

- [13] ● *Leach, G.*: Energy and food production. Guildford: IPC Business Press Ltd. 1976.
- [14] *Jürgens-Gschwind, S.*: Die Energiesituation der deutschen Landwirtschaft. BASF Mitteilungen für den Landbau H. 1, 1981.
- [15] *Kämpfer, F.*: Energiebilanzen der pflanzlichen Produktion auf mittelschweren Ackerböden im norddeutschen Flachland. Diplomarbeit Göttingen 1982.
- [16] ● *Wills, J.B.*: Agriculture and land use in Ghana. London, Accra, New York: Oxford University Press 1962.
- [17] ● *Midohoe, K.*: Arbeitszeitstudien und Mechanisierungsmodele in kleinbäuerlichen Betrieben der Zentralregion Togos. Technologietransfer im Bereich Agrartechnik – Teilprojekt Anpassung von Agrartechnologien – Deutsche Gesellschaft für technische Zusammenarbeit Fachbereich 152, Eschborn 1982.
- [18] *Johnson, I.M.*: Rodung von Buschland. Internationales Symposium für Agrarmechanisierung, Landerschließung – Bodenbearbeitung in humiden Tropen und anderen Gebieten. 55. DLG-Ausstellung, Frankfurt am Main 2./3. Mai 1978.
- [19] *Preston, T.A.*: Ergonomics of West African Agriculture. Proc. of the Fifth Joint Ergonomic Symposium: Ergonomics in Tropical Agriculture and Forestry, Wageningen 14./18.5.1979.
- [20] ● *Franke, G.*: Nutzpflanzen der Tropen und Subtropen. Band 1 und 2. 2. Aufl. Leipzig: S. Hirzel 1975/76.
- [21] ● *Irvine, F.R.*: West African Crops. London, New York: Oxford University Press 1974.
- [22] ● *Bates, W.N.*: Mechanization of tropical crops. 2. Add. Temple Press Books Limited 1963.
- [23] *Kay, D.E.*: Root Crops. No. 2. TPI Crop and Product Digest; Tropical Products Institute, London 1973.
- [24] ● *Lehmann, G.*: Praktische Arbeitsphysiologie. 2. Aufl. Stuttgart: G. Thieme 1962, in [5].
- [25] ● *Lagemann, J.*: Traditional African farming systems in Eastern Nigeria. München: Weltforum Verlag 1977.
- [26] *Nwosu, N.A.*: Recommended farm practices for major food crops in Biafra. Ministry of Agriculture, Enugu 1969, in [19].
- [27] *Uwakah, C.T.*: Estimates of man days per acre. Private Communications, University of Nigeria, Nsukka 1972, in [19].
- [28] ● *Manual on the employment of draught animals in agriculture.* FAO, Rome 1972.
- [29] ● *Viebig, U.*: Grundlagen der Anspannungs- und Gerätetechnik. In *Munzinger, P.*: Handbuch der Zugtiernutzung in Afrika. Teil B/II, S. 135/221. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), Eschborn 1981.
- [30] ● *Wieneke, F. und Th. Friedrich:* Agrartechnik in den Tropen. Bd. 1. Frankfurt: DLG-Verlag 1982.
- [31] ● *Hettinger, Th. u. H. Spitzer:* Tafeln für den Kalorienumsatz bei körperlicher Arbeit. 5. Aufl. Sonderheft der REFA-Nachrichten Verband für Arbeitsstudien Darmstadt 1969.
- [32] ● *Lippitz, K.*: Pflanzenproduktion und Ökologie. In *Munzinger, P.*: Handbuch der Zugtiernutzung in Afrika. Teil B/II, S. 255/66. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), Eschborn 1981.
- [33] ● *Djokoto, I.* zit. in *Jacoby, T.*: Nutrition and manuring of tropical root crops. Green Bull. 19, Hannover 1965 in [20].
- [34] ● *Jacob, A. u. B. Uexhüll:* Fertilizer use, nutrition and manuring of tropical crops. Hannover, 1963 in [20].
- [35] ● *Arakeri, H.R., G.V. Chalam, D. Satyamarayana u. R.L. Donahne:* Soil management in India. London, 1962 in [20].

