

Aktuelle Entwicklungen in der Silagebewertung

K. WEISS

Der Gebrauchswert einer Silage im Hinblick auf Futteraufnahme und Käseerzeugung der erzeugten Milch ist in hohem Maße vom Konservierungserfolg abhängig.

Der Frage nach der Einschätzung des Konservierungserfolges wurde bereits vor mehr als 60 Jahren intensiv nachgegangen. So entwickelte LEPPER (1938) eine Destillationsmethode zur analytischen Auftrennung der Gärssäuren Milchsäure, Essigsäure und Buttersäure. Die Bewertung der analytisch ermittelten Säuregehalte in Silagen durch ein Punktesystem (FLIEG, 1938), letztmalig 1966 durch ZIMMER überarbeitet, ist als „FLIEG-scher Schlüssel“ bis zu Beginn der 90er Jahre in der Bundesrepublik Deutschland angewendet worden.

Auf Grundlage analytisch einfach zu bestimmender Parameter - Ammoniak, pH-Wert und TS-Gehalt - wurde in der damaligen DDR der Lettiner Schlüssel (SCHMIDT und BEYRICH, 1983) entwickelt, der hier besondere praktische Bedeutung erlangte.

Beide Systeme entsprachen infolge der ihnen zu Grunde liegenden Analyseverfahren und Beurteilungskriterien, insbesondere unter den Bedingungen der Welksilageproduktion und des Siliermitteleinsatzes, nicht mehr den gestellten Anforderungen.

Zum DLG-Bewertungsschlüssel

Vom DLG-Fachausschuss Futtermittelkonservierung wurde 1992 ein Beurteilungsschlüssel empfohlen, der für alle durch Gärung entstandenen Silagen, einschließlich der mit Siliermittelzusatz, gültig sein sollte (WEISSBACH und HONIG, 1992). Beruhend auf modernen Analyseverfahren werden hierbei die Merkmale des unerwünschten Stoffabbaus - Buttersäure (BS), Essigsäure (ES), Ammoniak sowie pH-Wert in Beziehung zum TS-Gehalt des Grünfutters - einzeln bewertet und danach über ein entspre-

chendes Punktesystem zu einem Gesamtergebnis (Note) zusammengefasst.

Dieses Bewertungssystem wurde entwickelt und abgeleitet aus einer Vielzahl von Silagen aus der intensiven Futterproduktion, d.h. anhand von Silagen, die aus nitrathaltigem oder sogar nitratreichem Grünfutter produziert worden waren. Für derartige Silagen ist der DLG-Schlüssel zur Beurteilung der Gärqualität gut geeignet.

Unter gegenwärtigen Praxisbedingungen hatte sich jedoch gezeigt, dass eine Reihe von fehlvergorenen Silagen mit diesem Beurteilungssystem überbewertet wurden. Bei Anwendung dieses Schlüssels erhielten BS-haltige Silagen zu einem großen Anteil Note 1 und 2 (KAISER u.a. 1994, 1998, 2000a). Auffallend ist, daß trotz der Buttersäure in diesen Silagen die Ammoniak- und ES-Gehalte überwiegend sehr niedrig waren, vergleichbar mit den Gehalten in gut konservierten Silagen, und deshalb zur Abwertung in schlechtere Noten nicht wirksam wurden.

Mit der Modifizierung des DLG-Schlüssels von 1997 (WEISSBACH und HONIG, 1997) wurde ein Punktabzug für sehr niedrige ES-Gehalte zusätzlich eingeführt. Sehr geringe ES-Gehalte, so die allgemeine Annahme, begünstigen aufgrund unzureichender Hemmwirkung die Vermehrung von Hefen und sind deshalb negativ zu werten.

Mit dem Ziel, aerobe Instabilität zusätzlich zur Gärqualität in nur einem Beurteilungssystem zu bewerten, kam es bei Anwendung dieses modifizierten Schlüssels zu anderen Arten der Fehlbewertung von Silagen. Der Punktabzug für niedrige ES-Gehalte führte dazu, dass BS-freie Silagen mit ES-Gehalten < 2,0 % in TS, die als sehr gut konserviert einzuschätzen sind bis in Note 4 und 5 (KAISER u.a. 1998, 2000a und b) abgewertet wurden. Der Punktabzug für niedrige ES-Gehalte betrifft weiterhin zum großen Teil auch Silagen, die bereits aufgrund ihrer

BS-Gehalte als aerob stabil zu bezeichnen sind.

Worin liegen Ursachen für die Fehlbewertungen?

Die genannten Fehlbewertungen, sowohl durch den DLG-Schlüssel 1992 als auch 1997, sind, wie inzwischen bekannt, darauf zurückzuführen, dass diese Beurteilungsschlüssel abgeleitet wurden anhand von Silagen, die aus nitrathaltigem bzw. nitratreichem Grünfutter konserviert worden sind. Der Kenntnisstand zu den Gärungsbedingungen, die durch das Ausgangsmaterial (AM) beeinflusst werden, und zum Gärungsprozess in Silagen erstreckte sich zu diesem Zeitpunkt auf die Silierung nitrathaltigen Grünfutters.

