

Es ist zu wünschen, daß Eigenschaften des Funktionsverlaufes für den Zusammenhang zwischen den Variablen (Steilheit, Krümmung) auch bei der Konstruktion der Maschinen an Bedeutung gewinnen. Es ist dabei unabweisbar, daß die Versuche zur Stabilisierung einer Größe in dem komplexen Prozeßfeld abgewogen werden müssen, in dem nach bestimmten Zielstellungen eine Optimierung durchzuführen ist. Darum ist es z.B. beim Pflügen nicht unbedingt vorteilhaft, die Schwankungen der Zugkraft zu reduzieren, weil daraus wahrscheinlich eine ungleichmäßige Arbeitstiefe folgt, was z.B. unter ackerbaulichen Aspekten als unerwünscht gelten kann.

Allgemein kann festgestellt werden, daß die hier vorgestellte Methode geeignet ist für die Analyse, Projektierung und Untersuchung von unterschiedlichsten Wirkungen, die zwischen miteinander in engem Zusammenhang stehenden Variablen bestehen. Im Komplex dieser Zusammenhänge wurde sowohl qualitativ als auch quantitativ gezeigt, welche Bedeutung den Schwankungen der unabhängigen Variablen für den Erwartungswert der abhängigen Variablen zugemessen werden kann.

Schrifttum

Bücher sind durch • gekennzeichnet

- [1] • *Jofinov, S.A.*: *Explotacia maschino-traktornovo parka*. Moskau: Kolos 1974.
- [2] *Skarlet, A.F. u. I.I. Gelman*: *Vlijanije njeravnomerosti momenta sovprotivlenija na tjavovije pokasateli traktorov. Traktory i sel'hozmasiny* (1978) Nr. 1, S. 7/9.
- [3] *Kawamura, N.*: *Performance of draft position control system*. Research Report of Agricultural Machinery 1984/14, Kyoto University, Kyoto, Japan.
- [4] • *Fekete, A.*: *Durchsatzregelung von Mähdreschern*. Budapest: Akademiai Kiado 1985, S. 1/85.
- [5] *Fekete, A.*: *Optimaler Lastbereich des Traktormotors*. Jarmüvek, Mezögazdasági Gepek, Budapest (1987) Nr. 8, S. 289/91.
- [6] • *Korn, G.A. u. T.M. Korn*: *Mathematical handbook for scientists and engineers*. Ungar. Ausgabe: Budapest: Műszaki Könyvkiado 1973.

Beurteilung von neuen Futtergetreide-Feuchtkonservierungsverfahren mit biochemischem Wirkprinzip

Von Thomas Jungbluth und Gabriele Schneider, Stuttgart-Hohenheim, sowie Ekkehard Fiedler, Rheinstetten-Forchheim*)

DK 664.8.032:664.8.035.7:664.8.039.7:636.084

Zur Feuchtgetreidekonservierung werden neben der Lagerung ganzer Körner im gasdichten Hochsilo zunehmend Verfahren wie Einlagerung von Getreideschrot unter Wasserzusatz im gasdichten Hochsilo und Einlagerung von Getreideschrot im Fahrsilo in der Praxis eingesetzt. Diese Verfahren sind noch weiter zu entwickeln. In praktischen Lagerungs- und Fütterungsversuchen zeigte sich, daß auch diese neueren Verfahren für die Konservierung grundsätzlich geeignet sind und ein hochwertiges Futter für Mastschweine erzeugt werden kann.

1. Einleitung

Zunehmende Verwertung von Getreide in der Fütterung, sinkende Getreidepreise und steigende Energiekosten haben zur Verbreitung von Feuchtkonservierungsverfahren geführt.

Bei den chemischen Verfahren wird durch Einsatz von Propionsäure oder Harnstoff eine pH-Wert-Verschiebung im Futterstock bewirkt, wodurch für die Mikroorganismen ungünstige Bedingungen geschaffen werden [1]. Zusätzlich werden durch die bakterizide bzw. fungizide Wirkung Mikroorganismen abgetötet. Nachteilig können sich bei diesen Verfahren die hohen variablen Kosten auswirken.

