

# Lagerung und Konservierung von Quadergroßballen aus Halmgut

Dr. agr. H. Stromeyer, Forschungszentrum für Mechanisierung und Energieanwendung in der Landwirtschaft Schlieben der AdL der DDR

In Vorbereitung der geplanten Einführung des Quadergroßballenverfahrens in die Landwirtschaft der DDR wurden in Zusammenarbeit mehrerer Forschungseinrichtungen der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften und der Landmaschinenindustrie mehrjährige Untersuchungen zur Lagerung und Konservierung der Ballen durchgeführt. Diese Untersuchungen konzentrierten sich auf folgende Schwerpunkte:

- Einfluß des Verdichtungsgrades auf die Qualität von Stroh- und Heuballen während der Lagerung
- Konservierung von feuchten Stroh- und Heuballen unter Zugabe von Konservierungsmitteln
- Witterungsschutz von Großballenstapeln
- Silierung von Quadergroßballen unter Luftabschluß.

Nachstehend werden die wesentlichen Ergebnisse vor allem aus der Sicht der Strohlagerung und -konservierung dargestellt.

## 1. Einfluß des Verdichtungsgrades auf die Qualität von Quadergroßballen aus Stroh während der Lagerung

Ziel der Untersuchungen war die Ermittlung der jeweils maximal zulässigen Gutfeuchte beim Pressen zur Verhinderung des inneren Verderbs (Schimmel- und Fäulnisbildung). Dazu wurde eine Vielzahl von Großballen aus erntefrischem bzw. durch Tau oder leichten Regen gleichmäßig rückbefeuchtem Stroh im interessierenden Bereich der Gutfeuchte von 14 bis 25% genutzt. Für jeden Ballen erfolgten während der Lagerung über mehrere Wochen oder Monate umfangreiche Messungen zum Temperaturverlauf sowie zu mykologischen, bakteriologischen und biochemischen Veränderungen im Stroh. Sensorische Einschätzungen, Fütterungsversuche und toxikologische Tests rundeten die Arbeit ab. Eindeutig zeigte sich, daß mit zunehmender Ballendichte die zulässige Einlagerungsgutfeuchte des Strohs verringert werden muß (Bild 1). Zur Verhinderung innerer Verderbserscheinungen während der Lagerung darf die Einlagerungsgutfeuchte der für die Verfütterung vorgesehenen Großballen folgende Werte nicht übersteigen:

- 18 bis 19% bei einer Dichte von 100 kg/m<sup>3</sup>
- 17% bei einer Dichte von 150 kg/m<sup>3</sup>
- 15 bis 16% bei einer Dichte von 200 kg/m<sup>3</sup>.

Mit zunehmender Ballendichte erhöhen sich auch die durch Einregnung bei Lagerung im Freien verursachten Qualitätsverluste (stark verringerte Durchlüftung und Rücktrocknung).

## 2. Konservierung von feuchten Strohballen unter Zugabe von Konservierungsmitteln

Bei den in der DDR angestrebten Großballendichten von 150 bis 160 kg/m<sup>3</sup> sind die abgeleiteten höheren Anforderungen an den Trockensubstanzgehalt des Strohs für den praktischen Einsatz nicht unproblematisch. Da zur effektiven Auslastung der leistungsfähigen und relativ teuren Großballenpressen

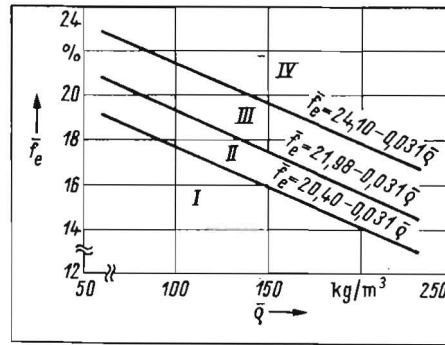


Bild 1. Qualitätsbeeinträchtigung von verdichteten Quadergroßballen aus Stroh in Abhängigkeit von Gutdichte  $\bar{q}$  und Einlagerungsgutfeuchte  $t_e$ :

- I keine Qualitätsbeeinträchtigung während der Lagerung ( $t_{max} < 30^\circ C$ )
- II noch gute bis befriedigende Lagerungsqualität ( $t_{max} = 45 \dots 55^\circ C$ )
- III leichte Qualitätsbeeinträchtigungen ( $t_{max} = 45 \dots 55^\circ C$ )
- IV mittlere bis starke Qualitätsbeeinträchtigungen ( $t_{max} > 55^\circ C$ )

eine hohe tägliche und jährliche Einsatzzeit angestrebt werden muß, sind Verfahrenslösungen von Bedeutung, die darüber hinaus eine Verarbeitung von noch feuchterem Erntegut (Gutfeuchte > 20% bei ungenügender Abtrocknung der Strohschwaden nach dem Mähdrusch oder bei Rückbefeuchtung durch Regen oder Tau) zulassen.

