

Bewertung von Silagen mit erhöhter Essigsäurebildung - ist der DLG-Gärfutterschlüssel ausreichend?

C. Kalzendorf¹⁾, K. Weiß²⁾

¹⁾Fachbereich Grünland und Futterbau der Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Oldenburg

²⁾Gemeinschaftslabor Analytik der Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät,

Humboldt Universität zu Berlin

christine.kalzendorf@lwk-niedersachsen.de

kirsten.weiss@agrار.hu-berlin.de

1 Einleitung und Problemstellung

Essigsäure in Silagen kann im Wesentlichen infolge unterschiedlicher mikrobieller Aktivitäten gebildet werden:

Einerseits ist ein erhöhter Essigsäuregehalt das Ergebnis von Fehlgärungen in nitrathaltigem Siliergut durch Buttersäurebildner. Andererseits entsteht Essigsäure aber auch durch heterofermentative Milchsäurebakterien bei Anwesenheit von *L. buchneri*-Species. In beiden Fällen sind Essigsäurewerte von über 3,0 % in der Trockenmasse möglich.

Für die Beratungspraxis ist es demzufolge schwierig, vor allem erhöhte Essigsäuregehalte in Silagen zu interpretieren.

Die unten vorgestellten Versuche wurden ursprünglich nicht wegen der Essigsäurebildung und der Klärung ihrer Herkünfte angelegt. Das Ziel bestand darin, für die Beratungspraxis aktuelle Daten zur Wirkung von Siliermitteln bei schwierigen Vergärbarkeitsbedingungen zu liefern. Die Ergebnisse dieser Versuche fielen jedoch insbesondere aufgrund der überdurchschnittlich hohen Essigsäuregehalte ganz anders aus als erwartet. Da diese Versuchsserie in die oben aufgeführte Problematik einzuordnen ist, soll sie an dieser Stelle mit dem vollständigen Datenmaterial vorgestellt werden.

2 Material und Methoden

Aus drei Praxisbetrieben mit unterschiedlicher regionaler Herkunft wurde schwach angewelktes Gras zum ersten Aufwuchs des Jahres 2012 als Probenmaterial entnommen. Nach dem Häckseln dieser Grasproben wurde das Siliergut gründlich gemischt und je nach Prüfvariante mit den entsprechenden Silierzusätzen beimpft. Das so behandelte Futter wurde anschließend schichtweise in 1 Liter Weckgläser gebracht. Das Verschließen der Weckgläser erfolgte durch das Auflegen des Glasdeckels mit Gummiring und jeweils vier Klammern. Tab. 1 gibt einen Überblick über die Varianten der Laborsilierungsversuche.

Tab. 1: Varianten des Laborsilierungsversuches

Nr.	Variante	Dosierung
1	Kontrolle	
2	MSB-homofermentativ	5 g/ t SG*
3	MSB-heterofermentativ	1 g/ t SG*
4	MSB-Mischung: homo- und heterofermentativ	1 g/ t SG*
5	Siliersalz	3 l/t SG*

*: Siliergut

Die Silierbehältnisse lagerten für 90 Tage bei konstanter Temperatur von 22 ° C. Nach der Entnahme und dem Mischen des Gärfutters wurden Proben für die Gärqualitätsuntersuchung und für den Test zur aeroben Stabilität genommen. Die Untersuchung der Silagen erfolgte gemäß dem DLG-Bewertungsschlüssels von 2006 zunächst an der LUFA Nord-West und später an der Humboldt-Universität zu Berlin.

3 Ergebnisse und Diskussion

In Tab. 2 sind die Vergärbarkeitsdaten von den drei Futtermaterialien aufgeführt. Hierbei handelte es sich aus dem Blickwinkel des Vergärbarkeitskoeffizienten VK [4] in zwei Fällen um mittelschwer vergärbare Erntegut und in einem Fall um leicht vergärbare Siliergut. Jedoch berücksichtigt der Vergärbarkeitskoeffizient nicht den Nitratgehalt des Ausgangsmaterials. Das Siliergut aus allen Versuchen ist mit Nitratgehalten unter 1g Nitrat/ kg TM als nitratfrei und demzufolge als schwer vergärbare einzustufen ([6], [1] und [2]).