*) Dr. T. Jungbluth ist Akademischer Rat, Dipl.-Ing. agr. G. Schneider ist wissenschaftliche Angestellte am Institut für Agrartechnik, Fachgebiet Verfahrenstechnik in der Tierproduktion und landwirtschaftliches Bauwesen (Leiter: Prof. Dr. Th. Bischoff) der Universität Hohenheim; Dr. E. Fiedler ist Leiter der Landesanstalt für Schweinezucht in Rheinstetten-Forchheim

Das Wirkprinzip der biochemischen Feuchtkonservierungsverfahren beruht auf der Veratmung des Restsauerstoffs im Behälter und der Bildung einer CO₂-Atmosphäre bzw. bei höheren Feuchten auf einer Milchsäurebildung und damit einhergehender pH-Wert-Absenkung. Das bekannteste Verfahren ist die Lagerung ganzer Körner im gasdichten Hochsilo, ein Verfahren, mit dem erntefeuchtes Getreide sicher konserviert werden kann und dessen Konservat eine gute Futterqualität aufweist [2].

In den letzten Jahren wurde als neues Verfahren die Einlagerung geschroteten Materials unter Wasserzusatz entwickelt. Dieses Verfahren bietet sich für Schweinemastbetriebe an, die Getreide oder CCM flüssig verfüttern [3 bis 6]. Für CCM hat die Flüssigkonservierung schon eine gewisse Verbreitung in der Praxis gefunden, für Getreide aber ist sie noch im Erprobungsstadium [7].

Ein weiteres Verfahren ist die Lagerung geschroteten Getreides im Fahrsilo. Eine Lagerung von Getreideschrot im Holzhochsilo wurde bisher noch nicht erprobt. Da bei diesen Verfahren der nicht gasdichten Lagerung während der Entnahme Luftzutritt an die Gutoberfläche möglich ist, wird das Getreide sofort nach der Ernte geschrotet und kann bis zu einem Feuchtegehalt von 20 % ohne Propionsäurezusatz konserviert werden. Teilweise wird, wenn mit einem höheren Feuchtegehalt als 20 % eingelagert wird, ein Propionsäurezusatz zur Sicherung empfohlen [8, 9].

Für die Verwertung durch Mastschweine ist neben dem Nährstoffgehalt die Schrotfeinheit eine wichtige Einflußgröße. Bei Trockengetreide werden optimale Mastleistungen erreicht, wenn 80 % der Partikel kleiner als 1 mm sind [10]. Für Feuchtgetreide liegen zur optimalen Partikelgröße noch keine ausreichenden Kenntnisse vor, einige Arbeiten weisen darauf hin, daß auch eine gröbere Zerkleinerung tolerierbar ist [11 bis 14].

Bei erntefeuchtem Getreide kann die geforderte Zerkleinerung (80 % der Partikel kleiner als 1 mm) bei ausreichend hohen Durch-

sätzen (8 t/h) nur mit extrem hohen Antriebsleistungen der Mühlen erreicht werden. Bis zu einem Feuchtegehalt von 20 % wird ein spezifischer Leistungsbedarf von 18–20 kW/(t/h) benötigt, der Durchsatz liegt bei ca. 5 t/h. Bei höheren Feuchten als 20 % steigt der spezifische Leistungsbedarf auf 25 kW/(t/h) an, der Durchsatz fällt auf 2–2,5 t/h ab [8, 9, 15].

Weitere Arbeiten sind notwendig zur Erhöhung der Einlagerungsleistung und Senkung des Energiebedarfs. Ebenso liegen bisher wenige Daten über den Konservierungsverlauf und die auftretenden Trockensubstanzverluste vor.

2. Aufgabenstellung

Zur Beurteilung der Feuchtgetreidekonservierungsverfahren und zur Erarbeitung abschließender Empfehlungen soll unter praktischen Bedingungen der Konservierungsverlauf, aber auch die Höhe der Trockensubstanzverluste ermittelt werden. Gleichzeitig wird auch eine Beurteilung hinsichtlich der technischen Funktionsfähigkeit angestrebt. In Fütterungsversuchen soll untersucht werden, ob mit feuchtkonserviertem Getreide gleiche Mast- und Schlachtleistungen erzielt werden können wie mit Trockengetreide und ob die Mahlfeinheit Einfluß auf die Mast- und Schlachtleistung hat.

3. Konservierungs- und Fütterungsversuche

3.1 Versuchsaufbau und -durchführung

Die Versuchsanlage des Instituts für Agrartechnik der Universität Hohenheim befindet sich an der Landesanstalt für Schweinezucht in Forchheim, die auch die Fütterungsversuche durchführt.

