

Mechanisierung der Lüftungsklappensteuerung in Speisekartoffelanlagen am Beispiel der 10-kt-ALV-Anlage der LPG(P) Plate

Dipl.-Ing. H. Meilicke, KDT/Dipl.-Landw. R. Güldner, KDT
VEB Ingenieurbüro Obst – Gemüse – Speisekartoffeln Groß Lüsewitz

Um die Lüftung in Speisekartoffellagerhäusern automatisieren zu können, ist die Mechanisierung der Klappensteuerung notwendig. Nur unter dieser Voraussetzung ist der effektive Einsatz eines Lüftungsautomaten und damit die Einhaltung der geforderten Lüftungsparameter für eine optimale Belüftung der Kartoffeln möglich.

Des Weiteren sollte der in den meisten Kartoffellagerhäusern unvermeidbar hohe manuelle Aufwand bei der Betätigung der Regelklappen durch einen motorischen Stellantrieb ersetzt werden.

Der VEB Ingenieurbüro OGS Groß Lüsewitz erarbeitet derzeit Lösungsvorschläge zur Mechanisierung der Lüftungsklappensteuerung für Standorte, an denen der Einsatz von Lüftungsautomaten vorgesehen ist. Diese Lösungsvorschläge sind die Grundlage für die Projektierung und Fertigung der Klappensteuerung durch die VEB Landtechnischer Anlagenbau (LTA). Zur Zeit werden die genannten Projektierungsunterlagen für drei Speisekartoffellageranlagen erarbeitet.

Am Beispiel der Aufbereitungs-, Lager- und Vermarktungsanlage (ALV-Anlage) für Speisekartoffeln der LPG(P) Plate, Bezirk Schwerin, für die im Auftrag des VEB LTA Schwerin, Sitz Brüsewitz, eine Aufgabenstellung zur Mechanisierung der Klappensteuerung konzipiert wurde, soll nachfolgend die Problematik der Mechanisierung der Lüftungsklappensteuerung dargelegt werden.

1. Aufgabenstellung

Bei der Rekonstruktion der Lüftungsanlage in der ALV-Anlage für Speisekartoffeln in Plate ist auch der Einsatz eines Lüftungsautomaten vorgesehen. Derzeitig werden die z. T. sehr stark durch Korrosion verschlissenen Jalousieregelklappen durch miteinander gekoppelte Gestänge manuell und für jede Lüftungssäule einzeln betätigt. Da das Lagerhaus aus 16 Lagersektionen, d. h. 16 Lüftungssystemen, besteht und jedes Lüftungssystem 2 Lüftungssäulen beinhaltet, ist der für eine vorschriftsmäßige Einstufung der Regelklappen erforderliche Bedienungsaufwand

unvertretbar. Die ursprünglich in den Lüftungssystemen installierten Hebelantriebe „Klimact“ sind pflegeaufwendig und haben sich nach einigen Betriebsjahren als sehr störanfällig erwiesen. Zudem wurden für ein Lüftungssystem 4 Hebelantriebe zur Ansteuerung der 6 vorhandenen Regelklappen eingesetzt, wovon 2 Hebelantriebe an sehr schwer zugänglichen Stellen montiert waren.

Da lüftungstechnisch ein Synchronlauf aller 6 Regelklappen eines Lüftungssystems erfolgen muß, ergibt sich die Forderung nach dem Einsatz eines unkomplizierten, zuverlässigen Antriebs für alle Regelklappen eines Systems.

2. Aufbau und Wirkungsweise

Die Prinzipdarstellung zur Einordnung der Klappensteuerung im Kartoffellagerhaus Plate ist aus Bild 1 ersichtlich. Die Lösung für diese Klappensteuerung wurde unter Verwendung von VEM-Stirnrad-Getriebemotoren (Hersteller: VEB Elektromotorenwerke Thurm) konzipiert.

Das Wirkprinzip der mechanisierten Klappensteuerung (Bild 2) beruht darauf, daß mit einem Getriebemotor 1 (Typ ZG O KMR56 G6, Bauform G110, liegender Einsatz, Nennleistung 0,12 kW, Nenndrehzahl 25 min⁻¹, Drehmoment 41,6 Nm) über eine Stellspindel 2 (Welle mit Trapezgewinde) und die dazugehörige Spindelmutter 3 eine Hubgabel 4 betätigt wird, die mit dem Antriebshebel 5 drehbar verbunden ist.