Zur Beurteilung der Konservierung von Körnerfrüchten unter Wasserzusatz

Von **Andreas Lotz** und **Karl Johannes von Oy**,
Stuttgart-Hohenheim*)

DK 664.8.039.7:636.084

Die Feuchtkonservierung von Körnerfrüchten für Futterzwecke wird ständig weiterentwickelt. Beim Verfahren der Einlagerung von vermahlenden Körnerfrüchten unter Wasserzusatz sind noch viele Fragen ungeklärt. Erste Versuche zum Konservierungsverlauf zeigen, daß nach kurzer Lagerdauer ein sehr gutes Gärfutter erzielt werden kann, die Trockensubstanzverluste aber über denen bei gasdichter Lagerung ganzer Körnerfrüchte ohne Wasserzusatz liegen. Aus den Versuchsergebnissen werden zukünftige Fragestellungen abgeleitet.

*) *Dipl.-Lebensmittel-Technol. A. Lotz und Dipl.-Ing. agr. K.J. von Oy sind wissenschaftliche Mitarbeiter am Institut für Agrartechnik, Fachgebiet Verfahrenstechnik in der Tierproduktion und landwirtschaftliches Bauwesen (Leiter: Prof. Dr. Th. Bischoff) der Universität Hohenheim.*

1. Einleitung

Steigende Heizölpreise, die Zunahme der innerbetrieblichen Verwertung von Körnerfrüchten und die Verbesserung und Ausdehnung des Maisanbaues haben in den letzten Jahren dazu geführt, daß die Feuchtkonservierung von Körnerfrüchten für Futterzwecke als Alternative zur Trocknung und Kühlung zunehmend interessanter wurde und mittlerweile an einer Reihe von Instituten wissenschaftlich bearbeitet wird. Die Verfahren der Silierung und gasdichten Lagerung, die schon länger aus der Halmgutkonservierung bekannt sind, sowie die Konservierung durch Zusatz von Propionsäure sind bereits in der landwirtschaftlichen Praxis eingeführt. Neuere und vielversprechende Verfahren, wie beispielsweise die Harnstoffkonservierung und die Konservierung unter Wasserzusatz, befinden sich noch weitgehend im Versuchsstadium [1 bis 5].

Ausgehend von der Tatsache, daß heute in der Schweinemast Körnerfrüchte zunehmend flüssig verfüttert werden, wird in jüngster Zeit unter der Firmenbezeichnung "Ligavator" ein neues Verfahren der Konservierung unter Wasserzusatz angeboten, das in der landwirtschaftlichen Praxis auf großes Interesse stößt [6, 7]. Die

Körnerfrüchte – Ährengetreide, Körnermais oder Maiskolbenprodukte wie beispielsweise Corn-Cob-Mix – werden unmittelbar nach der Ernte vermahlen und in dem sogenannten Anteigtrog mit Wasser vermischt, Bild 1. Der pumpfähige Futterbrei wird anschließend mit einer Exzentrerschneckenpumpe in den Silobehälter gefördert, dort setzt eine Milchsäuregärung ein. Die Pumpe dient darüber hinaus zum Mischen des Futters über ein spezielles Mischsystem und zur Futterentnahme und Förderung zur Fütterung. Der Anbieter dieses Verfahrens sieht die Vorteile gegenüber bisherigen Verfahren der Feuchtkonservierung im Hochsilo insbesondere darin, daß die Futterqualität besser ist, verschiedene Ernteprodukte miteinander vermischt eingelagert werden können und daß das Verfahren technisch einfacher und kostengünstiger ist.

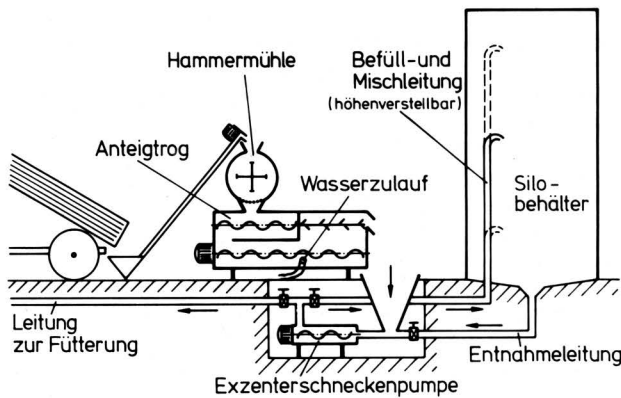


Bild 1. Schema der Konservierungsanlage System "Ligavator".