Bild 1 zeigt die Versuchsanstellung für das erste Versuchsjahr 1984/85. Als erste Variante wurde Wintergerste unmittelbar nach der Ernte unvermahlen mit einer Erntefeuchte von 28 % in einen gasdichten Stahlhochsilo eingelagert. Bei der zweiten Variante wurde dasselbe Material mit einer Hammermühle vermahlen (50 % der Partikel kleiner als 1 mm) und anschließend in einer Anteigstation mit Wasser zu einem Brei mit 59 % Feuchtegehalt vermischt und mittels einer Exzenterpumpe über eine flexible Leitung in den gasdichten Silo gefördert.

Zur Ermittlung des Konservierungsverlaufs wurden in bestimmten zeitlichen Abständen Proben entnommen und von der Landwirtschaftlichen Untersuchungs- und Forschungsanstalt Karlsruhe-Augustenberg untersucht, und zwar:

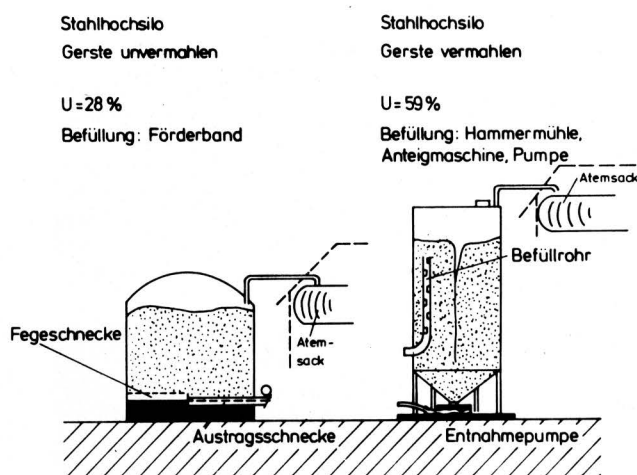


Bild 1. Versuchsanstellung im Versuchsjahr 1984/85.

- wöchentlich
 - Trockensubstanzgehalt
 - Qualitative Gärgasbestimmung
- monatlich
 - Siebanalyse
 - pH-Wert
 - Gärsäure- und Alkoholgehalt
- vierteljährlich
 - Weender Analyse
 - Bakterien- und Pilzkeimzahlen
 - Aminosäuregehalt.

Um die Höhe der Trockensubstanzverluste zu ermitteln, wurde die Masse bei der Einlagerung des Erntegutes und später bei der täglichen Entnahme des Konservats zur Fütterung bestimmt.

Für den Fütterungsversuch wurden die im gasdichten Hochsilo eingelagerten unzerkleinerten Körner auf zwei verschiedene Korngrößen geschrotet. Die feine Zerkleinerung (80 % kleiner als 1 mm) entsprach der Partikelgröße des Trockengetreides, die grobe Zerkleinerung (50 % kleiner als 1 mm) entsprach der Partikelgröße der flüssigkonservierten Gerste. Es ergaben sich somit vier Futtervarianten:

- Trockengetreide, feinvermahlen
- Gerste aus gasdichtem Hochsilo, feinvermahlen
- Gerste aus gasdichtem Hochsilo, grobvermahlen
- unter Wasserzusatz konservierte Gerste, grobvermahlen.

In den Fütterungsversuchen wurden jeweils vier Schweine (Kreuzung Pietrain x Deutsches Landschwein) pro Bucht als kleinste Versuchseinheit im Mastabschnitt 35–100 kg geprüft. Für jede der vier Varianten wurden 10 Wiederholungen als geschlossene Blöcke aufgestellt und ausgewertet. Die Tiere wurden zweimal täglich flüssig satt rationiert im Trog gefüttert [16].

Im darauf folgenden Versuchsjahr wurden die beiden Verfahren mit Weizen durchgeführt, **Bild 2**. Zusätzlich wurde der Prototyp eines gasdichten Trevirasilos eingesetzt. Die Einlagerungsfeuchte betrug bei der Einlagerung der ganzen Körner in den gasdichten Hochsilo 20 % und in den Trevira-Silo 23 %. Bei der Flüssigkonservierung (Feuchtegehalt 52 %) wurde ein Milchsäurebakterien-Enzym-Silierungsmittel eingesetzt mit dem Ziel, einen zügigen Konservierungsverlauf zu erreichen und ein früher beobachtetes Entmischen von Wasser und Getreidebrei zu verhindern.

