMLFUW 2006), in der Milchviehfütterung beträgt der Anteil der Maissilage in diesen Gebieten bis zu 30 % des Grobfutters (Gruber & Steinwender 1992, Steinwider & Guggenberger 2003).

Sowohl für Ertrag als auch Futterwert spielen Vegetationsstadium, Sorte und Standort eine entscheidende Rolle (Meisser & Weiss 2002). Im Lauf der Vegetation erhöht sich der Anteil des energiereichen Kolbens, gleichzeitig vermindert sich jedoch der Futterwert der Restpflanze signifikant (Groß 1970, Zscheischler et al. 1974, Groß 1979, Gruber et al. 1983, Daccord et al. 1995). Auch die Standweite (Pflanzenanzahl pro m<sup>2</sup>) wirkt sich stark auf den Ertrag sowie den Kolbenanteil und folglich auch den Futterwert der Gesamtpflanze aus (Zscheischler et al. 1974). Über einen weiten Bereich der Vegetation heben sich Verschlechterung der Restpflanze und Zunahme des Kolbenanteils in ihrer Wirkung auf die Verdaulichkeit der Gesamtpflanze mehr oder weniger auf (Groß 1979, Groß & Peschke 1980a und 1980b, Gruber et al. 1983, Pex et al. 1996). Wenn verschiedene Sorten bei ähnlichem Vegetationsstadium verglichen werden, sind die Unterschiede zwischen den Sorten hinsichtlich Verdaulichkeit und Energiekonzentration relativ gering (Zscheischler et al. 1974, Schwarz et al. 1996, Hein & Gruber 2003). Aus den Untersuchungen von Pex et al. (1996) sowie Schwarz et al. (1996) geht außerdem hervor, dass zwischen Rind und Schaf deutliche Unterschiede im Verdauungsvermögen besonders der Rohfaser von Maissilage bestehen, wobei zusätzlich des Vegetationsstadium (d.h. Stärkegehalt) mitspielt. In verdauungsphysiologischer Hinsicht ergeben allerdings früh und spät geernteter Silomais trotz ähnlicher Verdaulichkeiten eine sehr unterschiedliche Produktion an flüchtigen Fettsäuren im Pansen und damit Wirkung im Stoffwechsel (Jochmann et al. 1999, Beever & Mould 2000). In den letzten Jahren wurden Maissorten auch hinsichtlich der Verdaulichkeit der Restpflanze („stay green“) und der Abbaubarkeit der Stärke im Pansen untersucht (Ettle et al. 2001, Steingäß & Siegel 2002, Kurtz & Schwarz 2005). Dazu wurden Milchvieh- und Rindermastversuche, Verdauungsversuche, die *in situ*-Methodik und Untersuchungen mit pansen- und dünndarmfistulierten Kühen durchgeführt (u.a. Akbar et al. 2002, Ettle et al. 2001, Ettle et al. 2002, Ettle & Schwarz 2003, Höner et al. 2002, Langenhoff et al. 2003, Kurtz & Schwarz 2005).

---

<sup>1</sup> Univ.-Doz. Dr. Leonhard GRUBER, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Nutztierforschung, Gumpenstein, A-8952 Irdning, leonhard.gruber@raumberg-gumpenstein.at, 0043 (0)3682 22451 260

<sup>2</sup> Dipl.-Ing. Waltraud HEIN, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, Gumpenstein, A-8952 Irdning, waltraud.hein@raumberg-gumpenstein.at, 0043 (0)3682 22451 430

Um diese Zusammenhänge für aktuelle Sorten in Österreich zu beschreiben und zu quantifizieren, wurde in den Jahren 2002 und 2003 ein Silomaisversuch mit den Faktoren Sorte, Vegetationsstadium und Standort durchgeführt.

## Material und Methoden

### Versuchsplan und Erhebungen

Der Versuchsplan bestand aus 3 Faktoren mit jeweils 3 Faktorstufen ( $3 \times 3 \times 3 = 27$ ):

Vegetationsstadium: Ende Milchreife (I), Mitte Teigreife (II), Ende Teigreife (III)

Sorte: Fuxxol (RZ 240), Romario (RZ 270), Atalante (RZ 290)

Standort: Lambach (Oberösterreich), Kobenz (Steiermark), Gumpenstein (Steiermark)

Die Standorte sind hinsichtlich Seehöhe und Klima sehr unterschiedlich und repräsentieren verschiedene Anbauggebiete. Dadurch war ein starker Einfluss auf Wachstumsverlauf, Ertrag und Kolbenbildung des Silomaises zu erwarten.

Lambach: 366 m Seehöhe, 8.2 °C Jahrestemperatur, 957 mm Niederschlag

Kobenz: 630 m Seehöhe, 6.8 °C Jahrestemperatur, 850 mm Niederschlag

Gumpenstein: 700 m Seehöhe, 6.8 °C Jahrestemperatur, 1010 mm Niederschlag

Die beiden Versuchsjahre waren durch besonders hohe Temperaturen gekennzeichnet, wobei im August 2002 sintflutartige Regenfälle zu verzeichnen waren. Die Niederschlagswerte des Jahres 2002 liegen rund 30 % höher als die des langjährigen Durchschnittes. Im Jahr 2003 herrschte eine extreme Trockenheit, die sich am stärksten am Standort Kobenz auswirkte, während die Niederschläge sowohl in Gumpenstein als auch in Lambach trotz einer Reduzierung um rund 20 % für eine entsprechende Ertragsbildung ausreichten. An jedem Standort wurde ein Feldversuch in vierfacher Wiederholung angelegt, die pflanzenbaulichen Maßnahmen entsprachen jenen der Sortenversuche. Die Anbau- und Erntetermine sind in Tab. 1 angeführt. Bei der Ernte wurde der Silomais in Kolben und Restpflanze getrennt, der Ertrag bei der Pflanzenteile an Frischmasse gewogen und die Trockenmasse bestimmt (24 h bei 105° C).

Tabelle 1: Anbau- und Erntezeitpunkte des Silomaises in den beiden Versuchsjahren

Standort	Fuxxol			Romario			Atalante		
	L	K	G	L	K	G	L	K	G
<b>2002</b>									
Anbau	28.04.	06.05.	07.05.	28.04.	06.05.	07.05.	28.04.	06.05.	07.05.
Ende Milchreife	28.08.	04.09.	05.09.	09.09.	04.09.	16.09.	09.09.	04.09.	16.09.
Mitte Teigreife	09.09.	17.09.	16.09.	23.09.	17.09.	26.09.	23.09.	17.09.	26.09.
Ende Teigreife	23.09.	27.09.	26.09.	03.10.	27.09.	03.10.	03.10.	27.09.	03.10.
<b>2003</b>									
Anbau	17.04.	24.04.	05.05.	17.04.	24.04.	05.05.	17.04.	24.04.	05.05.
Ende Milchreife	18.08.	13.08.	21.08.	18.08.	13.08.	21.08.	18.08.	13.08.	21.08.
Mitte Teigreife	25.08.	26.08.	03.09.	25.08.	26.08.	03.09.	25.08.	26.08.	03.09.
Ende Teigreife	02.09.	02.09.	17.09.	02.09.	02.09.	17.09.	02.09.	02.09.	17.09.

L = Lambach, K = Kobenz, G = Gumpenstein

### Analysen und Auswertung

#### Chemische Analysen

Die chemischen Analysen erfolgten im Labor der HBLFA Raumberg-Gumpenstein. Die Weender Analyse und die Untersuchung der Gerüstsubstanzen (Van Soest et al. 1991) wurden nach den Methoden des VDLUFA (1976) und der ALVA (1983) durchgeführt. Die

Verdaulichkeit und Energiekonzentration von Kolben und Restpflanze wurde nach den Formeln von Groß & Peschke (1980a und 1980b) errechnet. Die Daten für die Gesamtpflanze wurden additiv entsprechend dem Anteil an Trockenmasse für alle Inhaltsstoffe ermittelt.

### **Statistische Analyse**

Der Datencheck und die deskriptive Statistik erfolgte mit dem Programm STATGRAPHICS Plus 5 (2000). Die statistische Auswertung wurde mit dem Programm LSMLMW PC-1 Version vorgenommen (Harvey 1987). Das statistische Modell bestand aus den fixen Effekten Vegetationsstadium, Sorte und Standort sowie den Zweifach-Interaktionen. Die paarweisen Vergleiche wurden nach Newman-Keuls mit STATGRAPHICS Plus 5 (2000) ermittelt und durch unterschiedliche Hochbuchstaben gekennzeichnet ( $P \leq 0,05$ ).

## **Ergebnisse und Diskussion**

### ***Erträge und morphologische Zusammensetzung***

Die Erträge an Frisch- und Trockenmasse (TM) sowie an Energie (ME) sind in den Tabellen 2a bis 2c angeführt, ebenso die morphologische Zusammensetzung. Die Vegetationsdauer betrug im Mittel 132 Tage, in den drei Vegetationsstadien 122, 132 bzw. 142 Tage. Die Versuchsfaktoren Vegetationsdauer, Standort und Jahr wirkten sich signifikant auf den TM-Ertrag aus ( $P < 0,01$ ), auch der Einfluss der Sorte zeigte deutliche Unterschiede ( $P = 0,079$ ). Mit steigendem Vegetationsstadium erhöhte sich der Ertrag von 19.820 auf 21.449 bzw. 23.134 kg TM. Der für den Maisanbau günstige Standort Lambach übertraf die beiden anderen Standorte Kobenz und Gumpenstein um etwa 3.000 kg TM (23.245, 20.410, 20.748 kg TM). Hinsichtlich der Sorten stiegen die Erträge mit höherer Reifezahl an (20.800, 21.410, 22.194 kg TM für Fuxxol, Romario und Atalante). Auch in den bayerischen Untersuchungen von Zscheischler et al. (1974) wiesen die Sorten mit höherer Reifezahl höhere Erträge auf. Bezüglich des Ertrages an ME zeigten sich die gleichen Trends bei den jeweiligen Versuchsfaktoren. Mit Ausnahme des Jahres wirkten sich alle Versuchsfaktoren signifikant auf die morphologische Zusammensetzung aus, d.h. auf den Anteil von Kolben und Restpflanze. Die Sorte Romario (54,8 %) wies signifikant höhere Kolbenanteile auf als Fuxxol (51,4 %) und Atalante (49,3 % der TM).

