

## **Silierung von Grünlandbeständen und Gärqualität der mittels Anwelkverfahren produzierten Grassilagen**

Paries, A.<sup>1</sup>, Weiß, K.<sup>1</sup>, Pickert, J.<sup>2</sup>, Weise, G.<sup>3</sup>, Herrmann, A.<sup>4</sup>, Hoffmann, T.<sup>5</sup>, Mersch, F.<sup>6</sup>, Thaysen, J.<sup>7</sup> und Wellenbrock, K.-H.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Humboldt-Universität zu Berlin

Albrecht Daniel Thaer-Institut für Agrar- und Gartenbauwissenschaften  
Invalidenstraße 42, 10 115 Berlin

<sup>2</sup> Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e.V.  
Eberswalder Straße 84, 15374 Müncheberg

<sup>3</sup> Paulinenaauer Arbeitskreis Grünland und Futterwirtschaft e.V.  
Gutshof 7, 14641 Paulinenaue

<sup>4</sup> Grass and Forage Science/Organic Agriculture, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel  
Herrmann-Rodewald-Straße 9, 24118 Kiel

<sup>5</sup> Leibniz-Institut für Agrartechnik und Bioökonomie e.V. (ATB)  
Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam

<sup>6</sup> Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Köln-Auweiler

<sup>7</sup> Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein  
Grüner Kamp 15–17, 24768 Rendsburg

[kirsten.weiss@agrار.hu-berlin.de](mailto:kirsten.weiss@agrار.hu-berlin.de)

### **Einleitung und Problemstellung**

Voraussetzung für hohe Milchleistung und Milchqualität bei bester Tiergesundheit ist eine hohe Grundfutterqualität. Eine hohe Futteraufnahme ist nur bei Silagen guter Gärqualität zu erwarten. Fehlgärungen gefährden nicht nur Tiergesundheit und Milchqualität, sondern führen darüber hinaus zu einem Abbau verdaulicher Nährstoffe und damit zu Futterverlusten und sinkender Energiekonzentration.

Die Untersuchungen des Landeskontrollverbandes (LKV) Berlin-Brandenburg e.V. aus den Jahren 2007–2015 (Koch *et al.* 2016) zeigen, dass bei der Grassilierung in den Brandenburger Milchviehbetrieben Vergärbarkeit und Gärqualität als auch Energiekonzentration, Futterwert und Trockenmasse (TM)-gehalt dringend verbessert werden müssen. Die Energiekonzentration ist mit ca. 6,0 MJ NEL/kg TM als unzureichend einzustufen. Nur 25 % der besten Silagen erreichen mit 6,3–6,6 MJ NEL/kg TM die untere Grenze hinsichtlich der Qualitätsanforderung. Der Anteil der Grassilagen mit optimalem Rohfaser(XF)- und Rohprotein(XP)gehalt ist zwar tendenziell steigend. Dies deutet darauf hin, dass auf die Einhaltung des optimalen Schnitzeitpunktes geachtet wird. Gleichzeitig jedoch ist der Anwelkgrad nach wie vor zu hoch. In Brandenburg weisen die Ergebnisse des LKV aus, dass etwa nur ein Drittel der Grassilagen im optimalen Bereich des TM-Gehaltes von 30–40 % liegt. Darüber hinaus zeigen Erhebungen aus Niedersachsen und Schleswig-Holstein, dass auch hier viele Betriebe auf eine zu geringe Energiekonzentration im Grundfutter mit einer kostenintensiven Erhöhung des Maissilage- oder Kraftfutteranteils reagierten.

Ziel der vorliegenden Studie war es, in ausgewählten Brandenburger Milchviehbetrieben die Grassilierung und Grassilagequalität zu untersuchen. Dazu wurde die Vergärbarkeit des Ausgangsmaterials ermittelt und der Gärqualität der jeweiligen Silage gegenübergestellt. Die Untersuchungen, die im Rahmen einer Bachelorarbeit an der Humboldt-Universität zu Berlin ausgewertet werden, sind Teil eines Projektes der Arbeitsgruppe AG WESI zur Vorhersage der Silagequalität, gemessen an Futterwert und Gärqualität, auf Basis der Qualität des Ausgangsmaterials zur Silierung und der Silierbedingungen.

### **Material und Methoden**

In 2015 und 2016 sind 14 Silierversuche in 6 Brandenburger Praxisbetrieben in der Welksilageproduktion durchgeführt worden.

Bei den Versuchen handelt es sich um 9 Bilanzbeutelversuche, 3 Versuche mit eingewickelten Rundballen und 2 Siliergut-/Silagebeprobungen an markierten Stellen von Horizontalsilos.

