

Sporengelhalte an Buttersäurebakterien in Silagen und Feuchtheu unter der Lupe

Ueli Wyss und Daniel Goy, Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP-Haras, 1725 Posieux

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



Bei der Bereitung von Grassilagen besteht ein erhöhtes Risiko, dass durch Fehlgärungen eine Buttersäuregärung stattfindet. (Foto: U. Wyss, ALP).

Einleitung

Wird in der Schweiz silofreie Milch gemäss der Milchpreisstützungsverordnung zur Herstellung von Halbhart-, Hart- und Extra-Hartkäse produziert, richtet der Bund den Produzenten und Produzentinnen zusätzlich eine Zulage von drei Rappen je Kilogramm verkäster Milch aus. Grund für die gezielte Förderung der Produktion von silofreier Milch sind die erhöhten Gehalte an Sporen von Buttersäurebakterien (BSB, *Clostridium tyrobutyricum*) in Silomilch, die während der Reifung von Halbhart- und Hartkäsen zu unerwünschten Fehlgärungen (Buttersäuregärung) führen können. Käse mit einer solchen Fehlgärung weisen aufgrund der Bildung von Wasserstoff eine typische Blähung auf und werden durch die fortlaufende Bildung von Buttersäure zuneh-

mend ungeniessbar. Ein Sporengelhalt von 50 Sporen pro Liter Milch kann bereits ausreichen, um eine Buttersäuregärung in gereiften Käsen hervorzurufen (Bachmann 1999). Wie neuere Untersuchungen von Schaeren *et al.* (2005) zeigen, ist der Buttersäurebakterien-Sporengelhalt in der Milch von Kühen, die mit Silage gefüttert wurden, insbesondere im Winter höher als in der Milch ohne Silagefütterung.

Durch den Einsatz technologischer Verfahren wie Bactofugation oder Mikrofiltration kann die Belastung der Verarbeitungsmilch mit BSB-Sporen stark reduziert werden. Der Nachteil der Entkeimungsmikrofiltration liegt darin, dass auch die Rohmilchflora weitgehend eliminiert und beispielsweise bei Grosslockkäse auch die Lochbildung im Käse stark reduziert wird. Bei Schweizer AOC-Käsen ist die Anwendung dieser technologischen

Alternativen gemäss den geltenden Pflichtenheften nicht erlaubt. Neben diesen technologischen Massnahmen lässt sich das Wachstum von *Clostridium tyrobutyricum* auch durch die Zugabe von Zusatzstoffen wie Nitrat oder Lysozym unterdrücken. Schweizer Käse soll als Naturprodukt wahrgenommen werden. Sowohl die öffentlich-rechtlichen AOC-Pflichtenhefte wie auch verschiedene privatrechtliche Bestimmungen und Vereinbarungen schliessen daher den Einsatz von Zusatzstoffen aus.

Auch Feuchtheu, das beim Pressen mit einem Konservierungsmittel behandelt wurde, gilt als Silage, wenn der TS-Gehalt bei der Verfütterung unter 82 % liegt. Für einige Käse, wie Le Gruyère AOC, ist der Einsatz von chemischen Konservierungsmitteln für alle Raufutterarten unabhängig vom TS-Gehalt generell verboten.

Es stellt sich dennoch die Frage, wie hoch das Restrisiko bei der Käseherstellung ist, wenn Silagen oder Feuchtheu verfüttert werden. Das Ziel der vorliegenden Versuche war es, die Buttersäuresporen-Belastung des Futters, des Kotes und der Milch bei der Verfütterung von Feuchtheu und Silagen mit zwei unterschiedlichen TS-Gehalten zu untersuchen. Weiter sollte geprüft werden, ob mit der erzielten Sporenbelastung in der Rohmilch eine Verarbeitung zu Hartkäse möglich ist.

Material und Methoden

Es war geplant, von der gleichen Parzelle Silagen mit zwei unterschiedlichen TS-Gehalten, Feuchtheu und Belüftungsheu herzustellen. Aufgrund von Problemen mit dem Wetter konnte im ersten Durchgang kein Feuchtheu produziert werden. Somit wurden mit dem Futter vom ersten Aufwuchs im Mai 2008 Quaderballensilagen mit 38 und 53 % TS sowie Dürrfutter (Heubelüftung) hergestellt. Im August 2008 wurde vom dritten Aufwuchs von der gleichen Parzelle erneut Dürrfutter (Heubelüftung) und zusätzlich Feuchtheu produziert. Das Feuchtheu wurde bei einem durchschnittlichen TS-Gehalt von 80 % in Rundballen gepresst, wobei als Konservierungsmittel Propionsäure eingesetzt wurde (Lupro Grain, 5,9 l/t Futter). Bei der Verfütterung wies das Feuchtheu im Durchschnitt 84 % TS auf.