Hinsichtlich des Ertrages an TM und ME bestanden zwischen Sorte und den anderen Versuchsfaktoren keine signifikanten Wechselwirkungen. Allerdings traten Wechselwirkungen zwischen Vegetationsstadium und Standort bzw. Jahr auf, d.h. der Faktor Vegetationsstadium ist nicht unabhängig von der Wirkung des Standortes bzw. Jahres (siehe Tabelle 2c im Anhang).

### ***Inhaltsstoffe der Restpflanze***

Der Gehalt an Inhaltsstoffen der Maisrestpflanzen in Abhängigkeit von den Versuchshauptfaktoren ist in den Tabellen 3a und 3b angegeben, für die Wechselwirkung Sorte x Vegetationsstadium in Tabelle 3c (Anhang). Alle vier Versuchsfaktoren beeinflussten den Gehalt an TM hochsignifikant ( $P < 0,001$ ). Der Rohproteingehalt betrug im Mittel 51 g/kg TM und verminderte sich im Lauf der Vegetation (52, 52, 47 g/kg TM). Erwartungsgemäß stieg der Gehalt an Rohfaser im Lauf der Vegetation an (327, 340, 360 g/kg TM), ebenso die Gerüstsubstanzen (638, 656, 682 g/kg TM). Dadurch verminderten sich Verdaulichkeit der OM und Energiekonzentration (8.46, 8.08, 7.85 MJ ME/kg TM). Wie auch bei anderen Gramineen ist der Mineralstoffgehalt bei älteren Pflanzen niedriger. Auch der Versuchsfaktor Sorte wirkte sich bei vielen Nähr- und Mineralstoffen signifikant aus (nicht jedoch auf Verdaulichkeit und

Tabelle 2a: Trockenmasse- und Energieertrag (pro Hektar) sowie morphologische Zusammensetzung (LS means der Haupteffekte)

Parameter	Einheit	Sorte			Vegetationsstadium			Standort			Jahr		RSD
		Fuxxol	Romario	Atalante	I	II	III	Lambach	Kobenz	Gumpen.	2002	2003	
Vegetation	Tage	131	133	133	122	132	142	136	129	131	139	124	3
<b>Frischmasse-Ertrag</b>													
Gesamtpflanze	kg FM	60.754 <sup>a</sup>	64.220 <sup>a</sup>	71.581 <sup>b</sup>	68.573 <sup>b</sup>	65.386 <sup>ab</sup>	62.596 <sup>a</sup>	60.194 <sup>a</sup>	66.569 <sup>b</sup>	69.793 <sup>b</sup>	72.543 <sup>a</sup>	58.493 <sup>b</sup>	5.609
Restpflanze	kg FM	39.200 <sup>a</sup>	40.724 <sup>a</sup>	49.392 <sup>b</sup>	47.079 <sup>c</sup>	43.124 <sup>b</sup>	39.114 <sup>a</sup>	36.086 <sup>a</sup>	45.209 <sup>b</sup>	48.021 <sup>b</sup>	48.714 <sup>a</sup>	37.497 <sup>b</sup>	4.618
Kolben	kg FM	21.376 <sup>a</sup>	23.312 <sup>b</sup>	21.990 <sup>ab</sup>	21.296 <sup>a</sup>	22.052 <sup>ab</sup>	23.330 <sup>b</sup>	24.008 <sup>b</sup>	21.091 <sup>a</sup>	21.579 <sup>a</sup>	23.570 <sup>a</sup>	20.882 <sup>b</sup>	1.938
<b>Trockenmasse-Ertrag</b>													
Gesamtpflanze	kg TM	20.800	21.410	22.194	19.820 <sup>a</sup>	21.449 <sup>b</sup>	23.134 <sup>c</sup>	23.245 <sup>b</sup>	20.410 <sup>a</sup>	20.748 <sup>a</sup>	22.152 <sup>a</sup>	20.784 <sup>b</sup>	1.776
Restpflanze	kg TM	9.935 <sup>a</sup>	9.601 <sup>a</sup>	11.071 <sup>b</sup>	10.424	10.116	10.068	9.855 <sup>a</sup>	9.985 <sup>a</sup>	10.768 <sup>b</sup>	10.479	9.926	1.100
Kolben	kg TM	10.864 <sup>a</sup>	11.809 <sup>b</sup>	11.123 <sup>ab</sup>	9.396 <sup>a</sup>	11.333 <sup>b</sup>	13.066 <sup>c</sup>	13.390 <sup>b</sup>	10.426 <sup>a</sup>	9.980 <sup>a</sup>	11.673 <sup>a</sup>	10.858 <sup>b</sup>	1.054
<b>Energie-Ertrag</b>													
Gesamtpflanze	GJ ME	215,567	225,167	228,954	205,636 <sup>a</sup>	222,594 <sup>b</sup>	241,457 <sup>c</sup>	244,573 <sup>b</sup>	210,793 <sup>a</sup>	214,322 <sup>a</sup>	231,296 <sup>a</sup>	215,162 <sup>b</sup>	8,322
Restpflanze	GJ ME	80,644 <sup>a</sup>	77,997 <sup>a</sup>	90,462 <sup>b</sup>	88,333 <sup>b</sup>	81,769 <sup>a</sup>	79,001 <sup>a</sup>	77,544 <sup>a</sup>	81,312 <sup>a</sup>	90,246 <sup>b</sup>	85,881 <sup>a</sup>	80,187 <sup>b</sup>	9,596
Kolben	GJ ME	134,923 <sup>a</sup>	147,169 <sup>b</sup>	138,492 <sup>ab</sup>	117,303 <sup>a</sup>	140,825 <sup>b</sup>	162,456 <sup>c</sup>	167,029 <sup>b</sup>	129,481 <sup>a</sup>	124,075 <sup>a</sup>	145,415 <sup>a</sup>	134,975 <sup>b</sup>	3,127
<b>Morph. Zusammensetzung</b>													
Kolbenanteil	% TM	51,40 <sup>a</sup>	54,77 <sup>b</sup>	49,31 <sup>a</sup>	46,62 <sup>a</sup>	52,73 <sup>b</sup>	56,13 <sup>c</sup>	57,16 <sup>c</sup>	50,47 <sup>b</sup>	47,86 <sup>a</sup>	52,67	50,98	3,35
Kolbenanteil	% ME	61,65 <sup>a</sup>	64,89 <sup>b</sup>	59,40 <sup>a</sup>	56,05 <sup>a</sup>	63,06 <sup>b</sup>	66,83 <sup>c</sup>	67,76 <sup>c</sup>	60,67 <sup>b</sup>	57,51 <sup>a</sup>	62,73	61,23	3,66

Tabelle 2b: P-Werte für Haupteffekte und Interaktionen, Variationskoeffizienten (CV) sowie Bestimmtheitsmaß (R<sup>2</sup>)

	Sorte	Vegetation	Standort	Jahr	SorxVeg	SorxOrt	SorxJahr	VegxOrt	VegxJahr	OrtxJahr	CV	R <sup>2</sup>
Vegetation	0,113	0,000	0,000	0,000	0,999	0,078	0,113	0,560	0,002	0,818	2,4	0,963
<b>Frischmasse-Ertrag</b>												
Gesamtpflanze	0,000	0,013	0,000	0,000	0,799	0,021	0,067	0,099	0,000	0,026	8,6	0,927
Restpflanze	0,000	0,000	0,000	0,000	0,906	0,002	0,064	0,095	0,000	0,044	10,7	0,936
Kolben	0,018	0,013	0,000	0,000	0,348	0,045	0,265	0,380	0,000	0,025	8,7	0,855
<b>Trockenmasse-Ertrag</b>												
Gesamtpflanze	0,079	0,000	0,000	0,009	0,479	0,288	0,268	0,030	0,000	0,027	8,3	0,886
Restpflanze	0,001	0,580	0,040	0,076	0,819	0,019	0,282	0,305	0,000	0,021	10,8	0,776
Kolben	0,033	0,000	0,000	0,008	0,271	0,048	0,417	0,012	0,000	0,002	9,4	0,940
<b>Energie-Ertrag</b>												
Gesamtpflanze	0,096	0,000	0,000	0,003	0,400	0,317	0,224	0,033	0,000	0,025	8,2	0,892
Restpflanze	0,001	0,020	0,002	0,038	0,789	0,023	0,238	0,429	0,000	0,019	11,6	0,784
Kolben	0,027	0,000	0,000	0,007	0,273	0,041	0,384	0,018	0,000	0,002	9,4	0,939
<b>Morph. Zusammensetzung</b>												
Kolbenanteil	0,000	0,000	0,000	0,073	0,911	0,005	0,793	0,743	0,000	0,000	6,5	0,896
Kolbenanteil	0,001	0,000	0,000	0,141	0,899	0,012	0,765	0,629	0,000	0,000	5,9	0,897

Tabelle 3a: Gehalt an Nährstoffen, Zellwänden, Energie und Mineralstoffen sowie Verdaulichkeit der Restpflanze (LS means der Haupteffekte)

