

Mehrjährige Erfahrungen mit der Rohrlüftung in der ZBE Blumberg

Dipl.-Landw. H. Löffelmann, KDT, Speisekartoffellagerhaus Blumberg/Klosterfelde, Bezirk Frankfurt (Oder)

Das Kartoffellagerhaus Blumberg, Bezirk Frankfurt (Oder), wurde in den Jahren 1969/70 als erste Aufbereitungs-, Lager- und Vermarktungsanlage (ALV-Anlage) als Sektionslager mit einer Lagerkapazität von 10 kt errichtet. Die Projektanten und auch der Bewirtschafter beschränkten dabei Neuland und mußten Erfahrungen sammeln. Die ersten Erfahrungen konnten während der Überlagerungsperiode 1969/70 gesammelt werden, in der bereits 7,3 kt Kartoffeln überwintert wurden. Für die oberirdischen Lüftungskanäle wurden vom VEB Ingenieurbüro für Lagerwirtschaft Obst, Gemüse, Speisekartoffeln Groß Lüsewitz Schemata zur Abdeckung der Lattenroste mit luftundurchlässigen Materialien erarbeitet. Die einzelnen Lüftungsreiter wurden stabil gebaut, damit sie den hohen Belastungen standhielten. Der Luftkanal wurde dadurch in 30 einzelne Teile zerlegt, die sich aufgrund der Wirbelbildung ungünstig auf die Lüftung auswirkten. Eine Berechnung der Luftströme war kaum möglich, da auch noch die Lattenroste aus halbierten Derbstangen bestanden. Die Luftaustrittsöffnungen waren sehr unterschiedlich und setzten sich teilweise mit Kartoffeln und Feinerde zu. Nachteilig wirkte sich weiter aus, daß für die Reinigung der Sektionen ein hoher Handarbeitsaufwand notwendig war. Diese Erfahrungen waren der Ausgangspunkt zu Überlegungen, die Luftkanäle zu verändern. Für die Errichtung von Behelfslagern wurden vom VEB Getreidewirtschaft Lüftungsrohre ausgeliehen. Die Ergebnisse dieser Behelfslager führten dazu, in einer Sektion die Lüftungsreiter zu entfernen und beidseitig die o. g. Rohre der Getreidewirtschaft auf der vollen Länge von 32 m einzusetzen. Die Rohre hatten einen Durchmesser von rd. 500 mm. Die Öffnungen waren an der unteren Hälfte beidseitig in großer Anzahl angebracht. Mit einer Lagerzeit von 153 Tagen

und einer Lagermasse von 687 t (lt. Projekt 575 t) waren die Ergebnisse besser als erwartet. Anlässlich einer Zusammenkunft mit Dozent Dr. sc. techn. W. Maltry, Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim, wurde diese Problematik diskutiert. Auf Anraten des Wissenschaftlers wurden Rohre mit größeren Rohrdurchmessern beschafft. Dr. Maltry berechnete auch den Luftstrom und die Abmessungen für die Luftaustrittsöffnungen. Dabei wurde von einer Lufrate des Lüfters LAN800 von $85 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{t}$ und den Systemen Druck- oder Sauglüftung ausgegangen.

Der Rohrdurchmesser bei der Drucklüftung (Luft wird über den Kanal in den Kartoffelstapel gedrückt) reduziert sich von 800 mm am Lüfter über 700 mm im Mittelteil bis auf 600 mm am Ende des Rohrs. Die einzelnen Abschnitte haben eine Länge von rd. 10 m. Bei der Sauglüftung (Luftbewegung im Kartoffelstapel von oben nach unten) wurde durchgängig ein Rohrdurchmesser von 800 mm eingesetzt. Sowohl bei der Druck- als auch bei der Sauglüftung befinden sich die Öffnungen an der Unterseite der Rohre.

Aus den Berechnungen ergaben sich folgende Forderungen:

- Rohre sollten auf Füßen stehen
- unter dem Rohr ein Abstand von mindestens $\frac{1}{2}$ Rohrdurchmesser
- zur Seitenbegrenzung (Wand) mindestens ein Abstand von $\frac{1}{2}$ Rohrdurchmesser.