Die Fütterungsversuche konnten nur mit zwei Varianten – 1. Trockengetreide, feinvermahlen, und 2. Weizen aus dem gasdichten Hochsilo, grobvermahlen – durchgeführt werden, da eine gezielte Entnahme und Verfütterung nur beim gasdichten Hochsilo möglich war.

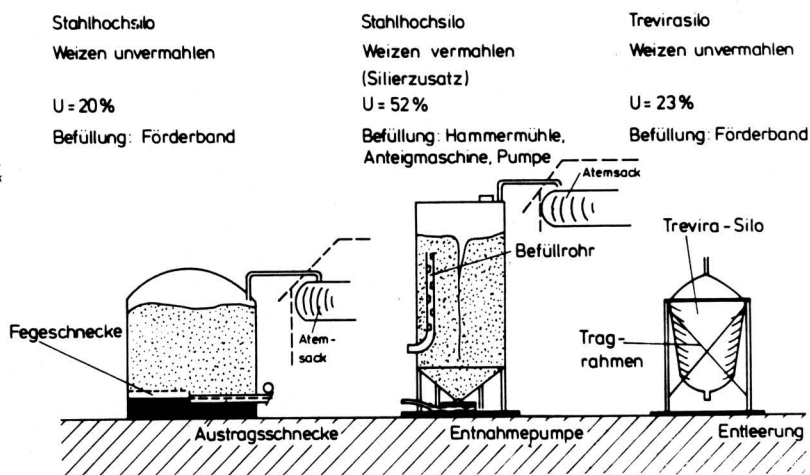


Bild 2. Versuchsanstellung im Versuchsjahr 1985/86.

Im letzten Versuchsjahr 1986/87 wurde Weizen in sogenannten nicht gasdichten Behältern konserviert mit den drei Varianten (Bild 3):

- Einlagerung von Schrot in einen Holzhochsilo
- Einlagerung von Schrot in einen Fahrsilo
- Einlagerung von Schrot in einen Fahrsilo bei Zusatz von 0,45 % Propionsäure.

Der Weizen mit einer Erntefeuchte von 18 % wurde vor der Einlagerung in den Holzhochsilo und in die eine Hälfte des Fahrsilos mit Hilfe einer Gebläsehammermühle bzw. Hammermühle grob vermahlen (56 % der Partikel kleiner als 1 mm). Die zweite Hälfte des Fahrsilos wurde mit Weizenschrot befüllt, der mit 0,45 % Propionsäure behandelt war. Das Fahrsilo wurde vollständig mit Folie ausgelegt und die Abdeckfolie mit Sand beschwert. Zusätzlich wurde bei der unbehandelten Hälfte der Futterstock am Rand des Fahrsilos mit Propionsäure abgegossen, diese Maßnahme wurde ebenfalls bei der Futteroberfläche im Holzhochsilo durchgeführt, um schädlichen Reaktionen entgegenzuwirken.

Bei den Fütterungsversuchen wurde neben dem Feuchtgetreide aus den drei Konservierungsverfahren zum Vergleich Trockenge- treide eingesetzt.

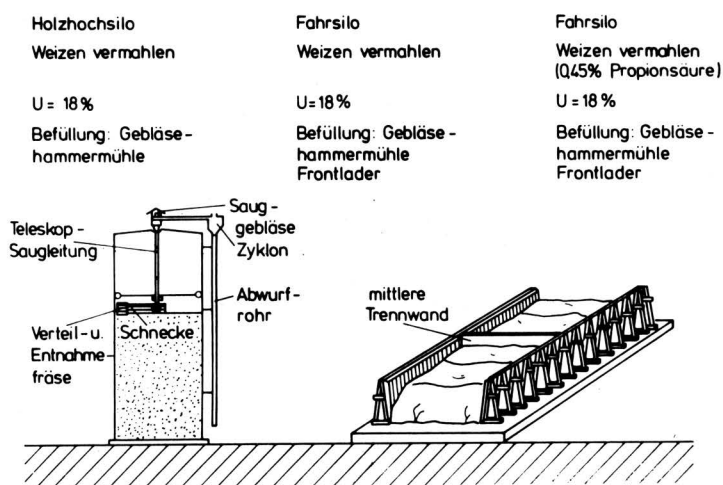


Bild 3. Versuchsanstellung im Versuchsjahr 1986/87.

