

1. Problemstellung

Lagerhaltungskosten sind zusätzliche Kosten des jeweiligen Produktionsverfahrens. Deshalb sind die Verfahren der Lagerung so zu gestalten, daß ein Minimum an Nährstoffverlusten und geringste Aufwendungen an lebendiger und vergegenständlichter Arbeit erreicht werden.

Dieser für landwirtschaftliche Güter allgemein gültige Grundsatz auf das Produktionsverfahren „Heißlufttrocknung“ angewendet, bedeutet, Rationalisierungsmaßnahmen zur Verbesserung der arbeitswirtschaftlichen und ökonomischen Parameter dieses Konservierungsverfahrens nicht mit der Trocknung zu beschließen, sondern auch die sich anschließenden Verfahren des Transports, der Lagerung und der Fütterung in die Betrachtungen einzubeziehen.

Die gegenwärtig in der Praxis vorherrschende Lagerung des hochwertigen und teuren Trockengutes in Behelfslagerstätten entspricht häufig nicht den Anforderungen, die dieses Gut hinsichtlich einer verlustarmen Lagerung stellt. Eine zentrale Lagerung des Trockengutes in geeigneten Lagerstätten wird notwendig, wenn vertretbare arbeitswirtschaftliche und nährstoffökonomische Lösungen erreicht werden sollen.

2. Probleme der Standortwahl von Trockengutlagereinrichtungen

Die Zuordnung des Lagers zu den Produktionsstätten — Trockenwerk oder Stallanlage — wird die bauliche Ausführung und die Bewirtschaftung entscheidend beeinflussen. Deshalb stellt die Klärung der Standortbeziehungen zwischen dem Trockenwerk, der Lagereinrichtung für Trockengut und dem Verbraucher im landwirtschaftlichen Betrieb auch hinsichtlich der Verbindung dieser Einheiten durch zweckentsprechende Transportketten ein Kernproblem bei der Projektierung von Verfahrensvarianten des Umschlags, der Lagerung und der Fütterung von Trockengut dar.

Bild 1 zeigt die Möglichkeiten der Zuordnung des Lagers zu den Produktionsstätten Trockenwerk bzw. Stallanlage sowie die Auswirkungen auf die Gestaltung des Transport- und Förderprozesses.

Prinzipiell können drei verschiedene Standorte des Lagers genannt werden:

- Trockengutlager mit direktem Anschluß an das Trockenwerk (Var. 2)
- Trockengutlager mit direktem Anschluß an die Stallanlage (Var. 3)
- Trockengutlager keiner Produktionsstätte zugeordnet (Var. 4)

Die unter Variante 1 dargestellten Möglichkeiten der Zuordnung und des Transports beziehen sich auf den speziellen Fall, daß sich Trockenwerk und Verbrauchsanlage in einem Ort befinden. Diese konzentrierte Anordnung von Produktionsstätten wird in Zukunft einen Ausnahmefall darstellen, da die Probleme der Grünfuttersversorgung von Trockenwerken und Milchviehgroßanlagen eine territoriale Trennung erfordern.

Bei der Trennung der Standorte von Trockenwerk und Stallanlage ist es notwendig, das Trockengutlager einer dieser beiden Produktionseinheiten direkt zuzuordnen und die Eignung einzelner baukonstruktiver Varianten und Mechanisierungssysteme auf die lückenlose Einordnung der Lagereinrichtungen in die gesamte Verfahrenskette der Trockengut-Produktion, -Lagerung und Fütterung zu prüfen.

Eine indifferente Standortwahl des Lagers (s. Var. 4) widerspricht der Forderung, geschlossene Transportketten aufzu-

bauen. Bei konsequenter Einhaltung dieser Forderung ergeben sich zwei Standortvarianten für Trockengutlagereinrichtungen:

- a) Trockengutlager am Trockenwerk (Var. 2)
- b) Trockengutlager an der Stallanlage (Var. 3)

Die Entscheidung für eine der beiden genannten Varianten kann nicht generell gefällt werden, da entsprechend den Produktionsbedingungen unterschiedliche Lösungsvarianten in Frage kommen können.

Das kommt vor allem in den Bildern 2 und 3 zum Ausdruck, in denen versucht wird, die in Bild 1 für die Varianten 2 und 3 dargestellten Zusammenhänge dadurch weiter zu analysieren, daß die einzelnen technologischen Vorgänge, die das Trockengut vom Trockenwerk bis zum Verbrauchsort durchlaufen muß, genannt werden.