Im Juli/August 2008 und im Januar/Februar 2009 erfolgten die Fütterungs- und Verarbeitungsversuche zu Käse. Während zwei Wochen (Vorperiode) erhielten alle Kühe das gleiche Futter: Dürrfutter *ad libitum*, 0,3 kg Mineralstoffmischung sowie Kraftfutter (Getreidemischung und Proteinkonzentrat) in Abhängigkeit der Milchleistung. Das Dürrfutter, das während den Vorperioden in den beiden Versuchen verfüttert wurde, war nicht identisch mit dem Dürrfutter der Versuchspartellen.

Zusammenfassung

Die Pflichtenhefte diverser traditioneller Schweizer Halbhart- und Hartkäse verbieten die Verfütterung von konserviertem Futter mit mehr als 18 % Wasser an Milchkühe. In zwei Versuchen wurde die Buttersäurebakterien-Belastung des Futters, des Kotes und der Milch bei der Verfütterung von Feuchtheu und Silagen untersucht. Zudem wurde aus der Milch Hartkäse hergestellt. Im ersten Versuch wurden vom gleichen Ausgangsmaterial Silagen mit 38 und 53 % Trockensubstanz (TS) sowie Belüftungsheu hergestellt. Im zweiten Versuch wurde Feuchtheu mit Propionsäure behandelt und Belüftungsheu hergestellt. Das Feuchtheu wies beim Pressen durchschnittlich 80 % und bei der Verfütterung 84 % TS auf. Die einzelnen Futtermittel wurden jeweils während drei Wochen an Milchkühe verfüttert. Anhand regelmässig entnommener Futter-, Kot- und Milchproben wurde die Anzahl Buttersäurebakterien-Sporen bestimmt. In der dritten Versuchswoche wurde an zwei Tagen Hartkäse hergestellt. Das Futter wies tiefe Buttersäurebakterien-Sporengelhalte auf. Bei den Grassilagen beziehungsweise der Variante mit Feuchtheu wies die Milch – im Vergleich zur Variante mit Belüftungsheu – leicht höhere Sporengelhalte auf. Es traten jedoch keine Probleme bei der Käseherstellung auf.

Unterschiedliches Futter an Kuhgruppen getestet

Am Ende der Vorperiode wurden die Kühe auf drei (1. Versuch: Belüftungsheu und Silagen mit 38 und 53 % TS) beziehungsweise zwei (2. Versuch: Belüftungsheu und Feuchtheu) homogene Gruppen aufgeteilt. In einer Gruppe befanden sich jeweils zehn Kühe, die in einem getrennten Abteil des Laufstalles gehalten wurden. Während drei Wochen (Versuchsperiode) wurden an die drei beziehungsweise zwei Gruppen die unterschiedlichen Versuchsfuttermittel in den Wiegetrögen *ad libitum* verfüttert. Zusätzlich erhielten die Tiere 0,3 kg Mineralstoffe und das Kraftfutter an der Kraftfutterstation in Abhängigkeit ihrer Milchleistung. Vor jedem Melken wurden die Euter mit einem Euterpapier gereinigt. ➤

Tab. 1 | Gehaltswerte der Raufutter

		1. Versuch				2. Versuch		
		Dürrfutter Vorperiode	Belüftungsheu	Silage 53% TS	Silage 38% TS	Dürrfutter Vorperiode	Belüftungsheu	Feuchtheu
TS-Gehalt	%	88,3	87,5	53,4	37,5	88,4	90,3	84,1
Rohasche	g/kg TS	101	83	92	96	84	97	97
Rohprotein	g/kg TS	152	134	146	163	142	138	150
Rohfaser	g/kg TS	298	234	249	252	221	305	300
ADF	g/kg TS	330	250	275	281	243	337	337
NDF	g/kg TS	522	455	462	450	447	540	535
Zucker	g/kg TS	96	149	145	66	131	83	78
NEL	MJ/kg TS	5,3	5,7	5,7	5,8	5,5	5,1	5,2
APDE	g/kg TS	90	90	84	80	91	86	89
APDN	g/kg TS	97	85	92	102	90	88	96

