

Konservierung von Preßtrebern sowie deren Einsatz in der Rinderfütterung

1. Mitteilung: Konservierung von abgepreßter Biertreber

K. Buchgraber und R. Resch

Conservation of pressed brewer's grains and their utilization in cattle feeding 1. The conservation of pressed brewer's grains with and without additives

1. Einleitung

Bei der Bierherstellung mit Wasser, Hopfen und Malz fällt Naßtreber als Nebenprodukt an. Der Gesamtausstoß an Bier der rund 71 Brauereien in Österreich betrug im Jahre 1994 rund 10,2 Mio. hl Bier; der Pro-Kopf-Verbrauch in Österreich lag bei 115,9 l. Pro 100 l Bier fallen 21 bis 22 kg Biertreber mit 20 % TM an. Bisher wurden nasse Biertreber (ca. 20 % TM) von vielen kleineren Brauereien frisch an die Landwirte zur Verfütterung abgegeben. Da in den Sommermonaten der höchste Bierkonsum und somit die höchsten Biertrebermengen anfallen, gab es hier bereits Probleme mit der Abnahme. In jüngster Zeit hat sich bei den Brauereien auch eine gewisse Konzentration der Produktion auf einem Standort vollzogen, womit auch zentral

hohe Trebermengen anfielen. Die Transportwege und auch Kosten werden dadurch in der Regel größer. Nasse Biertreber müssen innerhalb von wenigen Tagen verfüttert werden, damit sie nicht verderben. Gelingt es nicht, die großen Mengen an Biertrebern der zentralen Brauereien haltbar zu machen, so muß das an sich wertvolle Futtermittel kompostiert oder anderweitig entsorgt werden. Ein Verfahren wäre die Trocknung von Biertrebern, jedoch scheidet dieses wegen zu hoher Energiekosten aus.

Die Steirerbrau AG in Graz entschied sich für die großtechnische Abpressung der Biertreber und anschließende Konservierung in Big bags. Mit dieser Preßtreber kann die Konservierung, das zeitliche Angebot und die verlustfreie Verfütterung gewährleistet werden.

Die Preßtreber weist einen hohen Gehalt an Rohprotein

Summary

Up to now great amounts of brewer's grains have been fed as brewer's wet grains in Austria. In summer there are problems with conservation as well as with a ready market. Therefore the brewing company Steirerbrau-AG has decided to increase the dry matter content to 30 % by means of a pressing screw and to store them subsequently in air-tight polyethylene bags of 600 kg. The transportation and storage of this product on pallets is easier in this way. The Federal Research Institute of Agriculture in Alpine Regions therefore made experiments to test the conservability and the feeding of dairy cows and fattening bulls with pressed brewer's grains.

The wet brewer's grains showed a low content of lactic acid with 0.31 % in the dry matter, 0.7 % of acetic acid and 0.28 % of butyric acid in the dry matter. On the contrary the pressed brewer's grains was free of butyric acid but had double amounts of lactic and acetic acid. „Lactic acid bacteria + sugar“ and „Maize-Kofasil“ used as additives to the pressed brewer's grains caused a better lactic acid - fermentation but compared to the wet brewer's grains the quality of fermentation could not be increased significantly. Pressed brewer's grains do not need additives for good conservation and storage stability. On the other hand when ensiling brewer's wet grains effluent losses, butyric acid fermentation (Clostridia) and a higher infestation of mould and yeast will arise, which results in higher conservation losses.

Key words: Wet and pressed brewer's grains, conservation, additives, big bags.

Zusammenfassung

Die großen Mengen an Birtreber wurden bisher in Österreich als Naßtreber verfüttert. In den Sommermonaten gibt es sowohl Probleme mit der Konservierung als auch mit dem Absatz. Aus diesem Grund hat sich die Steirerbrau-AG entschlossen, die Naßtreber mittels einer Entwässerungspreßschnecke auf rund 30 % TM zu entwässern und anschließend in Polyethylensäcke mit einem Füllgewicht von rund 600 kg luftdicht zu verpacken. In Big Bags auf Paletten wird der Transport und die Lagerung dieser Ware verbessert.

Die BAL Gumpenstein hat in den Jahren 1995 und 1996 exakte Versuche mit abgepreßter Birtreber hinsichtlich der Konservierbarkeit und der Verfütterung an Maststieren und Milchkühen durchgeführt.

Die nasse Birtreber wies einen geringen Milchsäuregehalt von 0,31 % i.d. TM, einen Essigsäuregehalt von 0,7 % i.d. TM und einen Anteil an Buttersäure von 0,28 % i.d. TM auf. Die gepreßte Birtreber hingegen war buttersäurefrei und wies sowohl in der Milchsäure als auch in der Essigsäure verdoppelte Werte auf. Die Zusätze „Milchsäurebakterien + Zucker“ sowie „Mais-Kofasil“ zur abgepreßten Birtreber führten zwar zu einer besseren Milchsäuregärung, jedoch konnte die Gärqualität gegenüber der nassen Birtreber nicht erhöht werden.

Die Konservierung der abgepreßten Birtreber erbrachte auch ohne jeglichen Zusatz ein gutes Ergebnis in der Gärqualität und in der Haltbarkeit. Die nasse Birtrebersilage hingegen weist Sickersäfte, fallweise eine Buttersäuregärung (Clostridien) und höhere Schimmel- und Hefepilzbesätze auf, was sich in der Haltbarkeit mit größeren Verlusten auswirken kann.

Schlagworte: Nasse und gepreßte Birtreber, Konservierung, Zusätze, Big bags.

(26 % i. d. TM), Mineralstoffen und weiteren wichtigen Inhaltsstoffen auf. Sie stellt in ihrer Zusammensetzung ein hervorragendes Futtermittel vornehmlich für Masttiere dar. Durch den vollständigen Einsatz der in Österreich erzeugten Birtreber (rund 160.000 t) könnten erhebliche Mengen an Sojaextraktionsschrotimporten ersetzt werden.