Die Hubbewegung wird durch den Antriebshebel, der mit einer Antriebswelle 6 (Stahlrohr mit Nennweite 1") verschweißt ist, in eine Drehbewegung gewandelt, wobei die Antriebswelle über die an den Enden unter einem bestimmten Winkel angeschweißten Antriebshebel 7 die Verbindungsgestänge 8, 9 und 10 zu den einzelnen Regelklappen ansteuert. Die Verbindungsgestänge sind durch die konstruktive Einordnung von Spannhülsen längenjustierbar zu gestalten, so daß eine weitestgehend exakte Einstellung der Regelklappen möglich ist.

Durch diese Art der Kopplung ist ein Synchronlauf von Frischluft-, Abluft- und Umluftklappe zueinander gewährleistet, d. h., in gleichen Stellschritten, wie die Öffnung von Frischluftklappe und Abluftklappe vollzogen wird, muß die Umluftklappe geschlossen werden und umgekehrt.

Die Endlagen des Antriebs werden über verstellbare Endtaster mit Rollhebeln 11, die mittig unter der Stellspindel auf einer Grundplatte anzuordnen sind und von einem unterhalb der Spindelmutter montierten Keilblech geschaltet werden, festgelegt.

3. Fertigungs- und Montagehinweise

Die Vorfertigung des Stellantriebs auf der Grundplatte 12 sollte in einer Werkstatt erfolgen, wobei vor allem auf folgendes zu achten ist:

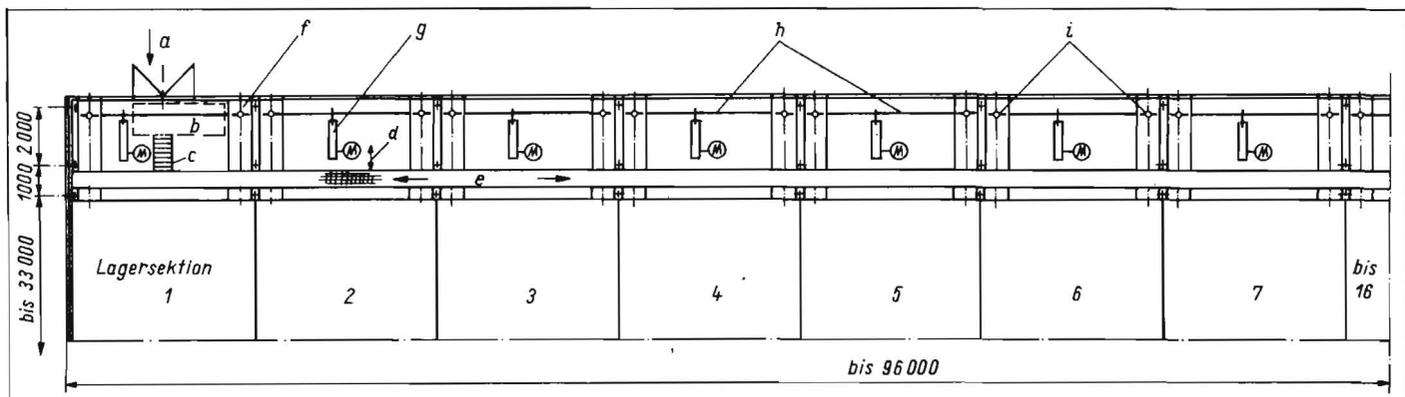
- Entsprechend dem liegenden Einsatz des VEM-Stirnrad-Getriebemotors müssen die lt. Betriebsanleitung ausgewiesene Schmiermittelmenge und die vorgeschriebene Anordnung von Einfüll-, Kontroll- und Ablasschrauben eingehalten werden.
- Für die Montage und Instandsetzung ist die Hubgabel zweiteilig (Verbindung mit 2 Verschraubungen) zu gestalten.
- Die Spindelwelle wird mit Hilfe einer Verbindungsmuffe 13 kraftschlüssig mit dem Getriebemotor verbunden. Das andere Spindelwellenende wird durch einen Lagerbock mit Kegelrollenlager 14 geführt.
- Die Führungsschiene für die Spindelmutter 15 verhindert das Verkanten, Ausschlagen der Lager und eine sich damit verändernde Endlagenschaltung.
- Getriebemotor, Lagerbock und Führungsschiene sind mit Hilfe von Stehbolzen auf der Grundplatte zu verschrauben. Der Antrieb ist mit einem geeigneten Schutzgehäuse zu versehen.