TS: Trockensubstanz; ADF: Lignozellulose; NDF: Zellwände; NEL: Netto Energie Laktation

APDE: Absorbierbares Protein im Darm, dass auf Grund der verfügbaren Energie aufgebaut werden kann

APDN: Absorbierbares Protein im Darm, dass auf Grund des abgebauten Rohproteins aufgebaut werden kann

Beim ersten Versuch hatten alle Kühe noch einen beschränkten Zugang (max. 5 kg pro Tag) zum Dürrfutter, welches bereits in der Vorperiode verfüttert wurde. Beim zweiten Versuch waren die beiden Versuchsfutter (Dürrfutter oder Feuchtheu) die alleinigen Raufutter. Zweimal wöchentlich wurden von den Raufuttermitteln Proben zur Bestimmung der TS-Gehalte und Buttersäurebakterien-Sporen sowie zusätzlich bei den Silagen und beim Feuchtheu für die Gärparameter genommen. Einmal pro Woche wurden auch die Rohnährstoffe im Rau- und Kraftfutter analysiert und die Keimzahlen von Hefen, Schimmelpilzen und aeroben mesophilen Bakterien im Raufutter bestimmt. Zusätzlich wurden fünf Feuchtheuballen speziell beprobt und von vier verschiedenen Stellen Analysen durchgeführt.

Kot, Futter, Milch und Käse untersucht

In der Vorperiode sowie in der zweiten und dritten Versuchswoche wurden von allen Kühen Kotproben gezogen und Mischproben pro Variante auf die Buttersäurebakterien-Sporen untersucht. Der Futterverzehr wurde täglich erhoben. Die Milchleistung wurde zweimal täglich gemessen. Wöchentlich wurden Milchproben zur Bestimmung der Milch Inhaltsstoffe genommen. In der dritten Versuchswoche wurden die Buttersäurebakterien-Sporen in der Milch bestimmt und zweimal mit einer Mischung aus Abend- und Morgenmilch pro Versuchsvariante Hartkäse hergestellt. Im Futter, im Kot und in der Milch wurden die Buttersäurebakterien-Sporen nach der MPN-Methode (*most probable number*) bestimmt. Von den Versuchskäsen wurden nach 50, 100 und 150 Tagen

Lagerung Proben entnommen und auf verschiedene Parameter untersucht. Nach einer fünfmonatigen Lagerung wurde die Qualität der Versuchskäse von einem Fachteam beurteilt. Die statistische Auswertung erfolgte mit einer Varianzanalyse und dem Bonferroni-Test (Programm SYSTAT 12).

Resultate und Diskussion

Gehaltswerte des Raufutters

Das Futter für die Silage- und Dürrfutterbereitung stammte von einer Kunstwiese vom ersten und dritten Aufwuchs. Beim ersten Aufwuchs war das Futter vom Typ ausgewogen raigrasbetont und beim dritten Aufwuchs ausgewogen. Die Rohnährstoffe der Silagen, Feuchtheu und Dürrfutter (Heubelüftung) sind aus Tabelle 1 ersichtlich. Beim ersten Aufwuchs wiesen die Silagen und das Dürrfutter mit zunehmendem TS-Gehalt weniger Rohprotein und Faser sowie mehr Zucker auf, was einerseits auf die Bröckelverluste und andererseits auf die unterschiedliche Fermentation im Silo zurückzuführen ist. Die beiden Silagen mit 38 und 53 % TS wiesen pH-Werte von 4,5 und 5,5, Milchsäuregehalte von 80 und 23 g/kg TS, Essigsäuregehalte von 14 und 4 g/kg TS, Buttersäuregehalte von je 1 g/kg TS sowie 100 und 90 DLG-Punkte auf. Dies bedeutet, dass beide Silagen eine sehr gute Gärqualität aufwiesen. Beim Futter vom dritten Aufwuchs wies das Feuchtheu sogar höhere Rohprotein-, APDE-, APDN- und NEL-Gehalte auf im Vergleich zum Dürrfutter, das auf der Heubelüftung getrocknet wurde. Da das Dürrfutter nach der Heubelüftung für die