Aufgabenstellung dieses Forschungsprojektes war es, die abgepreßte Birtreber in ihrer Konservierbarkeit und im Fütterungswert bei Maststieren und Milchkühen zu überprüfen.

2. Material und Methoden

An den bereits vorhandenen 400 t-Hauptsilo in der Brauerei Göss bei Leoben wurde eine pneumatische Naßtreberförderung angebaut, welche die Treber in einen etwa 35 m entfernten 10 m³-Zwischensilo fördert. Unter diesem Zwischensilo ist eine Entwässerungspreßschnecke mit einer Leistung von 10 t Naßtreber/Stunde angebracht, welche die Treber von ca. 20 % Trockensubstanz auf 30 % Trockensubstanz entwässert.

Die abgepreßte Birtreber wird anschließend in UV-stabile Polyethylensäcke gefüllt (Füllmenge: 600 kg/Bigbag). Der Sackinhalt wird mittels spezieller Ballenpresse verdichtet und der Sack gasdicht verschlossen. Die gefüllten Poly-

ethylensäcke werden mit verstärkten Big bags vor Beschädigungen geschützt und auf Paletten gelagert und transportiert.

Die für den Versuch bereitgestellte Birtreber wurde in der Brauerei Göss am 19.12.1994 abgepreßt und zwei Tage danach im Exaktversuch in den 250 l-Silberbehältern in Gumpenstein in gut verdichteter Form konserviert. Insgesamt wurden fünf Varianten zu je drei Wiederholungen geprüft (Tabelle 1).

Tabelle 1: Versuchsplan für den Konservierungsversuch mit Birtreber
Table 1: Design of the conservation experiment with brewer's grains

1	Birtreber naß	(ca.20 % TM)
2	Birtreber gepreßt	(ca.30 % TM)
3	Birtreber gepreßt	(ca.30 % TM) + Milchsäurebakterien (MSB)
4	Birtreber gepreßt	(ca.30 % TM) + Milchsäurebakterien (MSB) u. Zucker
5	Birtreber gepreßt	(ca.30 % TM) + Mais-Kofasil

Die Siliermittel wurden zur gepreßten Birtreber zugesetzt, wobei die notwendigen Aufwandmengen gut dosiert wurden (Tabelle 2).

Tabelle 2: Siliermittel zur gepreßten Biertreber
Table 2: Silage additives of pressed brewer's grains

Variante	Zusammensetzung	Aufwandmenge je t Frischmasse
Milchsäurebakterien (MSB)	MSB-Stämme aus Göss (Stmk.) Stammwürze 12,5 °	2 l Vorderwürze + MSB
MSB + Zucker	MSB-Stämme aus Göss (Stmk.) Stammwürze 12,5 ° Silierzucker	2 l Vorderwürze + MSB und 10kg Silierzucker
Mais-Kofasil	Natrium-Bi-Sulfat Natrium-Benzoat Calciumformiat	2,5 kg Mais-Kofasil

Vom Ausgangsmaterial, Konservierungsverlauf und Konservierungsprodukt wurden nach rund drei Monaten die wesentlichsten Gärparameter (Abteilung Chemie an der BAL Gumpenstein), die Inhaltsstoffe (Futtermittellabor Rosenau) und die Mikrobiologie (BA für Agrarbiologie Linz) ermittelt.

3. Ergebnisse und Diskussion

Im rund 100tägigen Konservierungsversuch an der BAL Gumpenstein mit nasser und gepreßter Biertreber zeigten sich bei den Inhaltsstoffen und Mengenelementen gewisse Veränderungen (Tabelle 3). Die nasse Biertreber wies einen TM-Gehalt von 222 g/kg FM auf und sie gab während der Konservierung Sickersaft ab (Abbildung 1). Die abgepreßte Biertreber (280-300 g TM/kg FM) zeigte keinen Sickersaft. Infolge der Sickersäfte treten TM-Verluste von 5 bis 20 % nach BECKHOFF (1985) auf. Dies begründet auch den Anstieg der TM-Gehalte in der Biertrebersilage.

Die Biertreber wies in den Inhaltsstoffen im Konservie-

rungsversuch Gumpenstein ähnliche Werte auf, wie sie schon von BECKHOFF (1985), DAENICKE und ROHR (1992), DLG (1973, 1991) und WÖHLBIER (1983) genannt wurden.

Der Zuckergehalt in der nassen wie auch in der abgepreßten Biertreber lag vor der Konservierung mit 12 bzw. 7 g/kg TM in einem sehr niedrigen Bereich, während der Konservierung fiel dieser Wert noch auf 0,9 bzw. 1,3 g/kg TM. Bei den Mengenelementen zeigte die Biertreber etwas geringere Werte als sie in der Literatur beschrieben sind.

