

$$W_{\text{rot}} = \dot{V}_L / (D_{\text{ri}}^2 \pi / 4) \quad (3)$$

$$l = 1 \dots 3$$

Zur Berechnung des Arbeitspunktes des Lüfters mit dem Rohrsystem ist die um die o. g. 50 Pa für die Stapeldurchströmung reduzierte Lüfterkennlinie  $p_{\text{ges}} = f(\dot{V}_L)$  heranzuziehen. Der Luftstrom des Lüfters  $\dot{V}_L$ , der sich nach

$$\dot{V}_L = m_K \dot{V}_L \quad (4)$$

ergibt, führt im Bild 3 zum verfügbaren Gesamtdruck unmittelbar hinter dem Lüfter ( $\Delta$  Arbeitspunkt). Ein besonderer Vorteil der Rohrlüftung ist bei Lüfterdurchmesser gleich Rohrdurchmesser des ersten Rohrstücks der stoßfreie Übergang zwischen Lüfter und Rohr. Bei Abweichungen dieser beiden Durchmesser voneinander müssen zusätzliche Verluste berücksichtigt werden. Die Linie des dynamischen Drucks am Rohranfang (Bild 3) schneidet die vorgesehene  $\dot{V}_L$ -Senkrechte. Die Differenz zwischen den Punkten 1 und 2 ist der statische Druck am Rohranfang. Unter Vernachlässigung des geringfügigen Reibungsverlustes an den Rohrinnenwänden ist für die gleichmäßige Luftstromabgabe längs des Rohrs der statische Druck als Funktion des Weges  $l$  nach Gl. (5) berechenbar:

$$p_{\text{stat}}(l) = p_{\text{ges}} - \frac{W_{\text{rot}}^2}{2} = p_{\text{ges}} - \left[ \left( \frac{l-1}{L} \right) W_{\text{rot}} \right]^2 \frac{\rho}{2} \quad (5)$$

Man erkennt, daß er für die einzelnen Rohrabschnitte in Richtung des Luftstroms zunimmt.

Weil es unzweckmäßig ist, den Luftaustrittsquerschnitt als einen einheitlichen Schlitz über die gesamte Rohrlänge auszubilden, ist es günstiger, den je Meter Rohrlänge erforderlichen Luftaustrittsquerschnitt zu ermitteln und ihn als rechteckigen Durchbruch zu realisieren. Dieser Luftaustrittsquerschnitt ist nach Gl. (6) zu ermitteln:

$$A_D = \frac{\dot{V}_D}{\alpha \sqrt{2 \rho_l p_{\text{stat}}(l)}} \quad (6)$$

Dabei ist für  $\dot{V}_D$  der für diesen Durchbruch gewünschte Luftstrom und für  $p_{\text{stat}}$  der am Ort des Durchbruchs zu erwartende statische Druck einzusetzen. Der Kontraktionskoeffizient  $\alpha$  berücksichtigt die Einschnürung des durch eine scharfkantige Öffnung austretenden Luftstroms.

### 3.2. Sauglüftung

Auch für den Fall, daß der an das Rohr angeschlossene Lüfter die Luft von oben nach unten durch den Stapel saugt, wächst die wirksame statische Druckdifferenz in Richtung der Luftbewegung im Rohr an (Bild 2). Die Gl. (5) und (6) gelten auch für die Sauglüftung, es ist aber zu beachten, daß  $p_{\text{stat}}(l)$  und  $p_{\text{ges}}$  negativ sind und daß zur Berechnung der Durchbrüche nach Gl. (6) der Betrag des statischen Drucks  $|p_{\text{stat}}(l)|$  am jeweiligen Ort  $l$  einzusetzen ist.

Da bei Sauglüftung im Gegensatz zur Drucklüftung die größte statische Druckdifferenz jeweils am Rohranfang herrscht, ergeben sich hier nach Gl. (6) auch die kleineren Durchbrüche. Innerhalb eines Rohrstücks mit gleichem Durchmesser vergrößern sich folglich die Luftaustrittsquerschnitte mit der

Entfernung  $l$  vom Rohranfang ( $\Delta$  Lüfterseite). Rohre, deren Durchbrüche für Drucklüftung bemessen wurden, lassen sich deshalb nicht ohne weiteres für die Sauglüftung verwenden.