Die Siliertechnik war stets betriebsüblich. Je Versuch wurden während der Silobefüllung vom Siliergut Proben entnommen und mittels NIRS auf Merkmale des Futterwertes (Rohasche XA, XP, XF, Zuckergehalt XZ) einschließlich TM-Gehalt in der Forschungsstation Paulinenaue des (ZALF Müncheberg) untersucht. Der Energiegehalt wurde mit Hilfe der derzeit gültigen Schätzggleichungen (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie 2008) ermittelt. Zusätzlich zu den Parametern des Futterwertes und der Schätzung der Energiekonzentration aus den bei 60 °C getrockneten Proben wurden in 50g-Silageproben die Gärqualität und der Gehalt an flüchtigen organischen Inhaltsstoffen (VOC) bestimmt. Die Analyse des kompletten Gärproduktmusters erfolgte nach Kaltwasserextraktion der Silageproben (Weiß 2001) im Gemeinschaftslabor des Albrecht Daniel Thaer Institutes der Humboldt-Universität zu Berlin. Der TM-Gehalt wurde zur Berücksichtigung der Verluste an flüchtigen Substanzen während der Trocknung mit Hilfe der Korrekturgleichungen für Grassilagen (Weißbach und Strubelt 2008) korrigiert. Die Bestimmung des pH-Wertes erfolgte potentiometrisch mit einer kalibrierten pH-Elektrode. Der Milchsäure(MS)gehalt wurde mit der HPLC-Methode (Weiß und Kaiser 1995) erfasst. Flüchtige Fettsäuren, Alkohole (Weiß 2001) und Ester (Weiß und Sommer 2012) wurden gaschromatografisch bestimmt.

### Ergebnisse und Diskussion

Der TM-Gehalt im Siliergut lag in allen Betrieben und über alle Aufwüchse betrachtet in einem weiten Bereich zwischen 24,2 und 58,4 %, wobei in 2/3 aller Ausgangsmaterialien Werte oberhalb von 40 % TM festgestellt wurden (Tabelle 1).

Tabelle 1: Vergärbarkeitsparameter und Silierbedingungen im Ausgangsmaterial zur Silierung, je Aufwuchs, Betrieb und Versuchsnummer (n=6)

Aufwuchs	Betrieb/ V <sup>1)</sup> -Nr.	TM <sup>2)</sup> %	PK <sup>3)</sup> g/kg MS <sup>6)</sup>	Z <sup>4)</sup> /PK	VK <sup>5)</sup>	Feldliegezeit h	Regen mm	Siliermittel
1	1/1	24,2	55	2,1	41	21	0	Biol.
	2/2	35,3	55	2,4	54	25	5	Chem.
	2/3	43,5	55	2,6	65	25	0	Chem.
	2/4	41,4	55	3,3	67	25	0	Chem.
	3/7	28,3	55	2,4	48	23	1	k.A. <sup>7)</sup>
	4/9	46,4	55	2,8	69	22	0	k.A.
	5/10	49,5	55	1,9	65	72	0	k.A.
	5/11	48,8	55	1,9	64	54	0	k.A.
2	4/16	45,0	55	1,7	59	22	0	Biol.
	2/17	55,5	55	1,8	70	11	0	Chem.
	2/20	48,2	79	0,3	50	44	0	Chem.
	5/21	33,8	55	0,9	41	75	15	k.A.
3	2/24	58,4	79	0,5	64	22	0	Chem.
	6/26	34,1	55	2,2	52	51	0	k.A.

<sup>1)</sup> Versuch; <sup>2)</sup> Trockenmasse; <sup>4)</sup> Pufferkapazität (Tabellenwert, Jänicke 2011);

<sup>5)</sup> Vergärbarkeitskoeffizient (Schmidt *et al.* 1974); <sup>6)</sup> Milchsäure; <sup>7)</sup> keine Angaben von den Betrieben

Die XF-Gehalte lagen in den ersten Aufwüchsen überwiegend unterhalb von 22 % in TM, in den Folgeaufwüchsen oberhalb von 25 % in TM (Daten zum Futterwert und zur Energieschätzung im Siliergut nicht dargestellt).

Der Vergärbarkeitskoeffizient VK lag, außer bei zwei Ausgangsmaterialien mit einem Wert von 41, weit oberhalb von 45 (s. Tabelle 1). Fast alle Betriebe haben mehr als 21 Stunden angewelkt.

Tabelle 2 weist mittels NIRS bestimmte Futterwertparameter in den Silagenproben aus. Die Rohproteingehalte lagen im Bereich von 14,21 und 22,76 % in der TM. Die Energiegehalte waren erwartungsgemäss in den ersten Aufwüchsen mit Werten bis 7,07 NEL MJ/kg TM höher als in den Folgeaufwüchsen.