3.1 Temperaturverlauf

Die Biertreber kommt etwa mit 70° C aus dem Läuterbotich (Brauerei) und kühlt im Zwischenlager vor der Abpressung auf etwa 45° C ab. Sowohl die nasse wie auch die gepreßte Biertreber wurde bei 40 bis 45°C konserviert. Die Raumtemperatur im Silogebäude lag vom Dezember 1995 bis März 1996 zwischen 10 und 14°C (Abbildung 2). Innerhalb von zehn Tagen glich sich die Temperatur in den

Tabelle 3: Inhaltsstoffe und Mengenelemente in der Biertreber bei unterschiedlichen Trockenmassegehalten sowie im frischen und silierten Zustand
Table 3: Content of nutrients and minerals in fresh and ensiled brewer's grains in different dry matter-levels

Inhaltsstoffe	Biertreber naß		Biertreber gepreßt	
	frisch	siliert	frisch	siliert
Trockenmassegehalt in g/kg FM	222	233	281	304
Rohproteingehalt in g/kg TM	273	255	264	253
Rohfasergehalt in g/kg TM	180	179	191	185
Rohfettgehalt in g/kg TM	95	92	86	94
Rohaschegehalt in g/kg TM	41	42	40	42
N-freie Trockenmasse in g/kg TM	412	443	419	416
Zuckergehalt in g/kg TM	12	0,9	7	1,3
Mengenelemente				
P in g/kg TM	4,8	3,9	4,3	4,7
K in g/kg TM	0,7	0,6	0,6	0,7
Ca in g/kg TM	3,4	2,9	3,3	3,3
Mg in g/kg TM	1,8	1,6	1,7	1,7

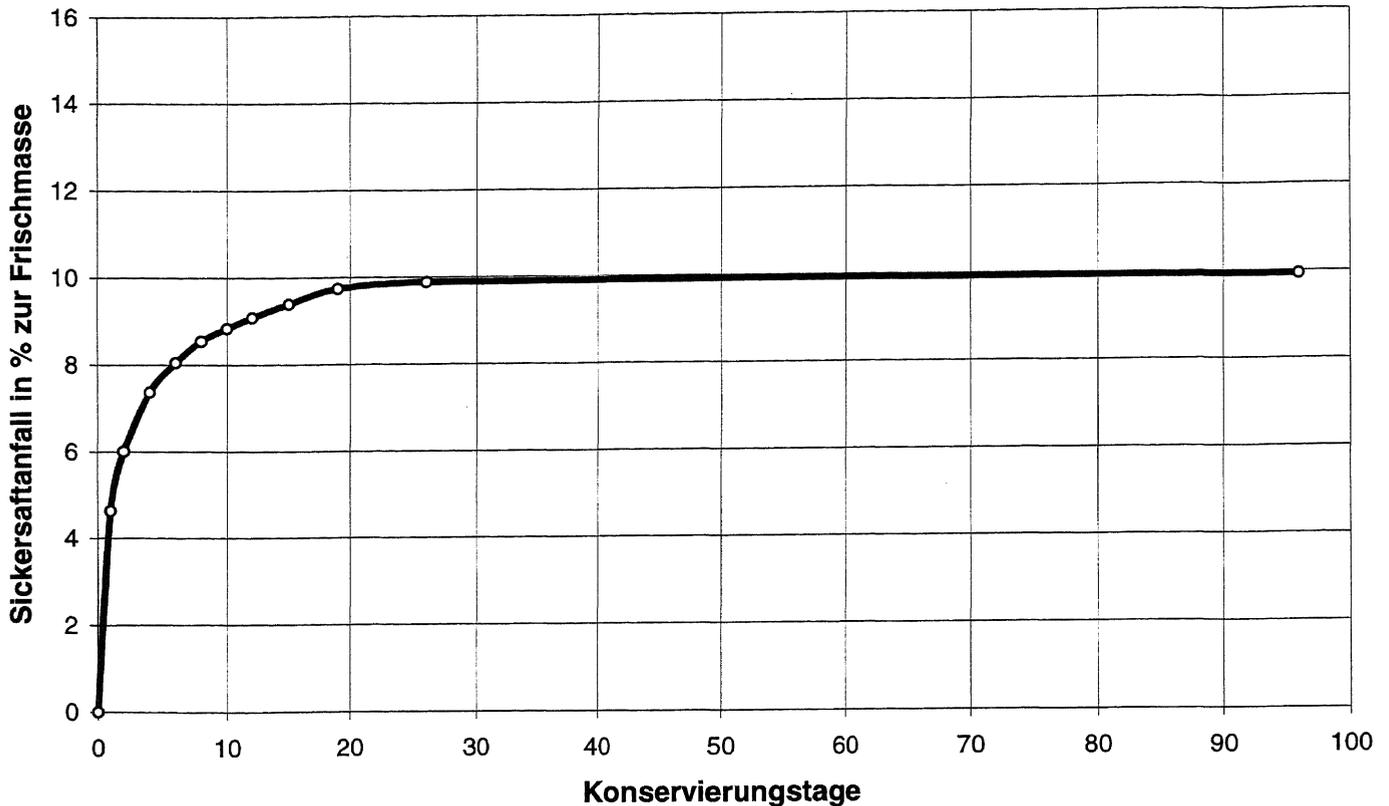


Abbildung 1: Anfall an Sickersaft bei nasser Biertreibersilage mit 222 g TM/kg FM
 Figure 1: Liquid losses in silage with wet brewer's grains (22 % DM)

Biertreibersilagen mit der herrschenden Raumtemperatur an. Die Temperaturunterschiede zwischen nasser und abgepresster Biertreber sowie den einzelnen Varianten waren geringfügig.

3.2 pH-Wertverlauf

Der pH-Wert der nassen wie auch der abgepressten Biertreber lag bei der Anlieferung bei etwa 5. Obwohl der Zuckergehalt zu Silierbeginn nur bei knapp 1 % lag, ging bei der abgepressten Biertreber ohne jeglichen Zusatz der pH-Wert in den ersten 40 Tagen um 0,4 und in den weiteren 20 Tagen um weitere 0,5 zurück. Danach stabilisierte sich der pH-Wert bei der abgepressten Biertreber bei 4,1. Die nasse Biertreber startete mit einem niedrigeren pH-Wert von 4,6; dieser wurde allerdings in den ersten 40 Tagen nur um 0,2 und in den weiteren 20 Tagen um ebenso 0,2 pH-Einheiten gesenkt. Die nasse Biertreber stabilisierte den pH-Wert bei 4,3, also etwas höher als bei der abgepressten Biertreber (Abbildung 3).