Parameter	Einheit	Sorte			Vegetationsstadium			Standort			Jahr		RSD
		Fuxxol	Romario	Atalante	I	II	III	Lambach	Kobenz	Gumpen.	2002	2003	
<b>Nährstoffe</b>													
Trockenmasse	g/kg FM	270 <sup>c</sup>	247 <sup>b</sup>	233 <sup>a</sup>	232 <sup>a</sup>	250 <sup>b</sup>	268 <sup>c</sup>	276 <sup>c</sup>	246 <sup>b</sup>	228 <sup>a</sup>	223 <sup>a</sup>	277 <sup>b</sup>	14
Rohprotein	g/kg TM	51	49	51	52 <sup>b</sup>	52 <sup>b</sup>	47 <sup>a</sup>	45 <sup>a</sup>	59 <sup>b</sup>	48 <sup>a</sup>	49	52	5
Rohfett	g/kg TM	16	15	14	17 <sup>b</sup>	14 <sup>a</sup>	14 <sup>a</sup>	14	15	16	19 <sup>a</sup>	11 <sup>b</sup>	3
Rohfaser	g/kg TM	350 <sup>b</sup>	348 <sup>b</sup>	329 <sup>a</sup>	327 <sup>a</sup>	340 <sup>a</sup>	360 <sup>b</sup>	349 <sup>b</sup>	331 <sup>a</sup>	346 <sup>b</sup>	346	339	20
N-freie Extr.stoffe	g/kg TM	513 <sup>a</sup>	520 <sup>a</sup>	538 <sup>b</sup>	538 <sup>b</sup>	526 <sup>b</sup>	508 <sup>a</sup>	525	519	527	517 <sup>a</sup>	530 <sup>b</sup>	22
Rohasche	g/kg TM	70	68	67	67	69	70	66 <sup>a</sup>	76 <sup>b</sup>	63 <sup>a</sup>	69	68	6
<b>Zellwandbestandteile</b>													
NDF	g/kg TM	666	662	648	638 <sup>a</sup>	656 <sup>b</sup>	682 <sup>c</sup>	668	651	657	673 <sup>a</sup>	644 <sup>b</sup>	24
ADF	g/kg TM	392	388	375	367 <sup>a</sup>	383 <sup>b</sup>	404 <sup>c</sup>	384	386	384	393 <sup>a</sup>	376 <sup>b</sup>	21
ADL	g/kg TM	46 <sup>b</sup>	46 <sup>b</sup>	41 <sup>a</sup>	43	44	46	44	44	46	47 <sup>a</sup>	42 <sup>b</sup>	5
<b>Verdaulichkeit und Energie</b>													
Verdaulichkeit OM	%	58,8	58,8	59,1	61,1 <sup>c</sup>	58,6 <sup>b</sup>	57,1 <sup>a</sup>	57,0 <sup>a</sup>	59,4 <sup>b</sup>	60,4 <sup>c</sup>	59,2	58,6	1,2
ME	MJ/kg TM	8,11	8,12	8,17	8,46 <sup>c</sup>	8,08 <sup>b</sup>	7,85 <sup>a</sup>	7,88 <sup>a</sup>	8,14 <sup>b</sup>	8,37 <sup>c</sup>	8,20 <sup>a</sup>	8,06 <sup>b</sup>	0,21
NEL	MJ/kg TM	4,64	4,64	4,68	4,88 <sup>c</sup>	4,62 <sup>b</sup>	4,46 <sup>a</sup>	4,48 <sup>a</sup>	4,67 <sup>b</sup>	4,81 <sup>c</sup>	4,70 <sup>a</sup>	4,61 <sup>b</sup>	0,14
<b>Mineralstoffe</b>													
Calcium	g/kg TM	3,5	3,6	3,5	3,6 <sup>b</sup>	3,6 <sup>b</sup>	3,3 <sup>a</sup>	3,7 <sup>b</sup>	3,4 <sup>a</sup>	3,5 <sup>a</sup>	3,5	3,5	0,3
Phosphor	g/kg TM	1,3 <sup>ab</sup>	1,2 <sup>a</sup>	1,4 <sup>b</sup>	1,5 <sup>b</sup>	1,3 <sup>b</sup>	1,1 <sup>a</sup>	1,0 <sup>a</sup>	1,5 <sup>b</sup>	1,4 <sup>b</sup>	1,3	1,3	0,3
Magnesium	g/kg TM	1,5 <sup>b</sup>	1,4 <sup>ab</sup>	1,2 <sup>a</sup>	1,4	1,4	1,3	1,7 <sup>b</sup>	1,3 <sup>a</sup>	1,1 <sup>a</sup>	1,2 <sup>a</sup>	1,6 <sup>b</sup>	0,3
Kalium	g/kg TM	18,5 <sup>b</sup>	16,9 <sup>a</sup>	18,6 <sup>b</sup>	17,9	18,2	18,0	13,8 <sup>a</sup>	22,3 <sup>c</sup>	18,0 <sup>b</sup>	18,3	17,8	1,5
Natrium	g/kg TM	0,30	0,30	0,26	0,29	0,28	0,28	0,27	0,32	0,26	0,20 <sup>a</sup>	0,37 <sup>b</sup>	0,09

Tabelle 3b: P-Werte für Haupteffekte und Interaktionen, Variationskoeffizienten (CV) sowie Bestimmtheitsmaß (R<sup>2</sup>)

	Sorte	Vegetation	Standort	Jahr	SorxVeg	SorxOrt	SorxJahr	VegxOrt	VegxJahr	OrtxJahr	CV	R <sup>2</sup>
<b>Nährstoffe</b>												
Trockenmasse	0,000	0,000	0,000	0,000	0,663	0,233	0,000	0,000	0,721	0,000	5,6	0,959
Rohprotein	0,359	0,007	0,000	0,110	0,224	0,115	0,482	0,002	0,049	0,004	10,2	0,842
Rohfett	0,363	0,015	0,388	0,000	0,812	0,196	0,466	0,002	0,014	0,136	17,1	0,877
Rohfaser	0,007	0,000	0,022	0,247	0,979	0,719	0,199	0,179	0,290	0,002	5,9	0,737
N-freie Extraktstoffe	0,004	0,002	0,516	0,038	0,948	0,994	0,124	0,025	0,103	0,006	4,2	0,719
Rohasche	0,193	0,335	0,000	0,759	0,264	0,451	0,190	0,099	0,866	0,277	8,1	0,756
<b>Zellwandbestandteile</b>												
NDF	0,069	0,000	0,120	0,000	0,588	0,041	0,887	0,207	0,666	0,007	3,7	0,769
ADF	0,056	0,000	0,951	0,005	0,847	0,107	0,959	0,400	0,659	0,000	5,4	0,761
ADL	0,013	0,222	0,422	0,001	0,991	0,042	0,963	0,960	0,140	0,000	11,5	0,822
<b>Verdaulichkeit und Energie</b>												
Verdaulichkeit der OM	0,751	0,000	0,000	0,092	0,973	0,962	0,818	0,338	0,022	0,000	2,0	0,909
ME	0,677	0,000	0,000	0,022	0,857	0,961	0,610	0,705	0,146	0,000	2,6	0,875
NEL	0,647	0,000	0,000	0,041	0,889	0,970	0,628	0,700	0,110	0,000	3,1	0,876
<b>Mineralstoffe</b>												
Calcium	0,180	0,003	0,024	0,370	0,290	0,003	0,362	0,048	0,113	0,123	7,7	0,730
Phosphor	0,035	0,003	0,000	0,680	0,852	0,649	0,513	0,214	0,869	0,102	19,6	0,747
Magnesium	0,005	0,402	0,000	0,000	0,406	0,680	0,910	0,215	0,656	0,000	18,3	0,852
Kalium	0,003	0,877	0,000	0,220	0,062	0,698	0,018	0,023	0,424	0,406	8,3	0,925
Natrium	0,371	0,878	0,148	0,000	0,780	0,825	0,742	0,011	0,923	0,061	31,9	0,741

Tabelle 4a: Gehalt an Nährstoffen, Zellwänden, Energie und Mineralstoffen sowie Verdaulichkeit des Kolbens (LS means der Haupteffekte)

Parameter	Einheit	Sorte			Vegetationsstadium			Standort			Jahr		RSD
		Fuxxol	Romario	Atalante	I	II	III	Lambach	Kobenz	Gumpen.	2002	2003	
<b>Nährstoffe</b>													
Trockenmasse	g/kg FM	503	505	496	435 <sup>a</sup>	513 <sup>b</sup>	555 <sup>c</sup>	556 <sup>c</sup>	489 <sup>b</sup>	459 <sup>a</sup>	494	508	36
Rohprotein	g/kg TM	92	88	91	90	89	91	91 <sup>ab</sup>	94 <sup>b</sup>	86 <sup>a</sup>	82 <sup>a</sup>	98 <sup>b</sup>	8
Rohfett	g/kg TM	40 <sup>a</sup>	43 <sup>b</sup>	41 <sup>a</sup>	40 <sup>a</sup>	41 <sup>a</sup>	45 <sup>b</sup>	48 <sup>c</sup>	40 <sup>b</sup>	38 <sup>a</sup>	42 <sup>a</sup>	41 <sup>b</sup>	3
Rohfaser	g/kg TM	75	80	77	84 <sup>b</sup>	79 <sup>b</sup>	69 <sup>a</sup>	73	79	80	73 <sup>a</sup>	82 <sup>b</sup>	9
N-freie Extr.stoffe	g/kg TM	776	771	774	769	773	778	773	769	779	786 <sup>a</sup>	761 <sup>b</sup>	13
Rohasche	g/kg TM	18	17	17	18	17	17	16 <sup>a</sup>	18 <sup>b</sup>	18 <sup>b</sup>	17 <sup>a</sup>	18 <sup>b</sup>	1
<b>Zellwandbestandteile</b>													
NDF	g/kg TM	236	245	236	256 <sup>b</sup>	238 <sup>ab</sup>	223 <sup>a</sup>	231	247	239	224 <sup>a</sup>	254 <sup>b</sup>	27
ADF	g/kg TM	97	101	95	106 <sup>b</sup>	97 <sup>a</sup>	91 <sup>a</sup>	91 <sup>a</sup>	105 <sup>b</sup>	98 <sup>ab</sup>	90 <sup>a</sup>	106 <sup>b</sup>	13
ADL	g/kg TM	17	18	18	19	17	17	18	18	17	17 <sup>a</sup>	19 <sup>b</sup>	3
<b>Verdaulichkeit und Energie</b>													
Verdaulichkeit OM	%	81,0	81,0	81,1	81,7 <sup>c</sup>	80,9 <sup>b</sup>	80,5 <sup>a</sup>	80,5 <sup>a</sup>	81,2 <sup>b</sup>	81,4 <sup>c</sup>	81,1	81,0	0,4
ME	MJ/kg TM	12,43	12,47	12,46	12,50 <sup>b</sup>	12,42 <sup>a</sup>	12,44 <sup>a</sup>	12,49	12,43	12,44	12,46	12,44	0,07
NEL	MJ/kg TM	7,72	7,74	7,74	7,77 <sup>b</sup>	7,71 <sup>a</sup>	7,72 <sup>a</sup>	7,75	7,72	7,74	7,75	7,72	0,05
<b>Mineralstoffe</b>													
Calcium	g/kg TM	0,2	0,2	0,2	0,2 <sup>b</sup>	0,2 <sup>a</sup>	0,2 <sup>a</sup>	0,2 <sup>b</sup>	0,2 <sup>a</sup>	0,2 <sup>a</sup>	0,2	0,2	0,0
Phosphor	g/kg TM	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,5 <sup>a</sup>	2,7 <sup>b</sup>	2,9 <sup>c</sup>	2,7	2,7	0,2
Magnesium	g/kg TM	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	0,1
Kalium	g/kg TM	5,2 <sup>b</sup>	4,7 <sup>a</sup>	4,7 <sup>a</sup>	5,3 <sup>b</sup>	4,8 <sup>a</sup>	4,4 <sup>a</sup>	4,1 <sup>a</sup>	5,0 <sup>b</sup>	5,4 <sup>c</sup>	4,4 <sup>a</sup>	5,2 <sup>b</sup>	0,5
Natrium	g/kg TM	0,32	0,29	0,37	0,35	0,34	0,30	0,34	0,36	0,29	0,52 <sup>a</sup>	0,13 <sup>b</sup>	0,17