Bei der Montage des vorgefertigten Stellantriebs und der Antriebswelle sind folgende Besonderheiten zu beachten:

- Die Gleitlager 16 sowie die Antriebswelle stellen einen Festpunkt zum Stellantrieb dar, so daß die Verbindung über Hubga-

Bild 1. Einordnung der Klappensteuerung (Prinzipdarstellung);

a Zugang, b Podest, c Leitertreppe, d Steigleiter, e Laufsteg, f Lüftungssäule, g Stellantrieb mit Getriebemotor, h Antriebswelle, 4 m lang, i je 3 Jalousieregelklappen



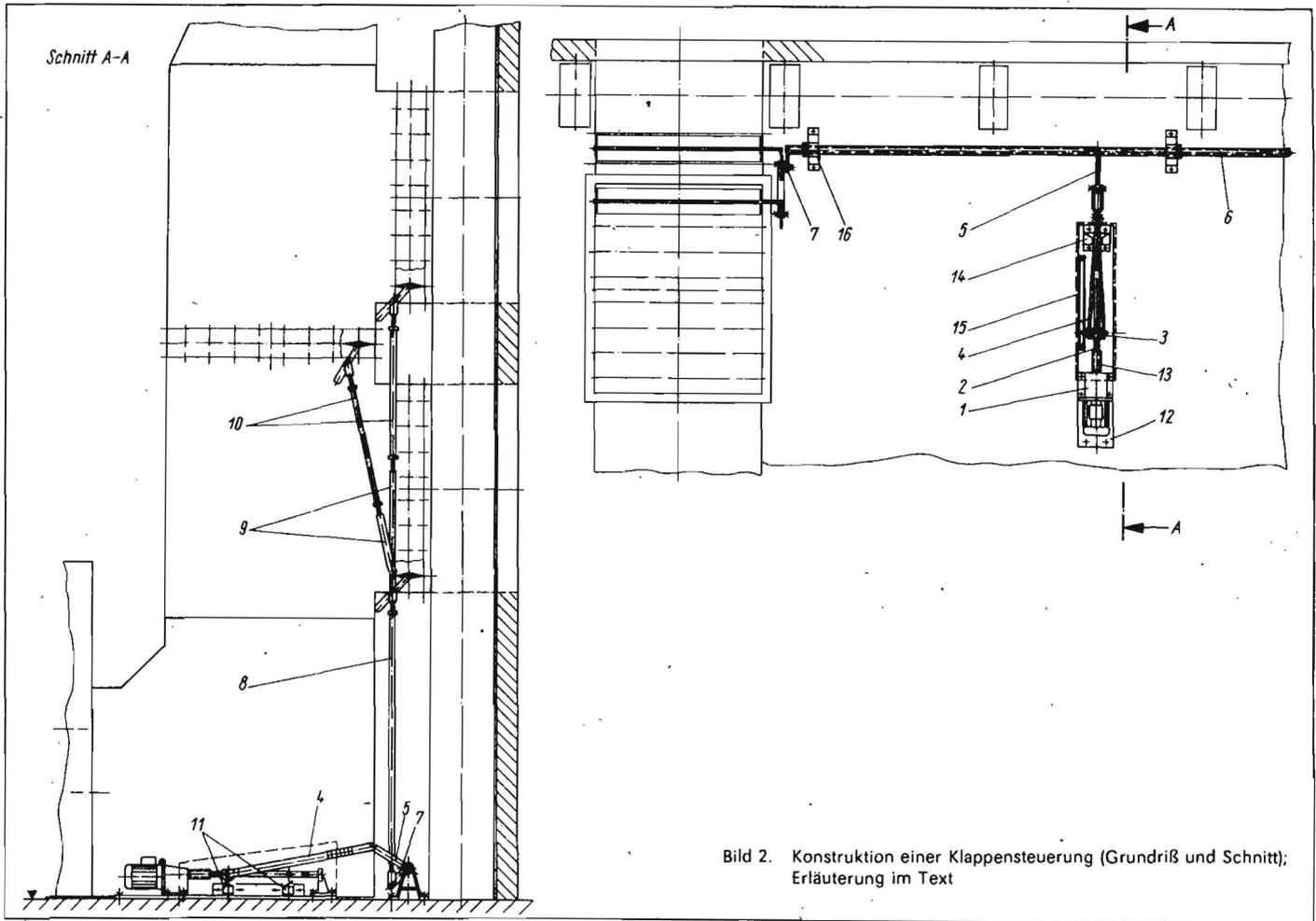


Bild 2. Konstruktion einer Klappensteuerung (Grundriß und Schnitt); Erläuterung im Text

bel und Antriebshebel unter exakter Beibehaltung der angegebenen Abmessungen und Stellwinkel erfolgen muß.

