



## **Gute Silage braucht Nitrat zur Gärung**

NUßBAUM, H. (2003)

**Schlagworte:** Nitrat, Grassilage, Dünung

**Die Düngung von Wiesen wirkt sich indirekt über den Pflanzenbestand auf die Silagequalität aus. Stickstoff fördert vor allem Gräser, die sich bei rechtzeitigem Schnitt durch hohe Zuckergehalte und niedrigen Widerstand gegen die Ansäuerung auszeichnen. Kräuter und vor allem Leguminosen sind weniger gut silierbar. Eine ausgewogene Stickstoffdüngung hat jedoch auch direkten Einfluss auf die Gärprozesse im Silo. Diese positiven Effekte wurden in der Vergangenheit kaum wahrgenommen. Seit jedoch Grünland auf Grund rückläufiger Viehzahlen in manchen Regionen zunehmend extensiv bewirtschaftet wird, kann sich eine verminderte Stickstoffdüngung auch bei der Silagequalität bemerkbar machen. Dr. Hansjörg Nussbaum von der LVVG Aulendorf geht auf die Problematik, Hintergründe und Lösungsansätze ein.**

### **Problematik**

Betriebe in Ostdeutschland mit extensiver Grünlandbewirtschaftung und reduzierter Stickstoffdüngung kennen das Problem schon länger. Obwohl bei optimalem Wuchsstadium und ohne Mängel in der Silagebereitung geerntet wurde, befriedigt die Gärqualität der Grassilagen auf Grund von Buttersäurebildung nicht immer. Ein Phänomen, das in einem Silierversuch für den Deutschen Grünlandtag im Schwarzwald 2003 ebenfalls auftrat und zukünftig bei Extensivierung der Grünlandbewirtschaftung als Folge der Reform der Agrarpolitik häufiger anzutreffen sein wird. Grund genug, sich mit den Ursachen und den Abhilfemöglichkeiten zu beschäftigen.

Bisher ist Nitrat eher als Giftstoff in der Tierernährung angesehen worden. Betrachten wir deshalb die Funktion von Nitrat in der Pflanze und im Gärprozess.

### **Nitrat in der Pflanze**

Die Pflanze nimmt Stickstoff u.a. als Nitrat auf. Dieses wird assimiliert. Nitrat liegt in den Pflanzen somit nur in Spuren vor. Die Anreicherung von Nitrat erfolgt dann, wenn die Nitrataufnahme größer als das Assimilationsvermögen der Pflanze ist. Häufig nachgewiesene Konzentrationen bewegen sich zwischen 0,2 und 0,8 %  $\text{NO}_3$  i.TM. Durch N-Düngung, insbesondere nach Ausbringung leichtlöslicher N-Düngerformen, steigen die  $\text{NO}_3$ -Gehalte an. Die Umsetzung von Nitrat in den Pflanzen wird durch die Versorgung mit Spurenelementen, insbesondere mit Mo, Mn und Cu, der Bereitstellung von Assimilaten sowie den Witterungsbedingungen (Licht, Temperatur, Wasserversorgung) und der Nährstoffversorgung beeinflusst. Licht-, Wasser- und Nährstoffmangel sowie niedrige Temperaturen wirken sich in ansteigenden Nitratgehalten aus. Daher unterliegt die  $\text{NO}_3$ -Konzentration auch tageszeitlichen Schwankungen.

Im Körper von Rindern sind Nitrate so lange mindergiftig, wie sie nicht im Verdauungstrakt in Nitrit übergeführt werden. Die Toxizitätsgrenze hängt neben der aufgenommenen Menge auch von der Gewöhnung an das Futter, der Geschwindigkeit der Futterraufnahme und dem pH-Wert im Pansen ab. Bei Weidegang und bei langsamer Futterraufnahme werden 0,8 bis 1,0 % Nitrat i.TM als tolerierbar erachtet, aus Sicherheitsgründen wird die Toleranzgrenze jedoch grundsätzlich bei 0,5 % i.TM angesetzt.