Tab. 2: Vergärbarkeitsdaten der drei Grasmischbestände aus der Praxis (1. Schnitt 2012)

Kenngroße	Einheit	Gras -Detern	Gras -Wardenburg	Gras -Wischhafen
TS	%	23,0	29,1	28,9
Rohprotein	% i.d. TM	15,1	16,5	15,7
Rohfaser	% i.d. TM	22,3	26,0	23,3
ADF om	% i.d. TM	27,0	30,0	26,2
NDF om	% i.d. TM	44,6	51,5	45,5
Gasbildung	ml/ 200 mg TM	54	47,9	52,9
Zucker	% i.d. TM	17,0	10,3	15,6
Rohfett	% i.d. TM	3,1	3,0	3,1
Rohasche	% i.d. TM	9,5	9,2	9,8
Sand	% i.d. TM	2,5	2,2	2,8
ME-Rind	MJ/ kg TM	10,7	10,1	10,7
NEL	MJ/ kg TM	6,5	6,0	6,5
nRP	g/kg TM	140	136	141
RNB		1,8	4,6	2,6
Nitrat	g/kg	0,603	0,627	0,341
Pufferkapazität	gMS/100g	7,0	6,4	5,7
Z/PK		2,4	1,6	2,7
Vergärbarkeitskoeffizient		42,4	42,0	51

Trotz der schwierigen Vergärbarkeitsbedingungen waren die Silagen, unabhängig vom Siliermittelzusatz, buttersäurefrei. Es wurden aber in allen Varianten hohe bis sehr hohe Essigsäuregehalte analysiert (i.d.R. über 2,5 bis 9,0 % ES i.d. TM), wie aus den Einzelergebnissen in Tab. 3 bis 5 hervorgeht. Zwischen der Kontrolle und den Siliermittelvarianten gab es in Bezug auf die

Gärqualität, gemessen an Butter- und Essigsäure, nur geringe Unterschiede. Erwartungsgemäß waren alle Silagen aufgrund des hohen Essigsäuregehaltes im Prüfzeitraum von 10 Tagen aerob stabil.

Es ergab sich somit die Frage, ob die erhöhten Essigsäuregehalte vorrangig auf Fehlgärungsprozesse oder eher auf Aktivitäten heterofermentativer Milchsäurebakterien zurückzuführen sind. Die bis zu diesem Zeitpunkt vorliegenden LUFA-Daten konnten im Rahmen der Gärqualitätsbewertung gemäß dem DLG-Schlüssel 2006 keine hinreichenden Informationen liefern.

Vor dem Hintergrund wurden die Rückstellproben der Silagen einer umfangreichen Gäranalytik durch die Humboldt- Universität zu Berlin unterzogen, in der außer den Gärsäuren auch der Ammoniakgehalt und wesentliche Alkohole inklusive dem 1,2-Propandiol erfasst wurden.

Hierbei fielen in den Silagen insbesondere die hohen Propandiolgehalte mit Werten von über 1,0 % i.d. TM auf. Selbst in der Kontrollvariante konnten diese Konzentrationen nachgewiesen werden. Die Propandiolgehalte sind Beleg für die Aktivität von heterofermentativen Milchsäurebakterien des *L. buchneri*-Typs [5]. Da es sich um nitratfreies Ausgangsmaterial handelt, können Essigsäuregehalte mit Werten über 3,0 % in TM nicht aus Fehlgärungsprozessen stammen ([6] und [7]). Daraus kann geschlossen werden, dass die erzielten Gärqualitäten sehr wahrscheinlich im Zusammenhang mit einem hohen Besatz an epiphytischen Milchsäurebakterien heterofermentativer Art stehen. Sie dominierten nachweislich den Gärprozess und überlagerten damit die Effekte der applizierten Silierringmittel.

