

# Stand und Entwicklung der Regeltechnik in Speisekartoffel-Lageranlagen

Dipl.-Landw. J. Witte, KDT, VEB Ingenieurbüro für Lagerwirtschaft Obst-Gemüse-Speisekartoffeln Groß Lüsewitz

## 1. Volks- und betriebswirtschaftliche Aufgabenstellung

Die weitere Intensivierung der sozialistischen Landwirtschaft, verbunden mit dem Übergang zu industriemäßigen Produktionsmethoden, führte in der DDR u. a. zur Errichtung einer großen Anzahl von Aufbereitungs-, Lagerungs- und Vermarktungsanlagen (ALV-Anlagen) für Speisekartoffeln. Diese Entwicklung entspricht der Forderung nach stabiler und kontinuierlicher Versorgung der Bevölkerung mit Speisekartoffeln in hoher Qualität. Im Bericht des Zentralkomitees der SED an den IX. Parteitag wurde dazu festgestellt: „Wenn wir in diesem Zusammenhang der Verbesserung der Qualität der Speisekartoffeln besonders großes Gewicht beimessen, dann wissen wir uns in voller Übereinstimmung mit der Bevölkerung.“ [1] In den Lageranlagen kann die Qualität der in der Feldwirtschaft produzierten Kartoffeln nicht verbessert werden. „Der Gebrauchswert wird hier weder erhöht noch vermehrt, im Gegenteil, er nimmt ab. Aber seine Abnahme wird beschränkt, und er wird erhalten.“ [2] Eine Möglichkeit zur Erreichung dieses Ziels ist die Belüftung der eingelagerten Kartoffeln mit kühler Außenluft (Normallagerung). Das entscheidende Arbeitsmittel dabei ist die Lüftungsanlage.

Zur Verminderung der subjektiven Fehler in der Belüftung, die trotz ständiger Qualifizierung der Lagerwarte immer noch erheblichen Umfang einnehmen, ist die Umstellung der Lüftungsanlagen von Handbedienung auf automatische Steuerung und Regelung unumgänglich. Dabei wird nicht nur die bessere Qualitätserhaltung angestrebt, sondern auch

- Steigerung der Arbeitsproduktivität
- höhere Grundfondsauslastung
- Verbesserung der Arbeits- und Lebensbedingungen.

## 2. Stand der Entwicklung

Der VEB Ingenieurbüro für Lagerwirtschaft Obst-Gemüse-Speisekartoffeln Groß Lüsewitz befaßt sich seit 1969 mit der Entwicklung von Lüftungsautomaten. In seinem Auftrag konstruierte und erprobte das ehemalige Ingenieurbüro für Energetik in der Landwirtschaft Rostock-Sievershagen in den Jahren 1970 bis 1972 den nach seinem Konstrukteur Redenz benannten Lüftungsautomaten [3]. Er entsprach zum Zeitpunkt seiner Inbetriebnahme im Jahr 1973 bereits nicht mehr dem inzwischen rasch gewachsenen Erkenntnisstand der Lüftungstechnologie. Seine Arbeitsweise jedoch wurde zur Grundlage aller weiteren Automatisierungslösungen des VEB Ingenieurbüro für Lagerwirtschaft Groß Lüsewitz (Verwendung nur eines Sofortreglers; durch diesen Auslösung aller Steuer- und Regelprozesse, indem durch eine Zählkette nacheinander die benötigten Temperaturwerte aufgeschaltet werden; Stapeltemperatur als Regelgröße für Lüftungsbedarf, Lüftungsmöglichkeit und Zuluft).

Nach einer neuen Aufgabenstellung wurden im Jahr 1975 in den Kartoffellagerhäusern Bad Tennstedt, Bezirk Erfurt, und Broderstorf,

Bezirk Rostock, 4 Automaten des Typs LA 374 installiert und in der Lagerperiode 1975/1976 intensiv erprobt. Hier wurden die entscheidenden Erkenntnisse für die heutigen Automatisierungslösungen gewonnen. Aufbauend darauf wurden die Aufgabenstellungen und Projekte für die BMSR-Anlagen der kommenden Generation erarbeitet. Diese in der Grundfunktion einheitlichen Automaten sollen im 16-kt-Speisekartoffellager, im Kopfkohllager Großgörschtern, im Zwiebellager Groß Börnecke und im Möhrenlager Marxwalde eingesetzt werden. Ein Funktionsmuster dieser neuesten Konzeption von Lüftungsautomaten wird unter der Typenbezeichnung LA 176 seit Oktober 1976 in der ZBE Speisekartoffel-ALV-Anlage Weidendorf untersucht.