Die Zugabe von Milchsäurebakterien (MSB) senkte den pH-Wert zwar in den ersten 30 Konservierungstagen um 0,4 rascher als bei unbehandelter Preßtreber, jedoch erfolgte danach kaum mehr eine pH-Wertabsenkung. Biertreber abgepresst mit Milchsäurebakterien erreichte mit 4,5 einen um 0,4 höheren pH-Wert als abgepresste Biertreber ohne Zusatz. KÜNTZEL (1992) fand in seinen Silierversuchen mit Biertreber nach einer Woche pH-Werte von 3,9-4,0, obwohl auch hier nur ein geringer Gehalt an wasserlöslichen Kohlenhydraten vorlag. Durch enzymatische Umsetzungen aus der Kohlenhydratfraktion könnten seiner Meinung nach ständig leicht vergärbare Substanzen nachgeliefert werden, die eine Milchsäuregärung auf niedrigem Niveau aufrechterhalten. Dies wird durch den Konservierungsversuch in Gumpenstein nur bestätigt. Die Zugabe von Milchsäurebakterien hat dazu geführt, daß zwar zuerst etwas rascher der pH-Wert abgesenkt wurde und nach den ersten 30 Tagen keine pH-Wertabsenkung mehr stattfand. Dies ist wohl durch das fehlende aktuelle Angebot an verfügbaren Kohlenhydraten begründet.

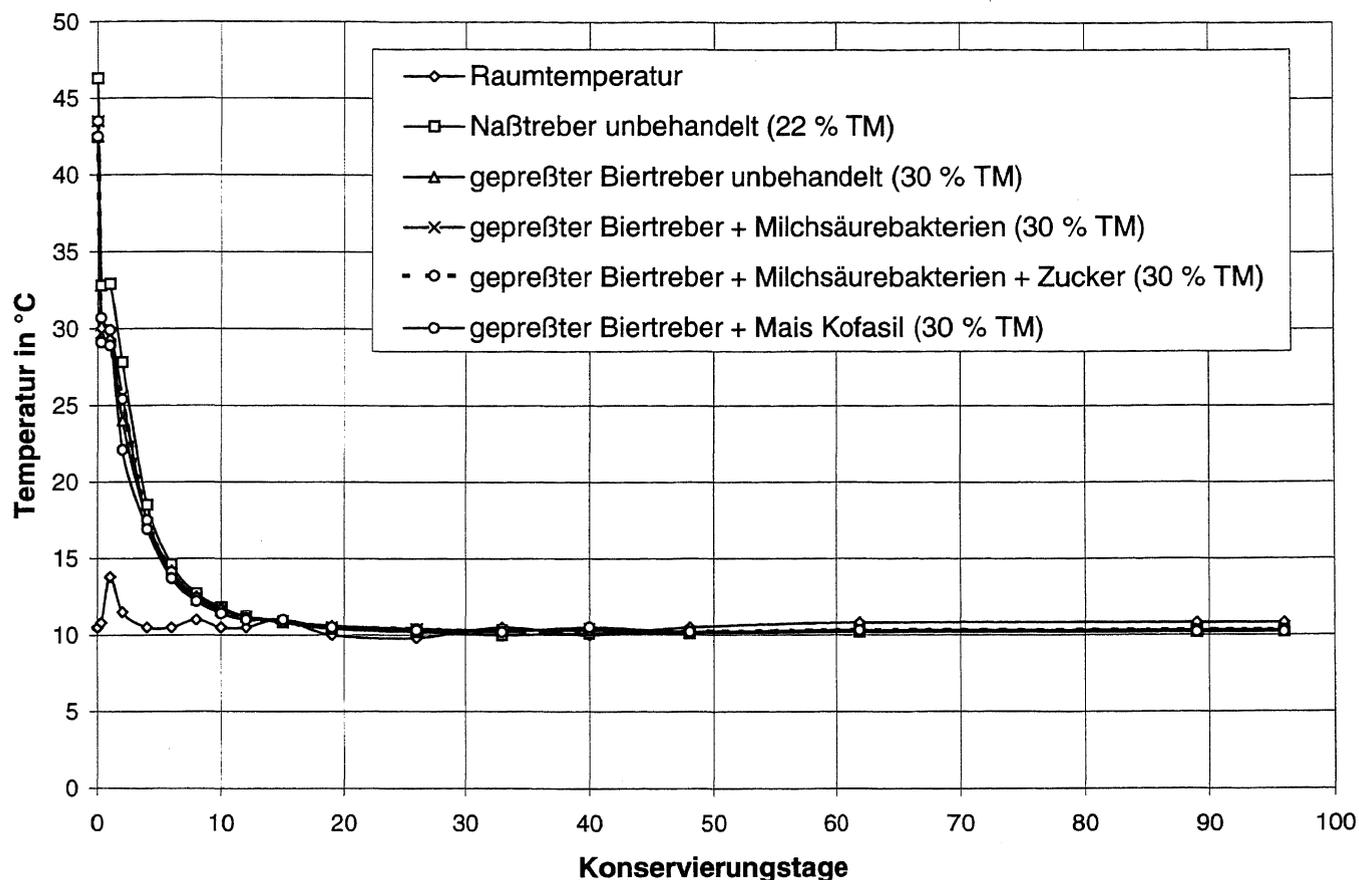


Abbildung 2: Raumtemperatur und Temperaturverlauf in den Biertrebersilagen

Figure 2: Room temperature and dynamic of the temperature in brewer's grains silage

Durch die Zugabe von Milchsäurebakterien und Zucker zur abgepreßten Biertreber konnte der pH-Wert innerhalb von 10 Tagen auf 4,3 abgesenkt werden, diese Biertrebersilage erreichte nach 60 Tagen einen stabilen pH-Wert von knapp 4,0 (Abbildung 3).