### Nitrat im Gärprozess

Durch eine typische, ungestörte Milchsäuregärung sinkt der pH-Wert in der Silage von einem Ausgangswert von etwa 6,0 bis 6,5 auf unter 4,5 in den Optimalbereich ab (Abbildung 1). Während der Silierung wird Nitrat durch Bakterien und pflanzeigene Enzyme abgebaut. Die Abbauprodukte Nitrit und Stickstoffmonoxid wirken hemmend auf Buttersäurebakterien, insbesondere zu Beginn der Gärung, bis der sogenannte „kritische pH-Wert“ unterschritten wird („schräge“ Linie in Abbildung 1). Mit unterbliebener oder reduzierter N-Düngung erzeugtes Erntegut ist häufig weitgehend nitratfrei. Da aber das aus Nitrat gebildete Nitrit im beginnenden Gärprozess hemmend auf die Clostridienaktivität wirkt, kann sich das Fehlen von Nitrat negativ auf den Gärverlauf mit Buttersäurebildung bereits zu Beginn der Gärung auswirken. Nitratmangel im Grünfutter ist folglich für die Fermentation eher nachteilig. Kohlenhydrate werden dann zu Buttersäure verstoffwechselt mit negativen Konsequenzen für die Gärqualität (Tabelle 1).

Tabelle 1: Unterschiede zwischen nitrathaltigem und nitratfreiem Siliergut und die Qualität von Grassilage (Silierversuch Schwarzwald, 1. Aufwuchs 2003).

Parameter	Nitrat mg/kg TS	
	564	68
pH-Wert	4,42	5,63
Milchsäure % i.TS	9,1	1,1
Buttersäure % i.TS	0,0	1,2
Ethanol % i.TS	0,6	1,9

Buttersäurebakterien können jedoch neben Nitrit auch durch eine rasche Ansäuerung in ihrer Entwicklung gehindert werden. Demnach spielen Zuckergehalt, Besatz epiphytischer Milchsäurebakterien und die Silierbedingungen weitere wichtige Rollen, um eine Bildung von Buttersäure zu unterbinden (Abbildung 1).

