

tur sind optische und akustische Verfahren der berührungslosen Messung von Abständen und Bearbeitungsunterschieden aufgeführt. Im vorliegenden Beitrag wurden die Ergebnisse von Untersuchungen zum berührungslosen Nachweis ausgewählter natürlicher Leitlinien der Pflanzenproduktion mit Hilfe von Ultraschall erörtert. Mit einer Auflösung von rd. 20 mm ist es möglich, Bodenprofile, geköpfte Rüben und Halm- bzw. Pflanzenreihen bei einer mittleren Abweichung vom Meßobjekt von  $\pm 15$  mm (maximale Abweichung vom Meßobjekt  $\pm 25$  mm) im Abstand von rd. 500 mm zwischen Luftschallwandler und Meßobjekt berührungslos nachzuweisen. Die Resonanzfrequenz der verwendeten Luftschallwandler betrug 30 bis 40 kHz. Die Untersuchungen wurden unter Laborbedingungen durchgeführt, wobei zur Minderung störender Fremdrelexionen keine Maßnahmen eingeleitet wurden.

## Literatur

- [1] Jahns, G.: Möglichkeiten zum Erzeugen von Kurssignalen für das automatische Lenken von Landfahrzeugen. Grundlagen der Landtechnik 20 (1970) H. 3, S. 65—71.
- [2] Kollar, L.: Automatisierung in der Landwirtschaft. Berlin: VEB Verlag Technik 1975, S. 223—235.
- [3] Jakob, P.; Petzold, E.: Lenkautomatik für den selbstfahrenden Rodelader KS-6. Dt. Agrartechnik 22 (1972) H. 11, S. 487—489.
- [4] Jakob, P.; Petzold, E.: Einsatzerfahrungen mit der Lenkautomatik am selbstfahrenden Rodelader KS-6. agrartechnik 25 (1975) H. 4, S. 198—201.
- [5] Buchmann, R.: Untersuchungen an einer Einrichtung zur automatischen Spurhaltung. agrartechnik 27 (1977) H. 5, S. 204—207.
- [6] Dwali, R.R.: Zur automatischen Führung von Traktoren. Dt. Agrartechnik 22 (1972) H. 5, S. 207—209; H. 6, S. 247—250.
- [7] Britain tries Automatic Tractor Guidance (Groß-

- britannien untersucht die automatische Traktorensteuerung). Agric. Engng. 55 (1974) H. 9, S. 39.
- [8] Warner, M. G. R.: Automatic Guidance of a Farm Tractor (Automatische Lenkung eines Traktors). Ultrasonics 6 (1968) H. 7, S. 150—151.
- [9] Warner, M. G. R.; Harries, G. O.: An Ultrasonic Guidance System for Driverless Tractors (Ein Ultraschallnavigationssystem für fahrerlose Traktoren). J. agric. Engng. Res. 17 (1972) S. 1—9.
- [10] Laukjavicius, A. M. u. a.: Ul'trazvukovoj profilograf počvy (Ultraschall-Bodenprofilmeßgerät). Mechanizacija i elektrifikacija (1973) H. 11, S. 53—54.
- [11] The Potato Grower: Harvester cruises against bruises (Vorrichtung an Kartoffelerntemaschinen zur Verringerung der Beschädigungen). American vegetable Grower 23 (1975) H. 4, S. 28—30.
- [12] Lange, F. H.: Signalsynthese und Korrelationsmeßtechnik. Technische Hochschule Ilmenau, Vortragsreihe „Nachrichtentheorie und -technik“, 1967.

A 2171

# Stand der Untersuchungen zur Belüftung zwei- und vierkanaliger Kartoffelgroßmieten

Dr. W. Günzel, KDT/Ing. P. Delmhorst, KDT, Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim der AdL der DDR  
Dipl.-Landw. N. Riedel/Dr. D. Köppen, Institut für Kartoffelforschung Groß Lüsewitz der AdL der DDR

Die Lagerung von Pflanz- und Speisekartoffeln in belüftbaren Großmieten hat sich als integrierter Bestandteil der industriemäßigen Kartoffelproduktion bewährt und wie folgt entwickelt:

1975/76: 928 kt  
1976/77: 1612 kt  
1977/78: 2424 kt.