3.2 Ergebnisse

Die Ergebnisse werden anhand der Trockensubstanzverluste, des Gehaltes an Gärssäuren und des pH-Wertes vorgestellt. **Tafel 1** zeigt die Ergebnisse der Konservierungsversuche mit Gerste aus dem ersten Versuchsjahr. Die Trockensubstanzverluste liegen bei der Flüssigkonservierung mit 6,5 % dreimal so hoch wie beim Verfahren mit ganzen Gerstenkörnern aus dem gasdichten Hochsilo, (2,1 %). Dies ist auf den mit dem hohen Einlagerungsfeuchtegehalt verbundenen raschen und intensiven Gärvorgang zurückzuführen: Es wurde – bezogen auf Trockensubstanz – ein Gehalt an Milchsäure von 5,9 %, an Essigsäure von 1,2 % und an Alkohol von 3,5 % nachgewiesen. Der pH-Wert lag dementsprechend niedrig bei 3,5. Bei der Konservierung ganzer Körner im gasdichten Hochsilo stellte sich aufgrund der relativ hohen Einlagerungsfeuchte (28 %) ein pH-Wert von 4,4 ein, der Gehalt an Milchsäure und Essigsäure lag jeweils unter 1 %.

Die Versuchsergebnisse mit Weizen im zweiten Versuchsjahr sind in **Tafel 2** aufgeführt. Bei der Variante mit Wasserzusatz wurden 2,33 % Milchsäure, 0,55 % Essigsäure und 1,1 % Alkohol, bezogen auf die Trockensubstanz, gebildet, der pH-Wert lag daher bei 3,8. Dagegen betrug bei der Variante ohne Wasserzusatz der pH-Wert 6,1, hier konnten – bezogen auf Trockensubstanz – nur geringe Konzentrationen an Milchsäure (0,26 %), Essigsäure (0,2 %) und Alkohol (0,43 %) nachgewiesen werden.

Konservierungsverfahren	Verlust an Trockensubst. %	pH-Wert
Gasdichter Hochsilo Gerste, ungeschrotet	2,1	4,4
Mit Wasserzusatz Gerste, geschrotet	6,5	3,5

Tafel 1. Ergebnisse der Konservierungsversuche im Versuchsjahr 1984/85.

Konservierungsverfahren	Verlust an Trockensubst. %	pH-Wert
Gasdichter Hochsilo Weizen, ungeschrotet	4,7	6,1
Mit Wasserzusatz Weizen, geschrotet	–	3,8
Trevira-Silo Weizen, ungeschrotet	–	6,3

Tafel 2. Ergebnisse der Konservierungsversuche im Versuchsjahr 1985/86.

Die Einlagerung ganzer Körner im gasdichten Hochsilo funktioniert sowohl bei Gerste als auch bei Weizen problemlos und ermöglicht eine verlustarme Lagerung. Hier wurden Trockensubstanzverluste in Höhe von 4,7 % ermittelt, bei den anderen beiden Varianten konnten die Trockensubstanzverluste nicht bestimmt werden, da keine geregelte Entnahme und Fütterung möglich war. Der Versuch mit der Lagerung ganzer Körner im Trevira-Silo mußte nach ca. acht Wochen aufgrund eines konstruktiven Fehlers dieses Behälters abgebrochen werden.

Beim flüssigkonservierten Material trat eine extreme Trennung zwischen groben und feinen Partikeln auf. Trotz Silierzusatz war die Schichtung besonders stark ausgeprägt; oben befand sich eine Wasserschicht, unten zum Auslauf hin setzte sich eine plastische, nicht fließende, stichfeste Masse mit ca. 44 % Feuchtegehalt ab, in der Mitte sammelte sich ein dünnflüssiger Brei. Eine Entnahme mit der Pumpe war nicht mehr möglich, und der Versuch mußte vorzeitig abgebrochen werden.

Der Entmischungsvorgang ist abhängig von der Gutart und der Einlagerungsfeuchte des Getreides. Ist die Einlagerungsfeuchte höher als die Feuchte bei Wassersättigung des Getreides, kommt es zur Entmischung von Brei und Wasser. Wie begleitende Laboruntersuchungen zeigten, kann Gerste deutlich mehr Wasser aufnehmen als Weizen. Die Wassersättigung von Weizen liegt bei einem Feuchtegehalt von 52,7 %, bei Gerste war erst ab einem Feuchtegehalt von 63 % eine Entmischung von Brei und Wasser festzustellen [17]. Der Flüssigkonservierung von Weizen mit einem niedrigeren Feuchtegehalt als 52 % sind andererseits Grenzen gesetzt, da der Getreidebrei erst ab einem Feuchtegehalt von 50 % pumpfähig ist [4, 5].