Seit 1973 projektiert, liefert und montiert der VEB Geräte- und Regler-Werke Teltow, Außenstelle Erfurt, alle genannten Lüftungsautomaten. Für die Nachrüstung bestehender Anlagen kann seit diesem Jahr der kostengünstigste Automat „MEPO 4“ angewendet werden. Das Projekt entstand auf der Grundlage eines Neuerervorschlags der Kooperativen Abteilung Pflanzenproduktion (KAP) Syrau. Dieser Automat wurde als Funktionsmuster vom Forschungszentrum für Mechanisierung Schlieben/Bornim einige Jahre in Speise- und Pflanzkartoffellagerhäusern erprobt und hat seine grundsätzliche Eignung nachgewiesen. Die Serienproduktion in der PGH „Elektro“ Potsdam-Teltow beginnt in diesem Jahr. Die funktionelle Konzeption des Automaten ist ein Kompromiß an den Anschaffungspreis und wird daher nicht den Anforderungen gerecht, die der LA 176 und die darauf aufbauenden Lösungen erfüllen [4]. In einem Werk in Shtomir (UdSSR) wird seit einigen Jahren ein „Schrank zur automatischen Regelung von

Systemen der aktiven Ventilation und Heizung für die Lagerung von Kartoffeln und Gemüse „SAU-AV“ in Serie produziert. Die Funktion dieses Automaten gemäß der Aufgabenstellung entspricht auch den Anforderungen in der DDR.

## 3. Zur Arbeitsweise von Lüftungsautomaten

Wie aus Tafel 1 zu entnehmen ist, hat der in Bad Tennstedt und Broderstorf geprüfte Automat LA 374 drei verschiedene Programme für Abtrocknung, Wundheilung und Abkühlung [5]. Durch einen Programm-Wahlschalter wird entsprechend der Lagerperiode das Programm vom Lüftungswart eingestellt. Das Programm „Abkühlung“ wird für die Abkühlungs- und Lagerperiode verwendet. Hauptregelgröße ist hier wie auch bei allen anderen beschriebenen Automaten (außer MEPO 4) die Stapeltemperatur.

Für die Abtrocknung und Wundheilung werden die Lüfter nicht nach Lüftungsbedarf und -möglichkeit ein- oder ausgeschaltet, sondern beim Programm „Abtrocknung“ sind sie ständig in Betrieb, während sie beim Programm „Wundheilung“ im Intervall nach Einstellung der gewünschten Lüftungspause und Lüftungszeit laufen. Liegt während des Lüfterlaufs Lüftungsbedarf und -möglichkeit vor, werden die Frischluftklappen schrittweise so weit geöffnet, bis eine im Automaten fest eingestellte Differenz zwischen Zulufttaupunkt- und Stapeltemperatur eingeregelt ist. Damit kann in der Abtrocknungsperiode innerhalb kürzester Zeit der auf den Knollen haftende Wasserfilm abgeführt werden, ohne den Stapel zu stark abzukühlen, so daß die folgende Wundheilungsperiode mit ausreichend hohen Stapeltemperaturen ( $t_s > 10^\circ\text{C}$ ) begonnen werden kann. In der Wundheilungsperiode wird die Differenz zwischen Stapeltemperatur  $t_s$  und Zulufttemperatur  $t_z$  so eng gehalten, daß

- eine Übertrocknung der noch nicht geheilten Wunden
- eine Abkühlung der Stapeltemperatur unter  $10^\circ\text{C}$
- eine Aufwärmung des Stapels über den eingestellten Sollwert vermieden werden.

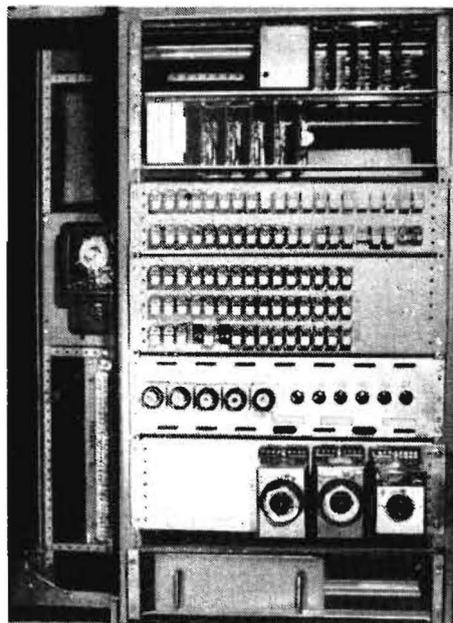
In der Abkühlungs- und Lagerperiode wird durch die Ausnutzung aller geeigneten Außenluftzustände erreicht, daß