Tabelle 4b: P-Werte für Haupteffekte und Interaktionen, Variationskoeffizienten (CV) sowie Bestimmtheitsmaß (R<sup>2</sup>)

	Sorte	Vegetation	Standort	Jahr	SorxVeg	SorxOrt	SorxJahr	VegxOrt	VegxJahr	OrtxJahr	CV	R <sup>2</sup>
<b>Nährstoffe</b>												
Trockenmasse	0,754	0,000	0,000	0,162	0,971	0,966	0,823	0,406	0,022	0,000	7,2	0,902
Rohprotein	0,436	0,779	0,012	0,000	0,952	0,111	0,952	0,229	0,859	0,760	8,5	0,751
Rohfett	0,008	0,000	0,000	0,043	0,573	0,113	0,858	0,007	0,026	0,000	7,0	0,890
Rohfaser	0,189	0,000	0,056	0,001	0,454	0,527	0,995	0,045	0,006	0,002	11,2	0,780
N-freie Extraktstoffe	0,487	0,084	0,099	0,000	0,979	0,831	0,957	0,127	0,118	0,459	1,7	0,739
Rohasche	0,571	0,075	0,000	0,000	0,546	0,274	0,544	0,266	0,147	0,004	6,8	0,800
<b>Zellwandbestandteile</b>												
NDF	0,482	0,004	0,215	0,000	0,253	0,393	0,342	0,019	0,073	0,055	11,3	0,725
ADF	0,384	0,006	0,010	0,000	0,218	0,741	0,745	0,053	0,183	0,010	13,5	0,735
ADL	0,238	0,090	0,941	0,025	0,726	0,732	0,463	0,003	0,038	0,000	16,4	0,732
<b>Verdaulichkeit und Energie</b>												
Verdaulichkeit der OM	0,754	0,000	0,000	0,162	0,971	0,966	0,823	0,406	0,022	0,000	0,4	0,902
ME	0,292	0,012	0,045	0,246	0,752	0,270	0,696	0,062	0,828	0,001	0,6	0,684
NEL	0,400	0,002	0,318	0,089	0,744	0,384	0,699	0,055	0,634	0,000	0,7	0,711
<b>Mineralstoffe</b>												
Calcium	0,728	0,014	0,015	0,174	0,588	0,443	0,561	0,127	0,227	0,000	14,1	0,693
Phosphor	0,792	0,501	0,000	0,693	0,140	0,299	0,053	0,723	0,657	0,021	7,1	0,709
Magnesium	0,156	0,728	0,365	0,676	0,596	0,938	0,360	0,424	0,288	0,020	8,0	0,502
Kalium	0,003	0,000	0,000	0,000	0,534	0,293	0,407	0,411	0,013	0,232	9,7	0,870
Natrium	0,345	0,617	0,375	0,000	0,433	0,826	0,637	0,293	0,658	0,643	50,3	0,770

Tabelle 5a: Gehalt an Nährstoffen, Zellwänden, Energie und Mineralstoffen sowie Verdaulichkeit der Gesamtpflanze (LS means der Haupteffekte)

Parameter	Einheit	Sorte			Vegetationsstadium			Standort			Jahr		RSD
		Fuxxol	Romario	Atalante	I	II	III	Lambach	Kobenz	Gumpen.	2002	2003	
<b>Nährstoffe</b>													
Trockenmasse	g/kg FM	354 <sup>b</sup>	342 <sup>b</sup>	318 <sup>a</sup>	297 <sup>a</sup>	340 <sup>b</sup>	377 <sup>c</sup>	389 <sup>c</sup>	324 <sup>b</sup>	300 <sup>a</sup>	312 <sup>a</sup>	364 <sup>b</sup>	20
Rohprotein	g/kg TM	72	71	71	70	72	72	72 <sup>b</sup>	76 <sup>c</sup>	66 <sup>a</sup>	67 <sup>a</sup>	76 <sup>b</sup>	6
Rohfett	g/kg TM	28 <sup>a</sup>	31 <sup>b</sup>	28 <sup>a</sup>	28 <sup>a</sup>	28 <sup>a</sup>	32 <sup>b</sup>	34 <sup>c</sup>	28 <sup>b</sup>	26 <sup>a</sup>	32 <sup>a</sup>	27 <sup>b</sup>	2
Rohfaser	g/kg TM	207 <sup>b</sup>	200 <sup>a</sup>	202 <sup>ab</sup>	210 <sup>c</sup>	202 <sup>b</sup>	196 <sup>a</sup>	191 <sup>a</sup>	201 <sup>b</sup>	217 <sup>c</sup>	201	205	7
N-freie Extr.stoffe	g/kg TM	650 <sup>a</sup>	659 <sup>b</sup>	656 <sup>b</sup>	649 <sup>a</sup>	656 <sup>b</sup>	660 <sup>b</sup>	667 <sup>b</sup>	648 <sup>a</sup>	650 <sup>a</sup>	659 <sup>a</sup>	651 <sup>b</sup>	9
Rohasche	g/kg TM	43 <sup>b</sup>	40 <sup>a</sup>	42 <sup>b</sup>	44 <sup>b</sup>	42 <sup>ab</sup>	40 <sup>a</sup>	37 <sup>a</sup>	47 <sup>c</sup>	41 <sup>b</sup>	41	43	3
<b>Zellwandbestandteile</b>													
NDF	g/kg TM	443	430	441	455 <sup>b</sup>	435 <sup>a</sup>	424 <sup>a</sup>	418 <sup>a</sup>	443 <sup>b</sup>	453 <sup>b</sup>	436	440	17
ADF	g/kg TM	238 <sup>b</sup>	229 <sup>a</sup>	235 <sup>ab</sup>	243 <sup>b</sup>	232 <sup>a</sup>	228 <sup>a</sup>	216 <sup>a</sup>	242 <sup>b</sup>	245 <sup>b</sup>	233	235	9
ADL	g/kg TM	30	30	30	31	29	30	29 <sup>a</sup>	30 <sup>a</sup>	32 <sup>b</sup>	31 <sup>a</sup>	29 <sup>b</sup>	3
<b>Verdaulichkeit und Energie</b>													
Verdaulichkeit OM	%	70,7 <sup>a</sup>	71,3 <sup>b</sup>	70,4 <sup>a</sup>	71,1	70,7	70,6	70,8	70,8	70,8	71,1 <sup>a</sup>	70,5 <sup>b</sup>	0,7
ME	MJ/kg TM	10,35 <sup>a</sup>	10,52 <sup>b</sup>	10,31 <sup>a</sup>	10,37	10,38	10,43	10,53 <sup>b</sup>	10,32 <sup>a</sup>	10,33 <sup>a</sup>	10,45 <sup>a</sup>	10,34 <sup>b</sup>	0,13
NEL	MJ/kg TM	6,24 <sup>a</sup>	6,35 <sup>b</sup>	6,21 <sup>a</sup>	6,25	6,26	6,30	6,36 <sup>b</sup>	6,22 <sup>a</sup>	6,22 <sup>a</sup>	6,31 <sup>a</sup>	6,23 <sup>b</sup>	0,09
<b>Mineralstoffe</b>													
Calcium	g/kg TM	1,8	1,7	1,8	2,0 <sup>c</sup>	1,8 <sup>b</sup>	1,6 <sup>a</sup>	1,7 <sup>a</sup>	1,8 <sup>ab</sup>	1,9 <sup>b</sup>	1,8	1,8	0,2
Phosphor	g/kg TM	2,0	2,0	2,1	2,1	2,0	2,0	1,8 <sup>a</sup>	2,1 <sup>b</sup>	2,1 <sup>b</sup>	2,0	2,0	0,2
Magnesium	g/kg TM	1,3 <sup>b</sup>	1,2 <sup>b</sup>	1,1 <sup>a</sup>	1,2	1,2	1,2	1,4 <sup>b</sup>	1,2 <sup>a</sup>	1,1 <sup>a</sup>	1,1 <sup>a</sup>	1,3 <sup>b</sup>	0,1
Kalium	g/kg TM	11,7 <sup>b</sup>	10,3 <sup>a</sup>	11,8 <sup>b</sup>	12,0 <sup>c</sup>	11,2 <sup>b</sup>	10,5 <sup>a</sup>	8,3 <sup>a</sup>	13,6 <sup>c</sup>	11,9 <sup>b</sup>	11,0	11,5	0,9
Natrium	g/kg TM	0,31	0,30	0,31	0,33	0,31	0,29	0,30	0,34	0,28	0,37 <sup>a</sup>	0,25 <sup>b</sup>	0,09

Tabelle 5b: P-Werte für Haupteffekte und Interaktionen, Variationskoeffizienten (CV) sowie Bestimmtheitsmaß (R<sup>2</sup>)