Tab. 3: Gärqualitätsdaten des Silierversuches mit Grasbestand aus Detern

Variante	TM _k	pH-	MS	ES	PS	BS **	Methanol	Ethanol	1,2-Propandiol	% NH ₃ -N in Nges.	GV
	%	Wert									
Kontrolle	23,6	4,27	3,90	7,67	0,57	0,00	0,10	1,29	1,98	10,30	9,9
	23,7	4,28	3,89	7,61	0,61	0,00	0,16	1,29	1,74	9,70	10,0
	23,5	4,27	4,15	7,60	0,61	0,00	0,18	1,31	1,47	10,30	9,7
MWs	23,6	4,3	4,0	7,6	0,6	0,0	0,1	1,3	1,7	10,1	9,9
	0,06	0,00	0,12	0,03	0,02	0,00	0,03	0,01	0,21	0,28	0,12
MSB ho	24,2	3,94	8,92	3,17	0,00	0,00	0,13	0,70	1,06	9,05	5,8
	24,1	3,93	8,45	2,94	0,00	0,00	0,11	0,68	0,95	9,10	6,2
	24,1	3,95	8,42	2,62	0,00	0,00	0,11	0,60	0,87	9,60	6,2
MWs	24,1	3,9	8,6	2,9	0,0	0,0	0,1	0,7	1,0	9,3	6,1
	0,04	0,01	0,23	0,22	0,00	0,00	0,01	0,04	0,08	0,25	0,19
MSB he	22,4	4,22	4,36	4,85	0,30	0,00	0,08	0,80	0,88	10,80	10,6
	22,3	4,21	4,87	4,75	0,29	0,00	0,09	0,82	0,80	10,80	10,6
	22,5	4,25	4,85	5,50	0,30	0,00	0,08	0,86	1,10	10,50	10,3
MWs	22,4	4,2	4,7	5,0	0,3	0,0	0,1	0,8	0,9	10,7	10,5
	0,09	0,02	0,24	0,33	0,01	0,00	0,00	0,02	0,13	0,14	0,14
MSB ho/ he	0,00										
	23,2	4,35	4,40	5,22	0,00	0,00	0,09	0,88	5,65	10,00	9,2
	24,0	4,33	4,49	6,97	0,00	0,00	0,12	1,13	7,61	9,20	8,8
MWs	24,5	4,34	4,22	6,75	0,00	0,00	0,12	1,12	7,26	8,70	8,9
	23,9	4,3	4,4	6,3	0,0	0,0	0,1	1,0	6,8	9,3	9,0
	0,53	0,01	0,11	0,78	0,00	0,00	0,01	0,12	0,85	0,54	0,17
S.-Salz*	23,9	4,35	4,67	6,09	0,26	0,00	0,19	0,82	1,54	8,20	8,8
	24,0	4,38	5,31	6,08	0,20	0,00	0,22	0,74	2,05	8,40	7,8
	24,1	4,35	4,18	4,63	0,07	0,00	0,18	0,62	1,69	7,40	7,6
MWs	24,0	4,4	4,7	5,6	0,2	0,0	0,2	0,7	1,8	8,0	8,1
	0,09	0,01	0,46	0,69	0,08	0,00	0,02	0,08	0,21	0,43	0,52