- der Stapel rasch abgekühlt wird
- in der Lagerperiode die Stapeltemperatur nur geringen Schwankungen unterworfen ist
- im Frühjahr die Stapeltemperaturen möglichst lange unter  $5^\circ\text{C}$  gehalten werden
- durch die Begrenzung der Differenz zwischen  $t_s$  und  $t_z$  die Masseverluste durch Wasserentzug niedrig gehalten werden.

In allen Programmen können mit Hilfe des Automaten verhindert werden:

- Bildung von Kondenswasser an den Knollen durch zu hohe Feuchte der Zuluft (Gefahr der Fusarium-Ausbreitung)

Bild 1. Innenansicht des Lüftungsautomaten LA 374



Tafel 1. Vergleich vorhandener Lüftungsautomaten

Automat	Automat Redenz	SAU-AV	LA 374	LA 176	MEPO 4
Anz. d. Progr. Abtrocknung	3 periodische Aufwärmung mit aufgeheizter Umluft	3 —	3 Dauerlüftung $t_s - t_e \leq 2$ : Umluft $t_e - t_s \leq 2$ : Umluft $t_s - t_e > 2$ : Klappen auf $t_e - t_s < 2$ : Klappen auf $t_s - t_e < 7$ : Klappen auf $t_s - t_e > 7$ : Klappen zu	1 —	1 —
Wundheilung	$t_s - t_e \geq 1,25$ : Lüfter ein $t_s - t_e < 1,25$ : Klappen auf $t_s - t_e > 1,75$ : Klappen zu $t_s > \text{Sollwert}$ : Lüftungsbedarf Sollwert: 12°C	4- bis 6mal tägl. Umluft	Intervalllüftung $t_s < \text{Sollwert}$ : $t_e > t_s$ : Umluft $t_e < t_s$ : Klappenöffnung $t_s - t_e \leq 2$ : Klappen auf $t_s - t_e > 2$ : Klappen zu $t_s > \text{Sollwert}$ : $t_s - t_e > 1$ : Klappenöffnung $t_s - t_e < 4$ : Klappen auf $t_s - t_e > 4$ : Klappen zu $t_s - t_e < 1$ : Umluft	durch häufige CO <sub>2</sub> -Lüftung und Reglervorstellung im Abkühlungsprogramm möglich	durch häufige CO <sub>2</sub> -Lüftung und Reglervorstellung im Abkühlungsprogramm möglich
Abkühlung Lagerung	siehe Wundheilung Sollwert: 3...5°C weniger CO <sub>2</sub> -Lüftung	$t_s > \text{Sollwert}$ : Lüftungsbedarf $t_e < t_s$ : Lüftungsmöglichkeit Zuluftregelung durch Mischluftklappenverstellung	$t_s > \text{Sollwert}$ : Lüftungsbedarf $t_s - t_e > 2$ : Lüftungsmöglichk. $t_s - t_e < 7$ : Klappen auf $t_s - t_e > 7$ : Klappen zu $t_{z \min} = 0,5^\circ\text{C}$	$t_s > \text{Sollwert}$ : Lüftungsbedarf $t_s - t_e > 3$ : Lüftungsmöglichkeit $t_s - t_e < 6$ : Klappen auf $t_s - t_e > 6$ : Klappen zu $t_{z \min} = 1^\circ\text{C}$	$t > \text{Sollwert}$ : Lüftungsbedarf $t_e$ im eingestellten Bereich des Reglers: Lüftungsmöglichkeit; Lüfter an, Klappen voll auf $t_e = 0...-2^\circ\text{C}$ : 50% Frischluft
Erwärmen	ohne Heizung: mit Außenluft $t_e > t_s$ mit Heizung: $t_e < t_s$ : Umluft aufgeheizt $t_s = t_e + 4 \text{ K}$ $t_e > t_s$ : Misch- oder Frischluft evtl. aufgeheizt	$t_s$ zu niedrig: 4- bis 6mal täglich Umluft mit Heizung	—	—	—
Technische Zusatzleistung	CO <sub>2</sub> -Lüftung: Klappenöffnung 10%, Pause bis 12 h, Laufzeit bis 2 h; Frostschutz: Abschalten des Reglers durch Kontaktthermometer; Hand-Automatik-Umschaltung	CO <sub>2</sub> -Lüftung Umluftheizung Frostschutzschaltung Mischluftklappenbeheizung zum Schutz vor Anfriern Hand-Automatik-Umschaltung	CO <sub>2</sub> -Lüftung: nach Tageszeit wählbar, Laufzeit bis 60 min, Klappenöffnung 10%; Frostschutz: Abschaltung der Lüfter und des Automaten, Anzeige mit Warnlampe Hand-Automatik-Umschaltung Meßwerte am Regler ablesbar Reglerhavarie wird angezeigt schränkinterne Heizung	wie LA 374, jedoch CO <sub>2</sub> -Lüftung mit Umluft	CO <sub>2</sub> -Lüftung: Pause bis 12 h, Laufzeit bis 2 h mit Umluft, abschaltbar Hand-Automatik-Umschaltung