Bei Berücksichtigung der möglichen Ertragssteigerung und Stabilisierung wird die notwendige Lagerkapazität im Jahr 1980 auf über 3000 kt ansteigen. Bisher wurden vor allem einkanalige Großmieten mit 300 t Lagerkapazität angelegt. Diese werden in zunehmendem Maß durch mehrkanalige Großmieten ergänzt bzw. ersetzt. Von den neuen Mietentypen kann bereits beim gegenwärtigen Stand der Untersuchungen die zweikanalige Großmiete mit rd. 600 t Lagerkapazität wegen folgender Vorteile der Praxis empfohlen werden (Bild 1):

- Erhöhung der Arbeitsproduktivität durch Senkung des Aufwands an Arbeitszeit je Tonne Lagergut um 10%
- Reduzierung des Stroheinsatzes um 30% und des Folieinsatzes um 25% durch ein günstigeres Verhältnis von Mietenoberfläche und Lagerkapazität
- Erweiterung der Belüftungsmöglichkeiten bis  $-10^{\circ}\text{C}$  bei längeren Frostperioden durch Lüften mit Frisch-, Misch- und Umluft
- Reduzierung der notwendigen Mietenplatzfläche um 35% und des damit im Zusammenhang stehenden Erschließungsaufwands.

Im Republikmaßstab können bei 2000 angelegten zweikanaligen Großmieten, d. h. rund zwei Drittel der 1978/79 benötigten Großmieten-Lagerkapazitäten, 100 t Folie und 26000 t Stroh eingespart werden.

Somit wird allein durch technologische Maßnahmen der Materialeinsatz bei der Großmietenlagerung um 2,7 Mill. Mark verringert. Ein Schwerpunkt bei der Einführung mehrkanaliger Mieten in die Praxis ist die Belüftung bzw. das Belüftungssystem und die damit in

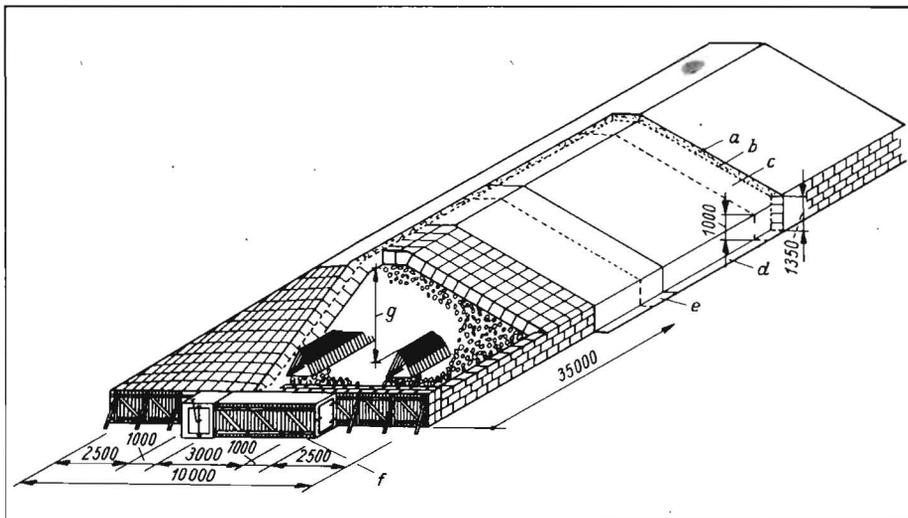
Wechselwirkung stehenden Faktoren der Anlage und Bewirtschaftung der Mieten. Deshalb sollen zu diesem Problemkreis erste Untersuchungsergebnisse mitgeteilt werden.

## Aufbau und Wirkprinzip der Lüftungssysteme

Die Belüftung mehrkanaliger Großmieten erfolgt über Lattenrost-Kanäle, wie sie sich bei einkanaligen Großmieten bewährt haben. Um eine ausreichende Durchlüftung des Kartoffelstapels zu gewährleisten, ist das Verhältnis von Kanalabstand zu Stapelhöhe von 1:1,3 bis 1:1,5 unbedingt einzuhalten, wobei der lichte Abstand zwischen zwei Kanälen maximal 3,0 m bis