Um diese Bedingungen einzuhalten und um auch bei der Fertigung den geringsten Aufwand zu haben, wurden entsprechend der Verringerung des Rohrdurchmessers die Füße größer, so daß die gedachte Achse des Kanals gleich blieb. Die Stöße der Rohre wurden mit Malitex umwickelt, so daß der unkontrollierte Luftaustritt verhindert wurde. Das Rohrende wurde luftdicht verschlossen.

Die Fertigung der Rohrabchnitte erfolgte durch die betrieblichen Handwerker. Die Größe der Rohrabchnitte wurde so gewählt, daß sie mit dem Gabelstapler DFG2002 bewegt werden können. Nachdem im Jahr 1980 1 Sektion umgebaut wurde, wurden 1981 weitere 7 Sektionen umgerüstet. Damit ist die Hälfte der Sektionen in der ALV-Anlage Blumberg auf Rohrlüftung (6 Sektionen Saugluftbetrieb, 3 Sektionen Druckluftbetrieb) umgestellt.

Ergebnisse des Einsatzes von 1981 bis 1984

Der mehrjährige Einsatz der Rohrlüftung brachte Ergebnisse, die nicht mit einer bestimmten Zielstellung bewußt gesteuert wurden. Bei der Lagerung der Kartoffeln galten die gleichen Grundsätze wie in den Vorjahren bei oberirdischen Lüftungskanälen. Für die Reihenfolge der Einlagerung waren u. a. die Anzahl der Annahmestellen und damit verbunden die Einlagerungsstrecken sowie die Befüllung der flexiblen Box auf dem Beschickungsgang bestimmend.

Bei der Auslagerung waren die Qualität der Einlagerung, das Lagerverhalten besonders nach dem Erreichen der Lagertemperatur, die Sorten bzw. Reifegruppen, die Unterschiede zwischen Saug- und Drucklüftung und die Möglichkeiten der Kühlung mit dem mobilen Kühlaggregat KL-D70 entscheidende Faktoren.

Die Außenluftzustände sind bei der Beurteilung ebenso zu berücksichtigen wie die Bestandhaltung und die Zuführungen im Frühjahr, da die Bestände in der ALV-Anlage Blumberg aus der Winterlagerperiode nicht ausreichen, um die kontinuierlichen Versorgungsaufgaben zu erfüllen.

Bei der Sauglüftung ist bei instabilen Temperaturen während der Lagerperiode schneller mit der Auslagerung zu reagieren als bei

Tafel 1. Lüftungsaufwand in h/Lagertag bei Drucklüftung im Vergleich zum Durchschnittswert der übrigen Sektionen

Sektion	Jahr 1980/81	1981/82	1982/83	1983/84
10	—	3,49	3,66	4,95
12	—	5,98	6,83	7,88
13	2,52	3,38	5,23	5,99
\bar{x} bei Drucklüftung	5,62	4,87	5,24	5,59

Tafel 2. Lüftungsaufwand in h/Lagertag bei Sauglüftung im Vergleich zum Durchschnittswert

Sektion	Jahr 1981/82	1982/83	1983/84
1	3,95	7,44	5,72
2	4,76	6,94	6,81
3	8,01	6,06	4,21
4	5,85	6,38	7,86
5	6,94	8,49	9,55
\bar{x} bei Sauglüftung	5,65	6,64	6,79

Tafel 3. Anzahl der Lagertage bei Sauglüftung im Vergleich zum Durchschnittswert

Sektion	Jahr 1981/82	1982/83	1983/84
1	165	59	79
2	161	96	169
3	83	126	165
4	132	162	215
5	104	143	162
\bar{x} Sauglüftung	123	134	147

Tafel 4. Anzahl der Lagertage bei Drucklüftung im Vergleich zum Durchschnittswert

Sektion	Jahr 1980/81	1981/82	1982/83	1983/84
10	—	238	301	163
12	—	103	108	223
13	163	255	238	249
\bar{x} Drucklüftung	121	184	186	152

Drucklüftung, obwohl die Stapeloberfläche keine Qualitätsverschlechterung zeigt. Daher werden i. allg. die Sektionen mit Sauglüftung vor denen mit Drucklüftung ausgelagert, wenn es keine anderen Gründe gibt. Das mobile Kühlaggregat wurde deshalb auch bei der Drucklüftung eingesetzt.