$t_s$  Stapeltemperatur,  $t_e$  Außenlufttemperatur,  $t_z$  Zulufttemperatur,  $t_r$  Raumtemperatur,  $t_a$  Außentaupunkttemperatur,  $t_{z \min}$  Zulufttaupunkttemperatur,  $t_{z \min}$  niedrigste Zulufttemperatur

- Aufwärmung des Stapels durch zu hohe Zulufttemperaturen
- Lüftung nach Erreichen des Sollwerts. Diese Ziele werden dadurch erreicht, daß der Automat selbsttätig ständig folgende Größen prüft:
  - Lüftungsbedarf (durch den Vergleich zwischen Stapeltemperatur und Sollwert)
  - Lüftungsmöglichkeit (durch den Vergleich zwischen Stapeltemperatur und Außenlufttemperatur)

- Zuluft (durch den Vergleich zwischen Stapeltemperatur und Zulufttaupunkttemperatur). Diese ständige Prüfung mit fest eingestellten Differenzwerten vermeidet weitgehend subjektive Lüftungsfehler durch falsche Einstellungen des Automaten und erleichtert dem Lagerwart die Arbeit erheblich, da Kontrollen nachts und an Wochenenden weitgehend überflüssig werden. In Zeiten, in denen kein Lüftungsbedarf oder keine Lüftungsmöglich-

keit bestehen, wird entsprechend der Einstellung einer Schaltuhr täglich einmal oder mehrmals zur CO<sub>2</sub>-Abführung und zur Vermeidung von Temperaturschichtungen und Schwitzschichten mit Umluft gelüftet. Ein Kontroll- und Sicherheitssystem im Automaten verhindert in bestimmtem Umfang beim Ausfall von Bauteilen falsche Lüftungsmaßnahmen und ermöglicht dem Lüftungswart die Überwachung der einwandfreien Funktion. Dieses System umfaßt u. a. Frostschutz, Havariemel-

derung beim Ausfall des Reglers, Klappenstellanzeige, Stundenzähler. Durch Umschaltung auf „Messen“ sind die in den Automaten eingehenden Temperaturwerte auf dem Regler ablesbar.

#### 4. Ziele und Ergebnisse der Erprobung

Drei der vier Automaten vom Typ LA 374 (Bild 1) wurden im 10-kt-Speisekartoffel-Sektionslager Bad Tennstedt und einer im 5,5-kt-Speisekartoffel-Haufenlager Broderstorf erprobt. Mit der Untersuchung in Broderstorf sollten die Automatisierungsmöglichkeiten in einem Haufenlager älteren Typs eingeschätzt werden. Ziele der Erprobung waren die Feststellung der

- Funktionssicherheit des Automaten und seiner Bauteile
- Temperaturführung im Stapel
- möglichen Verlustsenkung.

Die Überprüfung der Funktionssicherheit brachte folgende Ergebnisse:

- Der Automat muß schwingungsfrei aufgestellt werden, da einige Bauelemente durch Schwingungen erhöhtem Verschleiß unterliegen (Regler, Relais, Thermostaten).
- Der Automat arbeitet nur einwandfrei mit sicher funktionierenden Klappenstellmechanismen.
- Die Klappenstellschritte müssen so klein sein, daß keine Temperatursprünge von mehr als 1 K in der Zuluft vorkommen.
- Zählketten sind möglichst kontaktfrei aufzubauen (Elektronik anstelle von Relais).
- Taupunktfühler sind zur Messung des Zulufttaupunkts im Luftstrom ungeeignet.
- Elektronische Bauelemente sind wesentlich funktionsreicher als elektromechanische.
- Der Sofortregler ist aufgrund seiner Funktionssicherheit und seiner Kontrollierbarkeit das günstigste Regelungssystem.