Das Ziel der Forschungsarbeiten bestand darin, zweckmäßige Konservierungsmittel zur Gewährleistung einer sicheren aeroben Lagerung feuchter Quadergroßballen aus Stroh auszuwählen, die erreichbaren Konservierungseffekte bei unterschiedlichen Einsatzbedingungen nachzuweisen, ein geeignetes Applikationsverfahren abzuleiten und die notwendige Applikationstechnik zu entwickeln. Angestrebt wurden die Eignung des Konservierungsverfahrens und der Applikationstechnik auch für Feuchtheu und möglichst die Futterwertverbesserung des Strohs durch Strohaufschluß in Verbindung mit dem Einsatz der Konservierungsmittel.

Grundlagenuntersuchungen mit verschiedenen chemischen Konservierungsmitteln (u. a. niedermolekulare Fettsäuren und ihre Salze, Formaldehyd, speziell in der DDR entwickelte chemische Mittel wie Ethexen und Formafit) ließen in Übereinstimmung mit mehreren ausländischen Versuchsanstellern erkennen, daß letztlich nur Ammoniak (NH<sub>3</sub>) als Konservierungsmittel für Stroh und Heu überzeugen konnte. Die besten konservierungstechnischen und technologischen Voraussetzungen wies Futterharnstoff auf (mit NH<sub>3</sub> als konservierungswirksame Substanz). Vorteile gegenüber der Applikation von gasförmigem oder flüssigem Ammoniak bestehen eindeutig in der besseren Langzeitwirkung und dem möglichen Verzicht auf eine Umhüllung der Ballen mit Folie während der Lagerung. In mehrjährigen Grundlagenuntersuchungen wurden die mit Harnstoff er-

reichbaren Konservierungs- und Aufschlußeffekte unter verschiedenen Einsatzbedingungen nachgewiesen (u. a. mit umfangreichen mykologischen, bakteriologischen und biochemischen Untersuchungen sowie 52 In-vivo-Verdauungsversuchen an Schafen). Die Anwendungsforschung konzentrierte sich auf die Entwicklung von technischen Lösungen zur Applikation von granuliertem Futterharnstoff sowie Harnstofflösung in Verbindung mit dem Einsatz der Quadergroßballenpressen und den Nachweis der erreichten Effekte. Die Applikation erfolgte in der Zuführstrecke der Presse oder auf den Schwaden.

Als Resultat der Untersuchungen können folgende wesentliche Ergebnisse aufgeführt werden:

- Bei Einhaltung der notwendigen Mindestdosis und gleichmäßiger Verteilung c Futterharnstoffs im Prozeß der Ballenherstellung konnten Quadergroßballen aus feldgetrocknetem und rückbefeuchtem Stroh mit einem Wassergehalt bis 50% (im untersuchten Trockensubstanz-Dichtebereich von 80 bis 200 kg/m<sup>3</sup>) einwandfrei und mit hoher statistischer Sicherheit langzeitkonserviert werden. Gesonderte Maßnahmen zur Bedeckung der Einzelballen und Ballenstapel (außer Regenschutz) waren dabei nicht erforderlich. Die notwendige Dosis betrug rd. 0,1% Harnstoff je 1% Wassergehalt des Strohs (Tafel 1). Dabei wurden Schimmel- und Fäulnisercheinungen sicher verhindert.
- Neben dem Konservierungseffekt ist die Erzielung eines Strohaufschlußeffekts möglich. In den durchgeführten Grundlagenuntersuchungen trat dieser Strohaufschlußeffekt bei allen Getreidearten auf. Die Erhöhung der Energiekonzentration lag im Feuchtebereich von 20 bis 30% bei rd. 50 EFr, bei Strohfuchten > 30% im Mittel um 90 EFr (Einzelwerte bis 150 E je kg Trockensubstanz (Beispiel für Roggenstroh in Tafel 2).
- Vom zugesetzten Harnstoff-N verblieben