Zum Lüftungssystem einer Sektion gehören 2 Lüfter LAN800, die als Saug- oder Drucklüfter an die Kanäle angeschlossen sind, sowie 2 weitere LAN800, die die Luft in den Raum über dem Stapel drücken bzw. sie aus diesem absaugen. Während die an den Kanälen angeschlossenen Lüftermotoren zu den festgehaltenen Zeiten immer liefen, war es bei den oberen beiden Lüftern LAN800 nicht immer der Fall (z. B. offene Tore).

Die extremen Abweichungen im Lüftungsaufwand je Lagertag (Tafeln 1 und 2) sind meist mit einer kurzen Lagerzeit gekoppelt. Ursachen dafür sind der Fäuleanteil, die äußeren Mängel oder der hohe Besatzanteil in der Lagerware. Bedienungsfehler am Einlagerungsgerät beeinflussen ebenfalls die Haltbarkeit der Kartoffeln im Winterlager.

Ein wesentlicher Grund für die Umrüstung auf Rohrlüftung war auch die Erhöhung der Lagerkapazität. Das Volumen der Lüftungskanäle verringert sich um 58 m^3 je Sektion (Drucklüftung) bzw. 27 m^3 je Sektion (Sauglüftung). Dadurch und bei Nutzung aller Möglichkeiten beim Bedienen des Einlagerungsgeräts „Marzahna“ konnte die Lagerkapazität des Winterlagers um 1500 t ($\approx 15\%$) erhöht werden.

Aus arbeitswirtschaftlicher Sicht sind mit der Umstellung auf Rohrlüftung ebenfalls Vorteile verbunden. Die einzelnen Rohrabchnitte können mit dem Gabelstapler entfernt werden, und auf der gesamten Breite ist ein maschinelles Auslagern möglich. Bei der Entnahme der Kartoffeln mit dem Auslagerungsgerät (Eigenbau) brauchen die Rohre nicht mehr entfernt zu werden. Mit relativ geringem Handarbeitsaufwand wird der Inhalt einer Sektion auf der ganzen Breite kontinuierlich ausgelagert.

Mit der Erhöhung der Lagerkapazität um 15% durch die betriebliche Rationalisierung

konnten Investitionsmittel für die Erweiterung der ALV-Anlage bzw. die Kosten für umfangreiche Frühjahrszuführungen eingespart werden. Die Kosten für die Umrüstung von 16 Sektionen betragen rd. 250000 M . Der jährliche Nutzen der Rohrlüftung wurde mit rd. 15000 M kalkuliert, ohne die eingesparten Investitionen für eine Erhöhung der Lagerkapazität zu berücksichtigen (Preisbasis 1980).

Probleme

- Die ausgewerteten Ergebnisse sind Praxiswerte, d. h., es wurden keine gezielten Untersuchungen mit Vergleichsvarianten angestellt. Hierfür konnten auch nur die für den normalen Ablauf notwendigen Werte ausgewertet werden. Da die Gutachten über den Zustand der Lagerware erstellt werden, d. h. nach der manuellen Sortierung, können keine Aussagen über die Fäulebelastung der Rohware getroffen werden, die aber im Zusammenhang mit mechanischen Beschädigungen entscheidend sein können.

- Unter Berücksichtigung der o. g. für die Auslagerung bestimmenden Kriterien sind die Unterschiede zwischen der Saug- und Drucklüftung gravierender als zwischen der Rohrlüftung und der projektmäßigen Lüftung mit oberirdischen Lüftungskanälen (Lüftungsaufwand, Langzeitlagerung).

- Bisher war die Kühlung nur in Sektionen mit Drucklüftung möglich.

- Die unterschiedlichen Kartoffelsorten wurden in die Auswertung nicht mit einbezogen. Den Hauptanteil des Lagerguts nahm die Sorte „Adretta“ ein. Es wurden aber auch die Kartoffelsorten „Salut“ und „Bintje“ oder Sortengemische aus Waggonzuführungen, wie z. B. in den Sektionen 1, 2, 3 und 10 im Jahr 1983 (Tafeln 3 und 4), gelagert.

Im Betriebsteil Klosterfelde (ALV-Anlage Typ Schönov, Lagerkapazität 10 kt , 1250 t je Box) wurde zur gleichen Zeit der mittlere Luftkanal ebenfalls gegen zwei Rohrkannäle ausgetauscht. Der Abstand der Kanäle wurde so gewählt, daß das Einlage-

gerät in der Mitte der Box fahren kann.