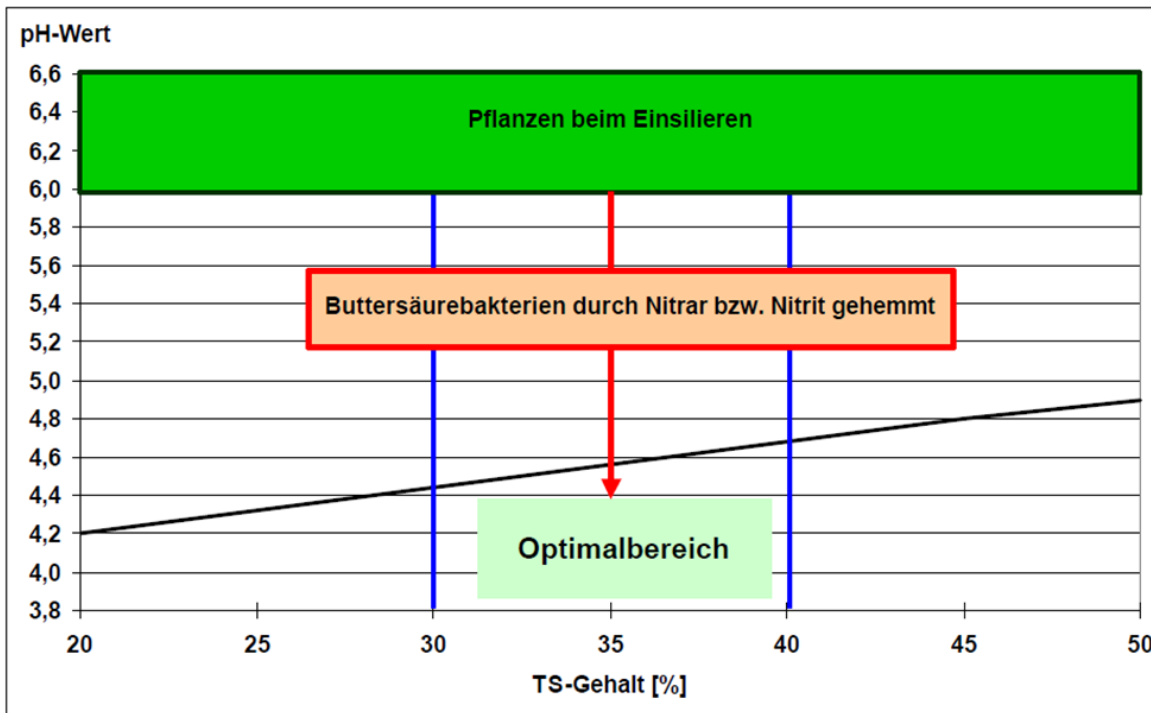


Abbildung 1: Der pH-Wert sinkt während der ungestörten Milchsäuregärung von etwa 6,0 bis 6,5 auf unter 4,5 (Optimalbereich) ab. Bis zum Unterschreiten des sogenannten „kritischen“ pH-Wertes werden die Buttersäurebakterien durch Nitrit „in Schach“ gehalten.

## Maßnahmen

Welche Maßnahmen stehen nun dem Landwirt zur Verfügung, um auch bei reichlicher Flächenausstattung und insgesamt reduzierter Stickstoffintensität Silagen mit bester Gärqualität, d.h. frei von Buttersäure, zu erzeugen?

### Düngung

Futterflächen, deren Aufwuchs für die Silagebereitung vorgesehen ist, sollten auf jeden Fall ausreichend mit Stickstoff gedüngt werden. Bei reduziertem Viehbesatz oder eher extensiver Bewirtschaftung gilt es vorrangig die Silageflächen mit Gülle zu versorgen und Flächen, die für eine Beweidung oder zur Gewinnung von Dürrfutter vorgesehen sind, tendenziell eher geringer mit Wirtschaftsdünger zu versorgen. Eine gleichmäßige, „mittlere“ Intensität auf allen Futterflächen dient weder der Artenvielfalt, noch der Futterqualität und ist aus Sicht der Silagebereitung sehr kritisch zu betrachten. Die Abstufung der Bewirtschaftungsintensität und Einteilung der Flächen hinsichtlich Nutzungs- oder Konservierungsart ist ein guter Lösungsansatz.

Neben der guten Versorgung der Silageflächen mit Wirtschaftsdüngern kann es bezüglich der Gärprozesse sinnvoll sein, vor allem zum ersten Aufwuchs zusätzlich eine Mineraldüngergabe in Höhe von 30 bis 40 kg N/ha mit leichtlöslichem Stickstoff (z.B. als KAS) aus zu bringen. Das gilt umso mehr, je kälter (Höhenlage) und je „träger“ (Wassergehalt, Tongehalt) die Böden hinsichtlich Umsetzung der Nährstoffe aus den Wirtschaftsdüngern sind. Es soll aber deutlich betont werden, dass es hier nicht um eine generelle „Intensivierung“ geht, sondern um eine ausreichende Stickstoffversorgung des ersten Aufwuchses.

### Schmutzgehalt

Buttersäurebakterien (Clostridien) sind bodenbürtige Mikroorganismen. Je höher der Schmutzgehalt im Erntegut ist, desto größer wird folglich das Risiko einer Buttersäuregärung. Clostridien gedeihen in feuchtem Milieu besser als in angewelktem Futter. Folglich wirkt sich bei feuchtem und verschmutztem Siliergut (Rohaschegehalte über 10 % i.TM) ein Nitratmangel hinsichtlich Buttersäuregärung deutlich verschärfend aus. Alle Maßnahmen zur Verminderung der Schmutzgehalte sind zu ergreifen. Dazu zählen Erhaltung einer dichten, intakten Grasnarbe ebenso wie optimale Einstellung der Erntegeräte und Einhaltung einer Stoppelhöhe von 5-7 cm. Aufwüchse von eher extensiv bewirtschafteten Flächen sollten zudem möglichst nicht als Nass-Silage konserviert werden.