Im folgenden soll auf spezielle Probleme der herausgearbeiteten zweckmäßigsten Standortvarianten für Trockengutlagereinrichtungen eingegangen werden.

2.1. Standort des Lagers am Trockenwerk

Der Standort des Lagers für Trockengut am Trockenwerk bringt Vorteile, wenn mehrere Landwirtschaftsbetriebe bzw. zwischenbetriebliche Einrichtungen der Tierproduktion an der Abnahme des Trockengutes interessiert sind.

Ein zentrales Lager belastet die einzelnen Betriebe investitions- und kostenmäßig weniger und bietet günstige Voraussetzungen für die Errichtung von Lagereinrichtungen mit Lagerbedingungen, die eine verlustarme Lagerung des hochwertigen Trockengutes garantieren.

Das Trockengutlager sollte dem Trockenwerk so zugeordnet werden, daß ein Transport mit mechanischen oder pneumatischen Fördermitteln möglich wird und rentabel gestaltet werden kann. Schonende Förderung der Trockengrün-Preßlinge und kurze Transportstrecken sind dafür die wichtigsten Voraussetzungen. Aufgrund der brandschutztechnischen Bestimmungen, die das Einhalten von Mindestabständen zwischen landwirtschaftlichen Gebäuden fordern, entfällt ein direkter Anschluß des Lagers an das Trocknergebäude.

Eine kontinuierliche Beschickung des Lagers durch stationäre Förderanlagen hat folgende arbeitswirtschaftliche und organisatorische Vorteile:

- Der Aufwand an lebendiger Arbeit für den Umschlag des Trockengutes beschränkt sich auf die Überwachung der Förderanlagen und des Füllstandes im Lagerbereich und kann vom Trockenwerkpersonal übernommen werden.
- Der Abtransport des Trockengutes während der Trocknungskampagne entfällt und wird auf das Arbeitstal im Winter verlegt. Dadurch wird u. a. ein nicht zu unterschätzender organisatorisch bedingter Störfaktor (termingemäßer Abtransport des Trockengutes) ausgeschaltet.

Aufgrund der Übereinstimmung der wesentlichsten Forderungen an die Lagereinrichtung wird die Lagerung von Trockengut aus Grünfutter und Hackfrüchten in einer Halle möglich. Im Interesse einer leichteren Bewirtschaftung der Lagerhalle sollten die einzulagernden Gutformen auf Trockengrün-Preßlinge und Hackfruchtschnitzel beschränkt werden.

Zusammenfassend können folgende Vorteile, Merkmale und Probleme der beschriebenen Standortvariante genannt werden:

- Transport des Trockengutes über stationäre Förderanlagen zum Lager ohne zusätzlichen Arbeitszeitaufwand möglich
- Möglichkeit der Lagerung aller im Trockenwerk produzierten Trockengutarten
- Kapazität des Lagers abhängig von der Produktion der Trocknungsanlage

* Sektion Landtechnik der Universität Rostock (Direktor: Prof. Dr.-Ing. habil. CHR. EICHLER)

- Anzahl der Abnehmer variabel
- Lagerhallen besonders geeignet (stationäre Beschickung, mobile Entnahme)
- stationäre Beschickungseinrichtung notwendig
- kontinuierliche Beschickung, periodische Entnahme
- mobiler Transport vom Lager zum Verbraucher
- Einhaltung der Brandschutzbestimmungen bei Umschlag und Lagerung

Die bei dieser Standortvariante des Lagers möglichen Verfahrensvarianten des Transports und der Fütterung deutet Bild 2 an.

2.2. Standort des Lagers an der Stallanlage

Für die Standortwahl des Lagers an der Stallanlage gelten andere Merkmale, und es treten z. T. komplizierter zu lösende Probleme auf:

- Möglichkeit der Verbindung der Lagereinrichtung mit einem stationären Fütterungssystem durch stationäre Fördererlemente
- Behälterlagerung sinnvoll (stationäre Beschickung und Entnahme)
- in Behältern Lagerung von Trockenhackfruchtschnitzeln problematisch (Brückenbildung bei der Entnahme)
- bei Verwendung von Lagerhallen Anschluß an ein stationäres Fütterungssystem problematisch
- Kapazität des Lagers abhängig vom Trockengutverbrauch in der Anlage
- mobiler Transport vom Trockenwerk zum Lager während der Trocknungskampagne
- Probleme der Schwarz-Weiß-Trennung in den Anlagen