2. Aufgabenstellung

Obwohl dieses Verfahren bereits praktiziert wird, fehlen zu seiner Beurteilung eine Reihe von wichtigen Erkenntnissen. Neben technischen, ökonomischen und Tierernährungsfragen sind insbesondere grundsätzliche Fragen zum Konservierungsverlauf noch weitgehend ungeklärt. Es muß deshalb zunächst einmal die Aufgabe sein, Kennwerte zur Beurteilung des Konservierungsverlaufes und der Konservierungsverluste zu erarbeiten.

Im Rahmen von Voruntersuchungen zu verschiedenen neuen Konservierungsverfahren wurden zur Erntezeit im Sommer 1982 erste Konservierungsversuche mit Wintergerste angesetzt; dabei wird während der Lagerung neben der visuellen Versuchsbeobachtung der Verlauf von Temperatur, pH-Wert, Säuregehalt und mikrobiologischer Keimzahl erfaßt; über die Messung der CO_2 -Bildung werden Rückschlüsse auf die Trockensubstanzverluste gezogen.

3. Konservierungsversuche

3.1 Versuchsaufbau und -durchführung

Als Konservierungsbehälter dienen luftdicht verschließbare Kunststoffässer mit einem Fassungsvermögen von 120 l. In einer Versuchsreihe wurde Wintergerste der Sorte Mammut mit einer Erntefeuchte von $U = 20,9\%$ unmittelbar nach der Ernte in den Behältern unter Wasserzusatz eingelagert, Bild 2. Die Wintergerste wurde zuvor mittels einer Hammermühle mit einem 2,5 mm-Sieb geschrotet und in dem von dem Anbieter des Verfahrens zur Verfügung gestellten Anteigtrog mit Wasser bis zu einem Wassergehalt von $U = 56\%$ angemischt. Je 80 kg dieses Breies wurden in 8 Konservierungsbehälter abgefüllt. 5 Behälter wurden luftdicht verschlossen; die 3 übrigen Behälter wurden nicht luftdicht verschlossen, wobei bei einem Behälter auf die Oberfläche des Gutes Protonsäure aufgesprüht wurde und bei einem zweiten Behälter auf die Gutoberfläche CO_2 -Gas aufgebracht wurde. Aus zwei der luft-

dicht verschlossenen Behälter werden Proben entnommen; wöchentlich entnommene Proben werden auf den pH-Wert und nach der Methode von Lepper-Flieg auf den Gehalt an Gärsäuren¹⁾ untersucht.



Bild 2. Konservierungsversuche in 120 l-Kunststoffässern.

In zweimonatigen Abständen werden Proben entnommen und auf die mikrobiologische Keimzahl untersucht²⁾. Die übrigen 3 luftdicht verschlossenen Behälter blieben bisher geschlossen; durch Untersuchung dieser Behälter nach Ablauf der Lagerdauer von maximal einem Jahr und Vergleich mit den bisherigen Messungen soll der Einfluß der häufigen Probenentnahme festgestellt werden. Die 3 nicht luftdicht verschlossenen Behälter wurden visuell beurteilt.

Zur Ermittlung der CO_2 -Bildung dienen Glasbehälter mit einem Fassungsvermögen von 5 l, Bild 3. In einer Versuchsreihe wurde das gleiche Versuchsmaterial auf die oben beschriebene Weise gemahlen und angeteigt; in die Glasbehälter wurde anschließend jeweils 2 kg Versuchsgut (bezogen auf die Trockenmasse) eingelagert. Im ersten Behälter hatte der Futterbrei einen Wassergehalt von $U = 52\%$, im zweiten von $U = 58\%$. In einem dritten Vergleichsbehälter wurde unvermahlene Versuchsgut mit einer Erntefeuchte von $U = 20,9\%$ eingelagert. Von Beginn der Einlagerung an wurde über einen Zeitraum von 14 Tagen kontinuierlich die in den einzelnen Behältern produzierte CO_2 -Menge gemessen; dazu wurde das gebildete Gas in Naßgasometern aufgefangen und mittels Auswaschung des Gases in Kalilauge die Menge an CO_2 bestimmt. Aus der Menge des gebildeten CO_2 konnten dann die Trockensubstanzverluste in den jeweiligen Behältern rechnerisch abgeschätzt werden [8].

