

# Einfluss der Maissorte und des Entwicklungsstadiums auf die aerobe Stabilität von Silagen

Ueli Wyss und Yves Arrigo

Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP-Haras, 1725 Posieux, Schweiz

Auskünfte: Ueli Wyss, E-Mail: ueli.wyss@agroscope.admin.ch, Tel +41 26 407 72 14



Der gehäckselte Mais wurde in Behälter mit einem Fassungsvermögen von 700 Liter einsiliert.

## Einleitung

Mais ist ein hervorragendes Futter, das sich sehr gut silieren lässt. Doch gerade die guten Silagen sind wegen der teilweise hohen Restzucker- und Milchsäuregehalten sowie tiefen Essigsäuregehalten besonders anfällig für Nachgärungen beziehungsweise für Nacherwärmungen. Nach Wilkinson und Davies (2012) sind neben dem Futter auch die Umweltbedingungen sowie das

Siliermanagement wichtige Faktoren, die die Nacherwärmungen vom Einsilieren bis zur Entnahme beeinflussen. Nach Untersuchungen von Spiekers *et al.* (2002) und Wyss (2002) sind verschiedene Maissorten unterschiedlich anfällig auf Nacherwärmungen. Doch je nach Jahr war die Rangierung der Sorten unterschiedlich. Zudem zeigen die Untersuchungen von Borreani und Tabacco (2012), dass der Vorschub das Auftreten von Nacherwärmungen massgeblich beeinflusst.

Es stellt sich die Frage, ob das Jahr beziehungsweise die Witterungsbedingungen mehr als die Sorte die Anfälligkeit für die Nacherwärmungen beeinflusst. Um die Vorhersage des Nährwerts von Maissilagen zu verifizieren beziehungsweise zu verbessern, wurden während zweier Jahre die beiden Maissorten Amadeo und LG 32.52 in den Stadien Milchreife, frühe und späte Teigreife geerntet und siliert (Arrigo und Stoll 2012). Bei diesem Material ergab sich die Gelegenheit, die Silagequalität und die aerobe Stabilität der Silagen zu untersuchen. Es sollte überprüft werden, inwieweit die neuen Sorten und das Entwicklungsstadium beziehungsweise das Jahr die aerobe Stabilität der Silagen beeinflussen.

## Material und Methoden

2008 und 2010 wurden in Posieux FR (640 m ü M.) die beiden Maissorten Amadeo (Typ «Stärke») und LG 32.52 (Typ «Verdaulichkeit») angebaut. Die Pflanzen wurden in drei verschiedenen Entwicklungsstadien geerntet und zwar in der Milchreife mit durchschnittlich  $23 \pm 2,4\%$  Trockensubstanz (TS), in der frühen Teigreife mit  $29 \pm 1,9\%$  TS und in der späten Teigreife mit  $41 \pm 0,9\%$  TS. Bei der Sorte LG 32.52 konnte 2008 in der späten Teigreife kein Mais geerntet werden. Der Mais wurde auf eine Länge von 5 mm gehäckselt und ohne Siliermittelzusatz in jeweils zwei Polyestersilos pro Variante mit 700-Liter-Fassungsvermögen einsiliert. Diese Behälter wurden mit einer Plastikfolie abgedeckt und mit Sand beschwert. Nach einer Lagerzeit von  $\varnothing 118 \pm 30$  Tagen wurden die Behälter geöffnet und mit Hilfe eines Probenbohrers Proben für die Bestimmung der Gärparameter und Ermittlung der aeroben Stabilität gezogen. Die Rohnährstoffe wurden im Material, welches während den Verdauungsversuchen mit Schafen verfüttert wurde, bestimmt.

Die aerobe Stabilität wurde anhand von Temperaturmessungen ermittelt. Alle 30 Minuten wurde die Temperatur gemessen und registriert. Diese Erhebung dauerte neun Tage. Als aerob stabil wurden die Silagen angesehen, solange die Temperatur in der Silage die Umgebungstemperatur nicht um mehr als  $1\text{ °C}$  übertraf.