3,5 m betragen sollte. Als nahezu idealer Lüfter für den Einsatz bei Großmieten hat sich der Axiallüfter LAN 900/9 des VEB Turbowerke Meißen in der Praxis bewährt. Lufttechnische Messungen haben ergeben, daß dieser Lüfter bei Großmieten mit luftdurchlässiger Abdeckung rd. 25000 m<sup>3</sup>/h und bei Großmieten mit dichter Abdeckung rd. 20000 m<sup>3</sup>/h Luftdurchsatz erreicht. Aus den Erfahrungen der Belüftung von Kartoffellagerhäusern ist bekannt, daß eine Luftrate von 60 m<sup>3</sup>/t · h für lose geschüttete Kartoffeln ausreichend bemessen ist; diese Luftrate kann auch für Großmieten angesetzt werden. Damit ist der genannte Lüftertyp für eine Lagerkapazität von 300 t

Bild 1. Zweikanalige Großmiete; a 200 mm Häckselschicht, b Folienbahn (überlappt), c Strohhallenschicht, d Folienbahnen 6000 mm, e Überlappung 1000 mm mit 200 mm Stroheinlage, f Lüfterkästen mit Umluftkanal, g Stapelhöhe 3800 mm



(dichtere Abdeckung) bis 350 t einsetzbar. Lüfter dieser Bauart sind aber nicht für den Rückwärtslauf — etwa zum Zweck der Umluftführung — geeignet. Dabei werden bei maximaler Stromaufnahme nur etwa 60% der Leistung erreicht. Weiterhin kommt es zu höherer Temperaturbelastung des Motors. Beim Rückwärtslauf arbeiten dafür nicht konstruierte Lüfter im Pumpbetrieb, wodurch Schwingungen entstehen, die zur Deformation oder gar zum Bruch der Antriebswelle führen können.

Bei Großmieten der genannten Größe ist unbedingt zu sichern, daß über den gesamten Lagerzeitraum die Luftzustände Frischluft, Mischluft und Umluft gewährleistet sind. Durch die Anordnung der Axiallüfter unmittelbar vor den Lüftungskanälen ist die Frischluftführung relativ einfach vorzunehmen. Um aber die Luftzustände Misch- und Umluft realisieren zu können, muß die Abluft aus dem gesamten Mietenraum einer Mischkammer zugeführt werden. In den zurückliegenden Jahren wurden zwei Varianten erprobt:

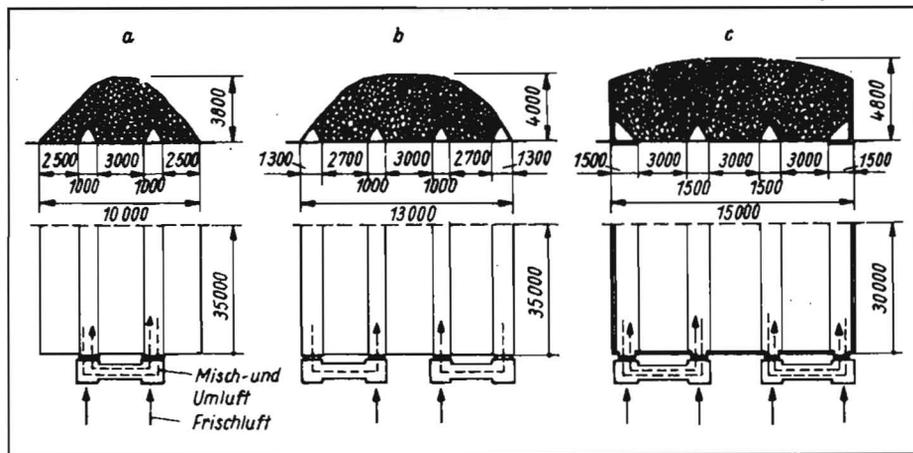


Bild 2. Lüftungssysteme für Großmieten mit zwei und vier Kanälen;  
a Typ Tessin, Großmiete mit 2 Kanälen  
b Typ Zörbig, Großmiete mit 4 Kanälen  
c Typ Sanitz, Großmiete mit 4 Kanälen

#### Variante 1

Zwei Kanäle werden zu einer lüftungstechnischen Einheit zusammengefaßt, die Frischluftführung erfolgt in axialer Richtung des Lüfters. Bei Misch- und Umluft wird nur ein Lüfter dieser Einheit betrieben. Der Teilluftstrom bei Mischluft und der volle Luftstrom bei Umluft werden aus dem Nachbarkanal angesaugt. Ein Lüfter läuft jeweils passiv mit, je nach Bedarf wird gewechselt [1].