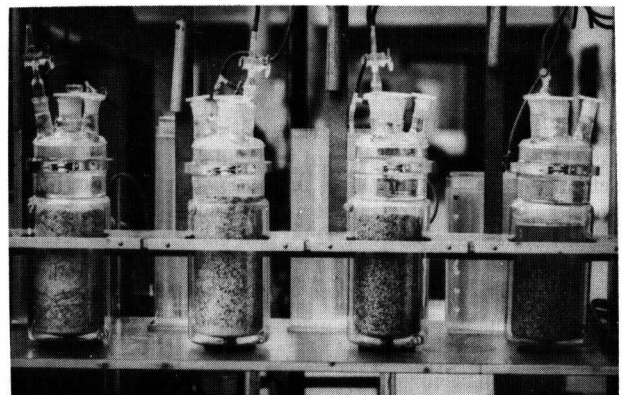


Bild 3. Versuchseinrichtung zur Ermittlung der CO_2 -Bildung bei der Körnerfruchtkonservierung.

²⁾ Die mikrobiologische Untersuchung wird am Hygieneinstitut Prof. Pieldner, Stuttgart, durchgeführt.

¹⁾ Die Gärsäurebestimmung wird an der Staatlichen Landwirtschaftlichen Untersuchungs- und Forschungsanstalt Karlsruhe-Augustenberg durchgeführt.

3.2 Versuchsergebnisse

Wenige Stunden nach der Einlagerung in die 120 l-Behälter erfährt das eingelagerte Gut eine starke Volumenausdehnung (Volumenzunahme ca. 20 %); nach kurzer Zeit jedoch nimmt das Gut wieder sein ursprüngliches Volumen an. In den nicht luftdicht verschlossenen Behältern bildete sich nach wenigen Tagen an der Oberfläche eine ausgeprägte Schimmelschicht, auch bei den Behältern, bei denen Propionsäure bzw. CO₂ auf die Oberfläche des Versuchsmaterials aufgebracht wurde.

Bild 4 zeigt den Verlauf von pH-Wert und Säuregehalt während der ersten 48 Tage der Lagerung. Die sofort einsetzende Gärung bewirkt innerhalb weniger Tage einen starken Abfall des pH-Wertes auf etwa 3,8; der Gehalt an Säuren steigt in den ersten 10 Tagen nach der Einlagerung stark an. Es wird hauptsächlich Milchsäure gebildet, von der die konservierende Wirkung ausgeht. Der Gehalt an Essigsäure, die vorwiegend aerob gebildet wird und als Kennzeichen für substanz- und energiezehrende Umsetzungen gilt, bleibt, gemessen an der gebildeten Menge Milchsäure, gering [9]. Buttersäure war in keiner Probe nachweisbar. Der pH-Wert und der Gehalt an Säuren bleibt nach Durchlaufen dieser ersten Phase der Lagerung innerhalb der bisher gemessenen Lagerdauer von 48 Tagen nahezu konstant; ein Abbau der stabilisierenden Milchsäure und ein Anstieg des pH-Wertes ist nicht zu erwarten.

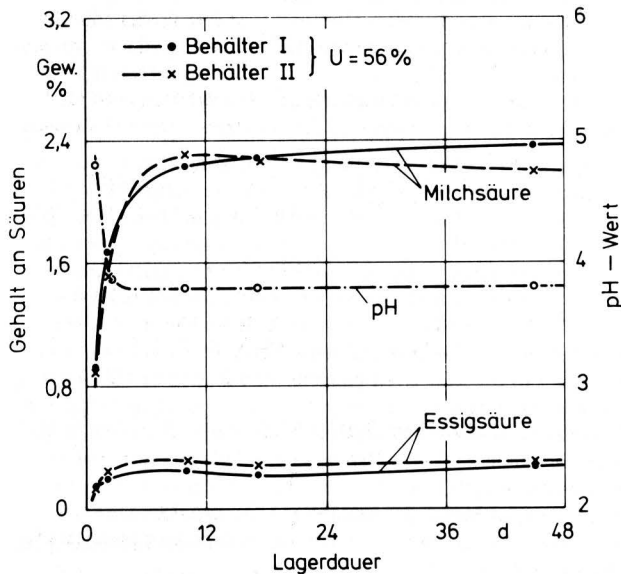


Bild 4. Verlauf von pH-Wert und Säuregehalt bei der Lagerung von vermahlener Wintergerste unter Wasserzusatz.