## Resultate und Diskussion

### Inhaltsstoffe

Mit zunehmendem Entwicklungsstadium nahmen bei beiden Sorten die Rohaschegehalte und die Faserfraktionen (Rohfaser, ADF und NDF) ab und der Stärkegehalt zu (Tab. 1). Dabei war der Stärkegehalt bei der Sorte Amadeo in beiden Jahren höher als bei der Sorte

**Zusammenfassung** ■ In den Jahren 2008 und 2010 wurden die beiden Maissorten Amadeo und LG 32.52 in den Stadien Milchreife, frühe und späte Teigreife geerntet und in 700-Liter-Behälter einsiliert. Nach dem Öffnen der Behälter wurden Proben zur Ermittlung der Gärqualität und der aeroben Stabilität mit Hilfe von Temperaturmessungen genommen. Mit zunehmendem Entwicklungsstadium nahmen bei beiden Sorten in den Silagen die Rohaschegehalte und die Faserfraktionen ab und der Stärkegehalt zu. Der Restzuckergehalt war bei beiden Sorten und allen drei Entwicklungsstadien relativ tief. Beim Mais, geerntet in der Milchreife, fand bei beiden Sorten eine intensivere Milchsäuregärung statt als bei den Stadien frühe respektive späte Teigreife. Dementsprechend konnten hier die höchsten Trockensubstanz-Verluste festgestellt werden. Bezüglich der aeroben Stabilität verhielten sich beide Sorten sehr ähnlich. Trotz gleichen Silierbedingungen konnten hingegen grosse Unterschiede zwischen den beiden Jahren festgestellt werden. Die Umweltbedingungen haben einen dementsprechend grösseren Einfluss auf die aerobe Stabilität als die Sortenwahl.

Tab. 1 | Inhaltsstoffe der Maissilagen der zwei Sorten und drei Entwicklungsstadien (Gehalte in g/kg TS)

Sorte	Jahr	Stadium	Rohasche	Rohprotein	Rohfaser	ADF	NDF	Zucker	Stärke
Amadeo	2008	Milchreife	45	77	290	338	564	26	79
		frühe Teigreife	39	76	233	258	446	23	279
		späte Teigreife	33	76	191	223	426	30	366
LG32.52	2008	Milchreife	47	83	294	337	536	23	46
		frühe Teigreife	42	86	225	250	448	27	255
Amadeo	2010	Milchreife	43	80	229	250	459	31	182
		frühe Teigreife	34	74	193	223	467	27	351
		späte Teigreife	32	80	178	205	404	28	409
LG32.52	2010	Milchreife	44	80	256	284	494	32	166
		frühe Teigreife	40	74	224	256	472	38	314
		späte Teigreife	36	68	203	231	449	31	396

ADF: Lignozellulose; NDF: Zellwände

LG 32.52. Beim Rohproteingehalt gab es keinen eindeutigen Trend: Oft waren die Werte innerhalb der beiden Sorten über die drei Stadien ähnlich. Der Zucker (ethanollöslicher Zucker) wurde in allen Silagen durch den Gärprozess stark abgebaut und war bei beiden Sorten und allen drei Stadien auf einem ähnlich tiefen Niveau.

### Gärparameter

Die Silagen wiesen insgesamt tiefe pH-Werte auf (Tab. 2). Nur 2010 konnten bei beiden Sorten im Stadium späte Teigreife mit 4,4 höhere pH-Werte festgestellt werden. Beim Mais mit den tiefsten TS-Gehalten fand die intensivste Milchsäuregärung statt. Dementsprechend waren die Milchsäure- und auch Essigsäuregehalte in den Silagen im Stadium Milchreife höher als im Stadium frühe

und vor allem späte Teigreife (Tab. 2). Propion- und Buttersäure wurden keine beziehungsweise nur in sehr geringen Mengen gebildet. Der Ethanolgehalt nahm, gleich wie die Milchsäure, mit zunehmendem Entwicklungsstadium bei beiden Sorten und in beiden Jahren ab. Der Ammoniakstickstoffanteil am Gesamtstickstoff war bei allen Silagen mit Werten zwischen 3,6 und 7,4 % relativ gering. Beurteilt nach dem DLG-Bewertungsschlüssel wiesen alle Silagen zwischen 99 und 100 Punkte auf. Dies bedeutet eine sehr gute Silagequalität.