Nach diesem System werden mit einer lüftungstechnischen Einheit zweikanalige Großmieten mit natürlichem Schüttwinkel für rd. 600 t Kartoffeln angelegt (Bilder 1 und 2). Großmieten mit zwei lüftungstechnischen Einheiten werden mit befestigten Stirn- und Seitenwänden ausgeführt und haben eine Lagerkapazität von 1.200 t (Bild 2) bei einer maximalen Breite von 15 m. Bei dieser Mietenbreite ist eine ausreichende Abführung des Niederschlagswassers nach den beiden Längsseiten gerade noch gewährleistet.

#### Variante 2

Diese Lösung ist für vierkanalige Großmieten mit natürlichem Schüttwinkel und einer Lagerkapazität von 700 t Kartoffeln zugeschnitten (Bild 2). Es sind ebenfalls zwei Kanäle zu einer lüftungstechnischen Einheit zusammengefaßt, wobei nur den inneren Kanälen Axiallüfter zugeordnet sind, die Randkanäle übernehmen die Funktion der Rückluftführung und statisch die Funktion der Schüttgutabstützung.

Bei der Konzipierung lüftungstechnischer Details ist von einheitlichen Baugruppen auszugehen, die in Kombination für möglichst alle Großmientypen einzusetzen sind. Es wird davon ausgegangen, daß diese Baugruppen industriell bzw. handwerklich gefertigt und den Bewirtschaftern als komplette Baugruppen angeboten werden. In Betracht kommen drei Bauweisen:

- Bauteile des lufttechnischen Anlagenbaus (LTA-Bauteile)  
Diese Ausführung muß von LTA-Betrieben gefertigt werden und ist vorrangig für die Automatisierung geeignet (Bild 3).
- Bauweise aus Holz-Bauteilen  
Diese Ausführung kann von den Betrieben selbst angefertigt werden und ist für die Belüftung mit Hand geeignet (Bild 4).
- kombinierte Bauweise  
Hierunter ist die Holzbauweise zu verstehen, bei der LTA-Bauteile, vorrangig Re-

gelklappen, Verwendung finden. Diese kombinierte Bauweise ist auch für den Einsatz einer automatisierten Belüftung geeignet.

#### Lüftungstechnische Bewirtschaftung

Die in Tafel 1 angeführten naturwissenschaftlich-biologischen Grenz- und Kenndaten sind die Grundlage für die Auslegung und den Betrieb der lüftungstechnischen Einrichtungen für Großmieten.

Für die Bewirtschaftung sind die „Lüftungsempfehlungen für Speisekartoffel-Lageranlagen 1975“ des VEB Ingenieurbüro für Lagerwirtschaft OGS Groß Lüsewitz sinngemäß anzuwenden [2].

Prinzipiell können alle Großmientypen mit Handlüftung bewirtschaftet werden. Während für einkanalige Großmieten nur die Frischluftfahrweise möglich war, können mehrkanalige Großmieten aufgrund der genannten lüftungstechnischen Bauteile mit Zuordnung von Frisch-, Misch- und Umluft bewirtschaftet werden, wobei auch die Stellorgane von Hand betätigt werden müssen.

Für die Steuerung der Lüftung wurde ein „Schaltgerät für belüftbare Großmieten“ vom Fachbereich Elektrotechnik Rossau mit folgendem Aufbau entwickelt und beim VEB Kombinat Anlagenbau Gera in Fertigung gegeben:

- 1 Schaltgerät SGK 1;

Ansteuerung mit Quecksilber-Feder-Thermometer 27 F 80-1

3 Schaltgeräte SGK 2;

Ansteuerung von SGK 1.

Nach ersten Voruntersuchungen sind an Einbau und Wartung des Quecksilber-Feder-Thermometers Forderungen zu stellen, die in einer Einbau- und Bedienungsanleitung zu formulieren sind. Für das Schaltgerät ist generell eine Frostschutzsicherung nachzurüsten. Im Rahmen der Forschung wird der Einsatzbereich dieser Steuereinrichtung mit Zusatzbausteinen für Großmietenplätze untersucht. Für eine Automatisierung der Lüftung liegt für mehrkanalige Großmieten eine Automatisierungsvariante vor. Es ist beabsichtigt, dieses Gerät in den nächsten Jahren für sämtliche Fruchtarten (Kartoffeln, Gemüse und Obst), die in Großmieten gelagert werden, zu erproben.