Dieser Konservierungsversuch mit Biertreber wurde in dreifacher Wiederholung durchgeführt und die pH-Wertmessung wurde über Fisteln im Versuchssilo laufend vorgenommen. In Abbildung 4 sind die Meßwerte der einzelnen Wiederholungen sowie die Durchschnittswerte über die Konservierungsperiode aufgetragen. Es ist daraus zu erkennen, daß in den ersten 10 bis 15 Tagen zwischen den Wiederholungen zwar eine geringe Streuung auftrat, diese ab dem 40. Konservierungstag jedoch sehr ausgeglichen verlief.

Die Absenkung des pH-Wertes sowie die mögliche Reduzierung der Schimmel- und Hefepilze wurde mit dem Zusatz Mais-Kofasil zu gepreßter Biertreber in diesem Versuch erprobt. Es erfolgte damit zwar eine rasche, aber nur geringe pH-Wertabsenkung auf 4,8. Dieser pH-Wert blieb

in den ersten 30 Tagen nahezu konstant, danach senkte er sich um weitere 0,4 auf etwa 4,4, bei abgepreßter Biertreber ohne Zusatz allerdings auf 4,1.

3.3 Gärsäuremuster

Die Gärsäuren „Milch-, Essig- und Buttersäure“ wurden nach Abschluß des Konservierungsversuches nach 96 Tagen untersucht. Die Meßergebnisse sind in Abbildung 5 dargestellt.

Die Naßtreber wies nur einen geringen Milchsäuregehalt auf, während sich bei der Preßtreber der Milchsäuregehalt auf 0,72 % i. d. TM fast verdoppelte. Der Zusatz „Milchsäurebakterien und Zucker“ zur abgepreßten Biertreber hob den Milchsäuregehalt auf nahezu 2 % i. d. TM an. KÜNTZEL (1991) und BECKHOFF (1985) fanden bei den Konservierungsversuchen mit Naß- und Preßtreber ähnliche Milchsäuregehalte, sie lagen je nach Einlagerungstem-

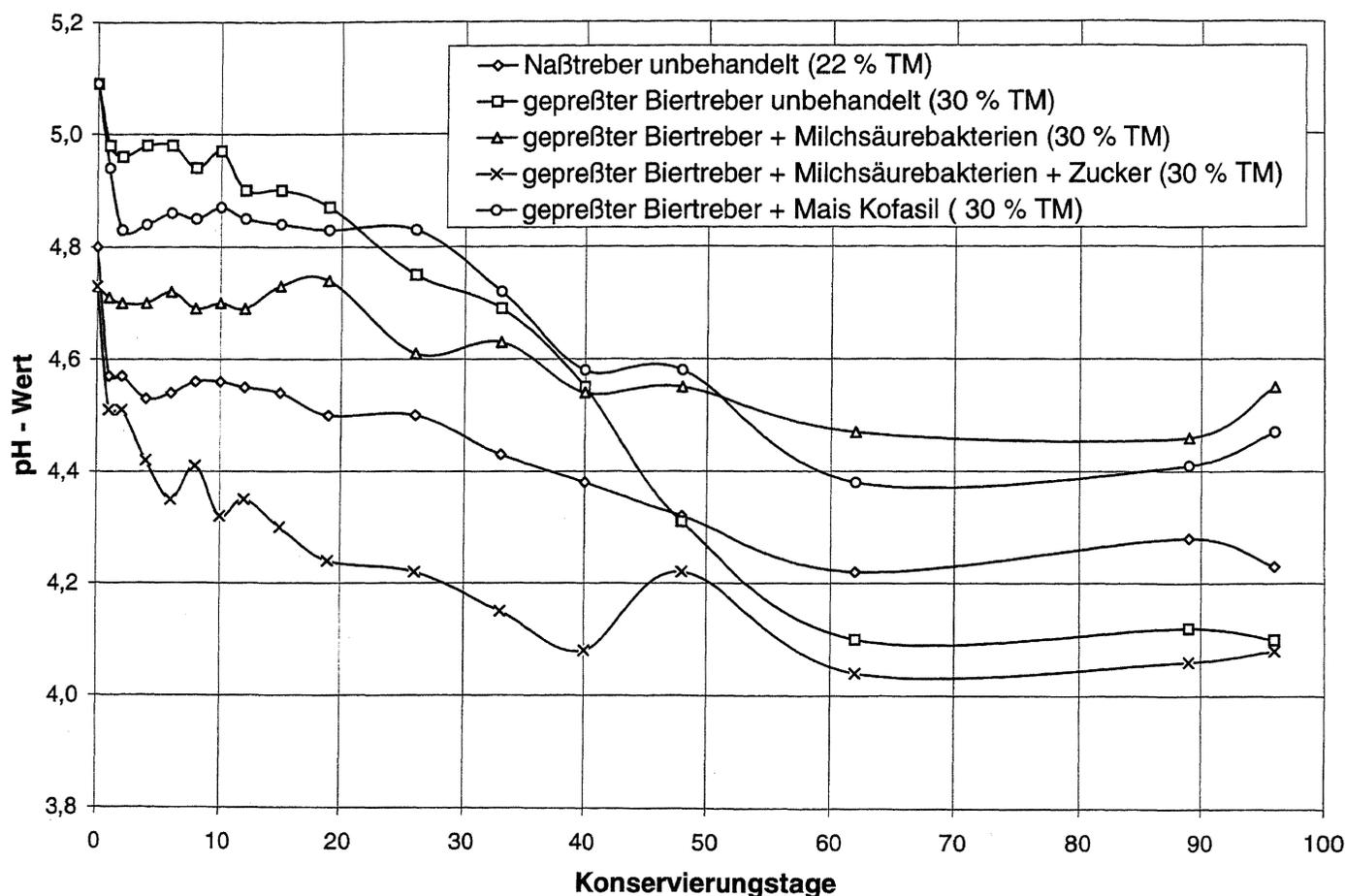


Abbildung 3: Verlauf des pH-Wertes in den Biertrebersilagen

Figure 3: Dynamic of pH-value in brewer's grains silage

peratur bei 1 bis 1,5 % i. d. TM. MENKE und HUSS (1987) gaben den geringen Kohlenhydratgehalten die Schuld für die fehlende Milchsäuregärung.