Auch im Fahrsilo und Holzhochsilo ist eine sichere Konservierung von geschrotetem Weizen möglich, **Tafel 3**. Der pH-Wert liegt aufgrund geringer Gärprozesse zwischen 4,8 und 5,3. Es konnten nur sehr geringe Milchsäurekonzentrationen nachgewiesen werden, bei der Variante ohne Propionsäure wurde bezogen auf den Trockensubstanzgehalt nur 0,05 %, bei der Variante mit Propionsäure 0,12 % ermittelt. Durch den Einsatz von Propionsäure konnten die Trockensubstanzverluste um die Hälfte auf 4 % reduziert werden.

Konservierungsverfahren	Verlust an Trockensubst. %	pH-Wert
Holzhochsilo Weizen, geschrotet	8	4,85
Fahrsilo, ohne Zusatz Weizen, geschrotet	8	5,33
Fahrsilo, mit Zusatz Weizen, geschrotet	4	4,8

Tafel 3. Ergebnisse der Konservierungsversuche im Versuchsjahr 1986/87.

Aufgrund der Luftzufuhr an den Futterstock während der Entnahme und bei hohen Außenlufttemperaturen besteht die Gefahr des Futterverderbs. Es ist daher notwendig, täglich eine bestimmte Schichtdicke zu entnehmen. Bei der Variante mit Propionsäurezusatz konnte kein Verderb festgestellt werden, ebenso war eine sichere Lagerung bis in den Sommer (11 Monate) möglich. Im Hinblick auf die Stabilisierung des Konservats und die Verlustminderung ist der Einsatz von Propionsäure sinnvoll.

Um eine sichere Lagerung in nichtgasdichten Behältern zu gewährleisten, ist ein Schroten des Getreides vor der Befüllung des Behälters notwendig. Dabei konnte trotz grober Vermahlung (50 % kleiner als 1 mm) der erstrebte Durchsatz von ca. 8 t/h mit der im Versuch verwendeten Mühle nicht erreicht werden.

Die Ergebnisse der Fütterungsversuche, **Tafel 4**, zeigen, daß die besten Mastleistungen mit Trockengetreide erreicht wurden. Mit Feuchtgetreide aus dem gasdichten Hochsilo wurden ebenfalls noch akzeptable Werte erreicht. Deutlich schlechter waren die Mastleistungen der Schweine, die mit flüssigkonservierter Gerste gefüttert wurden. Die schlechtere Leistung wird hauptsächlich durch eine mangelnde Akzeptanz des Futters durch die Mastschweine verursacht, die durch den niedrigen pH-Wert von 3,5 zu erklären ist. Außerdem war hier eine deutlich schlechtere Schlachtkörperqualität festzustellen. Als Ursache für die verminderte Mast- und Schlachtleistung kommt bei energetisch gleichwertigem Futter eine Lysinunterversorgung in Betracht. Analysen zeigten, daß bei der flüssigkonservierten Gerste der Lysingehalt um 50 %, bei der feuchtkonservierten Gerste um 30 % des Ausgangsgehaltes zurückgegangen war.

Hinsichtlich der Mahlfeinheit konnte bei der Verfütterung von Feuchtgetreide kein signifikanter Einfluß auf die Leistung festgestellt werden.

Konservierungsverfahren	Mastdauer Tage	Zunahme g/Tag	Futterverwertung kg/kg
Trockenlagerung Gerste, fein – geschrotet	83,9	775	2,88
Gasdichter Hochsilo Gerste, fein – geschrotet grob – geschrotet	90,2	721	3,10
	88,7	733	3,04
Mit Wasserzusatz Gerste, grob geschrotet	99,4	654	3,21

Tafel 4. Ergebnisse der Fütterungsversuche im Versuchsjahr 1984/85.

Die Fütterungsversuche im zweiten Versuchsjahr 1985/86, **Tafel 5**, zeigten, daß mit der Verfütterung von grob vermahlenem Feuchtweizen aus dem Hochsilo annähernd gleiche Mastleistungen erreicht werden können wie mit fein vermahlenem Trockenweizen, wobei die geringfügig schlechtere Leistung vermutlich wieder auf einen Lysinabbau zurückzuführen ist.

In den Fütterungsversuchen des Versuchsjahrs 1986/87 wurde wegen des möglichen verminderten Lysingehalts im Konservat ein Ergänzungsfutter mit höherem Lysinanteil eingesetzt.

