

# Pflanzen

## Nährwert von Silomais\*

Marco Meisser und Gabriel Weiss, Eidgenössische Forschungsanstalt für Nutztiere (RAP), CH-1725 Posieux  
Auskünfte: Marco Meisser, e-mail: marco.meisser@rap.admin.ch, Fax +41 (0)26 407 73 00, Tel. +41 (0)26 407 72 15

### Zusammenfassung

**E**s ist schwierig, den Energiewert von Silomais genau zu bestimmen. Zurzeit kennt man die Auswirkungen der klimatischen Bedingungen auf den Nährwert noch nicht genügend. Obwohl der Einfluss der Sorte besser bekannt ist, müsste er noch präziser bestimmt werden. Dies gilt besonders für stay-green-Sorten, bei denen die Entwicklung von Stängel und Kolben asynchron verläuft.

Die Eidgenössische Forschungsanstalt für Nutztiere (RAP) hat in den Jahren 2000 und 2001 eine Studie durchgeführt, deren Ziel es war, den Einfluss von Umwelt, Sorte und Reifestadium auf den Energiegehalt von Silomais genauer zu bestimmen. Von den drei untersuchten Faktoren führte das Reifestadium bei der verdaulichen organischen Substanz (VOS) zu den grössten Unterschieden. Die Ergebnisse der Studie unterstreichen, wie wichtig der optimale Erntezeitpunkt ist. Die Umweltfaktoren beeinflussten in erster Linie den Verlauf der Trockensubstanzgehalte der Kolben und Restpflanze. Wider alle Erwartungen führten die Umweltfaktoren bei der Qualität zu keinen grossen Differenzen. Was hingegen den Einfluss der Sorte betrifft, so waren die Unterschiede signifikant. Die stay-green-Sorte wies jedoch nicht die beste Verdaulichkeit auf.

Der Nährwert von Silomais ist von den klimatischen Bedingungen, der Sorte und dem Reifestadium abhängig. Wie die Umweltfaktoren die Futterqualität beeinflussen, ist heute noch nicht genau bekannt. Über den Einfluss der Sorte sind die Kenntnisse hingegen grösser. Die Einführung des stay-green-Sortentyps vor ungefähr zehn Jahren hat zahlreiche Fragen aufgeworfen. Das Leistungspotenzial dieser Sorten (Trockensubstanz und Energie) sollte grösser sein, unter anderem deshalb, weil die Restpflanze bis hin zum Ende der Stärkeeinlagerung aktiv bleibt. Diese Eigenschaft erschwert die Bestimmung des optimalen Erntezeitpunktes. Im Gegensatz zu den «traditionellen» Sorten, bei denen die Reifung von Stängel und Kolben gleichzeitig erfolgt, weisen stay-green-Sorten eine relativ unabhängige Entwicklung dieser beiden Pflanzenteile auf. Die Gleich-

zeitigkeit in Bezug auf die Entwicklung fehlt also bei diesen Sorten, so dass das Korn auch nicht mehr als einziges Bestimmungskriterium für das Reifestadium der Ganzpflanze verwendet werden kann.

### Vier Sorten an drei Standorten

Die Maispflanzen wurden in den Jahren 2000 und 2001 an folgenden drei Orten in der Schweiz angebaut: Nyon-Changins (RAC), Posieux (RAP) und Zürich-Reckenholz (FAL). Von Mitte August bis Mitte Oktober wurde ungefähr alle zehn Tage geerntet. Aufgrund eines frühzeitigen Befalls mit *Helminthosporium turcicum* konnten im Jahr 2001 von der FAL keine Daten erhoben werden. Die Versuche wurden im Split-Plot Verfahren mit zwei Faktoren<sup>1</sup> und vier Wiederholungen angeordnet. Der Abstand zwischen den Reihen betrug 75 cm; die Saattiefe lag bei 10,5 Pflanzen pro m<sup>2</sup>. Bei jeder Variante wurde eine Unterpar-

zelle mit vier Reihen von etwa 4,6 m Länge bepflanzt. In Changins wurden die Pflanzen bewässert, um den durch Trockenheit bedingten Stress zu vermeiden.

Die in dieser Studie verwendeten Maissorten und deren Hauptmerkmale sind:

*Banguy*: Sowohl als Körnermais wie als Silomais zugelassene, mittelfrühe Sorte, hoher Kolbenanteil, tendenziell stay-green.

*Attribut*: mittelfrühe Silomais-Sorte, in der Praxis sehr verbreitet.

*Goldmeru*: Kolbenanteil eher hoch, kein stay-green, frühreifer Typ.

*Monopol*: Nur als Körnermais zugelassene Sorte, deutlich stay-green; etwas spätreifer als die anderen drei Sorten.