Bild 5 zeigt den Temperaturverlauf während der ersten 10 Tage nach der Einlagerung. Nach einer kurzzeitigen Temperaturerhöhung des flüssigkonservierten Gutes (obere Kurve) unmittelbar nach der Einlagerung auf etwa 32 °C geht die Temperatur innerhalb der ersten Woche wieder zurück auf Werte, die beim eingelagerten getrockneten Gut gemessen wurden (untere Kurve).

Tafel 1 zeigt die Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchung. Im Vergleich mit dem erntefrischen Ausgangsmaterial ist nach etwa 2monatiger Lagerung keine wesentliche Veränderung des Keimbesatzes zu erkennen. Ein überhöhter Gehalt an anaeroben Sporenbildnern im Konservierungsgut war nicht feststellbar, der niedrige pH-Wert hindert die anaeroben Sporenbildner an ihrer Entwicklung.

Bei den Versuchen in den 5 l-Glasbehältern zur Ermittlung der CO₂-Produktion zeigte sich bei dem eingelagerten Futterbrei innerhalb der ersten Woche eine starke Gasproduktion. Nach einer Woche war keine nennenswerte CO₂-Produktion mehr feststellbar. Aus verschiedenen Gründen wurde dieser Versuch nach 14 Tagen abgebrochen. Aus der CO₂-Produktion während der 14tägigen La-

gerung lassen sich durch rechnerische Abschätzung Trockensubstanzverluste von 1,2 % bei dem Versuchsmaterial mit einem Wassergehalt von U = 52 % und Trockensubstanzverluste von 1,3 % bei dem Versuchsmaterial mit einem Wassergehalt von U = 58 % ermitteln. Bei dem Vergleichsbehälter mit ganzen Körnern wurde innerhalb der ersten 14 Tage eine nur sehr geringe Menge CO₂ gemessen; es ist bekannt, daß sich bei der gasdichten Lagerung ganzer Körner die CO₂-Produktion über einen viel längeren Zeitraum als 14 Tage erstreckt. Die bei dem Vergleichsbehälter während des kurzen Versuchszeitraumes gemessenen Werte können deshalb nicht zum Vergleich herangezogen werden. *Meiering u. Bakker-Arkema* geben die Trockensubstanzverluste bei 8wöchiger gasdichter Lagerung von Wintergerste mit einer Feuchte von U = 17 % bis 23 % mit 0,2 % bis 0,8 % an [10].

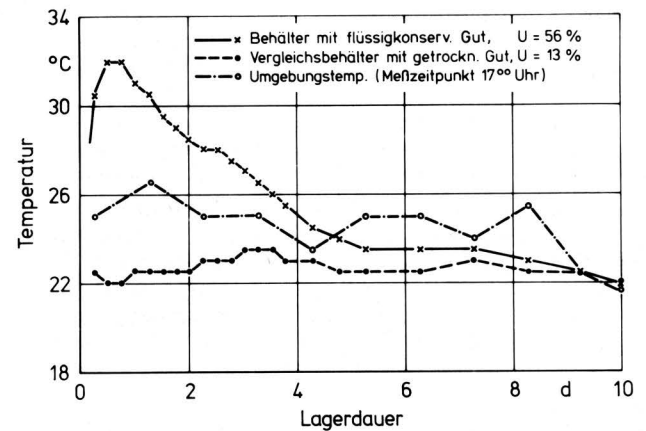


Bild 5. Temperaturverlauf bei Versuchen zur Konservierung von vermahlener Wintergerste unter Wasserzusatz.

	Gesamtkeime	Sporenbildner aerobe	anaerobe	Schimmelpilze
Erntefrisch (U = 20,9 %)	4 · 10 ⁵	10 ³	n.b.	10 ⁴
Konserviert (U = 56 %)	7 · 10 ⁶	10 ³	10 ⁴	10 ³

n.b. nicht bestimmt

Tafel 1. Keimzahl (in g⁻¹) von Wintergerste in erntefrischem Zustand (10.8.1982) und konserviert bei zweimonatiger Lagerung (10.10.1982) nach Zerkleinerung und Wasserzusatz.