### TS-Verluste

Die ermittelten TS-Verluste sind in der Abbildung 1 dargestellt. Dabei zeigte sich, dass beim ersten Versuch die TS-Verluste bei beiden Sorten mit steigendem Entwick-

Tab. 2 | Gärparameter der Maissilagen der zwei Sorten und drei Entwicklungsstadien

Sorte	Jahr	Stadium	TS %	pH	Milchsäure g/kg TS	Essigsäure g/kg TS	Propionsäure g/kg TS	Buttersäure g/kg TS	Ethanol g/kg TS	NH <sub>3</sub> -N/ N tot %	DLG Punkte
Amadeo	2008	Milchreife	22,5	3,8	73	27	0	1	23	5,2	100
		frühe Teigreife	27,4	4,0	49	22	0	0	15	4,8	99
		späte Teigreife	41,2	4,0	46	12	0	0	8	4,5	100
LG32.52	2008	Milchreife	22,2	3,8	83	27	0	1	24	6,0	100
		frühe Teigreife	27,5	4,0	53	22	0	0	20	3,6	100
Amadeo	2010	Milchreife	24,3	3,7	86	19	0	1	20	7,4	100
		frühe Teigreife	31,7	3,8	51	17	0	0	10	6,7	100
		späte Teigreife	41,0	4,4	16	9	0	0	9	5,2	100
LG32.52	2010	Milchreife	23,5	3,7	95	21	0	1	18	5,3	100
		frühe Teigreife	29,8	4,0	38	16	0	0	10	6,0	99
		späte Teigreife	38,7	4,4	17	11	0	0	10	5,0	100

NH<sub>3</sub>-N/N tot: Ammoniakstickstoffanteil am Gesamtstickstoff

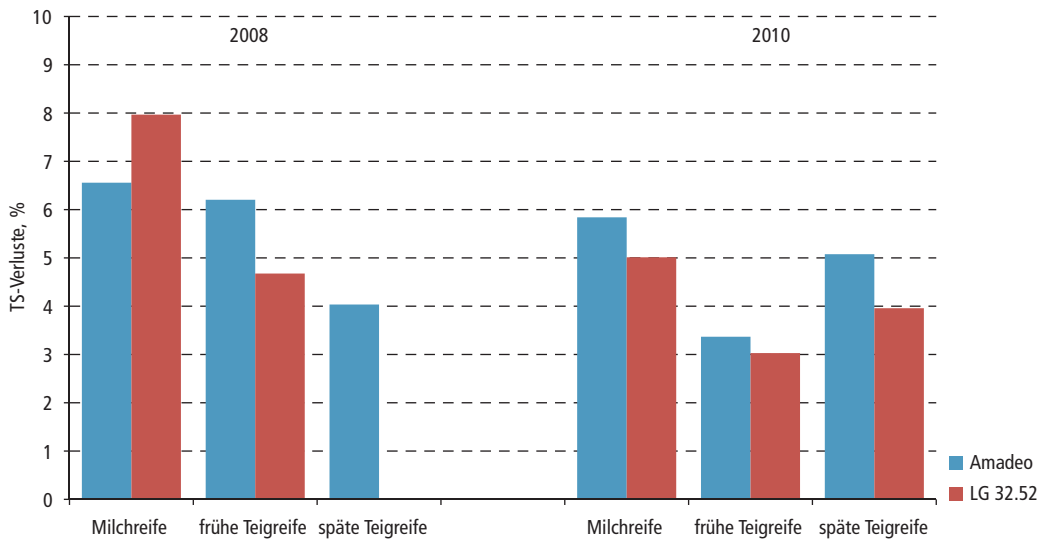


Abb. 1 | Trockensubstanz-Verluste der zwei Maissorten in drei Entwicklungsstadien.

lungsstadium leicht abnehmen. Beim zweiten Versuch nahmen die Verluste vom Stadium Milchreife zur frühen Teigreife ab. Von der frühen zur späten Teigreife nahmen die Verluste jedoch wieder zu.