Tabelle 2: Futterwertparameter in den Silagen, je Aufwuchs, Betrieb und Versuchsnummer

Aufwuchs	Betrieb/ V <sup>1)</sup> Nr.	TM <sup>2)</sup> %	XA <sup>3)</sup> % TM	XF <sup>4)</sup> % TM	XP <sup>5)</sup> % TM	XZ <sup>6)</sup> % TM	Energie NEL MJ/kg TM
1	1/1/4	28,9	9,77	26,67	17,10	1,58	5,88
	2/2/6	33,7	6,13	22,99	18,14	3,54	6,89
	2/3/1	39,6	7,66	22,41	18,04	6,99	6,81
	2/4/1	41,5	7,76	20,42	18,37	10,54	6,91
	3/7/6	25,5	7,66	23,65	17,68	1,25	6,62
	4/9/6	45,6	9,27	19,62	18,29	12,53	7,07
	5/10/3	42,1	9,69	25,37	22,76	4,16	6,55
	5/11/3	50,7	9,70	28,21	17,88	4,41	5,93
2	4/16/6	44,9	10,14	25,32	14,21	7,43	6,06
	2/17/5	55,7	5,50	25,02	17,28	12,14	6,85
	2/20/6	46,0	8,70	30,59	18,59	1,09	5,17
	5/21/3	35,0	9,21	31,34	15,22	0,99	5,16
3	2/24/6	51,1	7,15	28,89	16,53	3,25	5,09
	6/26/5	35,0	10,23	22,07	19,12	3,64	6,53

<sup>1)</sup> Versuch; <sup>2)</sup> Trockenmasse; <sup>3)</sup> Rohasche; <sup>4)</sup> Rohfaser; <sup>5)</sup> Rohprotein; <sup>6)</sup> Zucker

Wie aus Tabelle 3 zu erkennen ist, waren fast alle Silagen buttersäure(BS)frei, mit Essigsäure(ES)gehalten unter 3,0 % in der TM. In einem Siliergut mit VK 41 und einer TM von 24,2 % war BS festzustellen. Die Ammoniakgehalte (Daten nicht ausgewiesen) waren durchweg niedrig. In den Silagen der ersten Aufwüchse wurden hohe Ethanolgehalte bis 5,8 % und Gesamt-Estergehalte (EA+EL) bis 1747 mg/kg TM analysiert.

Tabelle 3: Gärqualitätsparameter einschließlich flüchtiger organischer Verbindungen (VOC) in den Silagen, je Aufwuchs, Betrieb und Versuchsnummer

Aufwuchs	Betrieb/ V <sup>1)</sup> Nr./n <sup>2)</sup>	pH	MS <sup>3)</sup> % TM	ES <sup>4)</sup> +PS <sup>5)</sup> % TM	BSges. <sup>6)</sup> % TM	Ethanol % TM	EA <sup>7)</sup> mg/kg TM	EL <sup>8)</sup> mg/kg TM
1	1/1/4	4,1	9,71	2,09	0,66	0,79	203	93
	2/2/6	3,7	11,46	2,94	0,16	0,60	135	355
	2/3/1	4,0	6,60	2,92	0,00	0,59	166	289
	2/4/1	4,0	8,93	3,19	0,00	0,64	83	159
	3/7/6	3,7	10,73	0,89	0,06	4,95	241	1506
	4/9/6	4,0	8,43	1,01	0,00	0,44	108	154
	5/10/3	5,6	1,15	0,55	0,04	5,80	225	0
	5/11/3	6,0	1,35	0,24	0,00	2,70	67	0
2	4/16/6	4,0	6,59	0,64	0,02	0,20	219	145
	2/17/5	4,9	0,81	0,67	0,00	0,05	171	0
	2/20/6	4,8	3,69	1,32	0,00	0,19	228	0
	5/21/3	6,4	0,71	0,18	0,00	0,02	0	0
3	2/24/6	5,0	0,73	0,77	0,00	0,10	111	0
	6/26/5	4,0	8,97	1,71	0,00	0,87	278	277

<sup>1)</sup> Versuch; <sup>2)</sup> Anzahl n der Bilanzbeutel je Betrieb und Versuch; <sup>3)</sup> Milchsäure; <sup>4)</sup> Essigsäure; <sup>5)</sup> Propionsäure; <sup>6)</sup> Buttersäure gesamt (flüchtige Fettsäuren  $\geq$  C4); <sup>7)</sup> Ethylacetat; <sup>8)</sup> Ethyllactat

## Schlussfolgerungen

Die Untersuchungen im Rahmen eines Pilotprojektes zeigen, dass in den Brandenburger Betrieben vielfach zu stark angewelkt wurde. TM-Gehalte weit oberhalb von 40 % führen zwar zu einer Verbesserung der Vergärbarkeit und damit zu einer Minimierung der Buttersäurebildung durch Clostridien (Kaiser und Weiß 2007). Ein Anwelken des Siliergutes sollte jedoch nur bis max. 40 % TM (Spiekers 2011) erfolgen. Bei höheren TM-Gehalten und einer unzureichenden Verdichtung besteht ein hohes Risiko für aerobe Instabilität der Silagen nach Öffnung des Silos.