Die Naßtreber hatte neben 0,7 % i. d. TM Essigsäure auch einen Anteil von 0,28 % i. d. TM an Buttersäure, was auf eine unbefriedigende Gärung hinweist. Die Preßtreber zeigte einen relativ hohen Essigsäureanteil von 1,58 % i. d. TM. Für die Stabilität der Preßtreber in der Lagerungsphase ist dieser Säuregehalt ein Vorteil, in der Fütterung macht dieser Essigsäureanteil, insbesondere bei der Mast, auch keine Probleme.

Die Zusätze „Milchsäurebakterien + Zucker“ sowie „Mais-Kofasil“ führten zu einer besseren Milchsäuregärung und zu einer Verringerung der Essigsäuregärung (Abbildung 5).

Die $\text{NH}_3\text{-N}$ -Gehalte lagen bei den Biertrebersilagen in allen Konservierungsphasen sehr niedrig (0,2 bis 0,4 g/kg TM), der geringere Wert gilt für die frische Biertreber und der zweite Wert für die Biertrebersilage nach Öffnung der Silos.

3.4 Mikrobiologie

Die mikrobielle Untersuchung der verschiedenen Biertreber wurde von Dr. Adler vom Bundesamt für Agrarbiologie in Linz vorgenommen. Nach 96 Konservierungstagen zeigte die nasse wie auch die gepresste Biertreber mit etwa 110 bis 120 Mio. Milchsäurebakterien je g Frischmasse einen guten Wert. Durch die Zugabe von Milchsäurebakterien (MSB) zur gepressten Biertreber fiel der Gehalt an MSB bis zur fertigen Biertrebersilage auf 75 Mio. ab. Eine Zugabe von Zucker aber auch von Mais-Kofasil erhöhte die Anzahl an MSB. Bei allen Biertrebersilagen war trotz geringer Verfügbarkeit an Kohlenhydraten eine beachtliche Anzahl an MSB zu beobachten; dies erklärt auch den Milchsäuregehalt in der Biertrebersilage.

Die Anzahl an Schimmelpilzen sollte nicht 10.000 pro g Frischmasse überschreiten. Bei den Biertrebersilagen wurde sowohl bei der nassen wie auch bei der gepressten Biertre-