Tab. 4: Gärqualitätsdaten des Silierversuches mit Grasbestand aus Wardenburg

Variante	TM _k	pH-	MS	ES	PS	BS **	Methanol	Ethanol	1,2-Propandiol	% NH ₃ -N in Nges.	GV
	%	Wert									
Kontrolle	29,6	4,21	6,91	2,51	0,00	0,04	0,07	0,56	1,07	12,30	5,2
	29,5	4,21	5,59	2,56	0,00	0,04	0,08	0,62	1,10	12,55	5,2
	29,5	4,22	5,63	2,33	0,00	0,04	0,06	0,55	0,97	12,47	5,2
MW	29,5	4,2	6,0	2,5	0,0	0,0	0,1	0,6	1,0	12,4	5,2
s	0,05	0,00	0,61	0,10	0,00	0,00	0,01	0,03	0,06	0,10	0,00
MSB ho	29,9	4,18	7,58	1,98	0,00	0,03	0,06	0,49	0,71	12,80	4,9
	29,8	4,18	7,75	2,02	0,00	0,03	0,06	0,48	0,76	12,70	5,0
	29,6	4,16	5,96	2,36	0,00	0,04	0,06	0,56	0,73	13,00	5,0
MW	29,8	4,2	7,1	2,1	0,0	0,0	0,1	0,5	0,7	12,8	5,0
s	0,14	0,01	0,81	0,17	0,00	0,00	0,00	0,03	0,02	0,12	0,05
MSB he	29,5	4,27	6,12	2,49	0,00	0,04	0,06	0,71	1,27	12,80	5,5
	29,5	4,28	6,94	2,34	0,00	0,04	0,07	0,67	1,13	13,40	5,3
	29,7	4,29	5,91	2,24	0,00	0,16	0,06	0,66	1,12	10,91	5,4
MW	29,6	4,3	6,3	2,4	0,0	0,1	0,1	0,7	1,2	12,4	5,4
s	0,11	0,01	0,44	0,10	0,00	0,06	0,00	0,02	0,07	1,06	0,08
MSB ho/ he	29,0	4,40	3,64	2,46	0,00	0,03	0,02	0,51	1,92	10,97	6,4
	28,8	4,39	3,73	2,12	0,00	0,02	0,05	0,46	1,69	11,70	6,3
	29,1	4,37	4,70	2,24	0,00	0,02	0,05	0,47	1,80	12,10	6,4
MW	29,0	4,4	4,0	2,3	0,0	0,0	0,0	0,5	1,8	11,6	6,4
s	0,13	0,01	0,48	0,14	0,00	0,00	0,01	0,02	0,09	0,47	0,05
S.-Salz	28,9	4,52	3,28	2,18	0,00	0,02	0,07	0,23	1,45	9,30	6,2
	29,2	4,51	4,73	2,60	0,00	0,02	0,08	0,30	1,81	10,90	5,9
	29,4	4,48	3,23	2,90	0,00	0,03	0,11	0,36	1,85	8,20	6,0
MW	29,2	4,5	3,7	2,6	0,0	0,0	0,1	0,3	1,7	9,5	6,0
s	0,22	0,02	0,69	0,30	0,00	0,01	0,01	0,05	0,18	1,11	0,12

Tab. 5: Gärqualitätsdaten des Silierversuches mit Grasbestand aus Wischhafen

Variante	TM _k	pH-	MS	ES	PS	BS **	Methanol	Ethanol	1,2-Propandiol	% NH ₃ -N in Nges.	GV
	%	Wert									
Kontrolle	28,7	4,24	3,85	3,60	0,00	0,00	0,11	0,68	2,61	9,67	6,8
	28,7	4,24	5,28	3,72	0,00	0,00	0,10	0,66	2,91	9,68	6,9
	28,7	4,24	3,97	3,54	0,00	0,00	0,10	0,66	2,71	8,80	6,8
MW	28,7	4,2	4,4	3,6	0,0	0,0	0,1	0,7	2,7	9,4	6,8
s	0,01	0,00	0,65	0,07	0,00	0,00	0,01	0,01	0,12	0,41	0,05
MSB ho	28,8	3,92	6,35	1,47	0,00	0,00	0,09	0,42	0,16	6,11	5,1
	28,8	3,97	8,12	1,42	0,00	0,00	0,09	0,41	0,07	7,63	5,2
	28,9	3,94	7,83	1,71	0,00	0,00	0,10	0,49	0,19	7,20	5,0
MW	28,8	3,9	7,4	1,5	0,0	0,0	0,1	0,4	0,1	7,0	5,1
s	0,06	0,02	0,78	0,13	0,00	0,00	0,01	0,04	0,05	0,64	0,08
MSB he	28,6	4,28	4,11	3,74	0,00	0,00	0,10	0,81	3,11	9,18	7,5
	28,5	4,27	3,72	3,56	0,00	0,00	0,10	0,74	2,89	9,40	7,4
	28,7	4,27	4,34	3,90	0,00	0,00	0,10	0,80	3,26	9,19	7,4
MW	28,6	4,3	4,1	3,7	0,0	0,0	0,1	0,8	3,1	9,3	7,4
s	0,09	0,00	0,25	0,14	0,00	0,00	0,00	0,03	0,15	0,10	0,05
MSB ho/ he	28,5	3,95	7,21	2,61	0,00	0,00	0,08	0,44	2,24	8,48	6,3
	28,9	3,82	7,88	2,42	0,00	0,00	0,08	0,50	0,58	7,99	5,8
	28,6	3,95	7,15	2,49	0,00	0,00	0,09	0,50	1,90	8,10	6,3
MW	28,7	3,9	7,4	2,5	0,0	0,0	0,1	0,5	1,6	8,2	6,1
s	0,14	0,06	0,33	0,08	0,00	0,00	0,00	0,03	0,72	0,21	0,24
S.-Salz	27,9	4,32	4,32	2,55	0,00	0,00	0,08	0,20	2,26	7,80	7,0
	27,9	4,30	4,35	2,40	0,00	0,00	0,08	0,19	2,04	7,80	7,0
	27,9	4,33	4,57	2,47	0,00	0,00	0,07	0,16	2,32	8,90	7,3
MW	27,9	4,3	4,4	2,5	0,0	0,0	0,1	0,2	2,2	8,2	7,1
s	0,01	0,01	0,11	0,06	0,00	0,00	0,01	0,02	0,12	0,52	0,14