Die Pflanzen wurden in 15 cm Höhe von Hand geschnitten. Sie wurden als Ganzpflanzen an die RAP gebracht und unverzüglich gehäckselt. Nach dem Trocknen (60°C) und Mahlen (1 mm Sieb) wurden die Proben mittels Nah-Infrarot-Reflexions-Spektroskopie (NIRS) analysiert. Jede Messung wurde zweimal wiederholt. Im Jahr 2001 erfolgte für zwei Parameter (verdauliche organische Substanz und Stärke) eine Erweiterung der NIRS-Kalibrierung mit etwa dreissig Messungen der 2000er Kampagne. Parallel zu dem für die NIRS-

1. Faktoren: Sorte (grosse Parzellen) und Reifestadium (Unterpflanzen).

\*Übersetzung: Simone Bader, Le Landeron

Analysen verwendeten Material wurden weitere Pflanzen geerntet, um den Kolbenanteil und die Verdaulichkeit der organischen Substanz in der Restpflanze (Stängel und Blätter) zu bestimmen. Diese Analysen erfolgten nach der Tilley-Terry-Methode (1963).

Die Analysenwerte wurden in Abhängigkeit des Trockensubstanz(TS)-Gehaltes der Ganzpflanze gruppiert: An jedem Versuchsort wurden drei Reifestadien berücksichtigt. Die Gruppierung erleichtert die Vergleiche zwischen den Standorten oder den Sorten, ohne den eigenen Entwicklungsrhythmus jeder Sorte ausser Acht zu lassen.

### Wachstumsbedingungen und Entwicklung der Pflanzen

In Tabelle 1 werden die Temperatursummen und Niederschläge gezeigt, denen die verschiedenen Ernten in der Saison 2000 ausgesetzt waren. Die Entwick-

lung des Maises verlief sehr unterschiedlich. Diese auf die Wachstumsbedingungen zurückzuführenden Differenzen lassen sich nur zum Teil durch die jeweiligen Temperaturunterschiede erklären. Unsere Beobachtungen zeigen, dass die Entwicklung des TS-Gehaltes der Ganzpflanze von anderen Klimafaktoren beeinflusst wurde. Effektiv lagen die in Changins erhobenen TS-Gehalte bei der gegebenen Temperatursumme immer deutlich über den an den anderen Versuchsstandorten gemessenen Werten. Am 21. August wies der Mais in Changins bereits einen TS-Gehalt von 36 % auf (Mittelwert aller Sorten). An den beiden anderen Versuchsstandorten wurden Werte in dieser Höhe erst Anfang Oktober erreicht, was einem Wachstumsrückstand von ungefähr sechs Wochen entspricht. Zum Teil könnte die geringe Niederschlagsmenge in Changins diese Differenzen erklären. Verglichen mit dem ersten Versuchs-

jahr sah die Saison 2001 deutlich anders aus (Tab. 2): Bei vergleichbarer Temperatursumme waren die Unterschiede im TS-Gehalt viel geringer als im Jahr 2000. Was die Pflanzenhöhe angeht – den Spiegel der Wachstumsbedingungen – so lässt sich feststellen, dass die Unterschiede zwischen Changins und Posieux in beiden Jahren gleich blieben und ungefähr 20 cm betragen. Im Jahr 2000 waren die Pflanzen in Reckenholz deutlich grösser als die der beiden anderen Standorte.

Die in Changins beobachtete, sehr schnelle Entwicklung der TS-Gehalte ist in erster Linie auf ein Trocknen der Restpflanze zurückzuführen. Der TS-Gehalt der Ganzpflanze setzt sich zusammen aus dem TS-Gehalt der Restpflanze und dem TS-Gehalt des Kolbens sowie dessen Anteil an der Pflanze. Insgesamt haben die Unterschiede im TS-Gehalt der Restpflanze einen deutlich grösseren Einfluss auf den TS-

**Tab. 1. Zusammenhang zwischen den klimatischen Bedingungen und der Entwicklung des Maises; Jahr 2000**

	RAC (27. April) <sup>1</sup>				RAP (1. Mai) <sup>1</sup>				FAL (1. Mai) <sup>1</sup>			
Erntetermin	09.08	21.08	28.08	04.09	30.08	11.09	20.09	02.10	30.08	11.09	20.09	03.10
Temp.-summe <sup>2</sup> °C	1165	1359	1452	1524	1277	1378	1475	1572	1345	1450	1543	1651
Regenmenge <sup>3</sup> mm	303	304	344	386	468	504	511	558	473	519	527	612
TS-Gehalt <sup>4</sup> %	27,0	36,1	42,2	44,8	25,7	29,6	32,6	36,0	25,5	29,2	33,4	36,2
S <sub>x</sub>	0,34	0,53	0,39	0,70	0,86	0,61	1,02	1,00	0,55	0,66	1,02	0,79
Pflanzenhöhe <sup>4</sup> cm	214	210	205	213	231	238	–	230	262	258	–	264