	Sorte	Vegetation	Standort	Jahr	SorxVeg	SorxOrt	SorxJahr	VegxOrt	VegxJahr	OrtxJahr	CV	R <sup>2</sup>
<b>Nährstoffe</b>												
Trockenmasse	0,000	0,000	0,000	0,000	0,946	0,268	0,005	0,003	0,151	0,000	5,8	0,954
Rohprotein	0,802	0,313	0,000	0,000	0,582	0,205	0,733	0,473	0,068	0,656	8,1	0,754
Rohfett	0,000	0,000	0,000	0,000	0,697	0,064	0,808	0,000	0,000	0,000	6,9	0,934
Rohfaser	0,025	0,000	0,000	0,113	0,518	0,003	0,086	0,019	0,001	0,042	3,6	0,892
N-freie Extraktstoffe	0,018	0,004	0,000	0,002	0,841	0,141	0,056	0,029	0,217	0,467	1,4	0,806
Rohasche	0,013	0,005	0,000	0,103	0,440	0,021	0,367	0,143	0,059	0,231	7,0	0,850
<b>Zellwandbestandteile</b>												
NDF	0,058	0,000	0,000	0,293	0,444	0,114	0,487	0,273	0,001	0,023	3,8	0,820
ADF	0,016	0,000	0,000	0,424	0,177	0,250	0,675	0,034	0,000	0,646	3,9	0,875
ADL	0,519	0,076	0,007	0,044	0,962	0,427	0,765	0,098	0,011	0,000	8,4	0,845
<b>Verdaulichkeit und Energie</b>												
Verdaulichkeit der OM	0,001	0,074	0,990	0,007	0,975	0,009	0,823	0,502	0,510	0,001	1,0	0,722
ME	0,000	0,305	0,000	0,002	0,746	0,001	0,854	0,871	0,034	0,232	1,3	0,789
NEL	0,000	0,257	0,000	0,002	0,781	0,001	0,841	0,836	0,035	0,216	1,4	0,794
<b>Mineralstoffe</b>												
Calcium	0,207	0,000	0,006	0,811	0,358	0,115	0,720	0,280	0,492	0,384	9,4	0,791
Phosphor	0,787	0,453	0,000	0,751	0,580	0,299	0,063	0,544	0,396	0,001	8,0	0,729
Magnesium	0,001	0,283	0,000	0,000	0,278	0,463	0,752	0,555	0,176	0,000	9,9	0,845
Kalium	0,000	0,000	0,000	0,067	0,190	0,143	0,076	0,114	0,017	0,307	8,2	0,935
Natrium	0,798	0,437	0,083	0,000	0,355	0,826	0,769	0,099	0,831	0,896	27,9	0,637

Energiekonzentration). Der Einfluss der Sorte dürfte allerdings vom Faktor Vegetationsstadium überlagert sein, da frühreifere Sorten einen höheren Gehalt an Rohfaser bzw. Gerüstsubstanzen aufwiesen (Fuxxol > Romario > Atalante – 666, 662, 648 g NDF/kg TM). Ebenso spiegelt der Versuchsfaktor Standort auf Grund unterschiedlicher Wachstumsbedingungen zum Teil eine unterschiedliche Vegetationsdauer wider. Deshalb ist der Rohfasergehalt in den Maisgunstlagen (Lambach) höher und die Verdaulichkeit niedriger, weil die Pflanzen wegen der besseren Wachstumsbedingungen physiologisch älter waren. Folglich betrug die Verdaulichkeit der OM in Lambach, Kobenz und Gumpenstein 57,0, 59,4 bzw. 60,4 %. Allerdings traten zwischen den Versuchsfaktoren Sorte, Vegetationsstadium und Standort keine Wechselwirkungen auf, d.h. ein Faktor wirkte auf den jeweils anderen Faktor in gleicher Weise (Tab. 3b und 3c).

Der Einfluss der in dieser Arbeit untersuchten Faktoren auf den Nährstoffgehalt von Maisrestpflanzen wurde in zahlreichen Untersuchungen beschrieben (Zscheischler et al. 1974, Groß & Peschke 1980a, Gruber et al. 1983, Pex et al. 1996, Schwarz et al. 1996, Kurtz & Schwarz 2005). Daraus geht klar hervor, dass sich der Futterwert (Verdaulichkeit, Energiekonzentration) im Laufe der Vegetation deutlich vermindert, was – wie bei allen Gramineen – auf die starke Lignifizierung zurückzuführen ist. Außerdem bestehen auch Sortenunterschiede, die auf intensiver Züchtungsarbeit beruhen („stay green- und dry down-Sorten“).

### **Inhaltsstoffe des Kolbens**

Der Gehalt an Inhaltsstoffen der Maiskolben in Abhängigkeit von den Versuchshauptfaktoren ist in den Tabellen 4a und 4b angeführt, für die Wechselwirkung Sorte x Vegetationsstadium in Tabelle 4c (Anhang). Der Gehalt an TM wurde durch die Versuchsfaktoren Vegetationsstadium und Standort hochsignifikant ( $P < 0,001$ ) beeinflusst. Der TM-Gehalt betrug im Mittel 50 % und stieg im Lauf der Vegetation stark an (43,5, 51,3, 55,5 %). Der TM-Gehalt des Kolbens wird von Groß (1979) als der entscheidende Parameter zur Beurteilung des physiologischen Reifegrades von Silomais beschrieben, der im Gegensatz zum TM-Gehalt der Maisganzpflanze von den klimatischen Bedingungen in wesentlich geringerem Maß beeinflusst wird.

Der Proteingehalt ist wesentlich höher als in der Restpflanze (im Durchschnitt 90 g/kg TM) und wurde von Standort und Jahr, nicht jedoch von Sorte und Vegetationsstadium beeinflusst. Der Gehalt an Rohfett (im Mittel 42 g/kg TM) trägt nicht unwesentlich zum Energiegehalt des Maiskolbens bei und erhöht sich im Lauf der Vegetation (40, 41, 45 g/kg TM). Der Rohfettgehalt ist auch höher auf Standorten mit längerer Vegetationsdauer (38, 40, 48 g/kg TM in Gumpenstein, Kobenz und Lambach). Der Gehalt an Rohfaser bzw. Gerüstsubstanzen wurde durch die Versuchsfaktoren Vegetationsstadium und Jahr signifikant beeinflusst, nicht jedoch von Sorte und Standort. Mit fortschreitender Vegetation nahm der Gehalt an NDF von 256 auf 238 bzw. 223 g/kg TM ab, was auf zunehmende Stärkeeinlagerung schließen lässt. Dies wurde in eingehenderen Untersuchungen nach dem Cornell Net Carbohydrate and Protein System (Fox et al. 2004) am selben Probenmaterial bestätigt (Versuchsjahr 2003). Die Fraktion B<sub>1</sub> (= Stärke) machte in den Vegetationsstadien I, II, und III 21,4, 30,5 bzw. 28,4 der Kohlenhydrate von frischem, unsiliertem Silomais aus (Gruber et al. 2006). Auch in der DLG-Tabelle für Wiederkäuer nimmt der Stärkegehalt mit fortschreitender Vegetation zu (DLG 1997). Die Verdaulichkeit und Energiekonzentration gingen von Stadium I auf II leicht zurück, zwischen Vegetationsstadium II und III bestand kein signifikanter Unterschied (12,50, 12,42, 12,44 MJ ME/kg TM). Auch in den Untersuchungen von Groß & Peschke (1980b) sowie Gruber et al. (1983) zeigte sich ein leichter Rückgang der Verdaulichkeit des Kolbens gegen Vegetationsende. Ettle et al. (2001) haben festgestellt, dass sich die ruminale *in situ*-Abbaubarkeit der organischen Substanz des Kolbens im Zuge der Reifung stark vermindert.

Hinsichtlich der Mineralstoffe übten die Versuchsfaktoren bei den Maiskolben zum größten Teil keinen wesentlichen Einfluss aus. Zwischen Maiskolben und Restpflanze bestehen eindeutige Unterschiede im Mineralstoffgehalt: Maiskolben weisen mehr Phosphor auf (2,7 bzw. 1,3 g/kg TM), Maisrestpflanzen sind dagegen reicher an Calcium (3,5 bzw. 0,2 g/kg TM), Magnesium (1,4 bzw. 1,1 g/kg TM) und Kalium (18,8 bzw. 4,8 g/kg TM).

### ***Inhaltsstoffe der Gesamtpflanze***

Der Gehalt an Inhaltsstoffen der Mais-Gesamtpflanzen in Abhängigkeit von den Versuchshauptfaktoren ist in den Tabellen 5a und 5b dargestellt, für die Wechselwirkung Sorte x Vegetationsstadium in Tabelle 5c (Anhang). Der Gehalt an TM war von allen vier Versuchsfaktoren hochsignifikant beeinflusst ( $P < 0,001$ ). Er erhöhte sich mit Fortschreiten der Vegetation von 29,7 auf 34,0 bzw. 37,7 %, war höher auf Standorten mit langer Vegetationsdauer (Lambach > Kobenz > Gumpenstein) und geringer bei Sorten mit hoher Reifezahl (Fuxxol > Romario > Atalante). Die physiologische Ursache ist, dass sich mit der Vegetation sowohl der Anteil des TM-reichen Kolbens erhöht und auch der TM-Gehalt der Restpflanze ansteigt (u. a. Groß 1979). Der TM-Gehalt des Kolbens wird daher von vielen Versuchsanstellern als der aussagekräftigste Parameter zur Beschreibung der physiologischen Reife des Silomaises angesehen (Groß 1979, Groß & Peschke 1980a, b, c; Gruber et al. 1983). Letztlich lassen sich alle Versuchsfaktoren auf die Frage reduzieren, welcher Vegetationszeitraum den einzelnen Versuchsvarianten für ihre Entwicklung zur Verfügung stand. Das gilt auch für den Gehalt an wertbestimmenden Nährstoffen (besonders Faser- und Nicht-Faser-Kohlenhydrate) und auch die Verdaulichkeit, wobei dem Anteil des Kolbens die entscheidende Rolle zukommt.