Konservierungsverfahren	Mastdauer Tage	Zunahme g/Tag	Futterverwertung kg/kg
Trockenlagerung Weizen, fein – geschrotet	85,2	763	2,86
Gasdichter Hochsilo Weizen, grob – geschrotet	86,9	748	2,95

Tafel 5. Ergebnisse der Fütterungsversuche im Versuchsjahr 1985/86.

Zwischen den einzelnen Futtermitteln aus den verschiedenen nicht gasdichten Behältern und dem Trockenweizen, **Tafel 6**, konnten keine signifikanten Unterschiede bezüglich Mast- und Schlachtleistung festgestellt werden. Bei der Verfütterung von grob vermahlenem Feuchtgetreide (50 % der Partikel kleiner als 1 mm) trat gegenüber dem fein vermahlenen Feuchtgetreide (80 % der Partikel kleiner als 1 mm) keine Verschlechterung der Leistung ein.

Konservierungsverfahren	Mastdauer Tage	Zunahme g/Tag	Futterverwertung kg/kg
Trockenlagerung Weizen, fein – geschrotet	84,3	747	2,86
Holzhochsilo Weizen, grob – geschrotet	83,7	740	2,90
Fahrsilo, ohne Zusatz Weizen, grob – geschrotet	84,0	749	2,83
Fahrsilo, mit Zusatz Weizen, grob – geschrotet	85,6	729	2,93

Tafel 6. Ergebnisse der Fütterungsversuche im Versuchsjahr 1986/87.

5. Zusammenfassung

Konservierungs- und Fütterungsversuche brachten weitere Kenntnisse zum Konservierungsverlauf, zur technischen Funktionsfähigkeit der Verfahren und zur Verwertung des Konservats in der Schweinemast.

Grundsätzlich sind alle geprüften Verfahren zur Konservierung von Feuchtgetreide geeignet. Das Verfahren der Einlagerung ganzer Getreidekörner in gasdichte Hochsilos funktioniert problemlos und ist bereits in der Praxis eingeführt. Die Trockensubstanzverluste sind sehr niedrig. Die Flüssigsilierung ist derzeit noch in

der Anwendung beschränkt wegen des Entmischungsverhaltens und der Restentleerung. Eine sichere Lagerung von erntefeuchtem Getreide im Flachsilo ist möglich, wenn täglich bestimmte Mindestmengen entnommen werden. Durch den Einsatz von Propionsäure können die Verluste vermindert und das Konservat stabilisiert werden.

Die verfahrenstechnische Beurteilung zeigte, daß das Schrotten der Körner den größten Engpaß darstellt. In diesem Zusammenhang ist es günstig, daß für die Fütterung von Feuchtgetreide eine gegenüber Trockengetreide gröbere Zerkleinerung ausreicht.

Mit der Verfütterung von Feuchtgetreide an Mastschweine können ebenso gute Mast- und Schlachtleistungen erzielt werden wie mit Trockengetreide. Dabei sollte das Ergänzungsfutter einen höheren Lysinanteil aufweisen, da mit einem geringeren Lysingehalt im Konservat zu rechnen ist.