Durch die bessere Nutzung des Lager-raums konnte auch hier die Lagerkapazität der ALV-Anlage um 500 t erhöht werden. Eine Auswertung des Lüftungsaufwands wurde bisher noch nicht in der Form wie in der ALV-Anlage Blumberg vorgenommen. Lüftungsmaßnahmen werden jedoch schneller als vorher wirksam.

Schlußfolgerungen

- Alle Sektionen des Kartoffellagerhauses Blumberg werden auf Rohrlüftung umgestellt.

- Die Betriebsart Sauglüftung wird in Drucklüftung verändert.

- Das zweite mobile Kühlaggregat wird für den Einsatz in den Sektionen 1 bis 8 des Kartoffellagerhauses Blumberg vorbereitet, die bisher in Saugluftbetrieb arbeiteten.

Zusammenfassung

Aus Gründen der Arbeitswirtschaft und der Erhöhung der Lagerkapazität wurde nach positiver Einschätzung einer versuchsweise mit Rohren umgerüsteten Sektion des Kartoffellagerhauses Blumberg die Hälfte der Lagersektionen im Jahr 1981 auf Rohrlüftung umgestellt. Vom Lüftungsaufwand her sind die Unterschiede zwischen dem im Kartoffellagerhaus Blumberg installierten System der Druck- und Sauglüftung größer als zwischen der Rohrlüftung und den projektmäßigen Lüftungskanälen. Es wurden keine gezielten Untersuchungen angestellt, sondern die Praxiswerte der Jahre 1981 bis 1984 verglichen.

Die beabsichtigte Verbesserung der arbeitswirtschaftlichen Aspekte und die Erhöhung der Lagerkapazität wurden erreicht. Die restlichen Sektionen des Kartoffellagerhauses Blumberg werden ebenfalls noch umgestellt, gleichzeitig wird generell zur Drucklüftung übergegangen. Die Rückflußdauer der Investitionen beträgt weniger als 2 Jahre.

A 4426

Bemessungsgrundlagen für Rohrlüftung in Speisekartoffel-Sektionslagern

Dozent Dr. sc. techn. W. Maltry, KDT

Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim der AdL der DDR

Verwendete Formelzeichen

p_{stat}	Pa	statischer Druck im Rohr	l	m	Wegkoordinate, beginnend an der Lüfterseite
p_{ges}	Pa	Gesamtdruck im Rohr	L	m	Rohrlänge
p_{dyn}	Pa	dynamischer Druck im Rohr	\dot{V}_L	m^3/s	Luftstrom des Lüfters
w_R	m/s	mittlere Luftgeschwindigkeit im Rohr	D_R	m	Rohrinnendurchmesser
ρ	kg/m^3	Luftdichte, zu $1,25 \text{ kg}/\text{m}^3$ angenommen	m_k	kg	Kartoffelmasse je Rohr
w_{R0}	m/s	Luftgeschwindigkeit am Rohranfang	\dot{V}_L	$\text{m}^3/\text{kg} \cdot \text{s}$	Luftrate
A_{R0}	m^2	Strömungsquerschnitt am Rohranfang	A_0	m^2	Querschnitt eines Rohrdurchbruchs
A_R	m^2	Strömungsquerschnitt bei der Wegkoordinate l	\dot{V}_0	m^3/s	Luftstrom durch einen Rohrdurchbruch
			α		Kontraktionskoeffizient, zu $0,8$ angenommen
			w_0	m/s	mittlere Luftgeschwindigkeit im Rohrdurchbruch

Gegenüber den projektgemäßen Trapezkanälen in den Sektionen der Aufbereitungs-, Lager- und Vermarktungsanlagen (ALV-Anlagen) vom Typ Blumberg haben aus Stahlrohren zusammengestellte Luftkanäle einige Vorteile, wie geringerer Platzbedarf, gleichmäßigere Luftverteilung, gute Handhabbarkeit und ganzflächige Befahrbarkeit der Sektionen, nachdem die Rohre abschnittsweise entnommen wurden. Zur richtigen Funktion der Rohre müssen jedoch ihre wichtigsten Abmessungen (Durchmesser, Länge, Durchbrüche) sorgfältig berechnet werden, wozu im Beitrag eine vereinfachte Methode dargelegt wird.