### Aerobe Stabilität

Bezüglich der aeroben Stabilität verhielten sich die beiden Sorten Amadeo und LG 32.52 sehr ähnlich. Unterschiede gab es hingegen zwischen den beiden Jahren (Abb. 2). 2008 erwärmten sich die Silagen, die in der Milchreife geerntet wurden, viel schneller als die Silagen, die in der frühen beziehungsweise späten Teigreife geerntet wurden. 2010 erwärmten sich generell alle Sila-

gen schneller als diejenigen von 2008. Hier zeigte sich, dass sich Silagen mit zunehmendem Entwicklungsstadium etwas schneller erwärmten. Neben dem Restzucker Gehalt spielt nach Kung (2010) auch der Stärkegehalt für die Nacherwärmungen eine wichtige Rolle. Dieser war bei den Silagen, geerntet in der Teigreife, stets höher als in der Milchreife.

Für die Versuche wurden pro Behandlung jeweils zwei Behälter verwendet. Diese wurden teilweise nach unterschiedlicher Lagerdauer geöffnet (Abb. 3). Dabei zeigte sich, dass sich die Silagen in den Behältern, die im Durchschnitt um 22 Tage später geöffnet wurden, in fünf von sieben Fällen weniger schnell erwärmten. ➤

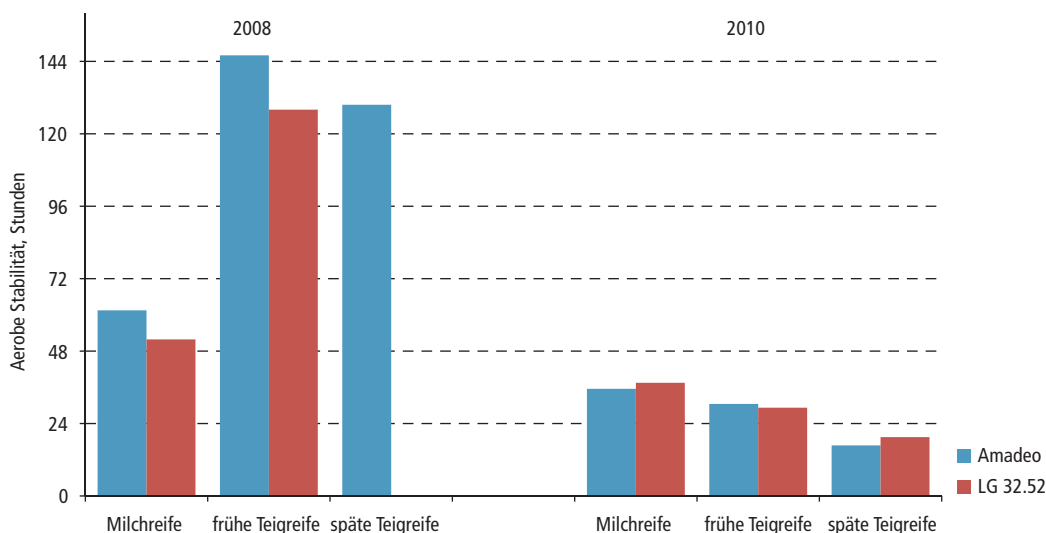


Abb. 2 | Aerobe Stabilität der zwei Maissorten in drei Entwicklungsstadien.



Abb. 3 | Nach einer Lagerdauer von durchschnittlich 118 Tagen wurden die Behälter geöffnet und Proben entnommen.

Die in diesem Versuch erzielten Ergebnisse bestätigen die Ergebnisse von Spiekers *et al.* (2002) sowie Wyss (2002), dass die Umweltbedingungen (Jahreseinfluss) und das Erntestadium einen grösseren Einfluss auf die aerobe Stabilität der Silagen haben als die Sortenwahl.