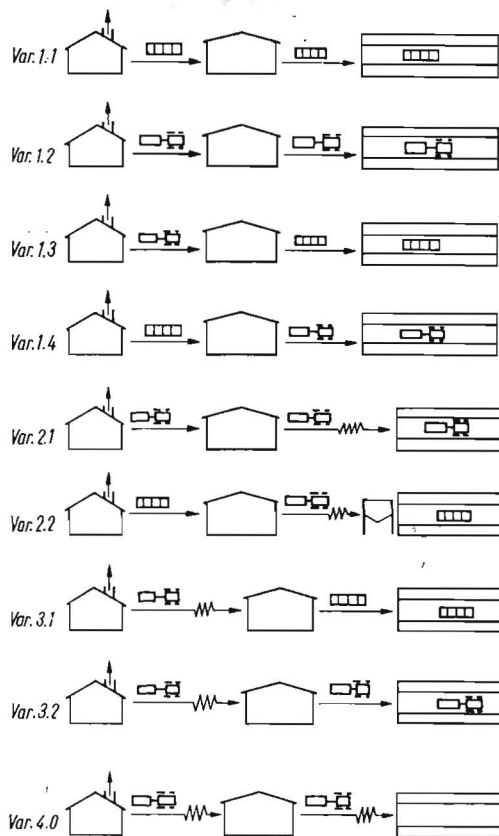
Für die Entscheidung, das Trockengut an der Stallanlage zu lagern, spricht die Möglichkeit des Aufbaus einer Mechanisierungskette vom Lager bis in die Krippe. Die dabei auftretenden vielfältigen Probleme müssen am Standort entschieden werden.

Bild 3 zeigt anhand der technologischen Vorgänge die möglichen Lösungsvarianten für den Transport und die Fütterung des Trockengutes.

In dieser Standortvariante könnte die Lagerung von Trockengrüntgut-Preßlingen in Behältern von großer Bedeutung sein, da die Möglichkeit einer punktförmigen Entnahme des Gutes aus Behältern den Anschluß an ein stationäres Dosier- und Verteilsystem in der Anlage erleichtert.

Die Bewirtschaftung von Hallen in Verbindung mit einer stationären Fütterungsmechanisierung scheint problematisch, da eine Entnahme des Trockengutes aus Lagerhallen mit stationären Mechanisierungsmitteln schwer zu realisieren ist. Um beim Einsatz von Unstetiglädern zur Entnahme eine punktförmige Übergabe zu erreichen, muß das Gut unter Beachtung der Schwarz-Weiß-Trennung in der Anlage in einen Dosier- oder Zwischenlagerbehälter transportiert oder gefördert werden.

Beim Einsatz des Futtermittelverteilungswagens zur Fütterung der Preßlinge birgt die Hallenlagerung in bezug auf Beschickung und Entnahme des Trockengutes keine besonderen technologischen Probleme.



Symbol	Erläuterung
	Trockenwerk
	Lager
	Rinderstall
	mobile Mechanisierung des Transports und der Verteilung
	stationäre Mechanisierung des Transports und der Verteilung
	Förderstrecke (kurz)
	Förderstrecke (lang)
	Silo (Zwischenlager)

Bild 1. Darstellung von Standortvarianten für Trockengutlagereinrichtungen und Möglichkeiten der Mechanisierung des Umschlages und der Fütterung