### Siliermiteinsatz

Das Fehlen von Nitrat im angewelkten Ausgangsmaterial hat sich im Silierversuch 2003 auf die Gärqualität der Silagen negativ ausgewirkt. Die unbehandelte Silage wies trotz guter Vergärbarkeit hohe Gehalte an Buttersäure und niedrige Milchsäuregehalte auf. Diese schwierigen Silierbedingungen können normalerweise durch die Zudosierung von Säure ausgeglichen werden. Die Applikation erfolgt dabei häufig als granuliertes Neutralsalz, das mit Nitrat oder Nitrit kombiniert sein kann. Im beschriebenen Silierversuch hat jedoch die zugefügte Säuremenge nicht ausgereicht, um den Nitratmangel aus zu gleichen (Tabelle 2). Eine höhere Dosierung oder aber ein nitrathaltiges Mittel hätten die Bildung von Buttersäure unterdrücken können.

Die Buttersäuregärung kann auch über eine sehr rasche Ansäuerung vermieden werden. Im Versuch ist das an der Zugabe von Melasse (25 kg/t Futter) in Kombination mit homofermentativ vergärenden Milchsäurebakterien an den Buttersäure freien Silagen erkennbar. Substrat- und Bakterienzusatz haben als Einzelkomponenten nicht ausgereicht, in Kombination aber positiv zusammen gewirkt. Bei Nitratmangel sind heterofermentative Milchsäurebakterien nicht zu empfehlen, weil die normalerweise zur Verbesserung der aeroben Stabilität erwünschte Essigsäurebildung die Säuerung verlangsamt und deshalb die Clostridien nicht unterdrückt hat.

Tabelle 2: Wirkung unterschiedlicher Siliermittel auf Futterwert und Gärqualität von Grassilage beim Einsatz in nitratarmem Erntegut

	% TM	NEL MJ/kg TM	pH	% i.TM			
				Milch- säure	Essig- säure	Butter- säure	Ethanol
Kontrolle	41	5,88	5,6	1,1	0,1	1,2	1,9
Melasse (25 kg/t FM)	41	5,92	5,1	3,3	0,7	0,6	3,6
MSB homo	39	5,91	4,3	6,6	1,0	0,6	1,6
MSB homo + Melasse	41	6,05	4,2	8,2	1,1	0	2,0
MSB homo + Melasse + K.Sorbat	41	6,15	4,2	7,1	0,9	0	0,7
Kaliumsorbat (400 g/t FM)	40	5,82	4,9	2,7	0,2	1,0	2,2
MSB hetero	40	5,87	5,3	1,6	0,2	1,2	2,5
MSB hetero + Melasse	40	5,91	5,4	2,1	0,5	0,6	4,2
Ameisen- und Propionsäure (5 kg/t FM)	41	6,28	5,2	0,9	0,2	0,2	2,1

## **Zusammenfassung**

Bei reduzierter oder unterbliebener Stickstoffdüngung können Wiesenaufwüchse wenig oder kein Nitrat enthalten. Nitrat hat im Gärprozess positive Eigenschaften, weil es in der Abbauform Nitrit Buttersäurebakterien unterdrücken kann. Aufwüchse, die als Silage konserviert werden sollen, müssen demnach gedüngt werden. Bei langsamer Umsetzung von Wirtschaftsdüngern (Höhenlage, untätige Böden) ist eine zusätzliche Mineraldüngergabe mit leichtlöslichem Stickstoff sinnvoll. Darüber hinaus ist darauf zu achten, dass wenig Schmutz ins Erntegut gelangt. Nitrat- oder Nitrihaltige Silierzusätze können Nitratmangel im Siliergut ausgleichen. Die Beschleunigung der Gärung durch Zudosierung von Melasse in Kombination mit homofermentativen Milchsäurebakterien ist als weitere Strategie zur Vermeidung von Buttersäure im Anwelkgut denkbar.