## Schlussfolgerungen

- Bei den untersuchten Maissorten Amadeo und LG 32.52 fand mit zunehmendem Entwicklungsstadium eine weniger intensive Milchsäuregärung beziehungsweise Milch- und Essigsäurebildung statt.
- Zwischen den beiden Maissorten ergaben sich in allen Entwicklungsstadien keine Unterschiede hinsichtlich der aeroben Stabilität.
- Unterschiede bei der aeroben Stabilität gab es zwischen den drei Entwicklungsstadien; die Reihenfolge in den beiden untersuchten Jahren war jedoch verschieden.
- Zwischen den zwei Erntejahren konnten trotz gleichen Silierbedingungen grosse Unterschiede bei der aeroben Stabilität festgestellt werden. Das dürfte auf unterschiedliche Umweltbedingungen zurückzuführen sein. ■

**Riassunto****Influenza della varietà di mais e dello stadio di sviluppo sulla stabilità aerobica di insilato**

Nel 2008 e nel 2010 sono state raccolte due varietà di mais Amadeo e LG 32.52 agli stadi di maturazione latteo, pastoso precoce e pastoso tardivo, successivamente insilate in contenitori da 700 l. Dopo l'apertura dei contenitori sono stati prelevati campioni per rilevare la qualità fermentativa e la stabilità aerobica attraverso la misurazione della temperatura.

Con l'avanzare dello stadio di sviluppo di entrambe le varietà, negli insilati si osservava un calo dei tenori in ceneri grezze e in frazioni fibrose nonché un aumento di quello in amidi. Il tenore di zucchero residuo era relativamente basso in entrambe le varietà e a tutti e tre gli stadi di maturazione.

Nel mais, raccolto allo stadio latteo, per entrambe le varietà la fermentazione dell'acido lattico era più intensa di quella agli stadi pastoso precoce e pastoso tardivo. Di conseguenza, si potevano riscontrare le perdite di SS maggiori.

Per quel che riguarda la stabilità aerobica entrambe le varietà presentavano comportamenti molto simili. Nonostante le stesse condizioni d'insilamento, invece, si riscontravano notevoli differenze tra i due anni. Le condizioni meteorologiche, quindi, hanno un'incidenza maggiore sulla stabilità aerobica della scelta della varietà.

**Summary****Influence of the maize variety and the stage of development on the aerobic stability**

In the years 2008 and 2010, the two maize varieties Amadeo and LG 32.52 were harvested in the milk ripeness, in the early and late dough stage and ensiled in 700 l containers. After opening the container, samples were taken to determine the fermentation quality and the aerobic stability with temperature measurements.

With increasing development stage of the two varieties, the ash contents and fiber fractions in the silages decreased while the starch increased. The sugar content was relatively low in both varieties and in all three stages of development. In the maize silage, harvested in the milk stage, a more intensive lactic acid fermentation took place in both varieties than it did in the early and late dough stage. Furthermore, this is where the highest dry matter losses were observed. Regarding the aerobic stability, both varieties were very similar. Despite the same management conditions, big differences between the two years could be made out. The environmental conditions therefore have a greater impact on the aerobic stability than the choice of the variety.

**Key words:** maize silage, maize varieties, stage of development, aerobic stability.

**Literatur**

- Arrigo Y. & Stoll P., 2012. Schätzung des Nährwerts von Maissilage. *Agrarforschung Schweiz* 3 (9), 442–449.
- Borreani G. & Tabacco E., 2012. Effect of silo management factors on aerobic stability and extent of spoilage in farm maize silages. *Proceeding of the XVI international Silage Conference, Hämeenlinna, Finland*, 71–72. Optimising the application technique for silage.
- Kung L., 2010. Aerobic stability of silage. *Proceedings of California Alfalfa & Forage Symposium and Corn/Cereal Silage Conference*.
- Spiekens H., Miltner R. & Mues N., 2002. Einfluss der Maissorte auf Gärgüte, Gärverluste und aerobe Stabilität. *Kongressband 2002. VDLUFA-Schriftenreihe* 58, 308–313.
- Wilkinson J. M. & Davies D. R., 2013. The aerobic stability of silage: key findings and recent developments. *Grass and Forage Science* 68 (1), 1–19.
- Wyss U., 2002. Einfluss verschiedener Maissorten auf aerobe Stabilität. *Agrarforschung* 9 (9), 380–385.