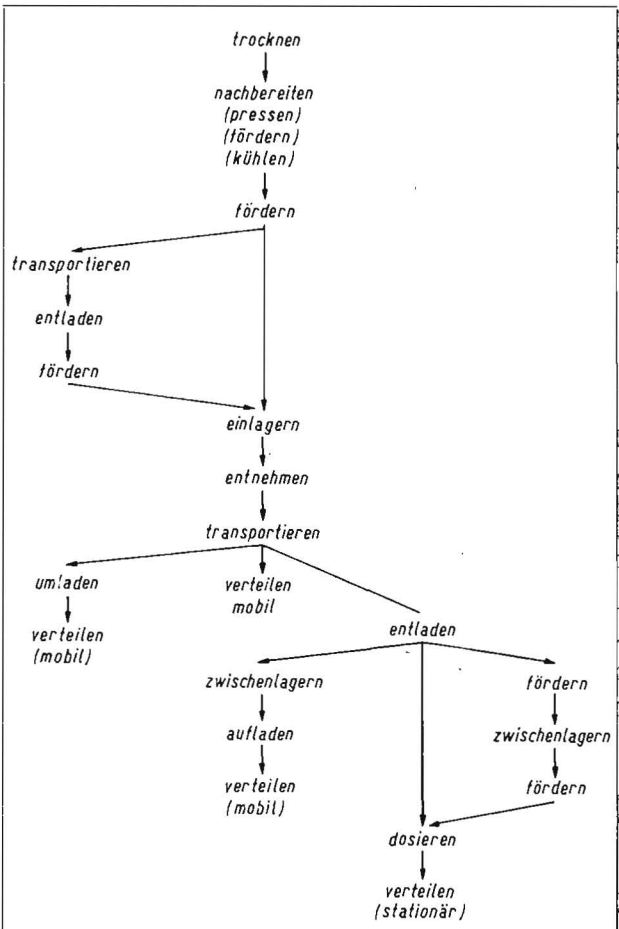


Bild 2. Durchflussschema zur Variante „Trockengutlager am Trockenwerk“: technologische Vorgänge

Eine Kombination von Behälterlagerung und mobiler Verteilung des Trockengutes widerspricht dem Streben nach dem Aufbau einheitlicher Transport- und Fördersysteme und ist daher abzulehnen.

3. Probleme der Lagerartwahl

In der Diskussion der möglichen Standortvarianten für Trockengutlagereinrichtungen wurde bereits auf einige Probleme der Lagerartwahl eingegangen.

Prinzipiell ist die Lagerung von Trockengut in Lagerhallen, in Behältern und auf Böden deckenlastiger Ställe möglich.

Die Lagerung des Trockengutes auf Böden deckenlastiger Ställe kann bei der Nutzung von Altbauten in verschiedenen Landwirtschaftsbetrieben Bedeutung erlangen. Als Problem gilt die schwierige Mechanisierung der Entnahme des Trockengutes aus dem Lagerstapel, da der Einsatz von Stetig- und Unstetiglädern nicht möglich ist. Die Entnahme bleibt deshalb bei dieser Lagerform ein Handarbeitsverfahren, das durch den Einsatz von Bandförderern erleichtert werden kann.

Für die Lagerung von landwirtschaftlichen Schüttgütern haben erdlastige Bergeräume z. Z. die größte Bedeutung. Die Ausführung als Kalt- und Dunkelbau entspricht im allgemeinen den Anforderungen, die das Trockengut an das Lagergebäude stellt. Zusätzlich ist eine Verstärkung der Außenwände mit L-Schalen vorzusehen, um den Seitendruck der Preßlinge aufzunehmen. Bei nicht verstärkten Außenwänden wird die durch das Pressen des Trockengrüngutes erzielte Lagerraumeinsparung durch einen niedrigen Raumausnutzungsgrad wieder vergeben. Andererseits ist zwischen einer anzustrebenden Mindesthöhe des Lagergutstapels und der Verminderung des Seitendrucks auf die Umwandlungen des Lagerraums ein Kompromiß zu schließen, um den baulichen Aufwand einzuschränken.

Dies trifft vor allem für Großlager zu, bei denen der Verlust an Lagervolumen im Außenwandbereich durch den Schüttwinkel bis zu $\frac{2}{3}$ der Höhe der Seitenwand im Verhältnis zum Gesamtvolumen unerheblich ist (Höhe : Breite der Lagerhalle etwa 1 : 5).

Die Möglichkeit, der Belastung der Seitenwände durch den Lagergutstapel auszuweichen, besteht in der Einhausung des aufgeschütteten Lagerstapels durch tonnenartige Bauformen (Stabnetzwerktonnen).

Tragfluthallen würden hinsichtlich des zu erreichenden Lagerklimas die günstigste Lagerform für Trockengut darstellen, sind aber für die Lagerung brennbarer Materialien nicht zugelassen.

Die durch Trockengutlagerstapel entstehende Brandbelastung läßt den Einsatz von Hallen in Leichtbauweise zur Trockengutlagerung aus brandschutztechnischer Sicht problematisch erscheinen.

Die Behälterlagerung setzt im Gegensatz zur Hallenlagerung ein Lagergut mit Schüttgutcharakter voraus. Die vergleichsweise höheren Investitionen je m^3 Lagerraum erfordern den Einsatz von Behältern auf Standorten, die durch das Erreichen eines geschlossenen Mechanisierungssystems der Entnahme und Verteilung diese Mehrausgaben gegenüber der Hallenform rechtfertigen.