Bei der Suche nach den Ursachen der Fehlbewertungen ist zu berücksichtigen, dass gegenwärtig Silagen überwiegend aus nitratfreiem Grünfutter bereitet werden. Umfangreiche Erhebungen zur Höhe des Nitratgehaltes im Grünfutter von 1995 und 1998 in Bayern und Schleswig-Holstein (RUTZMOSER und SPANN, 1995; KAISER und THAYSEN, jeweils unveröffentlicht) zeigten, dass das als Ausgangsmaterial verwendete Grünfutter größtenteils nitratfrei ist oder nur sehr geringe Nitratgehalte aufweist.

In eigenen umfangreichen Untersuchungen (WEISS, 2000) zum Gärungsverlauf und zur Gärqualität von Silagen aus nitratarmem Grünfutter, sowohl unter Labor- als auch unter praxisnahen Bedingungen, hatte sich gezeigt, dass die Stoffumsetzungen wesentlich anders ablaufen als in Gegenwart von Nitrat.

Vergleicht man die Zusammensetzung der Gärprodukte in den Silagen nach bestimmten Gärungsstadien, sind ganz entscheidende Unterschiede erkennbar:

1. Erwünschter Gärungsverlauf: Milchsäuregärung, anaerob stabil

In Silagen aus nitrathaltigem Grünfutter treten bei ausgeprägter Milchsäuregä-

Autor: Dr. Kirsten WEISS, Humboldt-Universität Berlin, Institut für Nutztierwissenschaften, Invalidenstraße 42, D-10115 BERLIN

rung weder Buttersäure und noch Ammoniakgehalte unter 10% $\text{NH}_3\text{-N}$ an Ges.N auf. Die ES-Gehalte und pH-Werte sind niedrig.

Ist jedoch Nitrat im Grünfütter nicht oder kaum vorhanden, fehlt der „Clostridienkiller“ in Form des Nitrits, das aus dem Nitrat zu Gärbeginn gebildet wird. Die als BS-Bildner bekannten Clostridien können so schon am Anfang des Gärprozesses aktiv werden und Buttersäure produzieren. Es ist durchaus nicht selten, dass infolgedessen in den Silagen Milchsäure und Buttersäure von Gärbeginn an vorliegen. Kommt diese unerwünschte BS-Bildung auf einem relativ geringen Niveau zum Stillstand, bleibt die Silage unter den anaeroben Verhältnissen stabil und das gefürchtete „Umkippen“ bis zum völligen Verderb tritt nicht ein. In diesen anaerob stabilen Silagen kann neben Milchsäure demzufolge auch etwas Buttersäure vorhanden sein.

2. Unerwünschter Gärungsverlauf: Fehlgärung, anaerob instabil

Bei Silagen aus nitrathaltigem Grünfütter können je nach Ausmaß einer Fehlgärung, d.h. des Laktatabbaus, sowohl erhöhte ES-, BS- und Ammoniakgehalte als auch pH-Werte vorliegen.

Dagegen weisen Silagen aus nitratfreiem Grünfütter im Verlauf einer ausgeprägten Fehlgärung mit intensiver BS-Bildung immer sehr niedrige ES-Gehalte auf. Auch die Ammoniakgehalte und pH-Werte bleiben längere Zeit auf einem niedrigen Niveau. Sie steigen erst dann an, wenn die Silagen durch umfangreiche BS-Gärung schon weitgehend verdorben sind.

Daraus geht hervor, dass die Gärproduktzusammensetzung bzw. das Gärproduktmuster in Silagen durch die chemische Zusammensetzung des Ausgangsmaterials zur Silierung entscheidend beeinflusst wird. Mit einem Schlüssel, der allein von Silagen aus nitrathaltigem Grünfütter abgeleitet wurde, muss es zwangsläufig zu Fehlbewertungen in der Einschätzung der Gärqualität von Silagen aus nitratfreiem Grünfütter kommen. Die chemische Zusammensetzung des Ausgangsmaterials ist jedoch bei der Bewertung von Silagen meistens nicht bekannt. Es ergab sich demzufolge die Frage, welche (unerwünschten) Gärprodukte

für ein Beurteilungssystem, unabhängig von der Zusammensetzung des Ausgangsmaterials und insbesondere seinem Nitratgehalt, geeignet sind. Wie sind die Gärprodukte einzustufen?

Ziel unserer Untersuchungen war es, unabhängig vom Ausgangsmaterial und vom Silierverfahren (Welksilierung, Siliermittelzusatz) mit einem neuen Beurteilungssystem die Gärqualität bewerten zu können.

Untersuchungsmaterial und Vorgehensweise

Für die Ableitung eines neuen Schemas, das sich am aktuellen Kenntnisstand zur Silierung orientiert, standen die Analysendaten von 570 Laborsilagen mit bekannter chemischer Zusammensetzung des Ausgangsmaterials zur Verfügung (siehe *Tabelle 1*).