4 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

- Unter optimalen siliertechnischen Bedingungen wie bei Laborsilivversuchen kann die Buttersäuregärung trotz schwer bis mittelschwer silierbarer Vergärbarkeitsbedingungen des Siliergutes vermieden werden.
- Die Silierung wurde in allen Varianten und unabhängig der Herkunft des Siliergutes sehr wahrscheinlich durch einen hohen Keimbesatz an epiphytischen heterofermentativen Milchsäurebakterien beeinflusst. Erwartete Effekte der Siliermittel hinsichtlich der Verbesserung der Silagequalität waren allein durch das Gärproduktmuster und die Bewertung der Gärqualität mittels DLG-Schlüssel nicht nachzuweisen.
- Die Herkunft der Essigsäure in Silagen lässt sich auf Grundlage der herkömmlichen Gärqualitätsuntersuchung nicht eindeutig klären. Der 1,2-Propandiolgehalt kann hierzu wesentliche Hinweise geben [8] und damit der Beratungsarbeit in der Praxis dienlich sein.
- Bei buttersäurefreien Silagen mit 1,2 Propandiol und Essigsäure > 3,0 % in TM sollte unabhängig vom Zusatz heterofermentativer Milchsäurebakterien kein Abzug für erhöhte Essigsäuregehalte vorgenommen werden.
- Für eine sichere und umfassende Bewertung der Gärqualität wäre es daher wünschenswert, künftig den 1,2-Propandiolgehalt mit zu analysieren und zu bewerten.

5 Literatur

- [1] KAISER, E. and WEISS, K. (2002): A new concept for the estimation of the ensiling potential of forages. Proc. XIII. International Silage Conference, Ayr, Schottland; pp. 344 – 358.
- [2] KAISER, E. und WEISS, K. (2007): Nitratgehalte im Grünfütter – Bedeutung für Gärqualität und siliertechnische Maßnahmen. Übersichten zur Tierernährung, 35, 1, S. 13 – 30.
- [3] KAISER, E. and WEISS, K. (2005): A new system for the evaluation of the fermentation quality of silages. In: Proc. XX: International Grassland Congress, Dublin, Ireland, 26.6. – 01.07.2005, p.476.
- [4] SCHMIDT, L., WEISSBACH, F., WERNECKE, K. D. und HEIN, E. (1971): Erarbeitung von Parametern für die Vorhersage und Steuerung des Gärungsverlaufes bei der Grünfüttersilierung zur Sicherung einer hohen Silagequalität. Forschungsbericht, Rostock
- [5] OUDE-ELFERINK, S. J. W. H., KROONEMAN, J., GOTTSCHAL, J. C., SPOELSTRA, S.F., FABER, F. and DRIEHUIS, F. (2001): Anaerobic degradation of lactic acid to acetic acid and 1,2-propanediol by *Lactobacillus buchneri*. Appl. Environm. Microbiol. 67 (1), 125-132.
- [6] WEISS, K. (2000): Gärungsverlauf und Gärqualität von Silagen aus nitratarmem Grünfütter. Dissertation, Berlin, Humboldt-Universität
- [7] WEISS, K. (2003): Gärproduktmuster in Silagen in Abhängigkeit von den Gärungsbedingungen, Proc. 115. VDLUFA- Kongress, 5.-18. 9. 2003, Saarbrücken, S. 97 – 98
- [8] WEISS, K. KIRSTEN, R. KRAUSE (2011): Evaluierung des DLG-Schlüssels 2006 für Silagen mit heterofermentativer Milchsäuregärung (*Lactobacillus buchneri*- Typ). Proc. VDLUFA- Kongress, 13. - 16. 09. 2011, Speyer, Kongreßband VDLUFA-Schriftenreihe 67, Tierische Produktion und Futtermittel; S. 601-607.