

denen Herkunftsorten herangezogen. Die je 4 Varianten von technisch belüfteten und bei FKL-Lüftung gelagerten Partien konnten bei 'Astilla' mit 8 und bei 'Adretta' mit 10 Wiederholungen verrechnet werden. In der Darstellung der Relativverträge (Tafel 2) wurde als Bezugsbasis die herkömmliche Variante der Lagerung bei technischer Belüftung, nicht gebeizt und aufbereitet, verwendet. Aus den Relativzahlen ist ersichtlich, daß Partien, die nach dem FKL-System gelagert wurden, in keiner Variante schlechtere Ergebnisse aufweisen als solche, die in technisch belüfteten Einheiten gelagert wurden. Auch im Herbst gebeizte Partien wurden unter FKL-Bedingungen qualitätsgerecht ausgelagert und daraus unbenachteiligte Aufwüchse gewährleistet.

Die standardgerechte Einlagerung, ohne nochmalige Frühjahrsaufbereitung, ist auch bei FKL-Lagerung vorteilhaft realisierbar. Damit werden die aus den Temperaturabläufen

gezogenen Schlußfolgerungen in bezug auf die Qualitätsbeeinflussung nochmals bestätigt. Insgesamt decken sich die hier dargestellten Ergebnisse mit den in der Praxis erworbenen Erkenntnissen.

Zusammenfassung

Die umfangreiche Anwendung der freien Konvektionslüftung als lüfterfreies Überlagerungsverfahren bei der Kartoffelbehälterlagerung begründete eine Darstellung des Klimaverlaufs in den beiden gegenseitig extremen Überlagerungsperioden 1982/83 und 1984/85. Die in 15 Jahren der Anwendung des FKL-Systems gewonnenen Erkenntnisse wurden ergänzt. Auch die Nachbauergebnisse belegten die Erkenntnisse aus der praktischen Anwendung.

Insgesamt konnte das Überlagerungsverfahren „Freie Konvektionslüftung“ im dargestellten Temperaturverlauf und bei den durchgeführten sechsjährigen Nachbauversuchen

als zuverlässiges Überlagerungsverfahren bestätigt werden.

Literatur

- [1] Schierhorn, H.: 10 Jahre Anwendung der „Freien Konvektionslüftung“ – ein Lüftungsverfahren bei der Lagerung von Kartoffeln in Behältern ohne Einsatz von Ventilatoren. Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR, Berlin 36 (1982) 9, S. 176–179.
- [2] Schierhorn, H.: Pflanzkartoffelüberlagerung mit freier Konvektionslüftung. Saat- und Pflanzgut, Erfurt 16 (1975) 9/10, S. 148–152.
- [3] Schierhorn, H.: Das System der freien Konvektionslüftung bei der Kartoffellagerung in Behältern und seine Anwendung in der DDR. agrartechnik, Berlin 29 (1979) 9, S. 419–422.
- [4] Schierhorn, H.; Schulz, E.; Schulz, F.; Löttge, J.: Ergebnisse der Anwendung der freien Konvektionslüftung bei der Pflanzkartoffellagerung in der LPG(P) „Wilhelm Pieck“ Badel. agrartechnik, Berlin 33 (1983) 5, S. 215–218.
- [5] Monatliche Witterungsberichte des Hauptamtes für Klimatologie Potsdam. A 4709

Zur Anwendung der freien Konvektionslüftung im Kompaktbau der Speisekartoffel-ALV-Anlage des VEG (P) Strasburg

Dr. agr. H. Schierhorn, KDT, Kooperationsverband „Magdeburger Speisekartoffeln“ Gardelegen
Dipl.-Landw. P. Wessel, VEG(P) Strasburg, Bezirk Neubrandenburg

Die freie Konvektionslüftung (FKL-System) [1] kommt i. allg. in ein- und zweischiffigen Kartoffelbehälterlagern zur Anwendung. Mit längsseitiger Lukenanordnung betragen die Lüftungsstrecken 18 bis 24 m bzw. 38 bis 48 m. Nach dem im Jahr 1977 beim Erstanwender des FKL-Systems, der Saat-zuchtstation Ranzin, Bezirk Rostock, durchgeführten Konsultationen erfolgten 1978 in den vierschiffigen Kompaktbauten der ALV-Anlagen in Strasburg, Bezirk Neubrandenburg, und 1978/79 in Breesen, Bezirk Neubrandenburg, die ersten giebelseitigen Anordnungen von Lukenreihen. In beiden Anlagen erreichte die Lüftungsstrecke 60 m. Mit der Umrüstung eines vierschiffigen Kompaktbaus in der LPG(P) Wüllmersen, Bezirk Magdeburg, in den Jahren 1981 und 1982 wurde die längste Lüftungsstrecke von 81 m erreicht. Die ALV-Anlagen Breesen und Wüllmersen können als Pflanzkartoffellager-einheiten gute Überlagerungsergebnisse nachweisen. Von der ALV-Anlage Strasburg liegen nunmehr sechsjährige Bewirtschaftungsergebnisse vor. Sie ist in der DDR die erste Speisekartoffelanlage; die nach dem Überlagerungsverfahren „Freie Konvektionslüftung“ bewirtschaftet wird. Die gegenüber Pflanzkartoffellager-einheiten notwendige längere Lagerungszeit ist von besonderem Interesse. Der Bewirtschaftungszeitraum umfaßte die relativ warme Überlagerungsperiode 1982/83 und den strengen Winter 1984/85.