Anhand dieser Daten wurden Merkmale der daraus bereiteten Silagen bestimmt, mit denen die Gärqualität von Konserven jeder Grünfütterkategorie charakterisiert werden kann.

Im zweiten Schritt wurde das aus Laborsilagen abgeleitete Bewertungsschema an 3503 Praxissilagen (siehe *Tabelle 2*), von denen die chemische Zusammensetzung

des Ausgangsmaterials unbekannt ist, überprüft.

Ein neues Bewertungssystem wird abgeleitet

Zur Ableitung eines neuen Bewertungssystems wurden die bekannten Parameter des unerwünschten Stoffabbaus - BS, ES, Ammoniak - sowohl für Silagen aus nitrathaltigem als auch nitratfreiem Grünfütter jeweils zueinander in eine grafische, regressive Beziehung (Korrelation) gesetzt. Unter Berücksichtigung des aktuellen Kenntnisstandes zu den Stoffumsetzungen (KAISER u.a., 1997; WEISS, 2000) wurden entsprechende kritische Gehalte dieser Parameter abgeleitet. Das Vorgehen ist aus der *Übersicht 1* ersichtlich.

Am auffälligsten zeigt sich die Beeinflussung des Gärproduktmusters durch das Ausgangsmaterial im Auftreten und in der Höhe des Ammoniakgehaltes, wenn man BS-haltige Silagen mit umfangreicher Fehlgärung von nitrathaltigem mit denen von nitratfreiem Grünfütter vergleicht.

In Silagen aus nitrathaltigem Grünfütter besteht sowohl zwischen Ammoniak und ES, als auch zwischen Ammoniak und

Tabelle 1: Analysendaten von Laborsilagen nach Nitratgehalt des Grünfütters

Merkmal	Laborsilagen		
	Nitratgehalt des Grünfütters [g NO_3 /kg TS]		
	< 1 g nitratfrei	≥ 1 – 4,4 g nitratarm	≥ 4,4 g nitratreich
TS-Gehalt [%] des Grünfütters	12,8 - 62,1	12,8 - 62,1	12,8 - 62,1
Silagen n	281	111	178
davon:			
BS-freie ≤ 0,3 % in TS	83	87	135
BS > 2,5 % in TS	32	1	36
ES < 2,0 % in TS	278	81	50
ES > 3,0 % in TS	3	3	85

Tabelle 2: BS- und ES- Klassen der bewerteten Praxissilagen aus 6 Bundesländern *) N = 3503 TS-Gehalt des Grünfütters: 16,1 .. 84,6 %

BS in % TS	Silagen nach BS-Klassen							
	≤ 0,3		> 0,3 – 0,7		> 0,7 – 1,6		> 1,6	
ES in % TS	≤ 3,0	> 3,0	≤ 3,0	> 3,0	≤ 3,0	> 3,0	≤ 3,0	> 3,0
n	2369	138	355	25	279	28	212	97

*) Für die Überlassung der Analysedaten danken wir Frau Dr. PETERHÄNSEL, LUFA Halle-Lettin; Frau Dr. Ch. KALZENDORF, LK Oldenburg; Herrn J. THAYSEN, LK Schleswig-Holstein, Herrn Dr. K. RUTZMOSER, BLT Grub, Herrn Dr. H. SPIEKERS, LK RHEINLAND und Herrn Dr. HERTWIG, LfL Brandenburg, Paulinenaue

BS ein enger Zusammenhang. Aus diesen Korrelationen ist ersichtlich, dass der Punkt des „Umkippen“ der Silagen bei 3,0 % ES in TS liegt.

Ganz anders bei Silagen aus nitratfreiem Grünfutter: Erhöhte Ammoniakgehalte treten erst und nur dann auf, wenn Buttersäure in großem Ausmaß, d.h. über 2 % in TS, gebildet wird. Zur ES besteht ebenfalls keine Korrelation, da ES-Gehalte stets sehr niedrig, unterhalb 3,0 % in TS, sind.

Es ergab sich die Schlussfolgerung, dass Ammoniak als ein AM-unabhängiges Kriterium nicht geeignet ist. Auf weitere Details kann an dieser Stelle nicht eingegangen werden.

Auch der pH-Wert wurde für eine neues Bewertungsschema nicht mehr in Betracht gezogen. Einerseits wird der pH-Wert durch den Nitratgehalt des AM beeinflusst, indem durch das aus dem Nitrat gebildete Ammoniak im Gärsubstrat eine Pufferung erfolgt. Andererseits konnte in den vorliegenden Untersuchungen kein enger Zusammenhang (ohne Abbildung) des pH-Wertes zu den Merkmalen des unerwünschten Stoffabbaus hergestellt werden.

Dagegen zeigte sich im Ergebnis dieser Auswertung sehr deutlich, dass allein aus den jeweiligen Gehalten an ES und BS sowohl anaerobe Stabilität als auch zunehmender Verderb in Silagen aller Grünfutterkategorien sehr gut zu charakterisieren sind.