Auf den Gehalt an Rohprotein wirkten sich Standort und Jahr hochsignifikant aus, nicht jedoch Sorte und Vegetationsstadium. Als Ursachen für die Differenzen im Rohprotein-Gehalt sind vor allem das Verhältnis Restpflanze/Kolben, das physiologische Alter der Restpflanze sowie Standortunterschiede (Boden und Klima) anzusehen (Zscheischler et al. 1974, Groß & Peschke 1980a und b, Gruber et al. 1983, Pex et al. 1996, Schwarz et al. 1996, Ertle & Schwarz 2003). Auch auf den Gehalt an Rohfett übten alle Versuchsfaktoren einen signifikanten Einfluss aus, wofür der unterschiedliche Anteil des fettreichen Kolbens als Ursache anzusehen ist (Tab. 4). Mit steigendem Vegetationsstadium verminderte sich der Gehalt an Rohfaser und Gerüstsubstanzen hochsignifikant ( $P < 0,001$ ). Der NDF-Gehalt betrug in den Vegetationsstadien I, II und III 455, 435 bzw. 424 g/kg TM. Auch die Sorten unterschieden sich im Gehalt an Gerüstsubstanzen. Der Faktor Standort beeinflusste den Gehalt an Gerüstsubstanzen erwartungsgemäß in dem Sinn, dass der Gehalt an NDF, ADF, ADL und Rohfaser signifikant umso niedriger war, je länger die Vegetationsperiode bzw. je günstiger die klimatischen Wachstumsbedingungen für Silomais an einem Standort waren. Die physiologische Ursache dafür liegt in den höheren Kolbenanteilen, die durch diese Wachstumsbedingungen begünstigt werden.

Als Konsequenz aus dem Gehalt an Nährstoffen (besonders Faser- und Nichtfaser-Kohlenhydrate) in Abhängigkeit von den untersuchten Einflussfaktoren ergibt sich die Verdaulichkeit und Energiekonzentration. Diese wurden vor allem durch den Versuchsfaktor Sorte beeinflusst. Der ME-Gehalt der Sorte Fuxxol, Romario bzw. Atalante betrug 10.35, 10.52 und 10.31 MJ/kg TM. Dafür ist vor allem der höhere Kolbenanteil verantwortlich (Tab. 2). Das Vegetationsstadium übte dagegen keinen signifikanten Einfluss auf Verdaulichkeit und Energiekonzentration aus. Damit bestätigt auch diese Untersuchung, dass sich die beiden negativ korrelierten Faktoren „Qualität der Restpflanze“ und „Kolbenanteil“ hinsichtlich Energiekonzentration der Gesamtpflanze größtenteils aufheben (Gruber et al. 1983). In verdauungsphysiologischer Hinsicht ergeben allerdings früh und spät geernteter Silomais trotz ähnlicher Verdaulichkeiten eine sehr unterschiedliche Produktion an flüchtigen Fettsäuren im Pansen und damit Wirkung im Stoffwechsel (Jochmann et al. 1999, Beever & Mould 2000).

## Zusammenfassung

Silomais ist auf Grund der hohen Energiekonzentration, des geringen Proteingehaltes und der einfachen Konservierbarkeit eine wichtige und häufige Rationskomponente für Wiederkäuer. Für den Futterwert sind vor allem der Anteil des hochverdaulichen Kolbens und die Qualität der Restpflanze entscheidend. Diese beiden Faktoren stehen in negativer Beziehung zueinander und werden durch das Vegetationsstadium gesteuert, wobei auch der Ertrag an TM beeinflusst wird.

Um diese Zusammenhänge für aktuelle Sorten zu klären und zu quantifizieren, wurde in den Jahren 2002 und 2003 ein drei-faktorieller Silomaisversuch mit den Faktoren **Sorte** (Fuxxol RZ 240, Romario RZ 270, Atalante RZ 290), **Vegetationsstadium** (Ende Milchreife, Mitte Teigreife, Ende Teigreife) und **Standort** (Lambach OÖ, Kobenz Stmk, Gumpenstein Stmk) durchgeführt. Bei der Ernte wurde die Pflanze in Kolben und Restpflanze getrennt, der Gehalt an TM durch Trocknung festgestellt und beide Pflanzenteile chemisch analysiert (Weender Analyse, Gerüstsubstanzen, *in vitro* Verdaulichkeit mit Zellulase). Die wesentlichen Ergebnisse sind in der Tabelle angeführt:

	Sorte			Vegetationsstadium		
	Fuxxol	Romario	Atalante	I	II	III
<b>Ertrag</b> (kg TM je ha)	20.800	21.410	22.194	19.820 <sup>a</sup>	21.449 <sup>b</sup>	23.134 <sup>c</sup>
Kolbenanteil (% d. TM)	51,40 <sup>a</sup>	54,77 <sup>b</sup>	49,31 <sup>a</sup>	46,62 <sup>a</sup>	52,73 <sup>b</sup>	56,13 <sup>c</sup>
<b>Restpflanze</b>						
Rohprotein (g/kg TM)	51	49	51	52 <sup>b</sup>	52 <sup>b</sup>	47 <sup>a</sup>
Rohfaser (g/kg TM)	350 <sup>b</sup>	348 <sup>b</sup>	329 <sup>a</sup>	327 <sup>a</sup>	340 <sup>a</sup>	360 <sup>b</sup>
NDF (g/kg TM)	666	662	648	638 <sup>a</sup>	656 <sup>b</sup>	682 <sup>c</sup>
ME (MJ/kg TM)	8,11	8,12	8,17	8,46 <sup>c</sup>	8,08 <sup>b</sup>	7,85 <sup>a</sup>
<b>Kolben</b>						
Rohprotein (g/kg TM)	92	88	91	90	89	91
Rohfaser (g/kg TM)	75	80	77	84 <sup>b</sup>	79 <sup>b</sup>	69 <sup>a</sup>
NDF (g/kg TM)	236	245	236	256 <sup>b</sup>	238 <sup>ab</sup>	223 <sup>a</sup>
ME (MJ/kg TM)	12,43	12,47	12,46	12,50 <sup>b</sup>	12,42 <sup>a</sup>	12,44 <sup>a</sup>
<b>Gesamtpflanze</b>						
Rohprotein (g/kg TM)	72	71	71	70	72	72
Rohfaser (g/kg TM)	207 <sup>b</sup>	200 <sup>a</sup>	202 <sup>ab</sup>	210 <sup>c</sup>	202 <sup>b</sup>	196 <sup>a</sup>
NDF (g/kg TM)	443	430	441	455 <sup>b</sup>	435 <sup>a</sup>	424 <sup>a</sup>
ME (MJ/kg TM)	10,35 <sup>a</sup>	10,52 <sup>b</sup>	10,31 <sup>a</sup>	10,37	10,38	10,43

Das Vegetationsstadium wirkte stärker auf Ertrag und Futterwert als die Sorte. Doch die Sorten unterschieden sich im Kolbenanteil und beeinflussten dadurch die Energiekonzentration der Gesamtpflanze. Zwischen den Versuchsfaktoren bestanden vielfältige Wechselwirkungen, da für Silomais hinsichtlich Ertrag und Futterwert der zur Verfügung stehende Vegetationszeitraum entscheidet.

Schlüsselwörter: Silomais, Vegetationsstadium, Sorte, Ertrag, Futterwert, Kolbenanteil

## SUMMARY

### Yield and feed value of forage maize as influenced by vegetative stage, variety and location

Due to its high energy and low protein content as well its easy conservability forage maize is an important and frequently used component in ruminant rations. The feed value is mainly determined by the proportion of highly digestible ear and the quality of the residual plant. These two factors correlate negatively and are affected by the vegetative stage. Besides, the DM yield is also influenced by the vegetative stage.

In order to investigate and quantify these relationships, a three-factorial experiment with forage maize was carried out in the years 2002 and 2003. The following factors were examined:

Variety: Fuxxol (FAO 240), Romario (FAO 270), Atalante (FAO 290)

Vegetative stage: late milk stage, early dent stage, late dent stage

Location: Lambach (Upper Austria), Kobenz (Styria), Gumpenstein (Styria)

At harvest the whole plant was separated into ear and residual plant. The DM content was determined by oven drying (105°C) and both plant parts were analysed (Weende analysis, cell walls (Van Soest 1982, 1994), *in vitro* digestibility using cellulase). The main results are presented in the table:

	Variety			Vegetative stage		
	Fuxxol	Romario	Atalante	I	II	III
<b>Yield</b> (kg DM per ha)	20,800	21,410	22,194	19,820 <sup>a</sup>	21,449 <sup>b</sup>	23,134 <sup>c</sup>
Ear proportion (% of DM)	51.40 <sup>a</sup>	54.77 <sup>b</sup>	49.31 <sup>a</sup>	46.62 <sup>a</sup>	52.73 <sup>b</sup>	56.13 <sup>c</sup>
<b>Residual plant</b>						
Crude protein (g/kg DM)	51	49	51	52 <sup>b</sup>	52 <sup>b</sup>	47 <sup>a</sup>
Crude fibre (g/kg DM)	350 <sup>b</sup>	348 <sup>b</sup>	329 <sup>a</sup>	327 <sup>a</sup>	340 <sup>a</sup>	360 <sup>b</sup>
NDF (g/kg DM)	666	662	648	638 <sup>a</sup>	656 <sup>b</sup>	682 <sup>c</sup>
ME (MJ/kg DM)	8.11	8.12	8.17	8.46 <sup>c</sup>	8.08 <sup>b</sup>	7.85 <sup>a</sup>
<b>Ear</b>						
Crude protein (g/kg DM)	92	88	91	90	89	91
Crude fibre (g/kg DM)	75	80	77	84 <sup>b</sup>	79 <sup>b</sup>	69 <sup>a</sup>
NDF (g/kg DM)	236	245	236	256 <sup>b</sup>	238 <sup>ab</sup>	223 <sup>a</sup>
ME (MJ/kg DM)	12.43	12.47	12.46	12.50 <sup>b</sup>	12.42 <sup>a</sup>	12.44 <sup>a</sup>
<b>Whole plant</b>						
Crude protein (g/kg DM)	72	71	71	70	72	72
Crude fibre (g/kg DM)	207 <sup>b</sup>	200 <sup>a</sup>	202 <sup>ab</sup>	210 <sup>c</sup>	202 <sup>b</sup>	196 <sup>a</sup>
NDF (g/kg DM)	443	430	441	455 <sup>b</sup>	435 <sup>a</sup>	424 <sup>a</sup>
ME (MJ/kg DM)	10.35 <sup>a</sup>	10.52 <sup>b</sup>	10.31 <sup>a</sup>	10.37	10.38	10.43

The vegetative stage had a more significant impact on yield and feed value than variety. However, the varieties differed in ear proportion, thereby influencing the energy content of the whole plant. There were significant and multifarious interactions between the experimental factors, since it is the available space of vegetative time which primarily determines yield and feed value of forage maize.