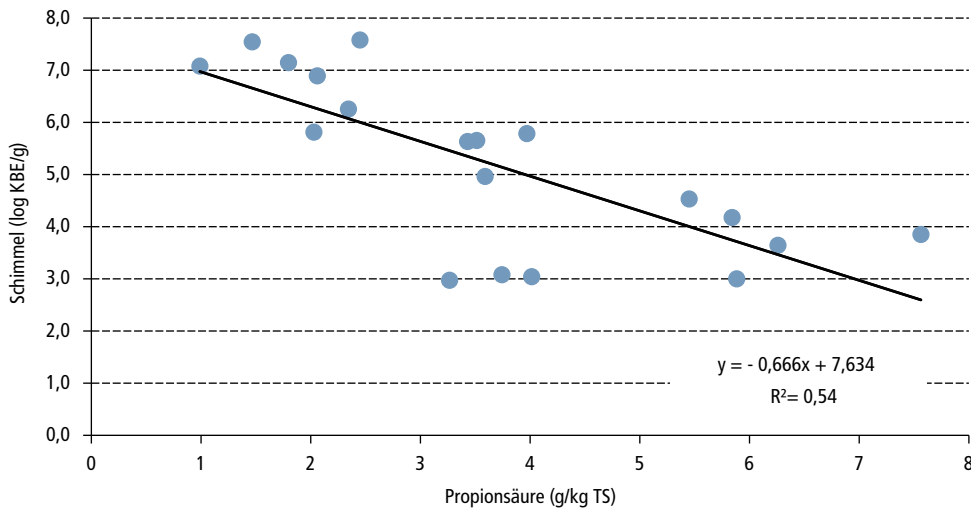


Abb. 1 | Zusammenhang zwischen dem Propionsäuregehalt und dem Schimmelpilzbefall im Futter (KBE: koloniebildende Einheiten).

Lagerung in Quaderballen gepresst wurde und durch den Pressvorgang Bröckelverluste auftraten, dürften die Unterschiede auf diese Effekte zurückzuführen sein. Das Feuchtheu in den Ballen machte nur eine sehr geringe Milchsäure- und keine Buttersäuregärung durch. Der pH-Wert betrug 6,0; im Durchschnitt wurden 5 g Milchsäure, 1 g Essigsäure, 3 g Propionsäure pro kg TS und keine Buttersäure nachgewiesen.

Die zonalen Untersuchungen in den Feuchtheuballen zeigten, dass der TS-Gehalt innerhalb der Ballen unterschiedlich hoch war. Dieser betrug im Durchschnitt 83,2 %, variierte jedoch zwischen 79,9 und 85,8 %. Dabei waren die Werte am Ballenrand höher als im Ballenzentrum, was auf eine unterschiedliche Nachrocknung zurückzuführen sein dürfte.

Zwischen dem Gehalt an Propionsäure und dem Schimmelpilzbesatz gab es einen Zusammenhang, wie aus Abbildung 1 ersichtlich ist. Je mehr Propionsäure mit dem Konservierungsmittel zugesetzt wurde, desto weniger stark konnten sich die Schimmelpilze entwickeln. Untersuchungen von Wyss (2012) haben gezeigt, dass die richtige Dosierung des Konservierungsmittels entscheidend für die Unterdrückung der Schimmelpilze ist.

Keine signifikanten Unterschiede bei der Milch

Obwohl die Silagen in beiden Fällen eine gute Qualität aufwiesen, war der TS-Verzehr bei den beiden Silagevarianten tiefer als bei der Dürrfuttermittelvariante (Tab. 2). Dass die Tiere Grassilagen im Vergleich zum Dürrfutter aus dem gleichen Ausgangsmaterial oft schlechter fressen, zeigen auch Untersuchungen von Jans (1991). Dabei sind

hohe Rohaschegehalte und/oder tiefe TS-Gehalte oft der Grund für die schlechtere Futtermittelaufnahme. Bezüglich Milchleistung und Milchhaltsstoffe resultierten jedoch zwischen den beiden Silagevarianten und der Dürrfuttermittelvariante keine signifikanten Unterschiede.