Bei der Erarbeitung eines Punktesystems für BS/ES wurden insbesondere zwei Erkenntnisse aus den mathematisch belegten Zusammenhängen (siehe *Übersicht 1*) herangezogen:

❶ Als oberster Wert für die Bewertungsskala der ES wurde der Gehalt von 3,0 % in TS festgelegt. Mit höheren ES-Gehalten ist ein zunehmender Grad der anaeroben Instabilität in Silagen aus nitrathaltigem AM verbunden.

❷ Die BS-Klassen und entsprechenden Punktabzüge wurden insbesondere im unteren Gehaltsbereich der BS so gewählt, dass BS-haltige Silagen aus nitratarmem Grünfutter, in denen stets sehr niedrige ES-Gehalte (< 3,0 % in TS) vorliegen, auch schon spürbar abgewertet werden. Die Entstehung von BS, selbst in geringem Ausmaß, ist im Hinblick auf die Vermehrung von Clostridien als kritisch zu werten.

Bei der Klassifizierung der Gärqualität nach Punkten und Noten ist folgende verbale Einstufung angestrebt worden (*Übersicht 2*):

**Übersicht 2:
Verbale Einschätzung der Noten**

Note 1: sehr gut konserviert; anaerob stabil (BS- frei; ES niedrig)

Note 2: gut konserviert; anaerob stabil (geringe BS-Gehalte; ES niedrig)

Note 3: Beginn von Fehlgärungen; anaerob instabil (entweder BS-frei und ES > 3 % oder ES niedrig und BS > 0,7 %)

Note 4 und 5: Fortgeschrittene Fehlgärung (entweder BS und ES stark erhöht oder BS hoch und ES niedrig)

Im Ergebnis dieser Ableitung hatte sich das in *Tabelle 3* dargestellte Bewertungsschema als geeignet für die korrekte Beurteilung der Gärqualität erwiesen.

Überprüfung des neuen Bewertungsschemas an Praxissilagen

Für diese Überprüfung wurden Daten von 3503 Praxissilagen (Grassilagen) aus 6 Bundesländern herangezogen (siehe *Tabelle 2*). Zunächst erfolgte eine Bewertung dieser Silagen mit dem Schema nach BS/ES (siehe *Tabelle 3*). Anschließend wurde die Verteilung der Noten 1 bis 5 in Klassen der Gärqualität, von „sehr gut“ über fortschreitenden Verderb bis zur Untauglichkeit, überprüft. Diese Einteilung der Gärqualität erfolgte über gestaffelte ES- und BS-Gehalte (vergleiche auch *Übersicht 2*). Das Ergebnis ist in *Abbildung 1* dargestellt.

Klasse I:

Wie aus *Abbildung 1* zu entnehmen ist, werden Silagen von bestmöglichem Konservierungserfolg, d.h. ohne BS (BS bis 0,3 % in TS) und ES bis maximal 3,0 % in TS, vollständig mit Note 1 bewertet.

BS-freie Silagen mit erhöhten ES-Gehalten, d.h. über 3,0 % in TS, können nur von nitrathaltigem Grünfutter stammen und weisen auf eine Fehlgärung hin. Je nach Höhe des ES-Gehaltes und damit nach erreichtem Grad der Fehlgärung haben diese Silagen eine Einstufung bis in Note 4 erhalten.

Klasse II:

Bei den Silagen mit Essigsäure-Gehalten bis 3,0 % in der TS und zugleich geringen BS-Gehalten bis 0,7 % in TS handelt es sich offensichtlich um Konservate aus nitratarmem Grünfutter, bei denen zu Gärbeginn etwas Buttersäure, parallel zur Milchsäure, gebildet wurde. Diese Silagen sind aber im Verlauf der Gärung anaerob stabil geblieben. Mit den Noten 1 bzw. Abstufung in Note 2 ab einem BS-Gehalt größer 0,4 % in TS dürfte dieser Zustand zutreffend gekennzeichnet sein. Bei zunehmenden ES-Gehalten größer 3 % in TS als Kennzeichen von Fehlgärung überwiegen dann die Noten 3 und 4.