Keywords: Forage maize, vegetative stage, variety, yield, feed value, ear proportion

## Literatur

- AKBAR, M.A., P. LEBZIEN und G. FLACHOWSKY, 2002: Measurement of yield and in situ dry matter degradability of maize varieties harvested at two stages of maturity in sheep. *Anim. Feed Sci. Technol.* 100, 53-70.
- ALVA (Arbeitsgemeinschaft landwirtschaftlicher Versuchsanstalten), 1983: Österreichisches Methodenbuch für die Untersuchung von Futtermitteln, Futterzusatzstoffen und Schadstoffen. Selbstverlag ALVA.
- BEEVER, D.E. und F.L. MOULD, 2000: Forage evaluation for efficient ruminant livestock production. In: *Forage Evaluation in Ruminant Nutrition* (Eds. Givens et al.), CABI, 15-42.
- BMLFUW (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft), 2005. Grüner Bericht 2005. 320 S. [www.gruenerbericht.at](http://www.gruenerbericht.at).
- BMLFUW (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft), 2006: Rindermast 2005. Ergebnisse und Konsequenzen der Betriebszweigauswertung (W. Habermann, T. Mattes, C. Schneiderbauer, R. Wöllinger). Landwirtschaftliche und forstwirtschaftliche Beratung. Herausgeber LFI und BMLFUW, 47 S.
- DACCORD, R., Y ARRIGO und R. VOGEL, 1995: Nährwert von Maissilage. *Agrarforschung* 2, 397-400.
- DLG (Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft), 1997: DLG-Futterwerttabellen – Wiederkäuer. 7. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt/Main, 212 S.
- ETTLE, T., P. LEBZIEN, G. FLACHOWSKY und F.J. SCHWARZ, 2001: Effect of harvest date and variety on ruminal degradability of ensiled maize grains in dairy cows. *Arch. Anim. Nutr.* 55, 69-84.
- ETTLE, T., F.J. SCHWARZ, P. LEBZIEN und G. FLACHOWSKY, 2002: Futterwert von Silagen aus unterschiedlichen Maishybriden und ihr Einfluss auf Leistungskriterien von Milchkühen. *Landbauforschung Völkenrode* 52, 157-165.
- ETTLE, T. und F.J. SCHWARZ, 2003: Effect of maize variety harvested at different maturity stages on feeding value and performance of dairy cows. *Anim. Res.* 52, 337-349.
- FOX, D.G., L.O. TEDESCHI, T.P. TYLUTKI, J.B. RUSSELL, M.E. Van AMBURGH, L.E. CHASE, A.N. PELL und T.R. OVERTON, 2004: The Cornell net carbohydrate and protein system for evaluating herd nutrition and nutrient excretion. *Anim. Feed Sci. Technol.* 112, 29-78.
- GROSS, F., 1970: Einfluss des Erntezeitpunktes auf den Futterwert von Maisgärfutter. *Das wirtschaftseig. Futter* 16, 306-336.
- GROSS, F., 1979: Nährstoffgehalt und Verdaulichkeit von Silomais. 1. Mitteilung: Bewertung von Silomais. *Das wirtschaftseig. Futter* 25, 215-225.
- GROSS, F. und W. PESCHKE, 1980a: Nährstoffgehalt und Verdaulichkeit von Silomais. 2. Mitteilung: Nährstoffgehalt und Verdaulichkeit von Maisstroh (Maispflanze ohne Kolben). *Das wirtschaftseig. Futter* 26, 104-117.
- GROSS, F. und W. PESCHKE, 1980b: Nährstoffgehalt und Verdaulichkeit von Silomais. 3. Mitteilung: Nährstoffgehalt und Verdaulichkeit der Maiskolben. *Das wirtschaftseig. Futter* 26, 184-192.
- GROSS, F. und W. PESCHKE, 1980c: Nährstoffgehalt und Verdaulichkeit von Silomais. 4. Mitteilung: Einfluss der Kolbenbildung auf Nährstoffgehalt und Verdaulichkeit von Silomais. *Das 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. *Das wirtschaftseig. Futter* 31, 243-272.
- GRUBER, L. und R. STEINWENDER, 1992: Nähr- und Mineralstoffversorgung von Milchkühen aus dem Grundfutter. Ergebnisse einer Praxiserhebung in landwirtschaftlichen Betrieben Österreichs. *Die Bodenkultur* 43, 65-79.
- GRUBER, L., K. TAFERNER, B. STEINER, G. MAIERHOFER, M. URDL, J. GASTEINER, 2006: Einfluss von Vegetationsstadium, Sorte, Standort und Konservierung von Silomais auf den Gehalt an Rohprotein- und Kohlenhydrat-Fractionen sowie den ruminalen *in situ*-Abbau der Trockenmasse. 118. VDLUFA-Kongress, Freiburg/Breisgau, im Druck.
- HARVEY, W.R., 1987: User's Guide for LSMLMW PC-1 Version. Mixed Model Least-Squares and Maximum Likelihood Computer Program. Ohio State University, USA, 59 S.
- HEIN, W. und L. GRUBER, 2003: Unterschiede österreichischer Silomais-Sorten hinsichtlich Ertrag und Futterwert. 54. Tagung der Pflanzenzüchter und Saatgutkaufleute Österreichs, 25.-27. November 2003, BAL Gumpenstein, 77-84.
- HÖNER, K., P. LEBZIEN, T. ETTLE, F.J. SCHWARZ und G. FLACHOWSKY, 2002: Einfluss von Silagen aus unterschiedlichen Maishybriden auf die Umsetzungen im Verdauungstrakt von Kühen. *Landbauforschung Völkenrode* 52, 149-156.

- JOCHMANN, K., P. LEBZIEN, R. DAENICKE und G. FLACHOWSKY, 1999: Zum Einfluss des Reifestadiums von Maispflanzen und des Einsatzes von Milchsäurebakterien bei ihrer Silierung auf die Nährstoffumsetzungen im Verdauungstrakt von Milchkühen. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 82, 178-192.
- KURTZ, H. und F.J. SCHWARZ, 2005: *In situ*-Abbaukinetik von Restpflanzen verschiedener Maishybriden im Reifeverlauf. *Übers. Tierernährg.* 33, 111-120.
- LANGENHOFF, M., R. DAENICKE, P. KÖHLER, U. MEYER und G. FLACHOWSKY, 2003: Einfluss von zwei Silomaishybriden auf Mast- und Schlachtleistung von Mastbullen. *Landbauforschung Völkenrode* 53, 43-51.
- MEISSER, M. und G. WEISS, 2002: Nährwert von Silomais. *Agrarforschung* 9, 506-511.
- PEX, E.J., F.J. SCHWARZ und M. KIRCHGESSNER, 1996: Zum Einfluss des Erntezeitpunktes von Silomais auf Verdaulichkeit und Energiegehalt von Maissilage bei Rind und Schaf. *Das wirtschaftseig. Futter* 42, 83-96.
- SCHWARZ, F.J., E.J. PEX und M. KIRCHGESSNER, 1996: Zum Sorteneinfluss von Silomais auf Verdaulichkeit und Energiegehalt von Maissilage bei Rind und Schaf. *Das wirtschaftseig. Futter* 42, 161-172.
- STATGRAPHICS Plus 5, 2000: *Manugistics Leveraged Intelligence. User Manual.* Maryland, USA.
- STEINGASS, H. und M. SIEGEL, 2002: Werden stärkereiche Silomaishybriden richtig bewertet? *Innovation (Heft1)*, 6-8.
- STEINWIDDER, A. und T. GUGGENBERGER, 2003: Erhebungen zur Futteraufnahme und Nährstoffversorgung von Milchkühen sowie Nährstoffbilanzierung auf Grünlandbetrieben in Österreich. *Die Bodenkultur* 54, 49-66.
- Van SOEST, P.J., 1982 und 1994: *Nutritional Ecology of the Ruminant.* 1. und 2. Auflage, Cornell University Press, Ithaca und London
- Van SOEST, P.J., J.B. ROBERTSON und B.A. LEWIS, 1991: Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74, 3583-3597.
- VDLUFA (Verband deutscher landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten), 1976 inkl. Ergänzungsblätter 1983, 1988, 1993, 1997: *Methodenbuch Band III – Die chemische Untersuchung von Futtermitteln.* VDLUFA-Verlag, Darmstadt.
- ZSCHEISCHLER, J., F. GROSS und L. HEPTING, 1974: Einfluss von Schnitzzeit, Sorte und Standweite auf Ertrag und Futterwert von Silomais. *Bayer. Landw. Jahrb.* 51, 611-636.

## Tabellenanhang:

Tabelle 2c: Trockenmasse- und Energieertrag (pro Hektar) sowie morphologische Zusammensetzung (Wechselwirkung Sorte x Vegetationsstadium)

Sorte	Vegetationsstadium	Fuxxol			Romario			Atalante		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III
	Vegetation Tage	121	131	141	123	133	142	123	133	142
<b>Frischmasse-Ertrag</b>										
Gesamtpflanze	kg FM	63.163	61.624	57.476	67.438	64.915	60.307	75.116	69.620	70.006
Restpflanze	kg FM	42.511 <sup>b</sup>	39.913 <sup>b</sup>	35.175 <sup>a</sup>	44.453 <sup>b</sup>	41.229 <sup>b</sup>	36.490 <sup>a</sup>	54.273	48.229	45.675
Kolben	kg FM	20.430	21.542	22.155	22.808	23.475	23.652	20.650	21.138	24.183
<b>Trockenmasse-Ertrag</b>										
Gesamtpflanze	kg TM	18.991 <sup>a</sup>	21.103 <sup>b</sup>	22.305 <sup>b</sup>	20.173	21.642	22.416	20.297 <sup>a</sup>	21.603 <sup>ab</sup>	24.681 <sup>b</sup>
Restpflanze	kg TM	9.890	10.108	9.808	10.008	9.513	9.284	11.374	10.728	11.112
Kolben	kg TM	9.101 <sup>a</sup>	10.995 <sup>b</sup>	12.497 <sup>c</sup>	10.165 <sup>a</sup>	12.129 <sup>b</sup>	13.132 <sup>b</sup>	8.923 <sup>a</sup>	10.876 <sup>a</sup>	13.569 <sup>b</sup>
<b>Energie-Ertrag</b>										
Gesamtpflanze	GJ ME	197,09 <sup>a</sup>	218,41 <sup>b</sup>	231,20 <sup>b</sup>	211,16	227,85	236,49	208,66 <sup>a</sup>	221,52 <sup>a</sup>	256,68 <sup>b</sup>
Restpflanze	GJ ME	83,66	82,06	76,21	84,23	76,83	72,92	97,10	86,42	87,87
Kolben	GJ ME	113,42 <sup>a</sup>	136,36 <sup>b</sup>	154,99 <sup>c</sup>	126,92 <sup>a</sup>	151,01 <sup>b</sup>	163,57 <sup>b</sup>	111,56 <sup>a</sup>	135,11 <sup>a</sup>	168,81 <sup>b</sup>
<b>Morph. Zusammensetzung</b>										
Kolbenanteil	% TM	46,68 <sup>a</sup>	51,95 <sup>ab</sup>	55,57 <sup>b</sup>	49,86 <sup>a</sup>	55,89 <sup>b</sup>	58,56 <sup>b</sup>	43,32 <sup>a</sup>	50,35 <sup>b</sup>	54,26 <sup>b</sup>
Kolbenanteil	% ME	56,14 <sup>a</sup>	62,30 <sup>ab</sup>	66,52 <sup>b</sup>	59,47 <sup>a</sup>	66,09 <sup>b</sup>	69,11 <sup>b</sup>	52,55 <sup>a</sup>	60,81 <sup>b</sup>	64,85 <sup>b</sup>