- Eine Vorortanpassung ist generell notwendig, da bauliche Abweichungen vorliegen können.
- Die Verankerung der Grundplatte mit Stellantrieb erfolgt auf dem Fußboden, da eine Montage an den Stahlstützen nicht zulässig ist.
- Die Lagerböcke der Antriebswelle sind so zu montieren, daß die Welle nicht ver-

spannt und lt. ausgewiesenen Maßangaben dem Lüftungssystem zugeordnet wird, wobei die exakte Länge der Antriebswelle örtlich anzupassen ist.

- Durch die entsprechende Anordnung von Rohrschellen ist eine seitliche Fixierung der Antriebswelle abzusichern.

Folgende Hinweise sind generell zu beachten:

- Die angegebenen Winkelstellungen für die Antriebshebel sind exakt einzuhalten. Auf evtl. vorliegende Maßabweichungen

in den Lüftungssystemen ist zu achten; ggf. sind die festen Gestängelängen 9 anzupassen.

- Bei allen Fertigungs- und Montagearbeiten ist auf ein geringes Lagerspiel und die Leichtgängigkeit des Gesamtsystems zu achten.
- Aufgrund der stark korrosiven Bedingungen in einer Kartoffellagerhalle sind sorgfältige und gründliche Korrosionsschutz-, Anstrich- und Schmiermaßnahmen an der installierten Klappensteuerung durchzuführen.
- Die exakte Einjustierung der Endstellungen muß so erfolgen, daß die Gestänge zu den Regelklappen leicht auf Schub- bzw. Zugspannung ausgerichtet sind und ein Dichtschließen der Jalousieklappen gewährleistet ist. Auf eine ausreichende Stellreserve der Spannhülsen ist vorab zu achten.

4. Hinweise zur Vorbereitung der Automatisierung

Für die Ansteuerung der Getriebemotoren zur Regelklappenverstellung sind je Antrieb eine Wendschüttschaltung vor Ort sowie zwei Schaltkontakte mit Öffner zur Endlagenabschaltung und Schließer zur Meldung erforderlich (Bild 3). Ansteuerung und Meldung sind auf eine Klemmleiste zu legen. Die Meldung bleibt zunächst unbeschaltet. Zur Bedienung der Klappen in der Übergangsphase bis zur Inbetriebnahme des Lüftungsautomaten sind provisorisch Taster „Auf“ und „Zu“ oder Verriegelungstaster am

Fortsetzung auf Seite 68

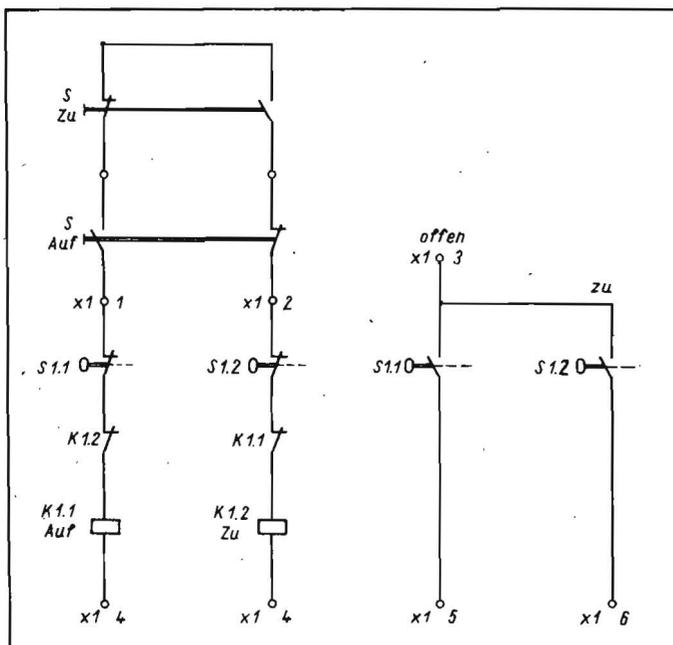


Bild 3 Anschlußschema zur Ansteuerung eines Getriebemotors; K1.1, K1.2 Wendschüttschalter für Getriebemotor, S. 1.1 Endlagenschalter für Stellung „Auf“, S. 1.2 Endlagenschalter für Stellung „Zu“