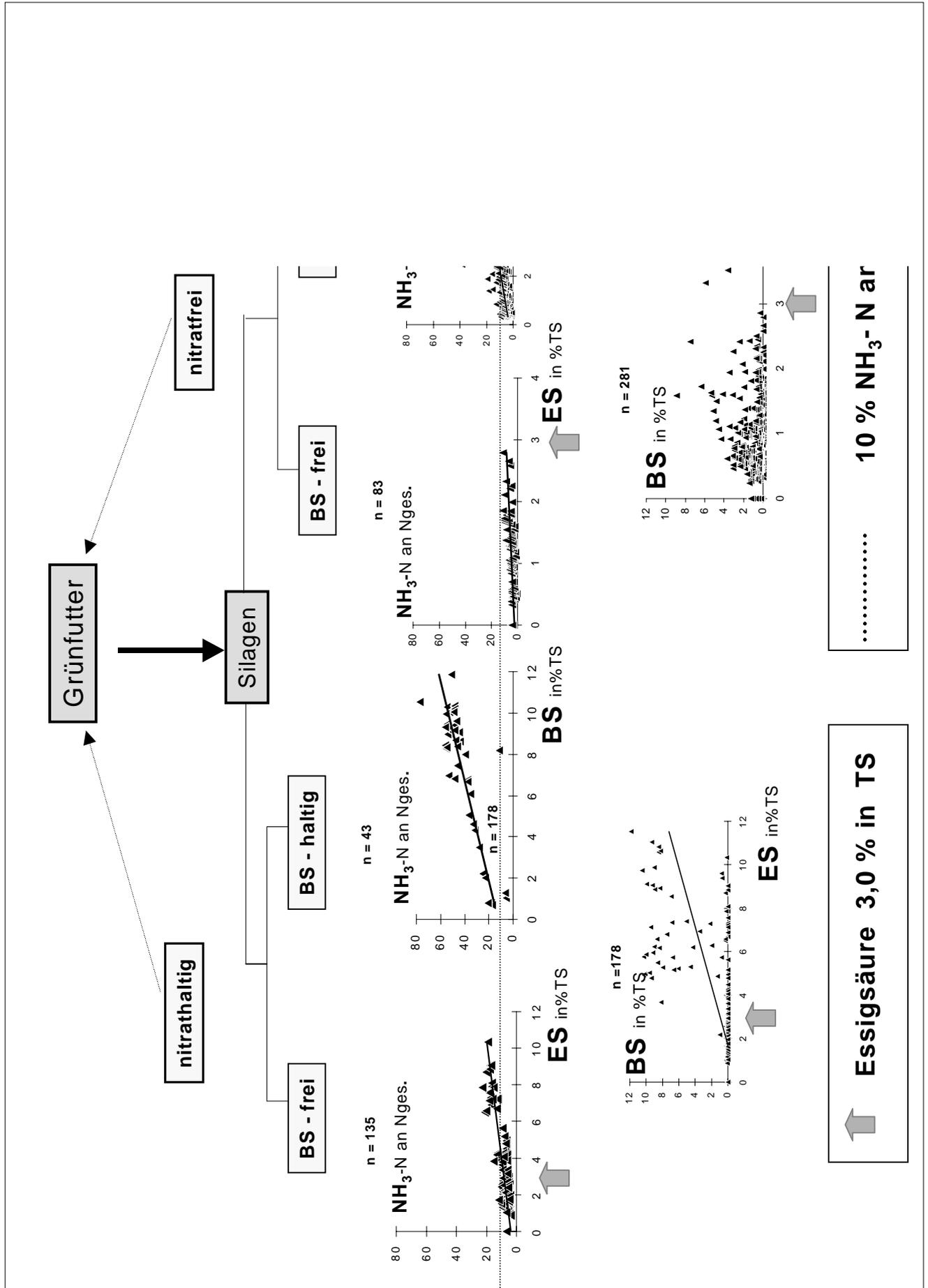
Klasse III und IV:

Bei weiter fortgeschrittenem Verderb, ab BS-Gehalten von 0,7 % in TS mit z.T. auch erhöhten ES-Gehalten, wurden zunehmend die Noten 4 und 5 vergeben.

Tabelle 3: Bewertungsschema für die Beurteilung von Grassilagen anhand ihrer Gehalte an Buttersäure und Essigsäure

Buttersäuregehalt		Essigsäuregehalt		Benotung	
BS in % TS	Punkte	ES in % TS	Punkte	Punkte	Note
0 - 0,3	50	bis 3	0	45...50	1
> 0,3 - 0,4	45	> 3 - 3,5	-5		
> 0,4 - 0,7	40	> 3,5 - 4,5	-10	36...44	2
> 0,7 - 1,0	35	> 4,5 - 5,5	-15		
> 1,0 - 1,3	30	> 5,5 - 6,5	-20	26 - 35	3
> 1,3 - 1,6	25	> 6,5 - 7,5	-25		
> 1,6 - 1,9	20	> 7,5 - 8,5	-30	15 - 25	4
> 1,9 - 2,6	15	> 8,5	-35		
> 2,6 - 3,6	10			< 15	5
> 3,6 - 5,0	5				
> 5,0	0				