Tafel 1. Aus Versuchsergebnissen abgeleitete notwendige Harnstoffdosis (in %, auf Originalsubstanz bezogen) zur Konservierung von Quadergroßballen aus feuchtem Stroh (nach [1])

| Wassergehalt des Strohs | erforderliche Harnstoffdosis            |  |
|-------------------------|---|--|
|                         | ohne Sicherheitszuschlag S <sub>R</sub> | mit Sicherheitszuschlag S <sub>R</sub> |
| %                       | %                                       | %                                      |
| 15                      | 0,71                                    | 1,70                                   |
| 20                      | 1,12                                    | 2,10                                   |
| 25                      | 1,53                                    | 2,15                                   |
| 30                      | 1,94                                    | 2,92                                   |
| 35                      | 2,35                                    | 3,33                                   |
| 40                      | 2,76                                    | 3,74                                   |
| 45                      | 3,17                                    | 4,15                                   |
| 50                      | 3,58                                    | 4,56                                   |
| 55                      | 3,99                                    | 4,97                                   |
| $\bar{x}$               | 2,35                                    | 3,33                                   |

nach der Langzeitlagerung > 3 Monate etwa 70% im Stroh und konnten bei der Verfütterung als NPN-Supplement für die Pansenproteinsynthese genutzt werden.

- Ungünstigere Ergebnisse wurden bei der Konservierung von Feuchtheu und teilweise auch von erntefrischem Stroh erreicht, wo die o. g. Harnstoffdosis für eine sichere Konservierung nicht ausreichend war und außerdem erhöhte, die Lagerung gefährdende Temperaturen auftraten (bei Heu bis 90°C und mehr, bei erntefrischem Stroh bis > 60°C – jeweils in einzeln stehenden Ballen gemessen).
- An die Verteilgenauigkeit des Harnstoffs im Ballen bestehen hohe Anforderungen. Unter laborähnlichen Bedingungen wurde ermittelt, daß bei insgesamt ausreichender Harnstoffmenge in Ballen aus rückbefeuchtetem Stroh mit Trockensubstanzdichten von 100 bis 120 kg/m<sup>3</sup> bis zu 5 cm dicke unbehandelte Halmgutschichten vom gebildeten NH<sub>3</sub> ausreichend durchdrungen und konserviert werden können. Höhere Ballendichten, zunehmender Nährstoffgehalt und Frischegrad des gemähten Erntegutes beeinflussen den Prozeß negativ.
- Aus den durchgeführten Grundlagen- und Verfahrensuntersuchungen ergibt sich, daß gegenwärtig nur genügend abgelagertes, durch Niederschläge rückbefeuchtetes Stroh mit gleichmäßigem Wassergehalt im Schwaden (möglichst begrenzt auf 18 bis 40%) bzw. mit gleichmäßig oberflächenfeuchtem Schwadzustand (z. B. durch Taueinwirkung) die erforderlichen gutschpezifischen Voraussetzungen für eine sichere, gefährdungsarme und ökonomisch vertretbare Anwendung des Verfahrens bietet. Die Konservierung von Feuchtheu und erntefrischem Feuchstroh (mit hohem Anteil an Vegetationswasser) kann entsprechend dem gegenwärtigen Stand der Erkenntnisse nicht empfohlen werden.
- Die hohen Forderungen an die Verteilgenauigkeit des Harnstoffs im Erntegut konnten unter praktischen Einsatzbedingungen nur bei Integration einer Einmischstrecke in die Erntemaschine (in Verbindung mit vorheriger Grobzerkleinerung des Erntegutes) bzw. bei Ausbringung von Harnstofflösung auf durch Tau oder geringen Regen oberflächenfeuchte Strohschwaden realisiert werden. Dabei war sehr sorgfältige Arbeit zur Sicherung einer angepaßten masse- und feuchteabhängigen Applikationsmenge erforderlich.

Tafel 2. Aufschlußeffekt (EFr/kg TS) durch Harnstoffzusätze zur Konservierung von Quadergroßballen aus Winterroggenstroh (3jährige Untersuchungen); n Anzahl der untersuchten Ballen

| Harnstoffzusätze<br>(in % der Original-<br>substanz) | Wassergehalt der Ballen bei der Einlagerung in % |                                   |                                   |                                   |
|--|--|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
|  | < 20   | 20...30                           | 30...40                           | > 40                              |
|  | $\bar{x} = 17,6$<br>(15,0...19,8)                | $\bar{x} = 27,1$<br>(21,0...39,0) | $\bar{x} = 37,2$<br>(30,8...30,3) | $\bar{x} = 49,4$<br>(40,4...57,2) |
| $\leq 2,5$   | n = 8  | n = 4                             | n = 3                             | n. b.                             |
| $\bar{x} = 1,6$<br>(0,5...2,5)                       | $0 \pm 7$<br>(-12...8)                           | $48 \pm 38$<br>(8...99)           | $83 \pm 23$<br>(56...98)          |                                   |
| $\geq 2,5$   | n. b.  | n = 5                             | n = 8                             | n = 3                             |
| $\bar{x} = 3,6$<br>(2,6...5,1)                       |  | $55 \pm 12$<br>(36...67)          | $94 \pm 37$<br>(40...147)         | $72 \pm 48$<br>(40...128)         |