Erhöhte Luftwirkung noch während der Einsilierung fördert das Hefewachstum im Silo und kann einerseits zu intensiver anaerober Hefeaktivität und damit Alkohol-, sowie Esterbildung führen (Weiß 2014, Weiß *et al.* 2016).

Die insbesondere in den ersten Aufwüchsen festgestellten hohen Ethanolgehalte sind korreliert mit hohen Estergehalten und niedrigen pH-Werten unterhalb pH 4 (siehe auch Weiß und Auerbach 2013). In Kombination mit dem Welken bis zu einem Anwelkgrad von 30 bis max. 35 % TM ist der strategische Siliermitteleinsatz (z.B. Milchsäurebakterienpräparate Wirkungsrichtung 1b, 1c) zu empfehlen (Kaiser und Weiß 2007). Zur Unterbindung von Hefeaktivität, Ethanol- und Esterbildung sollten Siliermittel der Wirkungsrichtung 2 eingesetzt werden (Weiß und Auerbach 2013).

## Literatur

- Jänicke, H. (2011): Grobfutter- und Substraterzeugung. In: DLG e.V., Bundesarbeitskreis Futterkonservierung [Hrsg.]: Praxishandbuch Futter- und Substratkonservierung. DLG-Verlag GmbH, Frankfurt am Main, 8. Auflage, S. 23–28.
- Kaiser, E. und Weiß, K. (2007): Nitratgehalte im Grünfütter – Bedeutung für Gärqualität und siliertechnische Maßnahmen. Übersichten zur Tierernährung, 35, 1, S. 13–30.
- Koch, U. J. Wegner und Pickert, J. (2016): Entwicklung ausgewählter Qualitätsparameter der Grassilagen im Bereich des Landeskontrollverbandes Brandenburg e.V. in den Jahren 2007 bis 2015. Bericht.
- Spiekers, H. (2011): Ziele in der Wiederkäuerfütterung. In: DLG e.V., Bundesarbeitskreis Futterkonservierung [Hrsg.]: Praxishandbuch Futter- und Substratkonservierung. DLG-Verlag GmbH, Frankfurt am Main, 8. Auflage, S. 13–17.
- Weiß, K. (2001): Gärungsverlauf und Gärqualität von Silagen aus nitrat-armem Grünfütter. Dissertation. Humboldt-Universität zu Berlin.
- Weiß, K. (2016): Hefebesatz und aerobe Stabilität in Maissilagen in Abhängigkeit vom Luftfluss vor und während der Silierung. *Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft* 6/2016, ISSN 1611-4159, S. 43–52.
- Weiß, K. und Kaiser, E. (1995): Milchsäurebestimmung in Silageextrakten mit Hilfe der HPLC. *Wirtsch. Fut-ter* 41:69–80.
- Weiß, K. und Sommer, G. (2012): Bestimmung von Estern und anderen flüchtigen organischen Substanzen (VOC) in Silageextrakten mit Hilfe der Gaschromatographie. Proc. VDLUFA-Kongress, 18.–20.09.2012, Passau, *VDLUFA-Schriftenreihe* 68, S. 561–569.
- Weiß, K. und Auerbach, H. (2013): Novel results on the formation of volatile organic compounds (VOC) in silages. Proceedings 22nd International Grassland Congress, Sydney New south Wales Australia. [Eds]: Michalk, DL., Millar, GD., Badgeny, WB. und Broadfoot, KM. pp. 721–724.
- Weiß, K., Olbrich, C. und Thaysen, J. (2014): Maissilagequalität in Schleswig-Holstein – Ergebnisse einer Erhebung in 52 Landwirtschaftsbetrieben. Proc. VDLUFA-Kongress, 16.–19.09.2014, Stuttgart, *Kongreß-band VDLUFA-Schriftenreihe* 70, Tierische Produktion und Futtermittel; 453–461.
- Weißbach, F. und Strubelt, C. (2008): Correcting the dry matter content of maize silages as a substrate for biogas production. *Landtechnik-Net* 63: 82–83. Accessed Jun. 19, 2016. [www.landtechnik-online.eu/ojs-2.4.5/index.php/landtechnik/article/view/2008-2-082-083/1237](http://www.landtechnik-online.eu/ojs-2.4.5/index.php/landtechnik/article/view/2008-2-082-083/1237).