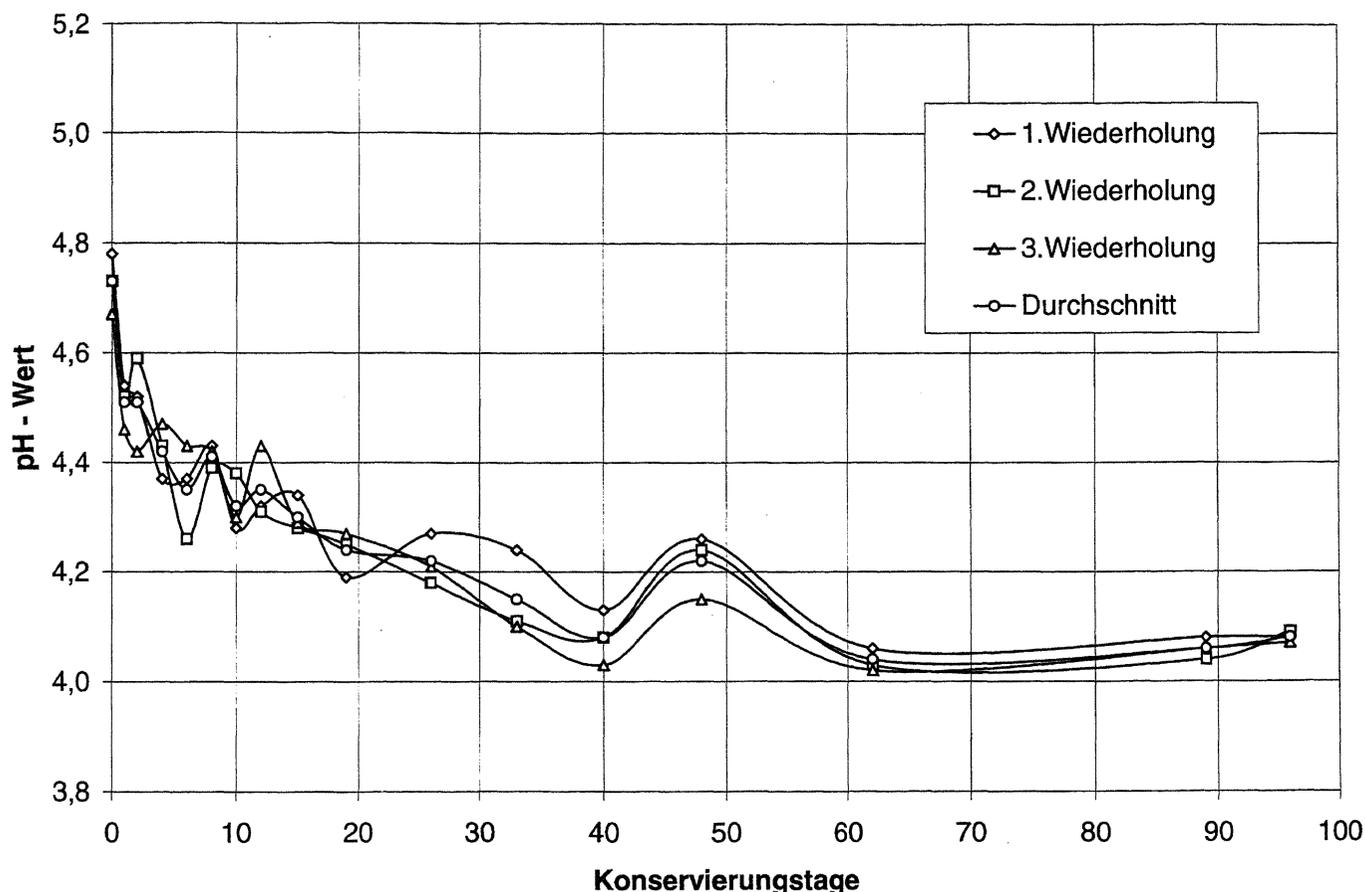


Abbildung 4: Verlauf des pH-Wertes bei Biertreber abgepreßt + Milchsäurebakterien + Zucker in den einzelnen Wiederholungen

Figure 4: Dynamic of pH-value in pressed brewer's grains treated with lactic acid bacteria and sugar

ber ohne Zusätze mit 500 bzw. 100 dieser Bereich bei weitem nicht erreicht. Bei siebentägigem Einfluß der Luft auf die Biertreber zeigte die gepreßte Biertreber eine Anzahl an Schimmelpilzen von weniger als 1 Mio., während die nasse Biertreber über 4 Mio. anstieg. Mit dem Zusatz von Mais-

Kofasil zur gepreßten Biertreber wurde ein vergleichbares Ergebnis, wie bei der gepreßten Biertreber ohne Zusatz, erzielt (Tabelle 4). Die Zugabe von MSB und von MSB + Zucker erhöhte den Schimmelpilzbesatz sowohl im Silo als auch in der aeroben Phase ganz beträchtlich.

Tabelle 4: Keimzahlen (Keimzahlen/g Frischmasse) in der silierten Biertreber nach Öffnung der Silos (96 Tage Konservierung) und nach der aeroben Phase

Table 4: Number of micro-organism/g fresh substance in ensiled brewer's grains after opening the silos (96 days of conservation) and after seven days time of air contact

Varianten	Milchsäurebakterien	Bakterien	Schimmelpilze		Hefepilze	
			Öffnen der Silos	Luftstreiß ²⁾	Öffnen der Silos	Luftstreiß ²⁾
Biertreber naß (20 % TM)	1 Mio.	119 Mio.	500	4 Mio.	3 Mio.	57 Mio.
Biertreber gepreßt (30 % TM)	4 Mio.	110 Mio.	100	< 1 Mio.	16.000	15 Mio.
Biertreber gepreßt + MSB ¹⁾ (30 % TM)	1 Mio.	75 Mio.	15.000	7 Mio.	1 Mio.	31 Mio.
Biertreber gepreßt + MSB ¹⁾ + Zucker (30 % TM)	2 Mio.	125 Mio.	13.000	8 Mio.	3 Mio.	30 Mio.
Biertreber gepreßt + Mais-Kofasil (30 % TM)	250.000	225 Mio.	500	< 1 Mio.	110.000	23 Mio.

¹⁾ Milchsäurebakterien

²⁾ nach sieben Tagen Luftfeinwirkung (= Haltbarkeitstest)