- Insgesamt rechtfertigen die erreichten Ergebnisse aus konservierungstechnischer, maschinenbautechnischer und ökonomischer Sicht noch keine Empfehlungen für eine Breitenanwendung der Applikation von Konservierungsmitteln zu Quadergroßballen für eine nachfolgende aerobe Lagerung der Ballen.
- Voraussetzungen für eine perspektivische Nutzung sind weiter verbesserte Konservierungsmittel und geeignete wissenschaftlich-technische Grundlagen für eine erntemasse- und gutfeuchtebezogene Steuerung der Applikationsmenge.

### 3. Witterungsschutz von Großballenstapeln

Die dazu in der DDR durchgeführten Untersuchungen bestätigen die aus ausländischen Literaturergebnissen bekannte Feststellung, daß Stapel aus Quadergroßballen zur Freilagerung ohne Witterungsschutz generell nicht geeignet sind. Die hohe Empfindlichkeit der Ballen gegen Niederschläge verlangt auch eine weitgehende Ausschaltung des Witterungsrisikos bei der Zwischenlagerung auf dem Feld und entsprechend eine schnelle Feldräumung nach der Ballenherstellung.

Die durchgeführten vielfältigen Versuche zur Bedeckung von Großballenstapeln mit Folie konnten nicht befriedigen. Hohe Forderungen müssen an die Folienqualität gestellt werden. Daneben sind erhebliche Aufwendungen zur Vorbereitung des Stapels notwendig (Diemen muß gewölbt sein, Spalten zwischen den Ballen müssen ausgeglichen werden) sowie zur Befestigung und Sicherung der Folie.

Unter den klimatischen und Produktionsbedingungen der DDR sollte eine längerfristige Lagerung der Ballen grundsätzlich unter

Dach erfolgen. Einfache befahrbare Bergerräume ohne feste Seitenwände bieten sich dafür an. Als beste Kompromißlösung für die mittelfristige Lagerung von Großballenstapeln im Freien bis zu 4 Monaten wurde die Bedeckung mit einer Haube aus losem Langstroh ermittelt. Diese kann mit vertretbarem Aufwand per Hand aufgebracht werden, noch günstiger ist ein sachgemäßes Überblasen durch ein fahrbares Aufsammelgebläse.

### 4. Silierung von Quadergroßballen unter Luftabschluß

Auch zur Silierung von Quadergroßballen aus Welkgut unter Folienabdeckung wurden in der DDR mehrjährige Untersuchungen durchgeführt. In diesem Beitrag sei nur darauf verwiesen, daß die erreichten Ergebnisse sowie ausländische Einsatzerfahrungen bisher keine generelle Anwendungsempfehlungen dieses Konservierungsverfahrens für die Landwirtschaftsbetriebe der DDR rechtfertigen. Die Anwendung des Quadergroßballenverfahrens bleibt deshalb gegenwärtig auf die Bergung von trockenem Stroh und in begrenztem Umfang auf die Bergung von lagerfähigem trockenem Heu beschränkt.

### Literatur

- [1] Schmidt, L.: Ergebnisse aus der Anwendung des Verfahrens zur Konservierung und zum Aufschluß von feuchtem Futterstroh mit Harnstoff. Forschungszentrum für Tierproduktion Dummerstorf – Rostock, Dissertation B 1986.

A 5859

Lieferbar in dritter, bearbeiteter Auflage

## Giftpraxis

Verkehr mit Giften in der Volkswirtschaft

Von Ing.-Chem. Fachchemiker Gerhard Schwalowsky und Ing.-Chem. Fachchemiker Karl Seyfert. Reihe Betriebspraxis. 256 Seiten, 24 Bilder, 16 Tafeln, Broschur, 20,- M; 20,- DM.

Bestellangaben: 553 691 7/Schwalowsky, Giftpraxis

VEB VERLAG TECHNIK BERLIN

Die vorliegende bearbeitete 3. Auflage enthält in übersichtlicher Form u. a. wesentliche Hinweise zur Handhabung von Giften, zum Gesundheitsschutz, zur Arbeitssicherheit und zum Brandschutz, informiert über die ordnungsgemäße Kennzeichnung und Lagerung, gibt Hinweise zur schadlosen Beseitigung von Giften und beschreibt die Arbeitsaufgaben des Giftbeauftragten sowie des Hauptgiftbeauftragten.

In einem Anhang werden ausgewählte Gifte in Form von Stoffdatenblättern vorgestellt.