Tabelle 3c: Gehalt an Nährstoffen, Zellwänden, Energie und Mineralstoffen sowie Verdaulichkeit der Restpflanze (Wechselwirkung Sorte x Vegetationsstadium)

Sorte	Vegetationsstadium	Fuxxol			Romario			Atalante		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III
<b>Nährstoffe</b>										
Trockenmasse	g/kg FM	246	274	289	233 <sup>a</sup>	244 <sup>ab</sup>	263 <sup>b</sup>	217 <sup>a</sup>	231 <sup>b</sup>	251 <sup>c</sup>
Rohprotein	g/kg TM	53	56	45	50	50	47	53	51	50
Rohfett	g/kg TM	17	15	15	17	14	14	16	13	14
Rohfaser	g/kg TM	332	349	370	332	344	367	316	326	344
N-freie Extr.stoffe	g/kg TM	531	511	496	532	524	505	550	541	525
Rohasche	g/kg TM	67	69	75	68	67	67	65	69	67
<b>Zellwandbestandteile</b>										
NDF	g/kg TM	645	670	683	637 <sup>a</sup>	654 <sup>a</sup>	695 <sup>b</sup>	633	643	667
ADF	g/kg TM	372 <sup>a</sup>	388 <sup>a</sup>	416 <sup>b</sup>	371	384	409	360	377	388
ADL	g/kg TM	45	46	47	45	45	48	40	40	44
<b>Verdaulichkeit und Energie</b>										
Verdaulichkeit OM	%	61,0 <sup>b</sup>	58,6 <sup>ab</sup>	56,9 <sup>a</sup>	60,9 <sup>b</sup>	58,4 <sup>a</sup>	57,1 <sup>a</sup>	61,4 <sup>b</sup>	58,6 <sup>ab</sup>	57,2 <sup>a</sup>
ME	MJ/kg TM	8,45 <sup>b</sup>	8,10 <sup>ab</sup>	7,78 <sup>a</sup>	8,41 <sup>b</sup>	8,07 <sup>ab</sup>	7,87 <sup>a</sup>	8,53	8,07	7,90
NEL	MJ/kg TM	4,87 <sup>b</sup>	4,63 <sup>ab</sup>	4,42 <sup>a</sup>	4,85 <sup>b</sup>	4,61 <sup>ab</sup>	4,47 <sup>a</sup>	4,93	4,62	4,50
<b>Mineralstoffe</b>										
Calcium	g/kg TM	3,5	3,7	3,2	3,8 <sup>b</sup>	3,6 <sup>a</sup>	3,4	3,6	3,5	3,3
Phosphor	g/kg TM	1,5	1,3	1,2	1,3 <sup>b</sup>	1,1 <sup>ab</sup>	1,0 <sup>a</sup>	1,5	1,5	1,2
Magnesium	g/kg TM	1,6	1,6	1,3	1,4	1,4	1,4	1,2	1,3	1,2
Kalium	g/kg TM	18,4 <sup>ab</sup>	17,6 <sup>a</sup>	19,5 <sup>b</sup>	17,1	17,2	16,5	18,2	19,7	18,0
Natrium	g/kg TM	0,30	0,32	0,27	0,30	0,28	0,31	0,28	0,23	0,27

Tabelle 4c: Gehalt an Nährstoffen, Zellwänden, Energie und Mineralstoffen sowie Verdaulichkeit des Kolbens  
(Wechselwirkung Sorte x Vegetationsstadium)

Sorte Vegetationsstadium	Fuxxol			Romario			Atalante		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
<b>Nährstoffe</b>									
Trockenmasse g/kg FM	438 <sup>a</sup>	511 <sup>ab</sup>	560 <sup>b</sup>	443 <sup>a</sup>	517 <sup>ab</sup>	554 <sup>b</sup>	425 <sup>a</sup>	511 <sup>ab</sup>	552 <sup>b</sup>
Rohprotein g/kg TM	93	91	91	87	87	90	91	89	92
Rohfett g/kg TM	39	39	43	40	43	47	40	40	44
Rohfaser g/kg TM	79	75	71	89	83	69	82 <sup>b</sup>	80 <sup>b</sup>	68 <sup>a</sup>
N-freie Extr.stoffe g/kg TM	771	777	779	766	769	777	769	774	780
Rohasche g/kg TM	18	18	17	17	18	17	18	17	17
<b>Zellwandbestandteile</b>									
NDF g/kg TM	241	236	230	278	239	218	248	239	219
ADF g/kg TM	99	95	96	117	100	87	103	95	89
ADL g/kg TM	18	15	17	20	17	16	19	18	18
<b>Verdaulichkeit und Energie</b>									
Verdaulichkeit OM %	81,7 <sup>b</sup>	80,9 <sup>ab</sup>	80,4 <sup>a</sup>	81,6 <sup>b</sup>	80,9 <sup>ab</sup>	80,5 <sup>a</sup>	81,8 <sup>b</sup>	80,9 <sup>ab</sup>	80,5 <sup>a</sup>
ME MJ/kg TM	12,48	12,41	12,40	12,49	12,45	12,47	12,52	12,41	12,44
NEL MJ/kg TM	7,76	7,71	7,69	7,76	7,73	7,74	7,79	7,71	7,72
<b>Mineralstoffe</b>									
Calcium g/kg TM	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Phosphor g/kg TM	2,8	2,6	2,6	2,6	2,8	2,7	2,8	2,6	2,6
Magnesium g/kg TM	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,1	1,1	1,1
Kalium g/kg TM	5,7	5,1	4,8	5,0	4,5	4,5	5,3 <sup>b</sup>	4,7 <sup>ab</sup>	4,1 <sup>a</sup>
Natrium g/kg TM	0,30	0,36	0,31	0,28	0,28	0,32	0,47	0,38	0,27

Tabelle 5c: Gehalt an Nährstoffen, Zellwänden, Energie und Mineralstoffen sowie Verdaulichkeit der Gesamtpflanze  
(Wechselwirkung Sorte x Vegetationsstadium)

Sorte Vegetationsstadium	Fuxxol			Romario			Atalante		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
<b>Nährstoffe</b>									
Trockenmasse g/kg FM	310 <sup>a</sup>	358 <sup>b</sup>	394 <sup>b</sup>	304 <sup>a</sup>	343 <sup>b</sup>	377 <sup>b</sup>	276 <sup>a</sup>	318 <sup>b</sup>	358 <sup>c</sup>
Rohprotein g/kg TM	71	74	70	68	71	72	69	71	74
Rohfett g/kg TM	27 <sup>a</sup>	28 <sup>a</sup>	31 <sup>b</sup>	29	31	33	27	27	31
Rohfaser g/kg TM	211	206	203	209 <sup>b</sup>	198 <sup>a</sup>	192 <sup>a</sup>	211	202	194
N-freie Extr.stoffe g/kg TM	647	649	654	651	661	664	649	658	662
Rohasche g/kg TM	44	42	43	43	40	38	44 <sup>b</sup>	43 <sup>b</sup>	40 <sup>a</sup>
<b>Zellwandbestandteile</b>									
NDF g/kg TM	452	445	432	453	422	416	460 <sup>c</sup>	438 <sup>b</sup>	424 <sup>a</sup>
ADF g/kg TM	241	236	238	242 <sup>b</sup>	225 <sup>a</sup>	221 <sup>a</sup>	245	234	226
ADL g/kg TM	32	30	30	32	30	29	30	29	29
<b>Verdaulichkeit und Energie</b>									
Verdaulichkeit OM %	71,1	70,6	70,4	71,6	71,3	71,1	70,7	70,2	70,2
ME MJ/kg TM	10,36	10,35	10,36	10,46	10,52	10,57	10,29	10,27	10,38
NEL MJ/kg TM	6,24	6,23	6,24	6,31	6,36	6,39	6,19	6,18	6,26
<b>Mineralstoffe</b>									
Calcium g/kg TM	1,9 <sup>b</sup>	1,9 <sup>b</sup>	1,5 <sup>a</sup>	2,0 <sup>c</sup>	1,7 <sup>b</sup>	1,5 <sup>a</sup>	2,1 <sup>b</sup>	1,8 <sup>ab</sup>	1,6 <sup>a</sup>
Phosphor g/kg TM	2,1	2,0	2,0	2,0	2,1	2,0	2,1	2,1	2,0
Magnesium g/kg TM	1,4	1,3	1,2	1,2	1,2	1,3	1,1	1,1	1,1
Kalium g/kg TM	12,5 <sup>b</sup>	11,1 <sup>a</sup>	11,4 <sup>a</sup>	11,1 <sup>b</sup>	10,2 <sup>ab</sup>	9,5 <sup>a</sup>	12,5	12,3	10,6
Natrium g/kg TM	0,31	0,33	0,30	0,30	0,28	0,31	0,37	0,31	0,26