Schrifttum

- [1] Lotz, A.: Feuchtgetreidekonservierung durch chemische Zusätze. Grundl. Landtechnik Bd. 33 (1983) Nr. 5, S. 148/52.
- [2] Riemann, U.: Das Arbeitsverfahren Feuchtgetreidesilage. KTBL-Berichte über Landtechnik Nr. 90 (1965).
- [3] Jungbluth, T. u. M. Dederer: Verfahrenskennwerte der Konservierung von Feuchtgetreide in gasdichten Behältern und unter Wasserzusatz. KTBL-Schrift Nr. 312, S. 121/36.
- [4] Oh, I.-H.: Verfahren der Flüssigkonservierung von Getreide und Mais. Diss. Univ. Kiel 1985.
- [5] Oh, I.-H. u. H.J. Heege: Fließeigenschaften von Corn-Cob-Mix sowie Pumpleistung bei der Flüssigkonservierung. Grundl. Landtechnik Bd. 37 (1987) Nr. 2, S. 47/53.
- [6] Lotz, A. u. K.J. von Oy: Zur Beurteilung der Konservierung von Körnerfrüchten unter Wasserzusatz. Grundl. Landtechnik Bd. 32 (1982) Nr. 6, S. 208/11.
- [7] Grimmlinger, G.: Der Stand des Verfahrens der Flüssigkonservierung von Getreide/CCM in der Praxis — Eine Umfrage unter Anwendern. Studienarbeit Inst. für Agrartechnik, Univ. Hohenheim 1986.
- [8] Jungbluth, T. u.a.: Verfahren zur Konservierung und Lagerung von Getreide. ALB-Hessen Informationsbericht Nr. 43.
- [9] Ratschow, J.-P.: Konservierung und Lagerung von Getreide in Flachsilos. RKL-Schrift 4.3.1.1.1, S. 851/72, Kiel, April 1986.
- [10] Fiedler, E.: Versuchs- und Erfahrungsbericht 1980 der Landesanstalt für Schweinezucht, Forchheim.
- [11] Livingstone, R.M. u. D.M.S. Livingston: The use of moist barley in diets for growing pigs. Anim. Prod. Bd. 12 (1970) S. 561/68.
- [12] Göransson, L. u. R.B. Ogle: Anaerobically stored high moisture cereals for growing pigs. Food Sci. Techn. Bd. 12 (1985) S. 159/69.
- [13] Wenk, C. u. J. Landis: Warum nicht Gerstensilage als Futterkomponente für Mastschweine. Schweizer landw. Monatshefte Bd. 61 (1983) Nr. 4, S. 139/42.
- [14] Thomke, S.: Einfluß des Wassergehaltes und des Zerkleinerungsgrades auf die Verdaulichkeit silierten Getreides bei Schweinen. Das wirtschaftseig. Futter Bd. 14 (1968) Nr. 2, S. 93/101.
- [15] Ringel, R., M. Estler u. J.-P. Ratschow: Mühlen zum Zerkleinern von Feuchtgetreide und Maiskorn-Spindel-Gemisch (Corn-Cob-Mix). KTBL-Arbeitsblatt Nr. 1076, Münster 1987.
- [16] Fiedler, E.: Versuchs- und Erfahrungsbericht 1985/86 der Landesanstalt für Schweinezucht, Forchheim.
- [17] Grimmlinger, G.: Verfahrenskennwerte zur Flüssigsilierung von Getreideschrot und CCM, insbesondere Entmischung und Entnahme mit und ohne Umpumpen. Diplomarbeit, unveröffentlicht, Univ. Hohenheim 1987.

Die Niederschlagsintensität bei der Impulsberechnung

Von Dietrich Voigt, Schlieben-Bornim*)

DK 631.347:621.647.7

Die Niederschlagsintensität bei der Berechnung ist eine wichtige Größe sowohl für die Wirkung der Wassergabe auf Boden und Pflanze als auch für die Auslegung der Wasserversorgung.

Für die Impulsberechnung, bei der auf der Berechnungsfläche verteilte Druckbehälter zyklisch befüllt und entleert werden, werden die Zeiten des Füll- und Entleerungsvorganges berechnet, aus denen die Intensität der Berechnung zu bestimmen ist.

1. Einleitung

Von jeher wird von der künstlichen Berechnung gefordert, daß sie hinsichtlich Tropfenfall und Niederschlagsintensität einem natürli-

*) Dr.-Ing. D. Voigt ist wissenschaftlicher Mitarbeiter des Forschungszentrums für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben-Bornim (Direktor: Prof. Dr. Algenstaedt) der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR.

chen Niederschlag (Landregen) entsprechen soll. Für die Erhaltung der Bodenstruktur und die Vermeidung von oberirdischem Abfluß und Erosion ist die Niederschlagsintensität besonders wichtig.

Unter der Niederschlagsintensität i wird die in einer Zeiteinheit t gefallene Regengabe h verstanden:

$$i = h/t \quad (1)$$

Die Regengabe h eines Regners ist der Quotient aus der verteilten Wassermenge V und der entsprechenden berechneten Fläche A_B :

$$h = V/A_B \quad (2)$$

Durch Einsetzen von Gl. (2) in Gl. (1) ergibt sich danach für die Niederschlagsintensität:

$$i = V/(t A_B) \quad (3)$$

Die Niederschlagsintensität eines Regners hängt entscheidend von seiner technischen Gestaltung ab. Einfache Standregner, die aus einer feststehenden Düsenöffnung ununterbrochen die gleiche Fläche beregnen, haben eine außerordentlich hohe Niederschlagsintensität, so daß sie für viele Einsatzbereiche nicht geeignet sind.