Die Ausnutzung aller geeigneten Außenluftzustände zur Kühlung des Stapels durch den Automaten und die daraus resultierende gute Temperaturführung ist aus Bild 2 zu ersehen. Die Ende September eingelagerten Kartoffeln wurden bis zum 20. August gelagert und waren noch zum Schalen geeignet. Die Lagertemperatur von 5°C wurde am 15. November erreicht und — mit Ausnahme weniger warmer Tage im November — bis Anfang Mai nicht mehr überschritten.

Die Lagerverluste und die mögliche Senkung durch den Einsatz von Automaten wurden in nur einer Lagerperiode gemessen und sind daher statistisch nicht gesichert. Jedoch lagen bei 281 Lagertagen in der automatisch belüfteten Versuchssektion die Verluste um 5 % niedriger als in der manuell belüfteten Vergleichssektion. In beiden Sektionen lagerten Kartoffeln der gleichen Sorte und Partie. Die Zielstellung, Verluste durch Automaten um 2 % zu senken, scheint damit erreichbar zu sein.

#### 5. Schlußfolgerungen

Die im Pkt. 4 genannten Erprobungsergebnisse und die Forderung nach Senkung der Investitionen für die BMSR-Anlage führten für die Ausrüstung von Lagerhäusern der nächsten Generation mit Lüftungsautomaten, deren Funktionsmuster der Automat LA 176 ist, zu folgender Aufgabenstellung:

Der Regelschrank soll in einer Lagersektion optimale klimatische Bedingungen durch automatische Steuerung der Lüftungsanlage schaffen. Sein Arbeitsbereich umfaßt die Lagerperioden Wundheilung sowie Abkühlung und Lagerung. Der Regelschrank ist kein Vollautomat. Sein Betrieb schließt die Einstellung

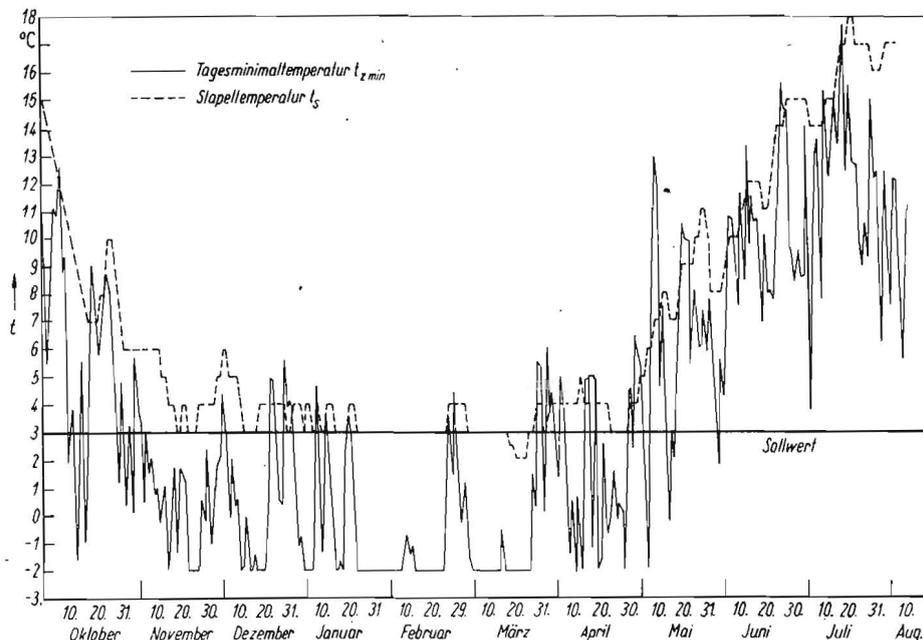


Bild 2. Temperaturverlauf in einem automatisch belüfteten Lagerraum des Speisekartoffel-Haufenlagers Broderstorf (Lagerperiode 1975/1976)

Tafel 2. Regelprogramm

Bedingungen	Steuervorgang
— Stapeltemperatur gleich oder unter eingestelltem Sollwert	— kein Lüftungsbedarf vorhanden, Lüfter aus
— Stapeltemperatur über eingestelltem Sollwert	— Lüftungsbedarf vorhanden
— Außenlufttemperatur weniger als 3 K unter Stapeltemperatur	— keine Lüftungsmöglichkeit, Lüfter aus
— Außenlufttemperatur mehr als 3 K unter Stapeltemperatur	— Lüftungsmöglichkeit vorhanden, bei zusätzlichem Lüftungsbedarf Lüfter an
— Zulufttemperatur weniger als 6 K unter Stapeltemperatur	— Regelklappen schrittweise auf
— Zulufttemperatur mehr als 6 K unter Stapeltemperatur	— Regelklappen schrittweise zu

bestimmter Vorgaben durch den Lagerwart ein (Kartoffelsollwert, Lüfterlaufzeit nach Zeitschaltung für Wundheilung und Notbelüftung).