Bei der Wahl der Fördermittel zur Beschickung der bekannten Siloanlagen für die Getreide- und Kraftfutterlagerung ist der schonenden Förderung der Preßlinge größte Beachtung zu schenken. Die Trockengrüngut-Preßlinge gehören zu den schwer fließfähigen Schüttgütern und neigen deshalb in Höhe des Siloauslaufs zur Brückenbildung, die durch wachsenden Anteil von Abrieb und Bröckelung verstärkt wird.

Die von der Industrie gegenwärtig angebotenen Siloanlagen K 850 sind als Endlager für Trockengut in Anlagen mit Tierkonzentrationen von mehr als 400 Tieren wegen ihres geringen Volumens von rd. $150 m^3$ je Einzelsilo ungeeignet. Im

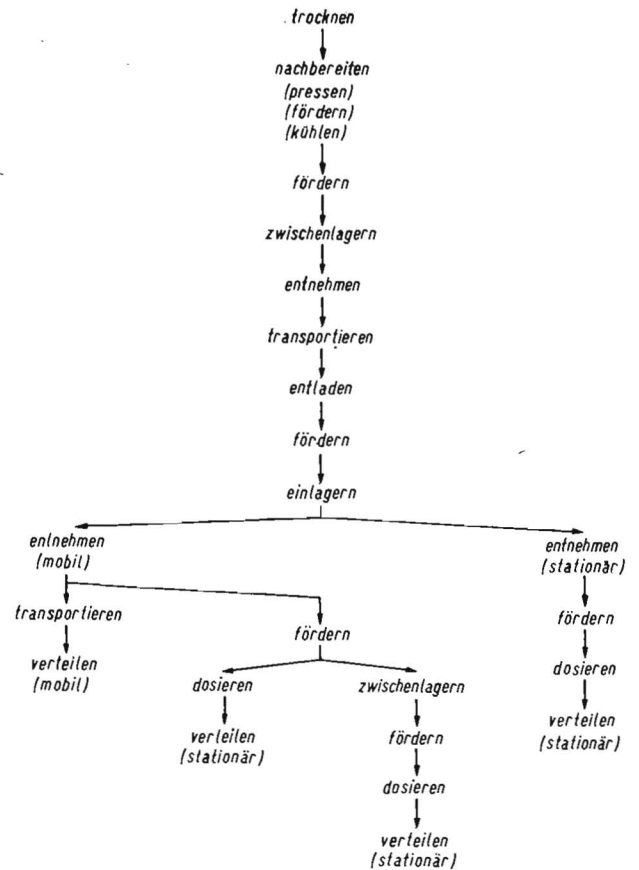


Bild 3. Durchflussschema zur Variante „Trockengutlager an der Stallanlage“: technologische Vorgänge

Sinne einer vorteilhaften Zuordnungsmöglichkeit zur Stallanlage mußte die Entwicklung großvolumiger Behälter und die Lösung der auftretenden Probleme beim Entnahmeprozess gefordert werden.

Als Zwischen- und Pufferlager werden Silos und Bunker auch künftig bedeutsam bleiben.

Zusammenfassung

Im vorliegenden Beitrag werden die technologischen Probleme der Standort- und Lagerartwahl für Trockengutlagereinrichtungen dargelegt.

Hinsichtlich der Standortwahl werden die auftretenden Probleme bei der Zuordnung des Lagers zum Trockenwerk und zur Stallanlage herausgearbeitet und gegenübergestellt.

Als Lagerarten für Trockengut kommen erdlastige Bergeräume, Behälter und Böden deckenlastiger Ställe in Frage.

Lagerhallen können sowohl am Trockenwerk als auch an der Stallanlage eingesetzt werden. Sie bereiten hinsichtlich ihrer Einordnung in die Verfahrenskette keine besonderen Probleme.

Der Einsatz von Behältern zur Endlagerung von Trockengut ist aufgrund der höheren Investitionen je m^3 Lagerraum nur in Verbindung mit einem stationären Fütterungssystem vertretbar.

Literatur

MITTAG, U. / S. PRÜFER / CHR. FÜLL: Investitionsvorbereitungsunterlage (IVU) zum Bau einer Trockengutlagerhalle für die Standardmehrzwecktrocknungsanlage UT 66 und Trocknungsanlagen gleicher Leistung. Zwischenbericht zur Forschungsarbeit „Lagerung von Trockengut“ 1969. Sektion Landtechnik Universität Rostock (unveröffentl.)
 PRÜFER, S. / CHR. FÜLL: Lagerung von Trockengut. Abschlußbericht zur Forschungsarbeit 1969. Sektion Landtechnik Universität Rostock (unveröffentl.) A 8238