Übersicht 1: Ableitung eines Bewertungsschemas



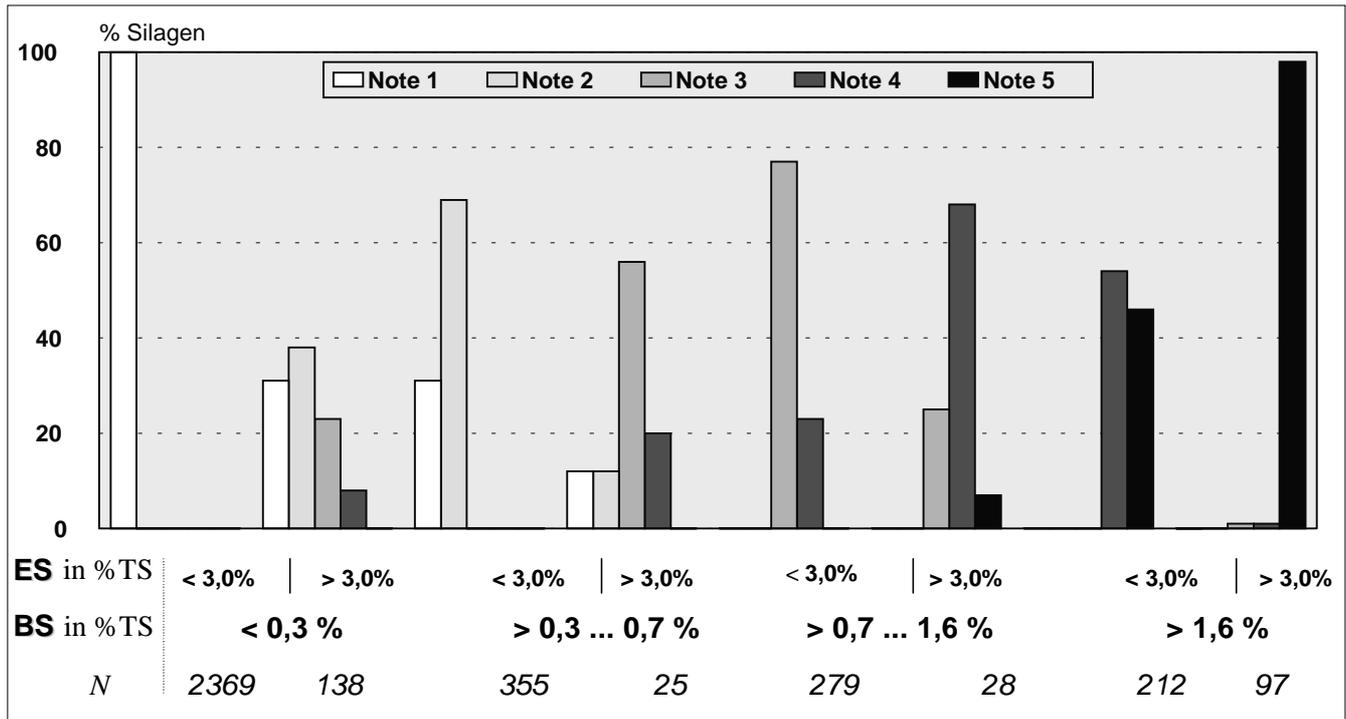


Abbildung 1: Beurteilung von Grassilagen nach BS- und ES-Gehalten (N = 3503), Verteilung der Silagen nach Noten in Klassen des BS- und ES-Gehaltes