Beim zweiten Versuch mit Dürrfutter und Feuchtheu zeigte sich, dass das Feuchtheu schlechter gefressen wurde (Tab. 2). Die Unterschiede sind jedoch nicht signifikant. Bedingt durch die tiefere Futtermittelaufnahme, ging die Milchleistung in der Gruppe mit Feuchtheu während des Versuchs leicht zurück; deshalb wurde die Kraftfuttermenge entsprechend angepasst. Dies hatte zur Folge, dass die Kühe im Durchschnitt der drei Wochen weniger Kraftfutter erhielten als die Kühe mit Belüftungsheu. Die Kraftfuttermengen unterschieden sich jedoch nicht signifikant. Auch bezüglich Milchmengen und Milchhaltsstoffen gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Varianten.

Sporengehalte in Futter, Kot, Milch nicht gekoppelt

Die Gehalte an Buttersäurebakterien-Sporen im Futter betragen zwischen 9 und 930 Sporen pro Gramm Futter. Wie aus Tabelle 3 ersichtlich ist, wiesen das Dürrfutter vom Versuch und die zwei Silagen im Durchschnitt ähnlich tiefe Werte auf. Das Dürrfutter, das beim ersten Versuch in der Vorperiode und in kleinen Mengen in der Versuchsperiode eingesetzt wurde, wies durchschnittlich 239 Sporen pro Gramm auf. Beim zweiten Versuch konnten zwischen dem Belüftungsheu und dem Feuchtheu keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Nach Zangerl (1989) findet man in frischem Gras und

Tab. 2 | Futtermittelverzehr und Milchleistung

		1. Versuch					2. Versuch			
		Belüftungsheu	Silage 53 % TS	Silage 38 % TS	SE	Sig.	Belüftungsheu	Feuchtheu	SE	Sig.
Versuchsfutter	kg TS/Tag	16,5 ^a	14,4 ^b	15,4 ^{ab}	0,49	*	18,3	17,4	0,49	n. s.
Dürrfutter VP	kg TS/Tag	1,5 ^b	2,5 ^a	2,1 ^{ab}	0,21	**				
Krafftfutter	kg TS/Tag	1,9	1,9	1,6	0,60	n. s.	3,0	2,5	0,56	n. s.
Mineralstoffe	kg TS/Tag	0,3	0,3	0,3	0,00	n. s.	0,3	0,3	0,00	n. s.
Verzehr total	kg TS/Tag	20,2	19,1	19,4	0,67	n. s.	21,5	20,2	0,67	n. s.
ECM	kg/Tag	22,5	23,7	22,4	1,70	n. s.	25,7	24,5	1,75	n. s.
Fettgehalt	%	4,3	4,6	4,5	0,19	n. s.	4,1	4,6	0,16	n. s.
Proteingehalt	%	3,5	3,5	3,5	0,08	n. s.	3,5	3,6	0,06	n. s.
Laktosegehalt	%	4,8	4,8	4,8	0,05	n. s.	4,8	4,7	0,10	n. s.

Dürrfutter VP: Dürrfutter Vorversuch; ECM: Energie korrigierte Milch
SE: Standardfehler; Sig.: Signifikanz; n. s.: nicht signifikant; * p < 0,05; ** p < 0,01; *** p < 0,001

Heu Werte zwischen 10 bis 1000, in guten Silagen weniger als 10 000 und in schlechten Silagen mehr als 100 000 Sporen pro Gramm. Gemäss diesen Definitionen wiesen alle eingesetzten Futter eine sehr tiefe Belastung an Buttersäurebakterien-Sporen auf.

Die zonalen Untersuchungen in den fünf Feuchtheuballen zeigten mit durchschnittlich 247 Sporen pro Gramm höhere Werte als die Proben, die beim Fütterungsversuch gezogen wurden. Diese variierten zwischen 10 und 1500 Sporen pro Gramm. Wie aus Abbildung 2 ersichtlich ist, gab es keinen Zusammenhang zwischen dem TS- und dem Sporengehalt.

Die Bestimmung der Buttersäurebakterien-Sporen im Kot ergab Werte zwischen 40 und 7500 Sporen pro Gramm. Beim ersten Versuch mit den Silagen und dem Belüftungsheu gab es signifikante Unterschiede (Tab. 3). Die tiefsten Werte wies nicht die Variante mit dem Belüftungsheu, sondern die Variante Silage 53 % TS auf. Beim zweiten Versuch wurden sowohl in der Variante mit

Belüftungsheu als auch in der Variante mit Feuchtheu sehr tiefe Werte festgestellt (222 beziehungsweise 142 Sporen pro Gramm). Nach Weissbach (1997) sind Sporengelhalte im Kot unter 10000 Sporen/g erwünscht und erst Sporengelhalte über 100000 stellen ein Risiko dar. Der Vergleich mit diesen Angaben zeigt, dass die Sporengelhalte im Kot in allen Varianten sehr tief waren.