#### Regelumfang

Regelgrößen sind:

- Stapeltemperatur, gemessen durch 4 Meßfühler, die manuell wahlweise auf den Automaten geschaltet werden
- Lüfterlaufzeit, wählbar von 15 bis 120 min mit beliebig langen Pausen bis 24 h.

Zu steuern sind:

- Lüftungsbeginn und -ende in Abhängigkeit von der Einstellung der Zeitschaltuhr oder von der Differenz zwischen Stapel- und Außenlufttemperatur
- Regelklappenverstellung in Abhängigkeit von der Differenz zwischen Stapeltemperatur und Zulufttemperatur mit 15 Stellschritten.

Zu den zusätzlichen Aufgaben gehören:

- Mit Hilfe einer Frostschutzschaltung müssen die Lüfter bei Zulufttemperaturen unter 0°C ausgeschaltet werden.
- Beim Lüfterstillstand müssen die Regelklappen automatisch schließen.
- Beim Ansprechen der Frostschutzschaltung ist eine optische Anzeige vorzusehen. Die Frostschutzschaltung darf nur von Hand entriegelbar sein.
- Die in den Schrank eingehenden Werte (Außenluft-, Zuluft- und Stapeltemperatur) müssen ablesbar sein.

- Bei Zulufttemperaturen unter 1°C müssen die Regelklappen unter allen Bedingungen schrittweise schließen.

#### Regelprogramm

Die Regelanlage muß ständig — beim Lüfterstillstand und beim Lüfterlauf — den Lüftungsbedarf und bei vorliegendem Bedarf die Lüftungsmöglichkeiten entsprechend den Bedingungen des jeweiligen Programms prüfen. Nur wenn Lüftungsbedarf und -möglichkeit gegeben sind, dürfen die Lüfter laufen (Tafel 2).

#### Zeitschallüftung

Durch eine 24-h-Zeitschaltuhr werden zu bestimmten, vom Lagerwart einzustellenden Zeiten die Lüfter eingeschaltet. Diese Lüftungsart kann durch Umschaltung von Hand auf zweierlei Art erfolgen:

- CO<sub>2</sub>-Lüftung  
Lüfterlauf nach Zeiteinstellung, Klappen bleiben geschlossen
- Wundheilungslüftung  
Die 24-h-Schaltuhr wird vom Schichtwart auf die gewünschte Lüftungszeit eingestellt. Durch manuelle Umschaltung können die Lüfter nur durch die Schaltuhr eingeschaltet werden. Beim Lüfterlauf erfolgt die Klappeneinstellung nach dem Regelprogramm.

#### Technische Anforderungen

- Die Sollwerttemperatur für den Stapel muß mit einem Sollwertschalter zwischen 3°C

und 20 °C bei Schritten von jeweils 1 K beliebig einstellbar sein.

- Die Lüfterlaufzeit muß durch ein Zählwerk angezeigt werden.
- Die Umschaltung auf Handbetrieb muß möglich sein.

Mit dieser Automatisierungslösung der o.g. Aufgabenstellung wurden die Investitionen von 44 M/t Lagerkapazität (LA 374) auf 15 M/t (BMSR-Projekt für 16-kt-Anlage) gesenkt. Wie bereits im Pkt. 2 erwähnt, werden alle Speisekartoffel- und Gemüselagerhäuser mit Automaten ausgerüstet, die nach dieser einheitlichen Grundfunktion arbeiten. Die Abweichungen für die verschiedenen Lagergüter sind nur gering. Bei der weiteren Entwicklung der BMSR-Technik für Kartoffel- und Gemüselagerhäuser sind neue technische Lösungen zu erwarten und wünschenswert. Wichtig sind dabei besonders die weitere Erhöhung der Funktionssicherheit und die Vervollkommnung der Programme. Dazu sind der Einsatz elektronischer Bauelemente und die Verwendung von Taupunktfühlern, die eine höhere Meßgenauigkeit und Lebensdauer gegenüber den bisherigen Typen

aufweisen, anzustreben. Zur Zeit muß auf die Zuluftregelung nach Taupunkttemperatur verzichtet werden. Für die Haufenlager älteren Typs, die mit Holzklappen für die Zuluftregulierung ausgerüstet sind, sind geeignete Klappenstellmechanismen zu entwickeln und zu erproben.