#### Einfluß der Abdeckung auf die Wirksamkeit der Belüftung

Die Abdeckung des Kartoffelstapels hat großen Einfluß auf die Effektivität der Belüftung und muß deshalb folgende Forderungen erfüllen:

- Ausreichende Isolation des Stapels vor Wärme- und Kältebelastungen
- Schutz des Stapels gegen eindringende Feuchtigkeit
- optimale Abluftführung bei gleichzeitiger Unterbindung des unkontrollierten Eindringens von Außenluft.

Bild 3. Großmiete mit 2 Kanälen, Polyesterabdeckplane und Belüftungseinheit aus LTA-Bauteilen



1. Grenz- und Kenndaten als Grundlage für Auslegung und Betrieb lüftungstechnischer Einrichtungen für Großmieten

Größenart	Maßeinheit	Werte
Luftdichte	kg/m <sup>3</sup>	650
Schütthöhe	m	5
Temperatur	°C	16...10 Abtrocknung u. Wundheilung 10...4 Abkühlung 3...5 Lagerung
Luftfeuchte	%	≈ 95
Luftkapazität	m <sup>3</sup> /t · h	60...80
Wärmegewinn	W/t	17,0...34,0
Wärmeverlust	°C	12,0...24,0
Wärmegewinn	°C	9,7...14,5
Wärmeverlust	g/t · h	15...20
Wärmegewinn	°C	10...15
Wärmeverlust	°C	5...10
Wärmekapazität		
Lagergut	kJ/kg	3,35...3,56
Lagerungszeit		450 Erntestunden in
Lagerungszeit		40...50 Kalendertagen
Lagerungszeit	d	1...2
Lagerungszeit		August bis April
Lagerungszeit	m	3,0...3,5
Lagerungszeit	m/s	0,14...0,16
Lagerungszeit	Pa	30

Durch die unterschiedliche Kombination und Anordnung von Strohballen und Folie wurden zwei Grundvarianten für die Abdeckung der Großmieten entwickelt, die auch für mehrkanalige Mieten ihre Bedeutung behalten. Bei den zwei Varianten ist die durchgehende Strohballenschicht auf den Kartoffeln und die Reduzierung der Strohschicht auf der Folie durch Ersatz von Ballenstroh durch eine 15 cm dicke Schicht aus losem Stroh oder Häcksel gemeinsam. In der Auflage der Folie und in der Wirkungsweise der damit im Zusammenhang stehenden Abluftöffnungen gibt es Unterschiede:

**Variante 1:**  
Auflage der 6 m breiten Folienbahnen über die Miete  
Die Folienbahnen überlappen rd. 1 m. Die Überlappungsstellen wirken gleichzeitig als Abluftöffnungen durch eine 20 cm dicke

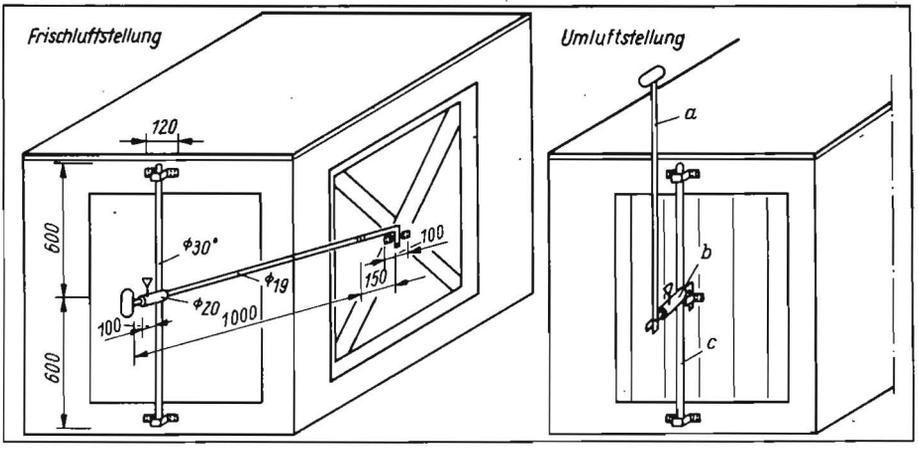


Bild 4. Stellmechanismus für Lüfterkasten; a Stellhebel, b Arretierstück, c Halterrohr

Strohschicht zwischen den beiden Folienbahnen.

**Variante 2:**  
Auflage der Folie an den Flanken in Längsrichtung der Miete, wobei sich am Mietenfirst die Abluftöffnung befindet  
Die Abluftöffnung wird durch eine weitere Folienbahn gegen eindringende Niederschläge gesichert. Die Mietenflanken sind bei dieser Abdeckvariante meistens etwas wärmer (2 bis 3 K) als der First.