In beiden Versuchen wurde mit der Variante Belüftungsheu die tiefsten Gehalte an Buttersäurebakterien-Sporen in der Abend-, der Morgen- sowie der Kessmilch erzielt (Tab. 3). Der Unterschied im Sporengelhalt war jedoch nur beim zweiten Versuch signifikant. Einzig bei der Verfütterung von Belüftungsheu lagen die Werte unter den von Jakob (2011) genannten ALP-Orientierungswerten für Lieferantenmilch (< 210 Sporen pro Liter) und Kessmilch (< 140 Sporen pro Liter). Die Gefahr einer Buttersäuregärung im Käse hängt massgeblich vom Gehalt an Buttersäurebakterien-Sporen in der Verarbeitungsmilch ab. Das Wissen um die Faktoren, die das

Tab. 3 | Buttersäurebakterien-Sporen im Futter, im Kot und in der Milch

		1. Versuch					2. Versuch			
		Belüftungsheu	Silage 53 % TS	Silage 38 % TS	SE	Sig.	Belüftungsheu	Feuchtheu	SE	Sig.
Grundfutter	MPN/g	20	24	36	5	n. s.	174	19	107	n. s.
Kot	MPN/g	1608 ^b	1088 ^b	4333 ^a	634	**	222	142	68	n. s.
Abendmilch	MPN/l	140	213	233	52	n. s.	115 ^b	763 ^a	181	*
Morgenmilch	MPN/l	49	498	328	127	n. s.	160 ^b	495 ^a	43	**
Kessmilch	MPN/l	68	355	293	77	n. s.	103 ^b	340 ^a	46	*

SE: Standardfehler; Sig.: Signifikanz; n. s.: nicht signifikant; * p < 0,05; ** p < 0,01; *** p < 0,001
MPN: most probable number

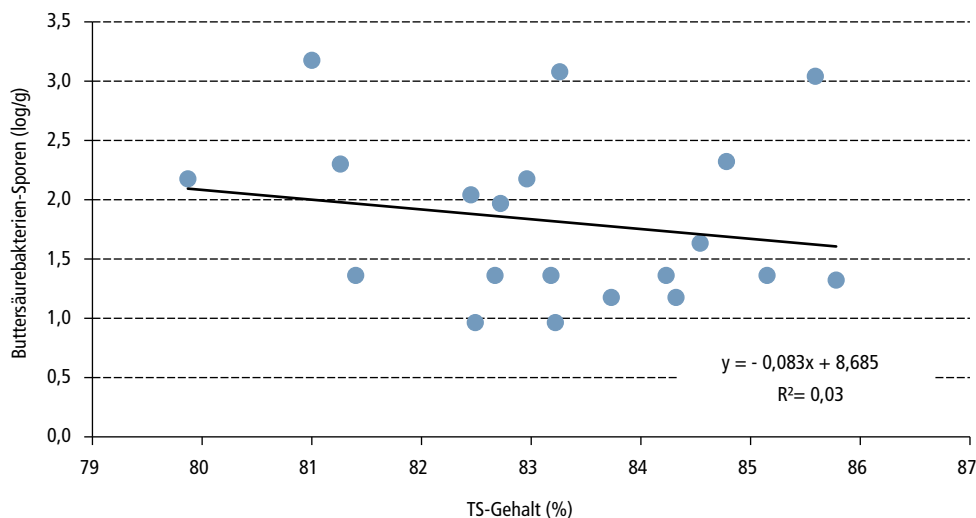


Abb. 2 | Zusammenhang zwischen dem TS-Gehalt und den Buttersäurebakterien-Sporen im Futter.

Auskeimen dieser Sporen im Käse begünstigen, ist nach wie vor unvollständig. In der Praxis lässt sich hin und wieder feststellen, dass selbst bei guter Milchqualität unerwünschte Fehlgärungen durch Buttersäurebakterien nicht mit absoluter Sicherheit ausgeschlossen werden können.