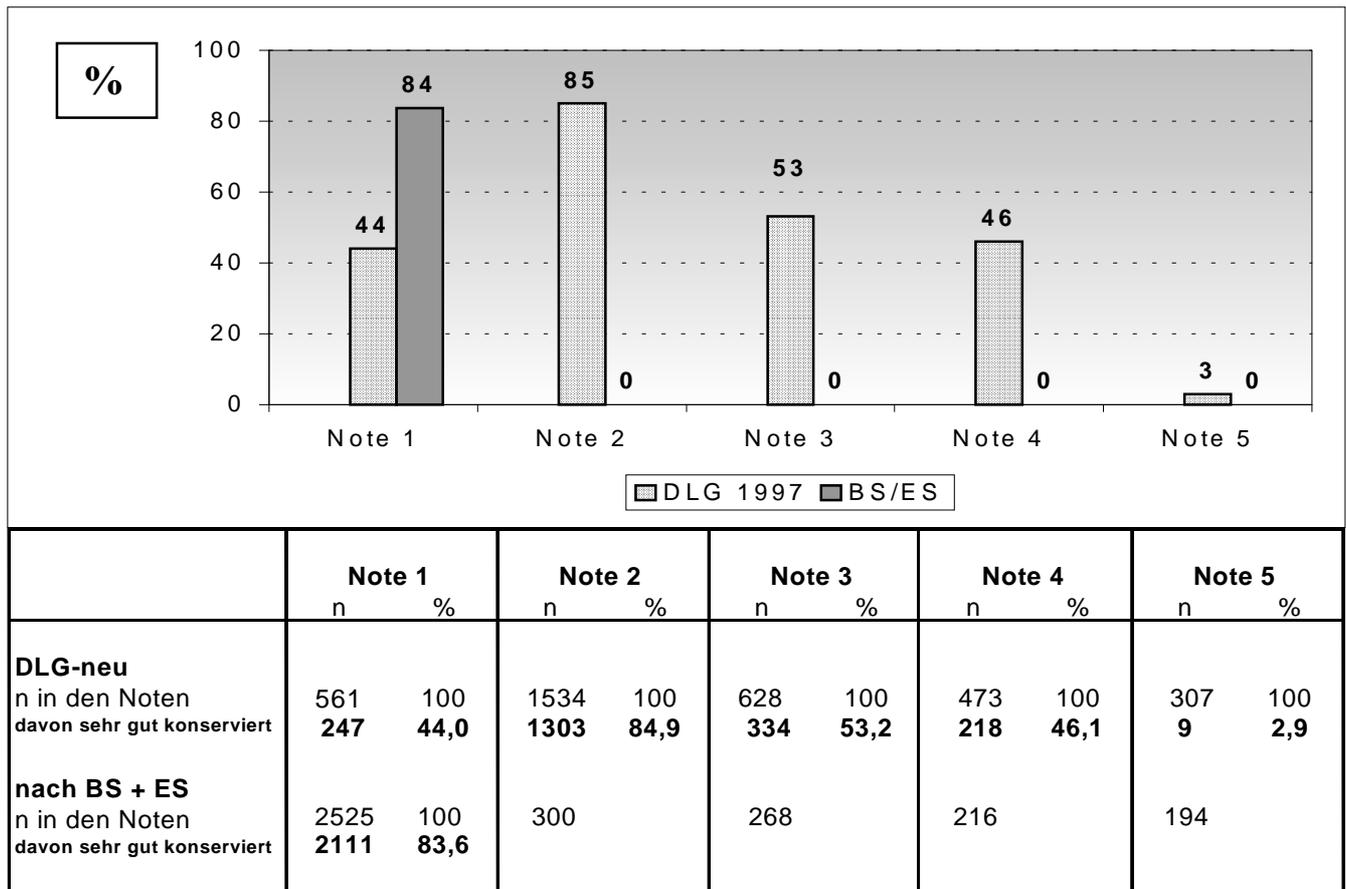


Abbildung 2: Anteil der fehlgärungsfreien Silagen (sehr gut konserviert) in den Noten bei 3503 Praxis silagen, Kriterium: BS bis 0,3 % in TS, ES < 2,0 % in TS Praxis silagen: Grünfütter unbekannter chemischer Zusammensetzung

Ist eine Bewertung von Gärqualität und aerober Stabilität/Instabilität in einem Schema möglich?

Aerobe Instabilität von Silagen, die sich in einer Erwärmung des Silos/ Futterstapels äußert, wird von Hefen verursacht, die sich nach Öffnen des Silos durch Zutritt von Luftsauerstoff rasant vermehren können. Im Zusammenhang mit der aeroben Stabilität/Instabilität von Silagen wird der Höhe des Essigsäuregehaltes besondere Bedeutung beigemessen. Allgemein wird angenommen, dass Essigsäure hemmend auf Hefen wirkt. In dem aktuellen DLG-Schlüssel 1997 ist ein Punktabzug für niedrige ES-Gehalte < 2,0 % in TS eingeführt, um bei der Gärqualität aerobe Instabilität von Silagen mit zu berücksichtigen.

Abbildung 2 zeigt die Einstufung von Praxissilagen mit dem DLG-Schlüssel von 1997 im Vergleich zur Bewertung nach BS/ES. Bei Silagen mit BS < 0,3 % in TS und ES < 2 % in TS handelt es sich in jedem Falle um fehlgärungsfreie Konservate, d.h. solche, die als bestmöglich konserviert einzuschätzen sind.

Wie aus Abbildung 2 zu ersehen ist, tritt aufgrund des Punktabzuges für niedrige ES-Gehalte mit dem DLG-Schlüssel von 1997 eine tendenzielle Verschlechterung der Noten für die Gärqualität ein, wodurch gut und sehr gut konservierte Silagen in erheblichem Umfang in die Noten 3 und 4 eingestuft werden. Mit dem neuen Beurteilungsschema nur nach BS/ES werden diese fehlgärungsfreien Silagen dagegen ausschließlich mit der Note 1 und somit zutreffend bewertet.

Beim DLG-Schlüssel ist weiterhin allein aus der Kenntnis einer mittleren bis schlechten Note für die Gärqualität nicht sofort ersichtlich, ob die Abwertung der Gärqualität aufgrund von Buttersäure als Indikator für schlechte Konservierung oder aufgrund von niedrigem ES-Gehalt als Indikator für aerobe Instabilität erfolgt ist. Somit sind aus der Note für die Gärqualität nur noch bedingt Schlussfolgerungen für die ggf. notwendige Verbesserung des Konservierungsverfahrens und auch der Beurteilung eines Siliermitteleinsatzes ableitbar. Weiterhin ist zu beachten, dass erhöhte ES-Gehalte nur

bei Silagen aus nitrathaltigem Grünfutter und immer im Zusammenhang mit Fehlgärungen auftreten. Es wäre eine falsche Schlussfolgerung, dass erhöhte ES-Gehalte wegen der zu erwartenden Verbesserung der aeroben Stabilität der Silagen positiv zu werten sind.

Neuere Untersuchungsergebnisse (WEISS und KAISER, 2001) haben bestätigt, dass der ES-Gehalt in den Silagen offenbar nicht von vorrangiger Bedeutung für die aerobe Stabilität einer Silage ist. Die Unterbindung von Luft einwirkung auf den Silagestapel während der Lagerungsphase im Silo hatte die größere Bedeutung für die Sicherung der aeroben Stabilität von Silagen nach der Auslagerung.