4. Diskussion der Ergebnisse und Schlußfolgerungen

Die Versuchsergebnisse deuten darauf hin, daß bei der Einlagerung von vermahlener Gerste unter Wasserzusatz sehr schnell und intensiv ein Umsetzungs- und Gärprozeß abläuft. Durch den raschen Abfall des pH-Wertes und intensive Gärsäurebildung scheint ein hochwertiges Gärfutter erzielt zu werden: schon nach einer Woche Lagerdauer ist aufgrund der gebildeten Gärsäuren das Futter mittels der Methode von *Flieg* mit 100 Punkten (sehr gut) zu bewerten. Durch den niedrigen pH-Wert des Gutes werden unerwünschte Mikroorganismen, beispielsweise Clostridien und Krankheitserreger, am Wachstum gehindert; Clostridien sind für die Bildung von Buttersäure verantwortlich und können hohe Trockensubstanzverluste bewirken [11]. Es ist anzunehmen, daß durch die rasche Absenkung des pH-Wertes ein Proteinabbau beispielsweise durch pflanzeigene Enzyme und Mikroorganismen verhindert

wird. Andererseits sollte der pH-Wert nicht zu tief liegen, da sonst die Futteraufnahme der Schweine beeinträchtigt wird. Zur exakten Beurteilung der Futterqualität sind Fütterungsversuche notwendig, ebenso um Aussagen über die Auswirkungen dieses Gärfutters auf die Tiergesundheit und andere Merkmale zu erhalten.

Die Versuche mit Messung der CO₂-Produktion unterstreichen die Vermutung, daß mit zunehmendem Wassergehalt des Futters die Trockensubstanzverluste durch den intensiveren Umsetzungsprozeß steigen. Zur Absicherung der Ergebnisse sind hier zukünftig weitere Versuchsreihen über eine längere Lagerdauer geplant; neben dem Wassergehalt hat vermutlich auch der Zerkleinerungsgrad der Körnerfrüchte einen Einfluß auf die Trockensubstanzverluste.

Während der Versuche wurde an einigen Behältern ein leichter Alkoholgeruch festgestellt. Alkohol gilt als Indikator für substanz- und energiezehrende Umsetzungen, besitzt in geringen Konzentrationen keine konservierende Wirkung und wird unter anaeroben Bedingungen vorwiegend durch Hefen gebildet, deren Wachstum durch den tiefen pH-Wert nicht unterbunden wird. Aufgrund dieser Beobachtung wurden nach dreimonatiger Lagerdauer Proben für eine gaschromatographische Analyse von niederen Fettsäuren und Alkoholen gezogen, deren Ergebnisse noch nicht vorliegen [12].

Die Versuchsbeobachtungen zeigen weiterhin, daß anscheinend auf einen luftdichten Abschluß des Behälters zur Vermeidung von Schimmelbildung auf der Futteroberfläche nicht verzichtet werden kann. Die beobachtete Volumenzunahme des Futterbreies kurz nach der Einlagerung infolge der intensiven Gärgasbildung wird zwar in großen Behältern nicht so stark sein, ist aber dennoch für die Bedingungen der Praxis zu untersuchen.

Die bisherigen Versuchsergebnisse reichen für eine sichere Beurteilung des Konservierungsverlaufes nicht aus. Die beschriebenen Messungen werden daher bis zu einer Lagerdauer von 1 Jahr fortgesetzt.

Die dargestellten Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf Versuche mit Wintergerste. Versuche zur gleichartigen Konservierung von Corn-Cob-Mix wurden im Oktober 1982 angesetzt, bislang liegen hierzu noch keine detaillierten Ergebnisse vor. Aufgrund der anderen Guteigenschaften, eines anderen Zerkleinerungsgrades und einer anderen zuzusetzenden Wassermenge sind bei Versuchen mit Mais andere Ergebnisse zu erwarten.

Teilweise sind im praktischen Betrieb Bedingungen vorzufinden, die nicht den Bedingungen dieser Konservierungsversuche entsprechen. Die Auswirkungen unterschiedlicher Einlagerungs-, Misch- und Auslagerungsprozesse auf die Zusammensetzung des Gutes sind mithin noch zu klären.

Zudem ist der Einfluß eines kurzfristigen Luftzutrittes, wie er bei Entnahmevorgängen in der Praxis auftritt, auf die Bildung von Gärsäuren und anderer Inhaltsstoffe zu untersuchen.