Möglichkeiten und Grenzen der freien Lüftung in Behälterlagern für Pflanzkartoffeln¹⁾

Dipl.-Ing. Annlies Wilke, KDT, Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Sektion Mechanisierung der Tierproduktion

1. Problemstellung

Eine vorrangige Aufgabe in der Pflanzkartoffellagerung ist die energiesparende Belüftung bei Einhaltung der geforderten Klimaparameter als Voraussetzung für die Bewahrung der Gutqualität bis zum Pflanztermin. Mit der-Einführung der freien Lüftung in Behälterlagerhäusern ergab sich die Möglichkeit, die Zwangsluft zu reduzieren und damit erhebliche Energiemengen einzusparen.

Besondere Bedeutung kommt der von Schierhorn vorgeschlagenen und in beachtlichem Umfang in die Praxis eingeführten freien Konvektionslüftung (FKL) zu, bei der die Lagerung völlig ohne Lüfter erfolgt. Dabei ist jedoch noch ein gewisses Risiko vorhanden, weil bei ungünstigen Witterungsverhältnissen keine Sicherung des Luftwechsels in Form einer Zwangslüftung existiert. Eine nähere Analyse zeigte, daß das nicht ohne Nachteile ist, wie aus folgenden Ausführungen hervorgeht.

2. Analyse der Luftraten bei thermischem Auftrieb und Wind

Die Luftströmung durch Luken, die in Traufhöhe beidseitig symmetrisch im Gebäude an-

geordnet sind, wird zum einen durch Temperaturunterschiede zwischen Außen- und Raumluft und zum anderen durch Windwirkungen verursacht.

2.1. Thermischer Auftrieb

Wird zunächst von Strömungsdruckverlusten abgesehen, so ergibt sich durch Gleichsetzen des Auftriebsdrucks und des dynamischen Drucks folgender Zusammenhang:

$$w_{LuA} = \sqrt{2g z_{LuA} \frac{\Delta T_{ia}}{T_a}}; \quad (1)$$

w_{LuA} Luftgeschwindigkeit an den Luken infolge des Auftriebs ohne Strömungsverluste

z_{LuA} nutzbare Auftriebshöhe, d. h. halbe Lukenhöhe (0,30 m)

ΔT_{ia} Temperaturdifferenz zwischen Innen- und Außenluft.

Entsprechend der Bernoulli-Gleichung unter der Voraussetzung, daß $p_1 \approx p_2$ und $z_1 \approx z_2$ und daß Strömungsverluste sowohl am Eintritt als auch am Austritt der Luken auftreten, kann eine verlustbehaftete Geschwindigkeit nach Gl. (2) berechnet werden:

$$w_{LuA\text{verl}} = \sqrt{\frac{w_{LuA}^2}{1 + (\xi_E + \xi_A)}}; \quad (2)$$

Die für ein 12-kt-Lagerhaus mit 24 Luken und einer einzelnen Lukenfläche von $A_{Lu} = 3,9 \text{ m} \times 0,6 \text{ m}$ interessierende Luftrate in $\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{t})$ unter Verwendung von Gl. (2) mit $\xi_E = 0,5$ und $\xi_A = 1,0$ ergibt sich zu:

$$\dot{V}_{LuA} = 13 \sqrt{\frac{\Delta T_{ia}}{T_a}}; \quad (3)$$

Dabei wird angenommen, daß die kältere Außenluft bei Windstille durch alle Luken beidseitig des Lagerhauses einströmt und je-

weils nur die untere Hälfte der Lukenfläche ausfüllt bzw. die wärmere ausströmende Luft den oberen Lukenbereich beansprucht.