## 6. Zusammenfassung

Die Entwicklung und Erprobung von Lüftungsautomaten für die Kartoffel- und Gemüselagerung weisen gegenwärtig einen Stand auf, der den Einsatz in den Lagerhäusern der kommenden Generation in vollem Umfang rechtfertigt. Für die Rationalisierung bestehender Anlagen steht ein relativ billiger Automat zur Verfügung. Die Automatisierung der Lüftung soll helfen, subjektive Fehler stärker als bisher zu vermeiden, um die quantitativen und qualitativen Verluste zu verringern. Bei einer Senkung der Verluste um 2 % hat die BMSR-Anlage des 16-kt-Speisekartoffellagers eine Rückflüßdauer von 5 bis 6 Jahren. Durch Einsparung von Lüftungswarten ist eine Steigerung der Arbeitsproduktivität möglich. Die Grundfondsökonomie verbessert sich durch die bei sinkenden

Verlusten möglichen höheren Auslagerungsmengen. Zu diesen ökonomischen Vorteilen kommt eine Verbesserung der Arbeits- und Lebensbedingungen für den Lagerwart hinzu. Das bestärkt die Forderung, neue Lagerhäuser grundsätzlich mit BMSR-Technik auszurüsten.

## Literatur

- [1] Honecker, E.: Bericht des Zentralkomitees der SED an den IX. Parteitag. Berlin: Dietz Verlag 1976.
- [2] Marx, K.: Das Kapital, Band II. Berlin: Dietz Verlag 1966.
- [3] Redenz, G.: Temperaturregelanlage zur Belüftung von Kartoffellagersektionen im 10-kt-Lagerhaus-Projekt. Ingenieurbüro für Energetik in der Landwirtschaft Rostock-Sievershagen 1972 (unveröffentlicht).
- [4] Günzel, W.; Güldner, R.: Lagerung und Lüftung von Speisekartoffeln in loser Schüttung in 16-kt-ALV-Anlagen. agrartechnik 27 (1977) H. 2, S. 58-60.
- [5] Witte, J.; Güldner, R.: Entwicklung und Erprobung von Regelschränken für die Speisekartoffellagerung. VEB Ingenieurbüro für Lagerwirtschaft Groß Lüsewitz, Abschlußbericht 1976 (unveröffentlicht). A 1704

# Speisekartoffel-Kühlagerung in bestehenden ALV-Anlagen

Dr. E. Pötke, KDT, Ingenieurbüro für Lagerwirtschaft Obst-Gemüse-Speisekartoffeln Groß Lüsewitz

Auf dem IX. Parteitag der SED wurde kritisch festgestellt, daß die Kartoffelqualität für die Versorgung der Bevölkerung sowie das Niveau und die Stabilität der Erträge noch nicht den Anforderungen entsprechen [1].

Die Lösung dieser Probleme erfordert ein enges Zusammenwirken aller an der Kartoffelproduktion Beteiligten und die komplexe Nutzung der Intensivierungsfaktoren Züchtung, Chemisierung und Mechanisierung.

Eine für die Qualitätserhaltung der Kartoffeln bisher in der DDR kaum genutzte technische Lösung ist die Kühlagerung, d. h. der Einsatz technisch erzeugter Kälte zum Erreichen bzw. Erhalten der optimalen Lagertemperatur.

Über grundlegende Untersuchungen zur Verlustminderung und zur verbesserten Qualitätserhaltung durch die Kühlagerung mit Stapelhöhen bis 8 m bei gesackter Ware und bei einer Lagerperiode bis Juni wurde in [2] berichtet.

Die Lagerungsverluste, insbesondere durch Schwund, Keimung und Fäulnis, waren bei der Kühlagerung jeweils bedeutend geringer als bei den Vergleichspartien. Ebenso wurden die Neigung zum Verfärbn und die innere Qualität positiver bei den kühlgelagerten Partien beurteilt.

Hinsichtlich der Sorteneignung für die Kühlagerung wurden das DDR-Sortiment um 1960 eingehend beurteilt und zusammenfassend der zu erwartende Gesamtverlust bei der Lagerung bis Juni eingeschätzt [3]:

- 10 % bei Kühlagerung
- 15 % bei Normallagerung mit Keimhemmungsmitteln in gut belüfteten Lagern
- 25 % bei Normallagerung ohne Keimhemmung.