Gebäudeanordnung und Einlagerung

Die Kartoffelannahme ist längsseits in einer Überdachung (Breite 18 m) eingeordnet. Das anschließende Schiff (Breite 21 m) nimmt die Aufbereitung und Vermarktung der Kartoffeln sowie den Sozialteil auf. Die beiden Lager (Breite 21 m) sind durch eine Trennwand geteilt. Die Investitionskosten betragen insgesamt 4845000 M, davon der Bauanteil 2479000 M. Für die Klimatisierung wurden

nur die Luken giebelseitig eingebaut. Das VEG(P) Strasburg baut jährlich auf einer Fläche von 400 ha Kartoffeln an und hat ein planmäßiges Speisekartoffelaufkommen von 4700 t. Ernte und Aufbereitung erfolgen im fließenden Verfahren. Die Behälter T 922-D (0,95 t) werden nach Abscheidung der Beimengungen und Untergrößen mit dem Erntegut gefüllt und 4fach eingestapelt. Die zur Einlagerung vorgesehenen Partien werden nicht in jedem Fall manuell verlesen. Die Einlagerungsmenge wurde in manchen Jahren durch zusätzliche Herbstvermarktungen reduziert. Sie betrug 3,1 bis 5,2 kt, im Durchschnitt der Jahre 3,75 kt. Die Sortenanteile lagen bei 3% 'Astilla', 10% 'Karella N' und 'Sola', 26% 'Salut N' und 50% 'Adretta' sowie 1% sonstige Sorten.

Klimaführung

Abtrocknung und Abkühlung der eingestapelten Partien werden entsprechend dem FKL-Regime nur über die Öffnung aller Luken vom ersten Tag der Einlagerung an bis zum Rückgang der Raumtemperatur auf 2°C realisiert. Diese Temperatur wurde frühestens am 14. November und spätestens am 27. Januar gemessen. Danach wurden bei Frosteintrittsgefahr zuerst die Windseite und bei längerem starken Frost alle Luken geschlossen. Zwischenzeitlich, wenn die Außenlufttemperaturen keinen Frosteintritt und keine Temperaturerhöhung erwarten ließen, wurden die Luken ein- oder beidseitig geöffnet. Der Klimaverlauf verhielt sich in Abhängigkeit von den Tagesmitteltemperaturen alljährlich so, daß nach Erreichen einer Raumtemperatur von 2°C und einer Stapeltemperatur von 2 bis 4°C diese die über 5°C-Grenze erst nach dem 9. April überschritten hat. Entsprechend der Lüftungsstrecke von 60 m bleibt die Stapeltemperatur in der Hauptlagerungszeit in der Hallenmitte fast konstant bei 5 bis 6°C und baut sich zu den Giebeln hin um 1 bis 2°C ab. In der Hauptla-

gerungszeit wurde durch geschlossene bzw. offene Luken an der Schatten- oder Leeseite auf eine möglichst verzögerte Temperaturerhöhung geachtet. So betragen z. B. in der Überlagerungsperiode 1981/82 die monatlichen Durchschnittstemperaturen im Lager im November 6°C, im Dezember 5°C, im Januar 4°C, im Februar 3,5°C, im März 4°C, im April 6°C, im Mai 7°C und im Juni 12°C. Ohne technische Kälteeinrichtung wurden im Zeitraum Mai/Anfang Juni immer noch Temperaturen bis maximal 12°C gehalten. Erst in den heißen Sommertagen Juni/Juli stieg die Raumtemperatur bis 18°C und lag damit noch um etwa 12°C unter der Tageshöchsttemperatur.

Der Einsatz von Keimhemmungsmitteln erfolgte Ende November/Anfang Dezember. Die Fumigant-Behälter wurden im Lager gezündet. Zur besseren Mittelverteilung wurde in der Mitte der Halle ein Lüfter LAN 900 aufgestellt. Wegen des unbefriedigenden Ergebnisses wurde einmal die Begasung Anfang Januar wiederholt.