Die Tatsache, daß an anderer Stelle an der Verbesserung der Technik, insbesondere der Anteig- und Pumpeinrichtung, gearbeitet wird, zeigt, daß bei diesem Konservierungsverfahren auch aus technischer Sicht noch einige Unklarheiten bestehen. Aus der hier dargestellten Untersuchung läßt sich schließen, daß das Konservierungsverfahren prinzipiell interessant ist und weiterverfolgt werden sollte.

5. Zusammenfassung

Die Feuchtkonservierung von Körnerfrüchten für Futterzwecke gewinnt immer mehr an Bedeutung. Die Lagerung von vermahlenden Körnerfrüchten unter Wasserzusatz ist ein neues Verfahren, zu dessen Beurteilung und Weiterentwicklung noch einige Erkenntnisse fehlen. Konservierungsversuche mit Wintergerste im halbtechnischen Maßstab zeigen, daß kurz nach der Einlagerung ein intensiver Gärprozeß einsetzt: der pH-Wert fällt sehr schnell auf unter 4, und es bilden sich relativ große Mengen Milchsäure, so daß demnach das Gärfutter als sehr gut zu beurteilen ist. Andererseits führt die intensive Umsetzung zu höheren Trockensubstanzverlusten, als sie bei der gasdichten Lagerung ganzer Körnerfrüchte ohne Wasserzusatz zu erwarten sind. Zur Absicherung der Ergebnisse muß der Abschluß dieser Versuche, die auch mit Corn-Cob-Mix durchgeführt werden, abgewartet werden. Daneben sind noch einige andere, insbesondere auch technische Fragen zu klären.

Schrifttum

Bücher sind durch ● gekennzeichnet

- [1] *Albrecht, D.*: Ermittlung von Verfahrenswerten und vergleichende Beurteilung landwirtschaftlicher Körnerfrucht-konservierungsverfahren. Diss. Univ. Hohenheim, Stuttgart 1981.
- [2] *Birnkammer, H.*: Neue Verfahren der Konservierung von Feuchtgetreide und Feuchtmais bei Lagerung unter aeroben Bedingungen. Berichte über Landwirtschaft Bd. 58 (1980) S. 446/79.
- [3] *Bischoff, Th., U. Elsner u. K.J. von Oy*: Voruntersuchung zur Körnerkonservierung in Salzlösungen. Grndl. Landtechnik Bd. 31 (1981) Nr. 5, S. 154/60.
- [4] *Ghate, S.R. u. W.K. Bilanski*: Preservation of highmoisture corn using urea. Transactions ASAE Bd. 24 (1981) Nr. 4, S. 1047/49.
- [5] *Schmidt, L., F. Weissbach u. G. Peters*: Harnstoff als Konservierungsmittel bei der Lagerung feuchter Futterstoffe. Archiv für Tierernährung Bd. 28 (1978) Nr. 2, S. 123/39.
- [6] *Ratschow, J.P.*: Corn-Cob-Mix flüssig im Hochsilo konservieren? Top agrar (1982) Nr. 3, S. 116/17.
- [7] *Ratschow, J.P. u. W. Zähres*: Corn-Cob-Mix lagern und flüssig verfüttern. Landtechnik Bd. 37 (1982) Nr. 5, S. 258/60.
- [8] *Zimmer, E., H. Honig, P. Daniel u. F. Weise*: Umsetzung bei Körner- und Maisschrotsilagen unter verschiedenen silier-technischen Bedingungen. Das wirtschaftseigene Futter Bd. 19 (1973) H. 3, S. 204/21.
- [9] ● *McDonald, P.*: Silage fermentation. In: Forage conservation in the 80's. Occasional Symposium No. 11, British grassland society, Brighton 1979, S. 67/74.
- [10] *Meiering, A.G. u. F.W. Bakker-Arkema*: Kurzzeitlagerung von feuchtem Handelsgetreide unter Luftabschluß. Landtechnische Forschung Bd. 15 (1965) Nr. 6, S. 192/200.
- [11] ● *McDonald, P.*: The biochemistry of silage. Chichester, New York, Brisbane, Toronto: John Wiley & Sons, 1981.
- [12] *Theune, H.H.*: Gaschromatographische Bestimmung der kurzkettigen Fettsäuren einschließlich Äthanol und Milchsäure aus Gärfutter — ein Methodenvergleich. Landw. Forschung Sonderheft Nr. 35 (Kongreßband 1978) S. 540/47.