Der Vergleich der Sporengelhalte von Futter, Kot und Milch macht ersichtlich, dass hohe Werte im Futter beziehungsweise im Kot nicht mit hohen Werten in der Milch gekoppelt sein müssen. Da sowohl im Futter wie auch im Kot generell tiefe Werte festgestellt wurden, sind auch andere Faktoren für die Erklärung der Sporenbelastung in der Milch in Betracht zu ziehen. Beobachtungen hinsichtlich des Verschmutzungsgrades der Kühe an der Hinterhand und am Euter ergaben jedoch keine Unterschiede zwischen den verschiedenen Varianten. Auch die Melkhygiene war bei allen Kühen gleich.

Analysenergebnisse der Versuchskäse

Da die Gehalte an Buttersäurebakterien-Sporen in der Kessmilch sowohl für die beiden Silage- als auch für die Feuchtheuvariante über den von ALP festgelegten Orientierungswerten lagen, warteten die Forschenden gespannt auf die Ergebnisse der Verarbeitungsversuche. Nach der 150-tägigen Lagerung konnte bei keinem der Versuchskäse eine Spätblähung beziehungsweise eine Buttersäuregärung festgestellt werden (Abb. 3). In Tabelle 4 sind die Ergebnisse der Analysen am 150 Tage alten Käse zusammengefasst. Sowohl beim ersten als auch beim zweiten Fütterungsvergleich konnten zwischen den Versuchskäsen keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Mit Ausnahme der n-Caprinsäure entsprachen alle Analysenergebnisse den Normwerten. Der Gehalt an n-Caprinsäure war auch in

den beiden Varianten mit Belüftungsheu erhöht, was am ehesten durch eine Schädigung des Milchfettes erklärbar ist. Die sensorische Beurteilung der Käse ergab, dass der Versuchskäse aus der Variante mit Silage mit 38 % TS leichte Unterschiede bezüglich Geschmack und Aromaintensität aufwies. Beim zweiten Versuch zwischen Belüftungsheu und Feuchtheu konnten zwischen den Versuchskäsen keine sensorischen Unterschiede festgestellt werden.



Abb. 3 | Käse nach 150-tägiger Lagerung aus dem Vergleich Dürrfutter und Feuchtheu 1: Variante Dürrfutter – 1. Charge; 2: Variante Feuchtheu – 1. Charge; 3: Variante Dürrfutter – 2. Charge; 4: Variante Feuchtheu – 2. Charge. (Foto: D. Goy, ALP)

Tab. 4 | Säuregehalte der Käse nach 150 Tagen Lagerung (Angaben in mmol/kg)

	1. Versuch			2. Versuch		Anforderungen
	Dürrfutter	Silage 53 % TS	Silage 38 % TS	Dürrfutter	Feuchtheu	ALP
Ameisensäure	0,37	0,49	0,61	0,11	0,18	< 1,1
Essigsäure	3,22	3,27	3,50	3,10	3,79	
Propionsäure	0,09	0,15	0,24	0,02	0,01	< 2,0
i-Buttersäure	0,02	0,04	0,09	0,00	0,01	
n-Buttersäure	0,88	0,74	0,91	0,75	0,56	< 1,5
i-Valeriansäure	0,01	0,02	0,05	0,02	0,02	
i-Caprinsäure	0,01	0,00	0,05	0,00	0,00	
n-Caprinsäure	0,33	0,22	0,30	0,24	0,35	< 0,2
TFC	4,93	4,94	5,75	4,23	4,61	< 20,0

TFC: Total der flüchtigen Carbonsäuren

Schlussfolgerungen

- **Futter:** Die Buttersäurebakterien-Sporengehalte im Futter waren generell tief. Zwischen den Silagen, dem Feuchtheu und dem Belüftungsheu gab es im Gehalt an Buttersäurebakterien-Sporen keine signifikanten Unterschiede.
- **Kot:** Die Verfütterung von Silage mit 38 % TS führte im Vergleich zur Verfütterung von Silage mit 53 % TS und von Dürrfutter zu einem signifikant erhöhten Gehalt an Buttersäurebakterien-Sporen im Kot. Die Verfütterung von Feuchtheu im Vergleich zum Dürrfutter führte hingegen beim Sporengehalt im Kot zu keinem Unterschied.
- **Milch:** Die Gehalte an Buttersäurebakterien-Sporen in der Kessmilch waren sowohl bei den beiden Silagevarianten als auch bei der Feuchtheuvariante höher als bei den beiden Dürrfuttervarianten und lagen über den ALP-Orientierungswerten. Dieser Befund ist aufgrund der tiefen Sporengehalte im Futter schwer erklärbar und deutet darauf hin, dass selbst die Verfütterung dieser einwandfreien Futtermittel zu einer erhöhten Belastung an Buttersäurebakterien-Sporen in der Milch führen kann.
- **Käse:** Trotz teilweise erhöhten Sporengehalten in der Verarbeitungsmilch wies keiner der hergestellten Versuchskäse Anzeichen einer Buttersäuregärung auf. ■