<sup>1</sup> Saattermin

<sup>3</sup> Summe ab Saat; mit Bewässerung (= zweimal 35 mm an der RAC)

<sup>2</sup> Summe ab Saat (AGPM 6 °C)

<sup>4</sup> TS-Gehalt und Höhe der Pflanzen; Mittelwert der vier Sorten

**Tab. 2. Zusammenhang zwischen den klimatischen Bedingungen und der Entwicklung des Maises; Jahr 2001**

	RAC (09. Mai) <sup>1</sup>				RAP (03. Mai) <sup>1</sup>				FAL (11. Mai) <sup>1</sup>	
Erntetermin	10.08	29.08	10.09	20.09	29.08	10.09	20.09	01.10	15.10	Befall mit <i>H. turcicum</i>
Temp.-summe <sup>2</sup> °C	1112	1385	1495	1545	1285	1375	1416	1484	1610	(keine Daten erhoben)
Regenmenge <sup>3</sup> mm	383	417	450	463	422	511	544	590	640	
TS-Gehalt <sup>4</sup> %	21,0	32,9	37,2	40,7	27,6	30,4	32,4	34,2	37,4	
S <sub>x</sub>	0,30	0,60	0,58	0,75	0,53	0,36	0,69	0,60	0,63	
Pflanzenhöhe <sup>4</sup> cm	203	202	204	204	222	219	219	217	–	

<sup>1</sup> Saattermin

<sup>3</sup> Summe ab Saat; mit Bewässerung (= 75 mm an der RAC)

<sup>2</sup> Summe ab Saat (AGPM 6 °C)

<sup>4</sup> TS-Gehalt und Höhe der Pflanzen; Mittelwert der vier Sorten

Tab. 3. Verdauliche organische Substanz in Abhängigkeit des TS-Gehaltes der Ganzpflanze und Sorte (n = 4); Jahr 2000

Attribut	RAC				RAP				FAL						
	TS-Gehalt % <sup>1</sup>			Mittelwert	S <sub>x</sub>	TS-Gehalt % <sup>1</sup>			Mittelwert	S <sub>x</sub>	TS-Gehalt % <sup>1</sup>			Mittelwert	S <sub>x</sub>
	26-28	34-37	40-43			26-28	29-31	34-37			26-28	29-31	34-37		
Banguy	714	733	750	732 <sup>b</sup>	2,3	702	713	728	714 <sup>a</sup>	1,7	706	706	729	714 <sup>a</sup>	2,9
Goldmeru	701	726	747	725 <sup>b</sup>		713	724	735	724 <sup>b</sup>		714	713	737	721 <sup>ab</sup>	
Monopol	709	730	733	724 <sup>b</sup>		716	730	740	729 <sup>bc</sup>		714	732	738	728 <sup>b</sup>	
Mittelwert	703 <sup>a</sup>	727 <sup>b</sup>	741 <sup>c</sup>			714 <sup>a</sup>	723 <sup>b</sup>	737 <sup>c</sup>			714 <sup>a</sup>	719 <sup>a</sup>	737 <sup>b</sup>		

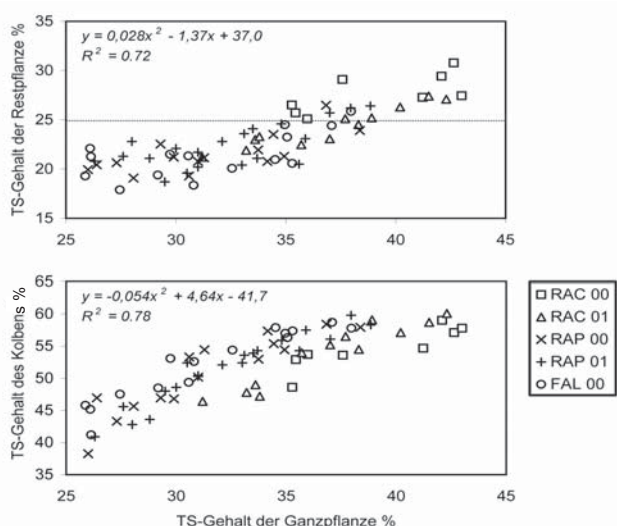
<sup>1</sup> TS-Gehalt der Ganzpflanze. Für die beiden Faktoren bedeuten unterschiedliche Buchstaben auf der gleichen Linie oder in der gleichen Kolonne signifikante Unterschiede (P < 0,05).