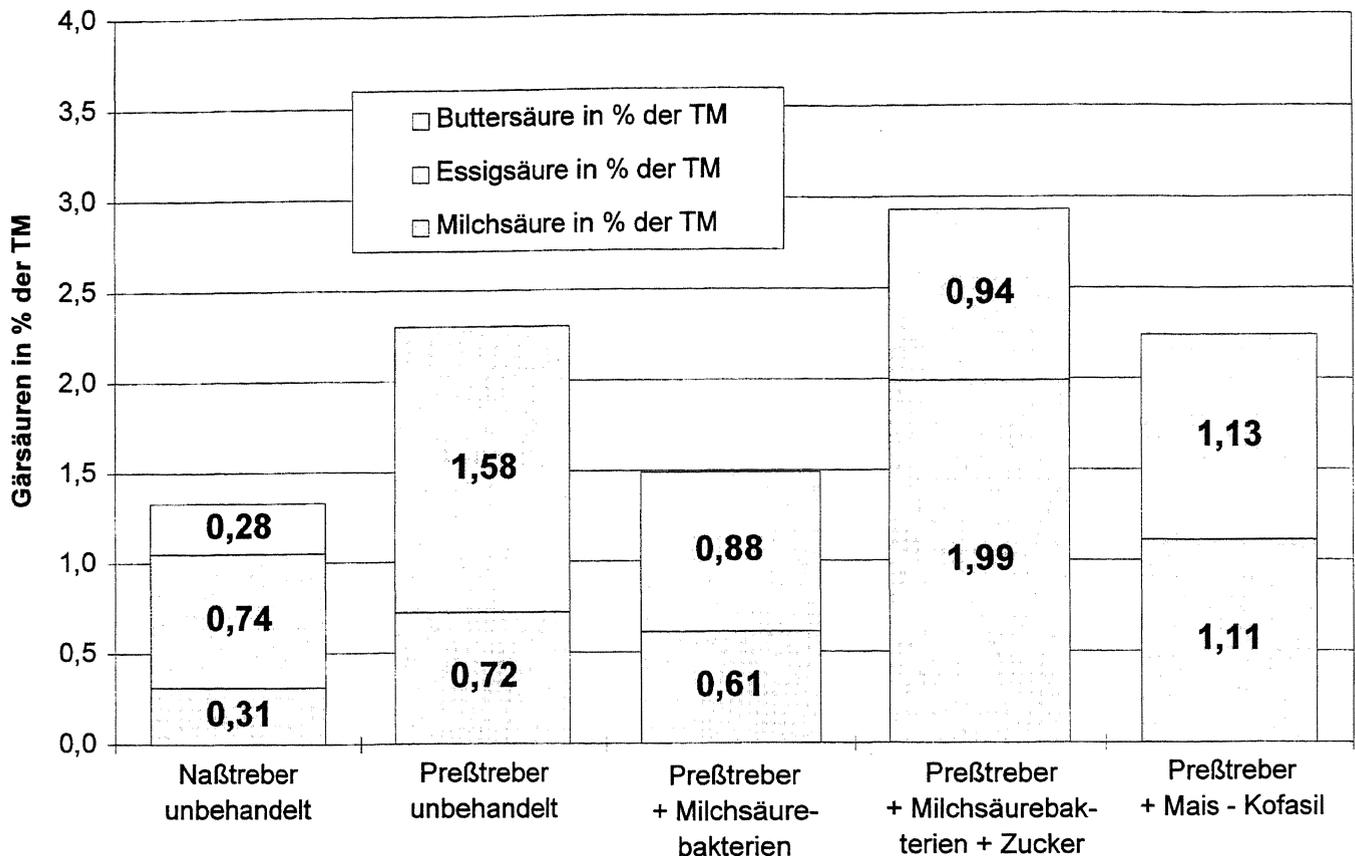


Abbildung 5: Gärsäuremuster in den fertigen Biertrebersilagen
Figure 5: Relation of conservation acids in the brewer's grains silage

Die nasse Biertreber verzeichnete schon im Silo einen Hefepilzbesatz von 3 Mio./g Frischmasse, in der abgepreßten Biertreber lagen nur 16.000 Hefepilze/g Frischmasse vor. Ein Hefepilzbesatz von unter 100.000 wird als noch günstig angesehen. Das Mais-Kofasil konnte den Hefebesatz noch bei 110.000/g Frischmasse halten. In der aeroben Phase (Haltbarkeitstest) explodierte die Zahl der Hefepilze insbesondere bei der Naßtreber, aber auch bei der gepreßten Biertreber mit den diversen Zusätzen lag diese mit 20 bis 30 Mio. Hefepilzen/g Frischmasse im hohen Bereich.

Gerade diese mikrobiellen Untersuchungen mit den Schimmel- und Hefepilzen zeigen auf, wie sensibel die Lagerung von Biertreber ist. Wird zuwenig Biertreber pro Tag verbraucht und kommt laufend Luft hinzu, so vermehren sich die Schimmel- und Hefepilze explosionsartig und führen zum Verderb der Biertrebersilage.

Mit der luftdichten Verpackung der abgepreßten Biertreber im Big bag gelingt es, günstige Konservierungsver-

hältnisse zu schaffen und ein täglich frisches Angebot an Biertreber in diesem mobilen „Kleinsilo“ auch für Kleinbetriebe zu bieten. Aus praktischer Erfahrung mit den Big bags kann gesagt werden, daß ungeöffnete Säcke mit abgepreßter Biertreber über ein Jahr ohne Qualitätsverlust haltbar sind. Nach der Öffnung der Säcke sollte eine Entnahme der Biertrebersilage von mindestens 5 cm pro Tag erfolgen. Ein Big bag kann im Sommer über einen Zeitraum von 20 Tagen und im Winter bei Minustemperaturen über 30 bis 50 Tage ohne nennenswerte Verluste verfüttert werden.

Die Konservierung der abgepreßten Biertreber erbrachte auch ohne jeglichen Zusatz ein gutes Ergebnis in der Gärqualität und in der Haltbarkeit. Die nasse Biertrebersilage hingegen weist Sickersäfte, fallweise eine Buttersäuregärung (Clostridien) und höhere Schimmel- und Hefepilzbesätze auf, was sich in der Haltbarkeit mit größeren Verlusten auswirken kann.

Literatur

- BECKHOFF, J. (1985): Zur Silierung und zum Nährstoffgehalt von Biertrebern. Das wirtschaftseig. Futter, 31, 209-220.
- DAENICKE, R. und K. ROHR (1992): Versuche zum Einsatz von Biertrebersilage in der Milchviehfütterung. Brauwelt, Band 132, Teil 40, 1885-1886.
- DLG (1973): DLG-Futterwerttabellen - Mineralstoffgehalte in Futtermitteln. 2. Aufl., DLG-Verlag, Frankfurt/Main.
- DLG (1991): DLG-Futterwerttabellen - Mineralstoffgehalte in Futtermitteln. 6. Aufl., DLG-Verlag, Frankfurt/Main.
- KÜNTZEL, U. (1991): Die Haltbarmachung von Preßtrebern - Verderbrisiken und Konservierungsmöglichkeiten. 1. Mitt.: Silierbarkeit von Preßtrebern. Das wirtschaftseig. Futter, 37, 11-128.
- KÜNTZEL, U. (1992): Die Haltbarmachung von Preßtrebern - Verderbrisiken und Konservierungsmöglichkeiten. 2. Mitt.: Einfluß der Zwischenlagerungsbedingungen auf Stoffkonzentration und Mikroflora von Biertreber und aerobe Stabilisierung von Preßtrebern. Das wirtschaftseig. Futter, 38, 25-45.
- MENKE, K. H. und W. HUSS (1987): Tierernährung und Futtermittelkunde. 3. Aufl., 228-330, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- WÖHLBIER, W. (1983): Handelsfuttermittel. Band 2, Teil B, 916-918, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

Anschrift der Verfasser

Dr. Karl Buchgraber und Ing. Reinhard Resch, Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, Abteilung Grünlandwirtschaft, A-8952 Irdning.

Eingelangt am 24. Februar 1997

Angenommen am 13. März 1997