Auslagerungskonzeption und Ergebnisse

Unter Berücksichtigung der in der Hallenmitte vorhandenen höheren Temperaturen (Lüftungsstrecke 60 m) begann hier die Partientnahme. Die weitere Reihenfolge ergab sich aus dem Keimverhalten. Eine ent-

Tafel 1. Für die Langzeitlegerung vorhandene Speisekartoffeln in der ALV-Anlage Strasburg

Lagerperiode	Lagerabschnitt		
	bis 30. Mai t	bis 30. Juni t	bis 15. Juli t
1979/80	2 141	1 570	101
1980/81	310	91	91
1981/82	433	262	82
1982/83	868	110	10
1983/84	47	27	15
1984/85	406	354	87

sprechende Sorten- und Partienauswahl für die Langzeitlagerung wurde festgelegt. So konnte mit diesen Partien die Versorgung mit altertigen Kartoffeln jährlich bis nach dem 15. Juli gesichert werden (Tafel 1). Mit der laufenden Entnahme wurde eine qualitätsgerechte Auslagerung bewirkt. Eine zwischenzeitliche Aufbereitung einzelner Partien wurde vermieden. Für die Anschlußversorgung standen in den vergangenen sechs Jahren bis zum 30. Mai noch 47 bis 2141 t, bis zum 30. Juni noch 27 bis 1570 t und bis zum 15. Juli noch 10 bis 101 t im Lager zur Verfügung (Tafel 1).

Die Knollen zeigten geringen Wasserverlust. Die noch relativ gute Turgeszenz hat die Aufbereitung und Vermarktung quantitativ und qualitativ gefördert. In keinem Lagerabschnitt wurde eine Temperaturerhöhung der zur Aufbereitung anstehenden Partien vorgenommen bzw. für notwendig erachtet. Mit einem durchschnittlichen Masseverlust-

Tafel 2. Masseverluste in der ALV-Anlage, Strasburg

Lagerperiode	Einlagerungsmasse	Anteil der Futterkartoffeln %	Masseverluste %
1979/80	5 166	59,4 (absatzbedingt)	10,0
1980/81	3 347	18,1	24,5
1981/82	3 124	18,4	11,1
1982/83	3 334	19,6	11,5
1983/84	4 109	6,6	14,9
1984/85	3 425	25,5	4,7
\bar{x}	3 750		12,6

gebnis von 12,6% (Tafel 2) wurde der normale Schwund eingehalten. Nur in der Überlagerungsperiode 1980/81 wurden höhere Masseverluste ausgewiesen.

Im Jahr 1984 wurde bei einem Ertrag von 201,5 dt/ha in der Speisekartoffelproduktion

und bei den Überlagerungsergebnissen ein Kostensatz von 96,06% ermittelt. Die Selbstkosten betragen dabei 260 M/t Bruttoprodukt und 297 M/t Marktproduktion.

Zusammenfassung

Seit über 5 Jahren werden in der DDR drei Kompaktbauten von ALV-Anlagen nach dem FKL-System erfolgreich bewirtschaftet. Durch giebelseitige Lukenanordnung beträgt die Lüftungstrecke 60 m und 81 m. Die ALV-Anlage Strasburg als Speisekartoffellager hat damit die Langzeitlagerung bis zur Anschlußversorgung realisiert.

Literatur

- [1] Schierhorn, H.: 10 Jahre Anwendung der „Freien Konvektionslüftung“ – ein Lüftungsverfahren bei der Lagerung von Kartoffeln in Behältern ohne Einsatz von Ventilatoren. Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR, Berlin 36 (1982) 9, S. 176–179. A 4728

Zum Einfluß der Luftfeuchte auf das Lagerklima bei der Kartoffellagerung

Dipl.-Ing. T. Ringstaedt, KDT, Institut für Kartoffelforschung Groß Lüsewitz der AdL der DDR

Verwendete Formelzeichen

a	m^{-1}	freie Oberfläche des Schüttguts je Volumenanteil
c	kJ/kg	spezifische Wärmekapazität
h	kJ/kg	spezifische Enthalpie
K	$kg/t \cdot h$	Faktor
m	kg/h	Massestrom
\dot{m}^*	$g/t \cdot h$	spezifischer Massestrom (Schwund)
Q	kJ/h	Wärmestrom
\dot{q}	$kJ/t \cdot h$	spezifischer Wärmestrom
r_0	kJ/kg	spezifische Verdampfungswärme
t	$^{\circ}C$	Temperatur
\dot{v}	$m^3/t \cdot h$	spezifischer Volumenstrom (Luft-rate)
x	g/kg	absoluter Wassergehalt je kg trockener Luft
x'	g/kg	absoluter Wassergehalt bei Sättigung
φ		relative Feuchte
κ	$kg/m^2 \cdot h$	Übergangskoeffizient für Wasserdampf
τ	h	Zeit, Zeitschritt
Indizes		
A		Außenluft, Ortspunkt
A'		Ortspunkt
E		Eintritt
K		Kartoffel
L		Luft
p		bei konstantem Druck
W		Wasser, Wasserdampf
Z		Zuluft
ϑ		Ortspunkt