Tab. 4. Verdauliche organische Substanz in Abhängigkeit des TS-Gehaltes der Ganzpflanze und Sorte (n = 4); Jahr 2001

Attribut	RAC				RAP					
	TS-Gehalt % <sup>1</sup>			Mittelwert	S <sub>x</sub>	TS-Gehalt % <sup>1</sup>			Mittelwert	S <sub>x</sub>
	31-34	35-38	39-42			27-30	31-34	35-38		
Banguy	744	751	773	756 <sup>b</sup>	3,2	698	725	726	716 <sup>a</sup>	3,0
Goldmeru	743	748	777	756 <sup>b</sup>		712	720	732	721 <sup>a</sup>	
Monopol	724	738	753	738 <sup>a</sup>		731	728	723	727 <sup>a</sup>	
Mittelwert	732 <sup>a</sup>	745 <sup>b</sup>	767 <sup>c</sup>			716 <sup>a</sup>	729 <sup>b</sup>	734 <sup>b</sup>		

<sup>1</sup> TS-Gehalt der Ganzpflanze. Für die beiden Faktoren bedeuten unterschiedliche Buchstaben auf der gleichen Linie oder in der gleichen Kolonne signifikante Unterschiede (P < 0,05).

Abb. 1. Entwicklung des TS-Gehaltes der Restpflanzen und der Kolben in Abhängigkeit des TS-Gehaltes der Ganzpflanze, für die Jahre 2000 und 2001.



Gehalt der Ganzpflanze als die beiden Faktoren, welche die Kolbenentwicklung kennzeichnen. Am Ende der Vegetationsperiode wiesen die Restpflanzen in Changins TS-Gehalte auf, die um 30 % lagen (Abb. 1). Die Wasserversorgung des Stängels beeinflusst auch die Körnerentwicklung. Trockenheit verlang-

samt die Störkeeinlagerung, was in einem geringeren TS-Gehalt im Kolben zum Ausdruck kommt (Abb. 1).

Auch wenn in Bezug auf die TS-Gehalte die zwischen den Versuchsstandorten aufgetretenen Unterschiede viel grösser waren als diejenigen zwischen den Sorten, so traten beim stay-green-Typ dennoch bestimmte Effekte systematisch auf. Mit Ausnahme der Ernten im Jahr 2000 in Changins, bei denen die Umweltbedingungen die Sorteneigenschaften vollständig überdeckten, konnten wir an den Erhebungsdaten jeweils signifikante Unterschiede zwischen den Genotypen beobachten. Vor allem die Sorte Monopol (stay-green) setzte sich von den übrigen Sorten ab: Aufgrund einer langsameren Trockensubstanz-Entwicklung im Stängel waren die TS-Gehalte der Ganzpflanze ge-

nerell etwa zwei Prozent tiefer. Was das Aussehen von Stängeln und Blättern betrifft, blieb diese Sorte nicht länger grün als die übrigen Versuchssorten.

### Auswirkungen des Entwicklungsstadiums auf den Nährwert

Von den drei untersuchten Faktoren beeinflusste das Entwicklungsstadium den Gehalt an verdaulicher organischer Substanz (VOS) am stärksten (Tab. 3 und 4). In Changins stieg die VOS von Ernte zu Ernte ununterbrochen an. Im Jahr 2001 lag die Zunahme zwischen der frühen bis sehr späten Teigreife des Korns bei 35 g VOS/kg TS, was ungefähr 0,3 MJ NEL/ kg TS entspricht. Das Gleiche, wenn auch in geringerem Ausmass, wurde im Jahr 2000 beobachtet. In Posieux war die Situation etwas weniger eindeutig: Im Jahr 2000 liess sich bei allen Sorten ein deutlicher Anstieg der VOS feststellen, 2001 war dies nur für zwei Sorten der Fall.

Die Stärkegehalte nahmen an allen Versuchsstandorten bis zum Ende der Erhebungen ganz deutlich zu (Tab. 5 und 6). Diese kontinuierliche Zunahme hat die Qualitätsminderung der Restpflanzen mehr als kompensiert. In den Jahren 2000 und 2001 liessen sich durch die Stärkegehalte 67 beziehungsweise 74 % der Variationen bezüglich der

Tab. 5. Stärkegehalt in Abhängigkeit des TS-Gehaltes der Ganzpflanze und Sorte (n = 4); Jahr 2000