Da es sich als vorteilhaft erwiesen hat, bei entsprechendem Außenklima die Tore mit in die freie Lüftung einzubeziehen, sind in Tafel 1 Luftraten angegeben (in Klammern stehende Werte), die sich bei zwei $4,20 \text{ m} \times 3,90 \text{ m}$ großen geöffneten Toren und geöffneten Luken mit einer wirksamen Auftriebshöhe von $3,70 \text{ m}$ nach Gl. (4) ergeben:

$$\dot{V}_{TA} = 53 \sqrt{\frac{\Delta T_{ia}}{T_a}}; \quad (4)$$

Aus Tafel 1 können folgende Konsequenzen abgeleitet werden:

- Die Luftraten bei geschlossenen Toren tragen selbst bei $\Delta T_{ia} = 10 \text{ K}$ nur geringfügig zur geforderten Mindestluftrate von $40 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{t})$ bei (rd. 4 % bei $\Delta T_{ia} = 5 \text{ K}$).
- Bei geeigneten Außenluftzuständen können bei geöffneten Toren gerade während der Abtrocknungsphase spürbare positive Effekte erzielt werden ($\dot{V}_{TA} \approx 4 \dot{V}_{LuA}$, d. h. rd. 18 % der geforderten Mindestluftrate bei $\Delta T_{ia} = 5 \text{ K}$).
- Die Höhe der Außenlufttemperatur hat gegenüber der Temperaturdifferenz ΔT_{ia} nur untergeordnete Bedeutung.

2.2. Wind

Die durch Wind verursachten Druckdifferenzen am Gebäude bewirken letztlich entscheidend den Luftstrom an den Luken. Die Höhe der jeweiligen Druckdifferenz wird durch folgende Faktoren beeinflusst:

- Anströmrichtung
- Ort des Anströmpunktes am Gebäude
- Windgeschwindigkeit.

Berücksichtigt werden die ersten beiden Faktoren durch entsprechende Druckkoeffizienten, die im wesentlichen Ergebnisse zahlreicher Modell- und Praxisversuche zu Umströmungsproblemen sind (z. B. [1]).

Wie aus Gl. (5) hervorgeht, wird die Höhe der wirksamen Druckdifferenz neben der Windgeschwindigkeit vor allem auch durch die Differenz der Druckkoeffizienten zwischen Luv und Lee bestimmt:

$$\Delta p_w = c_{geb} \frac{w^2 \rho}{2}; \quad (5)$$

c_{geb} Differenz der Druckkoeffizienten für

1) Die Ergebnisse entstanden in der Zusammenarbeit zwischen der Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg und dem Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim

Fortsetzung von Seite 67

Laufsteg zu installieren und mit Spannsperren zu versorgen. Diese Taster entfallen nach der Inbetriebnahme des Automaten.

5. Zusammenfassung

Die am Beispiel der 10-kt-ALV-Anlage für Speisekartoffeln der LPG(P) Plate dargestellte Lösung für die Mechanisierung der Lüftungskappensteuerung ist prinzipiell für alle 10-kt-Speisekartoffel-sektionslager anwendbar.

Für die Steuerung der oftmals schweren Holzregelklappen in älteren Kartoffellagerhäusern wurde nach gleichem Funktionsprinzip vom VEB Ingenieurbüro OGS Groß Lüsewitz eine gesonderte standortanpassungsfähige Lösung erarbeitet. Der VEB Ingenieurbüro OGS Groß Lüsewitz ist bereit, im Rahmen der Rekonstruktion der Lüftungstechnik und in Vorbereitung einer Automatisierung der Lüftung in Speisekartoffellagerhäusern Zuarbeit zu leisten. A 4739

Tafel 1. Luftraten \dot{V}_{LuA} und \dot{V}_{TA} (in Klammern stehende Werte) in $\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{t})$ in Abhängigkeit von der Außenlufttemperatur t_a und der Temperaturdifferenz ΔT_{ia} .

t_a	$\Delta T_{ia} = 1 \text{ K}$	2 K	10 K
15°C	0,76 (3,12)	1,71 (6,98)	2,24 (9,87)
0°C	0,78 (3,21)	1,75 (7,17)	2,48 (10,14)

Tafel 2. Mittlere resultierende Luftrate infolge Windbewegung bei unterschiedlichen Anström winkeln

	Windrichtung	NNO-SSW	NO-SW	ONO-WSW	O-W
	N-S				
Anströmwinkel	0°	22,5°	45°	67,5°	90°
prozentuale Zeitannteile in %	9,68	17,71	17,11	35,99	19,51
mittlere Windgeschwindigkeit w_0 in m/s	4,11	4,14	4,33	4,72	5,14
c_{geb}	0	0,60	0,86	0,90	0,92
w_{LuW} in m/s	0	2,92	3,65	4,07	4,49
\dot{V}_{LuW} in $\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{t})$	0	15,55	19,48	22,90	23,91

$$\dot{V}_{LuW} = 19 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{t})$$