Die sichere Lagerung der Kartoffeln in gekühlten Räumen führt in vielen Ländern mit vergleichbaren klimatischen Bedingungen (Schweiz, Österreich, Ungarn, UdSSR u. a.) zum Einsatz von Kühlagern bzw. zur Installation von Kälteanlagen in Normallagern [4]. Die Ausstattung von etwa einem Viertel der

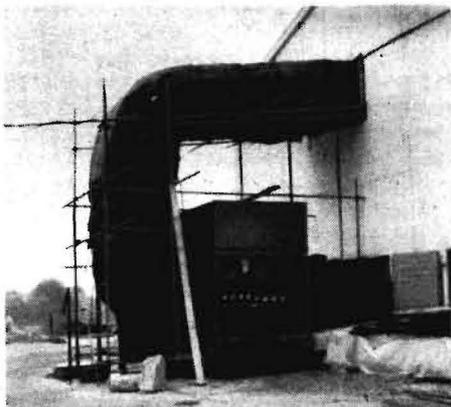
Lagerkapazität als komplettes Kühlager wird beim Neubau bzw. bei der Erweiterung von Lageranlagen für Speisekartoffeln in der DDR von Günzel und Hegner [5] sowie von Schmidt [6] begründet und vorgeschlagen.

## 1. Versuche zur Kühlagerung und eingesetzte Kühlaggregate

Gemeinsam mit dem Institut für Kartoffelforschung Groß Lüsewitz der AdL der DDR wurden unter Praxisbedingungen Kühlager- und Vergleichsversuche in folgenden Lageranlagen durchgeführt:

- 10-kt-Speisekartoffel-Sektionslageranlage der ZBE Speisekartoffel-ALV-Anlage Weidensdorf (Frühjahr 1973 bis 1975)
- 12-kt-Pflanzkartoffel-Palettenlageranlage der KAP Triebsees (Herbst 1975)
- 8-kt-Speisekartoffel-Haufenlageranlage der KAP Bad Doberan (Frühjahr 1976).

Bild 1. Mobiles Fruchtkühlaggregat mit Zuluft- und Abluftkanälen vor der Haufenlageranlage Bad Doberan



Als Kühlanlagen wurden bis zum Herbst 1974 zwei Getreidekühler des Typs G 100 H mit vergrößerter Verdampferfläche vom VEB Industriekühlung Zwickau mit einer Kälteleistung von je 35 000 J/s eingesetzt. Dann konnte ein zwischenzeitlich konzipiertes und konstruiertes Fruchtkühlaggregat [7] vom gleichen Betrieb hergestellt und zur praktischen Erprobung eingesetzt werden. Dieses kompakt gebaute, mit V-förmig liegend angeordneten Verdampfern ausgestattete Aggregat (Bild 1) arbeitet bedienungsfrei und hat eine Kälteleistung von 75 500 J/s.

Das Kühlaggregat wurde vor den Lüftern der Lageranlagen jeweils so aufgestellt, daß es die aus dem Lagergut abströmende Luft aufnehmen und um rd. 3 K abgekühlt den Lüftern wieder zuführen konnte. Die Lüftungsanlagen arbeiteten im Umluftbetrieb. Zur Überwindung des Luftwiderstands im Verdampfer und in den Zu- und Ableitungen (sowie zur Abluftausaugung bei Haufenlagern) ist das Kühlaggregat mit zwei Stützlüftern ausgestattet.

## 2. Versuchsergebnisse und Erkenntnisse

Mit der Zuführung gekühlter Luft zu den eingelagerten Kartoffeln wird eine rasche und sichere Abtrocknung des Haftwassers von der Knollenoberfläche erreicht, wodurch für die Fäulniserreger (Bakterien und Pilze) die Infektions- und Lebensbedingungen stark eingeschränkt werden.

Weiterhin wird nach beendeter Wundheilung eine deutliche Temperaturminderung der gekühlten Partien erreicht (Bild 2). Die Einhaltung der erreichten Lagertemperatur konnte trotz zusätzlicher Umlagerung von über 500 t aus einem Freilager festgestellt werden. Die inzwischen erfolgte jahreszeitlich übliche Reduzierung der Tagesminimaltemperatur hat diesen Abkühlvorgang unterstützt. In den Vergleichssektionen 3 und 8 konnte ebenfalls eine deutliche, aber beachtlich geringere Abnahme der Lagertemperatur an den Tagen um den