	RAC				RAP				FAL						
	TS-Gehalt % <sup>1</sup>			Mittelwert	S <sub>x</sub>	TS-Gehalt % <sup>1</sup>			Mittelwert	S <sub>x</sub>	TS-Gehalt % <sup>1</sup>			Mittelwert	S <sub>x</sub>
	26-28	34-37	40-43			26-28	29-31	34-37			26-28	29-31	34-37		
<b>Attribut</b>	(136)	284	355	259 <sup>a</sup>	6,8	(164)	254	319	246 <sup>a</sup>	6,3	209	275	332	272 <sup>a</sup>	7,4
<b>Banguy</b>	180	321	367			247	301	358			232	324	407		
<b>Goldmeru</b>	181	302	383			237	303	341			238	292	356		
<b>Monopol</b>	204	320	387			298	341	396			304	357	407		
<b>Mittelwert</b>	175 <sup>a</sup>	307 <sup>b</sup>	373 <sup>c</sup>	6,1	237 <sup>a</sup>	300 <sup>b</sup>	354 <sup>c</sup>	4,2	246 <sup>a</sup>	312 <sup>b</sup>	376 <sup>c</sup>	4,3			

<sup>1</sup> TS-Gehalt der Ganzpflanze. Für die beiden Faktoren bedeuten unterschiedliche Buchstaben auf der gleichen Linie oder in der gleichen Kolonne signifikante Unterschiede (P < 0,05).

VOS-Gehalte erklären. Die Beziehung zwischen dem Stärkeanteil und dem Energiewert ist oft nicht so eng. Herter et al. (1995a) zeigten, dass das Bestimmtheitsmass von Körneranteil und Energiewert je nach Jahr zwischen 0,2 und 0,7 schwanken kann.

### Der Einfluss der Faktoren «Sorte»...

Beim gleichen Reifestadium wiesen die vier untersuchten Sorten signifikante Qualitätsunterschiede auf. Die durchschnittliche Abweichung zwischen den Sorten erhöhte sich maximal auf 24 g VOS/kg TS. Die vorliegende Studie lieferte keine Kenntnisse über die Energieerträge (MJ NEL/ha). Sortenprüfungen in der Schweiz und in Deutschland zeigen jedoch, dass Ertragsunterschiede zwischen den vier Sorten existieren und dass bestimmte Qualitätsunterschiede durch einen höheren Ertrag mehr oder weniger ausgeglichen werden.

Trotz eines sehr hohen Stärkegehaltes und eines merklichen stay-green-Effektes in Posieux (= langsamere Entwicklung der TS-Gehalte in der Restpflanze, Abb. 2) wies die Sorte Monopol keinen höheren VOS-Gehalt auf als die drei übrigen Sorten.

### ...und «Umwelt»

Im Jahr 2000 traten an den verschiedenen Versuchsorten trotz

Tab. 6. Stärkegehalt in Abhängigkeit des TS-Gehaltes der Ganzpflanze und Sorte (n = 4); Jahr 2001

	RAC				RAP						
	TS-Gehalt % <sup>1</sup>			Mittelwert	S <sub>x</sub>	TS-Gehalt % <sup>1</sup>			Mittelwert	S <sub>x</sub>	
	31-34	35-38	39-42			27-30	31-34	35-38			
<b>Attribut</b>	341	388	432	387	6,2	255	319	358	311 <sup>a</sup>	7,5	
<b>Banguy</b>	368	389	457			293	366	420			360 <sup>b</sup>
<b>Goldmeru</b>	368	403	450			274	332	374			327 <sup>a</sup>
<b>Monopol</b>	335	384	425			333	346	379			353 <sup>b</sup>
<b>Mittelwert</b>	353 <sup>a</sup>	391 <sup>b</sup>	441 <sup>c</sup>	7,5	289 <sup>a</sup>	341 <sup>b</sup>	383 <sup>c</sup>	4,4			

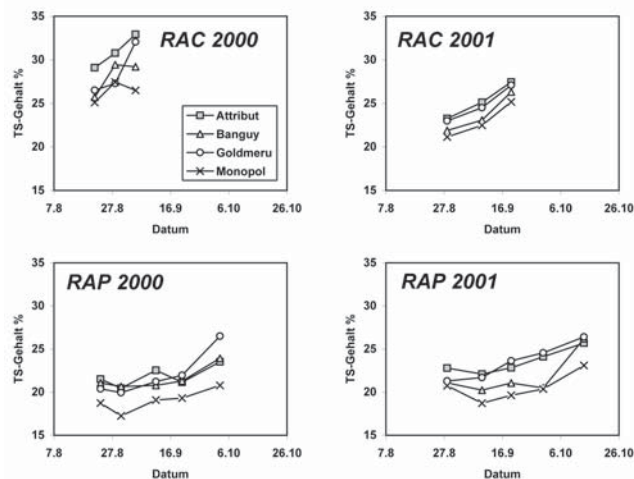
<sup>1</sup> TS-Gehalt der Ganzpflanze. Für die beiden Faktoren bedeuten unterschiedliche Buchstaben auf der gleichen Linie oder in der gleichen Kolonne signifikante Unterschiede (P < 0,05).