Bei mehrkanaligen Großmieten konnten mit der Querauflage der Folie in Verbindung mit einer reduzierten zweiten Strohschicht wirksame Abluftöffnungen über den gesamten Mietenquerschnitt erreicht werden. Der größte Lüftungseffekt wurde dann festgestellt, wenn sich die Folie mit der zweiten Strohschicht beim Lüften leicht anhebt und somit eine gute Luftverteilung unter der Folie möglich war. Eine neue Abdeckvariante, bei der diese Luftverteilung noch besser gegeben ist, besteht in der Aufbringung einer beschichteten Plane (Polyesterplane) auf die erste Strohballenschicht (Bild 3). Diese Plane wird seit drei Jahren erprobt und besteht aus einzelnen Segmenten, an deren Rändern Befestigungsösen eingearbeitet und Plast-Reißverschlüsse angeschweißt sind. Durch Verzurten der Teilplane mit einer Plasteleine und das Zusammenfügen der Reißverschlüsse entstehen wasserdichte Verbindungen. Die Abluftöffnungen befinden sich zentralisiert am Mietenfirst oder am Mietenende. Den relativ hohen Investitionen von 10000 M für die Abdeckung einer Miete stehen die günstigen Belüftungs- und Lage-

erungsergebnisse (Tafel 2) gegenüber. Diese bei einkanaligen Großmieten gewonnenen Werte konnten in der Lagerperiode 1977/78 bei zweikanaligen Mieten in der Tendenz bestätigt werden. Die Plane wurde einheitlich für zwei- und vierkanalige Großmieten entwickelt.

**Schlußfolgerungen**

- Zwei- und vierkanalige Großmieten kennzeichnen die neue Großmietengeneration, wobei neben ökonomischen und technologischen Vorteilen die höhere Qualität in der wahlweisen Belüftung mit Frisch-, Misch- und Umluft besteht.
- Von den untersuchten Mietenvarianten kann die zweikanalige Großmiete mit 600 t Fassungsvermögen der Praxis empfohlen werden.
- Für die technische Realisierung der Luftzustände Frisch-, Misch- und Umluft hat sich eine Belüftungseinheit aus Holzbauteilen bewährt, die auch durch eine LTA-Variante ersetzt werden kann.
- Bei der Anlage von 2000 zweikanaligen Großmieten werden gegenüber einkanaligen Großmieten 2,7 Mill. Mark Materialkosten eingespart.
- Befestigte Großmieten mit 1200 t sollten einheitlich mit zwei Belüftungseinheiten, d. h. vier Belüftungskanälen, angelegt werden. Die maximale Breite sollte 15 m betragen.
- Schwerpunkte weiterer Untersuchungen sind die Vereinheitlichung der Großmieten für Kartoffeln und Gemüse, die Verbesserung der Abdeckung und die Entwicklung einer vereinfachten Automatisierung der Belüftung.

Tafel 2. Lüftungsstunden, Mietentemperaturen und Lagerungsverluste bei drei Großmientypen während der Lagerungsperiode 1976/77 (November—März) in der KAP Zörbig

Mientyp	Belüftungsstunden h	mittl. Temperatur °C	Lagerungsverluste <sup>1)</sup>		
			Schwund %	Fäule %	gesamt %
Längsaufgabe der Folie Ballenstrohabdeckung (2,5 Schichten)	641	5,5	9,9	7,2	17,1
Queraufgabe der Folie Ballenstroh (eine Schicht) reduzierte 2. Strohschicht Polyesterplane	561	4,3	7,6	8,6	16,2
Ballenstroh (eine Schicht)	431	4,1	6,9	4,4	11,3

1) Die Lagerungsverluste wurden über die Auswertung von 24 Stück 10-kg-Netzbeuteln je Großmiete (Sorte Sitta, starke Fraßschäden durch Erdraupen) ermittelt.

**Literatur**

[1] Köppen, D.; Riedel, N.; Günzel, W.: Anlage von zweikanaligen Großmieten. Flugblatt der agra 78 Markkleeberg, Nachdruck im Flugblatt des Ingenieurbüros der VVB Saat- und Pflanzgut Quedlinburg (28. 6. 1978) S. 2—3.  
[2] Lüftungsempfehlungen für Speisekartoffel-Lageranlagen. VEB Ingenieurbüro Groß Lüsewitz, 1975.