1. Auswahl von geeigneten Luftzuständen

Die Ergebnisse vielfältiger Untersuchungen zum Lagerungsverhalten von Kartoffeln und dessen Beeinflussung durch Belüftungsmaßnahmen flossen in den Standard TGL 21240/04 [1] und in die Lüftungsempfehlungen für Speisekartoffel-Lageranlagen [2] ein.

Danach ist die Bestimmung zulässiger Luftzustände für die Lagerbelüftung nach verschiedenen Kriterien möglich:

- Temperaturdifferenzen
- Temperatur- und Feuchtedifferenzen
- Enthalpie- und Feuchtedifferenzen.

Im Mollier-h,x-Diagramm erscheinen die für Belüftungszwecke geeigneten Bereiche des Zuluftzustands als Flächen zwischen den oberen und unteren Grenzwerten (Bild 1), wobei für den Luftzustand im Stapel – gekennzeichnet durch den Ortspunkt ϑ – angenommen wird, daß die Temperatur gleich der Kartoffeltemperatur ist und nahezu Sättigungszustand vorliegt.

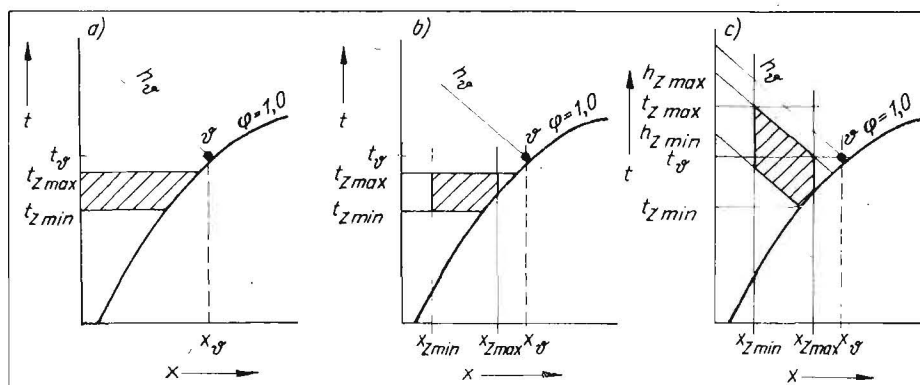
Es wird deutlich, daß unabhängig vom Auswahlkriterium nur Luftzustände für die Lagerbelüftung in Frage kommen, deren absoluter Wassergehalt kleiner als der der Stapelluft ist. Dadurch wird erreicht, daß der Übergang von Wasserdampf nur von den Kartoffeln an den Luftstrom und nicht umgekehrt erfolgen kann. Kondensation wird somit nur auftreten, wenn feuchte warme Luft mit kälteren Kartoffeln in Berührung kommt, also bei Luftzuständen oberhalb der zulässigen Grenzwerte und/oder bei unregelmäßigen Temperaturschichtungen im Stapel.

2. Außenluftzustand – Zuluftzustand

Die Einrichtungen der Luftförderung und Luftverteilung rufen im Luftstrom gegenüber dem Eintrittszustand Änderungen der Parameter Temperatur und Feuchte hervor.

Vom Ventilator wird an den Luftstrom eine bestimmte Wärmemenge übertragen, die zu einer Temperaturerhöhung führt. Günzel [3] gibt als Richtwerte in Abhängigkeit vom Ven-

Bild 1. Grenzbereiche für den Zuluftzustand;
a) nach Temperaturdifferenzen
b) nach Temperatur- und Feuchtedifferenzen
c) nach Enthalpie- und Feuchtedifferenzen



Durch Belüftung bzw. Klimatisierung der Lagerräume ist während der Lagerung die Qualitätserhaltung der Bestände zu gewährleisten. Dazu gehört, daß Belüftungsmaßnahmen bei Notwendigkeit zum Erreichen geforderter Lagerklimazustände durchgeführt und unerwünschte Nebeneffekte – z. B. Kondensation oder übermäßiger Masseverlust – weitgehend ausgeschlossen werden müssen. Das setzt voraus, daß das Verhalten der Kartoffeln unter diesen Bedingungen bekannt ist und die Auswirkungen von Belüftungsmaßnahmen auf das Lagergut abgeschätzt werden können.