der deutlich unterschiedlichen klimatischen Bedingungen hinsichtlich des VOS-Gehaltes nur geringe Differenzen auf. Dies ist nicht einfach zu erklären, da wir die VOS-Gehalte der beiden Pflanzenfraktionen nicht bestimmt haben. Anhand der Stärkegehalte (Körneranteil) lässt sich jedoch vermuten, dass an allen drei Versuchsstandorten ungefähr gleich viel Energie in Form dieses Nährstoffes gebildet worden war. Die Qualität der Restpflanzen-Fraktion müsste mehr oder weniger ähnlich sein. Das in Changins beobachtete Trocknen der Restpflanzen hatte höchstwahrscheinlich keine grössere Auswirkung auf deren Qualität.

Im Jahr 2001 war der Standorteinfluss ausgeprägter als im Jahr zuvor, jedoch nicht signifikant (P = 0,11). Zwischen den Faktoren «Sorte» und «Umwelt» stellen wir keine Interaktionen fest.

Daher blieb die Sortenklassierung an den beiden Versuchsstandorten mehr oder weniger ähnlich. Im Hinblick auf die Qualität der Restpflanzen zeigten die Analysen, dass bei gleichem Reifestadium Differenzen von 18 bis 30 g VOS/kg TS zwischen den Standorten auftraten. Die in Posieux erhobenen Werte lagen etwas höher als diejenigen

Abb. 2. Entwicklung des TS-Gehaltes der Restpflanzen im Verlauf der Vegetation: in Changins (RAC) und Posieux (RAP), für die Jahre 2000 und 2001.



Tab. 7. Gehalt an Rohprotein in Abhängigkeit des TS-Gehaltes der Ganzpflanze und Sorte (n = 4); Jahr 2000

Attribut	RAC				RAP				FAL						
	TS-Gehalt % <sup>1</sup>			Mittelwert	S <sub>x</sub>	TS-Gehalt % <sup>1</sup>			Mittelwert	S <sub>x</sub>	TS-Gehalt % <sup>1</sup>			Mittelwert	S <sub>x</sub>
	26-28	34-37	40-43			26-28	29-31	34-37			26-28	29-31	34-37		
Banguy	74	66	67	69 <sup>b</sup>	1,1	61	59	60	60 <sup>ab</sup>	0,9	65	66	62	64 <sup>b</sup>	1,1
Goldmeru	73	74	72	73 <sup>b</sup>		68	71	68	69 <sup>c</sup>		71	70	66	69 <sup>c</sup>	
Monopol	75	66	69	70 <sup>b</sup>		63	62	62	62 <sup>b</sup>		63	57	59	60 <sup>a</sup>	
<b>Mittelwert</b>	<b>73<sup>a</sup></b>	<b>66<sup>b</sup></b>	<b>68<sup>b</sup></b>			<b>62</b>	<b>63</b>	<b>62</b>			<b>66<sup>a</sup></b>	<b>64<sup>ab</sup></b>	<b>61<sup>b</sup></b>		

<sup>1</sup> TS-Gehalt der Ganzpflanze. Für die beiden Faktoren bedeuten unterschiedliche Buchstaben auf der gleichen Linie oder in der gleichen Kolonne signifikante Unterschiede (P < 0,05).

Tab. 8. Gehalt an Rohprotein in Abhängigkeit des TS-Gehaltes der Ganzpflanze und Sorte (n = 4); Jahr 2001

Attribut	RAC				RAP					
	TS-Gehalt % <sup>1</sup>			Mittelwert	S <sub>x</sub>	TS-Gehalt % <sup>1</sup>			Mittelwert	S <sub>x</sub>
	31-34	35-38	39-42			27-30	31-34	35-38		
Banguy	65	67	66	66 <sup>ab</sup>	1,6	59	60	63	61 <sup>b</sup>	1,4
Goldmeru	78	74	74	75 <sup>c</sup>		65	62	65	64 <sup>b</sup>	
Monopol	70	71	67	69 <sup>b</sup>		57	57	64	59 <sup>b</sup>	
<b>Mittelwert</b>	<b>68</b>	<b>69</b>	<b>68</b>			<b>59<sup>ab</sup></b>	<b>57<sup>a</sup></b>	<b>63<sup>b</sup></b>		

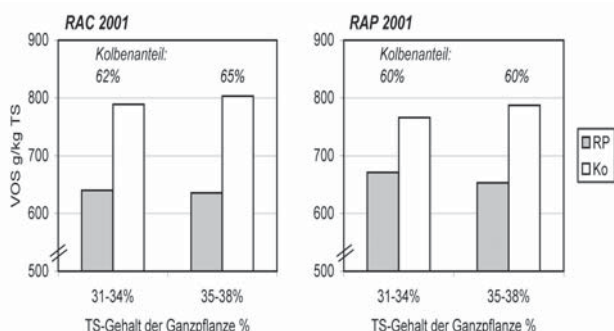
<sup>1</sup> TS-Gehalt der Ganzpflanze. Für die beiden Faktoren bedeuten unterschiedliche Buchstaben auf der gleichen Linie oder in der gleichen Kolonne signifikante Unterschiede (P < 0,05).

aus Changins (Abb. 3). Der VOS-Gehalt der Kolben sowie ihr Anteil in der Trockensubstanz war hingegen an der RAC etwas grösser.