Es ist zu empfehlen, die Beurteilung des Konservierungserfolges (Gärqualität) von der Einschätzung des Gebrauchswertes im Hinblick auf insbesondere aerobe Stabilität und desweiteren Futteraufnahme und Eignung für Milchkühe zu trennen bzw. die Aussagen zum Gebrauchswert aus der Einschätzung der Gärqualität abzuleiten. Die vorliegenden Untersuchungen haben auch gezeigt, dass eine Einstufung des Konservierungserfolges und die Beurteilung des Gebrauchswertes - wegen z.T. gegenläufiger Tendenzen (nur gut konservierte Silagen sind aerob instabil) - nicht in einer Note auszudrücken sind.

Fazit

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass mit Hilfe der Merkmale BS und ES die Gärqualität von Grassilagen sowohl bei stabilen Silagen als auch bei solchen mit Fehlgärungen charakterisiert werden kann. Der Ammoniakgehalt der Silage ist zur AM- unabhängigen Kennzeichnung der Gärqualität nicht geeignet. Eine Einschätzung der aeroben Instabilität von Konservaten ist nicht aus einem Bewertungssystem für die Gärqualität abzulesen.

Mit dem vorgestellten Beurteilungsschema für Grassilagen anhand der Gehalte an Buttersäure und Essigsäure kann die Gärqualität zutreffend und differenziert, unabhängig von der chemischen Zusammensetzung des Ausgangsmaterials, bewertet werden.

Literatur

- FLIEG, O., 1938: Die Bestimmung der Milchsäure im Saftfutter mittels Chromschwefelsäure. Der Forschungsdienst, Sonderheft 7, 261 - 269, Verlag J. Neumann, Berlin.
- LEPPER, W., 1938: Einheitlicher Apparat und einheitliche Gleichungen zur Bestimmung der Essigsäure, Buttersäure und Milchsäure im Saftfutter. Tierernährung und Futtermittelkunde, 1, 187 - 190
- KAISER, E., A. MILIMONKA, K. WEISS and S. SCHUBERT, 1994: Silagequalität von extensiv erzeugtem Grünfutter. 38. Jahrestagung der AG Grünland und Futterbau in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, Oberweißbach, S.206-209
- KAISER, E., K. WEISS und J. ZIMMER, 1997: Zum Gärungsverlauf bei der Silierung von nitratarmem Grünfutter. 1. Mitt.: Gärungsverlauf in unbehandeltem Grünfutter. Arch. Anim. Nutr., 50, 87-102
- KAISER, E. R. KRAUSE und K. WEISS, 1998: Beurteilung der Gärqualität von Grassilagen anhand des neuen DLG-Bewertungsschlüssels. Ergebnisse von Praxissilagen. Proc. 110. VDLUFA-Kongress, Gießen; Kongressband, 497-500
- KAISER, E., K. WEISS und R. KRAUSE, 2000a: Zur Beurteilung der Gärqualität von Grassilagen; Proc. 44. Jahrestagung der AG Grünland und Futterbau in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, S. 253-258, 24.-26.08.2000, Kiel
- KAISER, E., K. WEISS und R. KRAUSE, 2000b: Beurteilungskriterien für die Gärqualität von Grassilagen; Proc. Soc. Nutr. Physiol. 2000, 9, 94
- RUTZMOSER, K. und B. SPANN, 1995: Nitratgehalte im Grundfutter (Bayern, 1994 und 1995). Proc. 107. VDLUFA-Kongress, Garmisch-Partenkirchen, 417-420
- SCHMIDT, W.; H. BEYRICH, 1983: Qualitätssicherung bei Herstellung und Fütterung von Grünfuttersilagen unter Einflussnahme der Futtermittelkontrollstellen. Agra/Empfehlungen für die Praxis, Marktleberberg
- WEISSBACH, F.; HONIG, H., 1992: Ein neuer Schlüssel zur Beurteilung der Gärqualität von Silagen auf der Basis der chemischen Analyse. Proc. 104. VDLUFA Kongress, Göttingen, 489-494
- WEISSBACH, F. und H. HONIG, 1997: Vorschlag für einen neuen Schlüssel zur Bewertung der Gärqualität von Grünfuttersilagen auf der Basis der chemischen Untersuchung. 38. Interne Sitzung des DLG-Ausschusses für Futterkonservierung am 2.07. 1997 in Gumpenstein
- WEISS, K., 2000: Gärungsverlauf und Gärqualität von Silagen aus nitrathaltigem Grünfutter. Dissertation Humboldt- Universität zu Berlin
- WEISS, K. und E. KAISER, 2001: Untersuchungen zu den Einflussfaktoren für die aerobe Stabilität von Silagen. 113. VDLUFA-Kongress Berlin, Kongressband (im Druck)
- ZIMMER, E., 1966: Die Neufassung des Gärfutter-schlüssels nach Flieg. Das Wirtschaftseigene Futter, 12, 299 - 303