Riassunto**Carico in spore dei batteri dell'acido butirrico in insilati e fieno umido sotto la lente**

Gli elenchi degli obblighi di numerosi formaggi tradizionali a pasta semidura e a pasta dura vietano di somministrare alle vacche lattifere foraggio conservato con un tenore in acqua superiore al 18 per cento. Nell'ambito di due prove che prevedevano il foraggiamento con insilati e fieno umido è stata analizzata la carica in batteri dell'acido butirrico del foraggio, degli escrementi e del latte. Con quest'ultimo si è quindi prodotto formaggio a pasta dura. Nella prima prova si sono prodotti, partendo dalla stessa materia prima insilati con il 38 e il 53 % di sostanza secca (SS) e fieno ventilato. Nella seconda prova si è trattato il fieno umido con acido propionico e si è prodotto fieno ventilato. Il fieno umido presentava, in media, l'80 % di SS in fase di pressatura e l'84 % in fase di foraggiamento. I singoli foraggi sono stati somministrati alle vacche lattifere per tre settimane, quindi sono stati regolarmente prelevati campioni di foraggio, escrementi e latte per determinare il numero di spore dei batteri dell'acido butirrico. Nella terza settimana dello studio, due giorni sono stati dedicati alla produzione di formaggio a pasta dura. Il foraggio presentava un basso contenuto di spore dei batteri dell'acido butirrico. Nei casi di foraggiamento con insilati d'erba o con fieno umido, il latte aveva una quantità leggermente maggiore di spore rispetto a quello derivato dalla somministrazione di fieno ventilato. Nella produzione di formaggio, tuttavia, non si è riscontrato alcun problema.

Literatur

- Bachmann H. P., 1999. Technologische Einflussfaktoren auf die Buttersäuregärung. *Agrarforschung Schweiz* 6 (4), 137–140.
- Jakob E., 2011 Analytik rund um die Buttersäuregärung. *ALP forum*, 85, 1–20.
- Jans F., 1991. Grassilage oder Dürrfutter für Hochleistungskühe? *Landwirtschaft Schweiz* 4 (7), 333–336.
- Schaeren W., Maurer J. & Luginbühl W., 2005. Kaum Unterschiede zwischen Silo- und silofreier Milch. *Agrarforschung Schweiz* 12 (1), 34–39.

Summary**A close look at the butyric acid bacterial spores in silages and moist hay**

The guidelines of different traditional Swiss semi hard and hard cheeses prohibit to feed conserved forage containing more than 18 % water to dairy cows. In two trials, the butyric acid bacterial content of the forage, faeces and milk of cattle fed with moist hay and silages was investigated. In the first trial, silages with 38 and 53 % dry matter as well as ventilated hay were produced from the same original material. In the second trial, moist hay was treated with propionic acid and ventilated hay was produced as a comparison. On average, the moist hay had a DM content of 80 % when baled and 84 % when fed. The different forages were fed to dairy cows for three weeks. Feed, faeces and milk samples were taken at regular intervals to determine the number of butyric acid bacterial spores. In the third week of the trial, hard cheese was made on two days. The forage had low contents of butyric acid bacterial spores. The milk of the cows fed with grass silage or moist hay exhibited slightly higher spores content than that of those fed with ventilated hay. However, no problems occurred during cheese making.

Key words: butyric acid bacterial spores, silages, moist hay.

- Weissbach F., 1997. Qualitäts-Management-System für die Erzeugung von Milch mit geringstmöglichem Gehalt an Clostridien-Sporen. *Bornimer Agrartechnische Berichte*, Heft 18, 59–65.
- Wyss U., 2012. Wirkung eines Konservierungsmittels bei Feuchtheu – Ergebnisse 2011. *Agrarforschung Schweiz* 3 (6), 314–321.
- Zangerl P., 1989. Aspekte der Clostridienproblematik und Anaerobier-Züchtung. *Milchwirtschaftliche Berichte* 101, 223–228.