Was die Rohprotein(RP)-Gehalte betrifft, traten sowohl 2000 als auch 2001 deutliche Sorten und Standort abhängige Unterschiede auf (Tab. 7 und 8). Nach Corneloup et al. (2001) übt die Umwelt einen grösseren Einfluss auf den RP-Gehalt aus als die Sorte. Ein Forschungsprojekt an der RAP aus den Jahren

1977 bis 1996 mit der gleichen Sorte zeigte, dass die RP-Gehalte von Jahr zu Jahr stark schwanken können (65 bis 90 g/kg TS). Diese Unterschiede lassen sich nur schwer mit den «einfachen» Klimafaktoren wie Temperatursumme oder Niederschläge erklären. Die beobachteten Differenzen im RP-Gehalt sind in erster Linie auf die Unterschiede in den Restpflanzen zurückzuführen. Effektiv zeigten die Analysen der Körner, dass die RP-Gehalte nur wenig voneinander abwichen.

Abb. 3. VOS-Gehalte der Restpflanzen und der Kolben in Abhängigkeit des TS-Gehaltes der Ganzpflanze und des Standortes. Mittelwert der vier Sorten. VOS = verdauliche organische Substanz; RP = Restpflanze; Ko = Kolben.



### Der optimale Erntezeitpunkt

Der optimale Erntezeitpunkt ergibt sich aus einem Kompromiss zwischen dem Energieertrag, der Siliereignung und der Futteraufnahme. Für mittel-frühreife Sorten sind diese Bedingungen am besten bei einem TS-Gehalt zwischen 33 und 35 % erfüllt.

Betrachtet man die Ergebnisse dieser Studie allein unter dem Aspekt des Nährwertes, zeigt sich, dass die VOS-Gehalte bis zu sehr späten Reifestadien anstiegen. Dies wurde insbesondere im Jahr 2000 in Changins beobachtet und beruht auf den trockenen klimatischen Bedingungen. In einer solchen Situation sind die TS-Gehalte der Stängel hoch und die Kolbenentwicklung ist verlangsamt. Mit Erreichen des späten Teigreifestadiums der Körner liegen die TS-Gehalte der Ganzpflanzen zwischen 35 und 40 %. Die Reifung kann sehr schnell erfolgen: Im Jahr 2000 stiegen die TS-Gehalte innerhalb einer Woche von 36 auf 42 % an (Tab. 1). Es wurden keine wesentlichen Unterschiede zwischen den einzelnen Sorten festgestellt.

In Posieux und Reckenholz verlief die Entwicklung deutlich regelmässiger. Zu Kulturrende überstiegen die TS-Gehalte nur selten 36 bis 38 %. Verglichen mit Changins stellten wir eine Entwicklungsverzögerung von ungefähr drei bis vier Wochen fest. Der Erntezeitraum verspätet sich und ist – ausser bei Frost – von längerer Dauer. Diese grössere Elastizität gilt für alle Sorten, insbesondere aber für diejenigen mit stay-green-Effekt. In Posieux lagen die TS-Gehalte der Sorte *Monopol* fast nie über 35 %. Das andere Extrem, die Sorte *Goldmeru* erreichte hingegen häufig

38 % TS. Die Abweichungen lassen sich durch die mehr oder weniger schnelle Entwicklung der TS-Gehalte in den Restpflanzen erklären (Abb. 2).

Zusammengefasst liegt der ideale Erntezeitpunkt unter ausgesprochen günstigen Bedingungen (sehr gute Wasserversorgung, gleichmässige Entwicklung) bei knapp 35 % TS. In diesem Stadium ist die Stärkeeinlagerung so gut wie abgeschlossen und die Stängel weisen meistens einen TS-Gehalt von weniger als 25 % auf. Der VOS-Gehalt ist nahezu maximal. Wenn trockene Bedingungen herrschen, lohnt es sich, zu warten, bis der Kolben 50 bis 55 % TS erreicht hat (Teigreife des Korns). Das bedeutet, dass die TS-Gehalte der Ganzpflanzen meistens 35 % überschreiten. Im Hinblick auf das Nachgärungsrisiko ist eine solche Situation heikel. Es muss unbedingt darauf geachtet werden, sauber und fein zu häckseln sowie sehr gut zu verdichten. Das Silo muss absolut luftdicht sein und rasch

gefüllt werden. Nicht zuletzt sollte die tägliche Entnahmemenge ausreichend hoch sein. Unter ungünstigen Bedingungen kann sich der Einsatz eines Silierzusatzes gegen Nachgärungen lohnen.

### Schlussfolgerungen

■ In dieser Studie übte das Reifestadium einen entscheidenden Einfluss auf den VOS-Gehalt aus. In Changins nahm der VOS-Gehalt mit steigendem TS-Gehalt der Ganzpflanze bis hin zu den späten Entwicklungsstadien (> 40 % TS) ununterbrochen zu. In Posieux und Reckenholz lagen die TS-Gehalte bei Kulturende hingegen nur selten bei mehr als 36 bis 38 %. Es kam häufig vor, dass die VOS-Gehalte zu diesem Zeitpunkt am höchsten waren.

■ Auch der Faktor Sorte beeinflusst den Nährwert signifikant. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Sorten waren jedoch weniger ausgeprägt als zwischen den verschiedenen Reifestadien.

■ Trotz der doch sehr verschiedenen Klimabedingungen blieben die Unterschiede zwischen den Versuchsstandorten in Bezug auf die VOS generell gering.

■ Der Reifegrad lässt sich am besten durch aufmerksame Betrachtung von Korn und Restpflanze schätzen. Im Teigreifestadium kann das Korn mit dem Fingernagel noch angeritzt werden. Die Blätter unterhalb der Lieschblätter sind im Allgemeinen gelb und vertrocknet.

### Literatur

■ Tilley J.M.A. and Terry R.A., 1963. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *J. Brit. Grassl. Soc.* **18**, 104-111.

■ Herter U., Arnold A., Schubiger F. und Menzi M., 1996. Verdaulichkeit, das wichtigste Qualitätsmerkmal bei Silomais. *Agrarforschung* **3** (11-12), 535-538.

■ Corneloup F., Aizac B., Andrieu J. et Michalet-Doreau B., 2001. Facteurs de variation de la teneur en MAT du maïs fourrage à la récolte. In: 8<sup>èmes</sup> Renc. Rech. Ruminants, 5 et 6 décembre, Paris, France, 281-283.

## RÉSUMÉ

### Valeur nutritive du maïs ensilage: quelle est l'importance des facteurs de variation?

La valeur énergétique du maïs ensilage est difficile à estimer avec précision. Aujourd'hui encore, on connaît assez mal la façon dont les conditions climatiques agissent sur la valeur nutritive. Si elle est mieux connue, l'influence du génotype demande encore à être précisée, tout particulièrement chez les variétés dont le développement de la tige et de l'épi n'est pas synchrone (stay-green).

La Station fédérale de recherches en production animale de Posieux (RAP) a conduit en 2000 et 2001 une étude dont le but était de mieux cerner l'effet des facteurs de variation (milieu, génotype et stade de maturité) sur la valeur nutritive du maïs ensilage. Des trois facteurs étudiés, c'est le stade de maturité qui a entraîné les plus grands écarts dans les teneurs en matière organique digestible. Les résultats obtenus soulignent l'importance que revêt la détermination du moment de récolte. Le milieu a surtout influencé l'évolution des teneurs en matière sèche dans les deux fractions de la plante (épi et parties végétatives). Contre toute attente, ce facteur n'a pas fait apparaître de grandes différences relativement à la qualité. Enfin, en ce qui concerne l'effet du génotype, les écarts étaient significatifs. Ce n'est cependant pas la variété stay-green qui a montré la meilleure digestibilité.

## SUMMARY

### The importance of factors of variation on the nutritive value of silage maize

It is difficult to determine the energy value of forage maize with a satisfactory level of precision. The effects of the climatic conditions are not yet sufficiently known. Although the influence of the genotype is better known it should be determined with greater precision, especially in varieties in which stem and cob do not mature synchronously (stay-green effect).

The Swiss Federal Research Station for Animal Production of Posieux has launched a research project to study the effect of three factors (environment, variety, stage of maturity) on the nutritive value of forage maize. Of the three factors under investigation, stage of maturity caused the greatest differences in digestibility. The obtained results show the importance of the appropriate moment of harvest. Environmental factors first of all affected the evolution of the dry matter content in the two plant fractions cob and vegetative parts. Contrary to our expectations, this factor had not a great effect on quality. With respect to genotype, observed differences were significant. However, it was not the stay-green variety which showed the best digestibility.

**Key words:** forage maize, digestibility, forage quality, energy, maturity, variety, environment.