### 4. Meßtechnische Überprüfung

Zur Überprüfung der strömungstechnischen Bedingungen wurden vor der Lagerperiode 1982/83 im Kartoffellagerhaus Blumberg die statischen Drücke längs der nach Gl. (6) bemessenen Rohrleitungen für Druck- und Sauglüftung in noch nicht mit Kartoffeln gefüllten Sektionen mit Hilfe eines U-Rohr-Manometers gemessen. Der fehlende Widerstand durch die Kartoffelschüttung ergab eine der Lüfterkennlinie entsprechende Erhöhung des Luftstroms um 15 bis 30 %. Vergleicht man die sich aus den Meßwerten nach Gl. (7) ergebenden Luftgeschwindigkeiten mit den aus den berechneten Drücken resultierenden Werten (Bild 4), so erkennt man für die beiden überprüften Fälle ein ausreichend gleichbleibendes Verhältnis dieser beiden Werte über die gesamte Rohrlänge, das dem Verhältnis aus gemessener und berechneter Luftgeschwindigkeit im Rohrdurchbruch entspricht:

$$W_D = \alpha \sqrt{2 \rho p_{\text{stat}}} \quad (7)$$

Die Messungen bestätigten einmal die den Berechnungen zugrunde liegenden strömungstechnischen Annahmen und Vereinfachungen und zum anderen die Erfüllung der Grundforderung nach gleichmäßiger Luftversorgung der Sektion längs des Rohrs.

A 4427

## Die Belüftung von Kartoffellagern in der UdSSR

Kand. d. techn. Wiss. A. E. Kusnezow

Wissenschaftliches Forschungsinstitut für Kartoffelwirtschaft des Ministeriums für Landwirtschaft der RSFSR

In der UdSSR liegen Erfahrungen zur Ausrüstung und zur Bewirtschaftung von Kartoffellagern vor. Nachfolgend wird ein kurzer Überblick zu Fragen der Lagerhaustypen, des Lagerungsregimes, der Belüftungssysteme, der Kühlung und der automatischen Regelung des Mikroklimas gegeben.

### Lagerungsregime

Der Verwendungszweck der Kartoffeln bestimmt die Wahl der Lagertemperatur in den 3 Lagerperioden Wundheilung, Abkühlung und Hauptlagerung.

In der 8 bis 10 Tage dauernden Wundheilperiode erfolgt in 1 bis 3 Tagen zunächst die Abtrocknung. Die Wundheilung wird durch zyklischen Luftwechsel bei einer Temperatur von 18 bis 19°C und einer relativen Feuchte von 90 bis 95% durchgeführt, unterstützt durch täglich 5- bis 6malige Belüftung über 30 min und dazwischenliegende Pausen von 3,5 bis 4 h. Die Lüfrate beträgt 50 bis 70 m<sup>3</sup>/h · t. Bei einigen Kartoffelsorten (Metsta, Smena, Sewernaja Rosa) verläuft die Wundheilung ausreichend intensiv bei 11 bis 13°C, bei den Sorten ‚Lorch‘ und ‚Ljubimez‘ würden solche Temperaturen zu einem Anstieg der Verluste führen.

Während der Abkühlungsperiode wird die Temperatur im Lager auf 2 bis 5°C gesenkt. Die tägliche Absenkung beträgt bei mechanisch wenig beschädigten Knollen 0,5 K, bei stark beschädigten Knollen 1 K. Die Zuluft ist um 2 bis 7 K kälter als die Stapeltemperatur, aber durch Mischluftbetrieb nicht kälter als 1°C.

Für die Hauptlagerperiode sind (sortenabhängige) Klimaparameter festgelegt (Tafel 1). Nach Erreichen des Solltemperaturbereichs werden die Kartoffeln 2- bis 3mal wöchentlich jeweils 30 min belüftet.

### Typen von Kartoffellagern

Je nach Produktionsbedingungen und Verwendungszweck der Kartoffeln gibt es Lagerhaustypen mit Boxen-, Haufen- und Behälterlagerung. Als charakteristische Formen der Belüftung gibt es natürliche, zwangsweise und aktive Belüftung. Für die Langzeitlagerung von Speisekartoffeln werden Kühlanlagen vorgesehen. Die Kapazität der Typenprojekte für die Pflanzkartoffellagerung beträgt zwischen 500 und 3000 t, meist als Boxenlager mit Zwischendecke und Dach ausgebildet. Die Lagerkapazität der Boxen liegt bei 30 bis 100 t. In den letzten Jahren er-

folgte eine breite Anwendung der Haufenlagerung sowohl für Speise- als auch für Pflanzkartoffeln. Bei dieser Lagerungsform ist eine bis 30% größere Kapazität gegenüber einem gleichwertigen Boxenlager möglich. Die Haufenlagerung erbringt eine höhere ökonomische Effektivität.

Der Mangel der Typenprojekte mit loser Schüttung zeigt sich bei der gleichzeitigen Lagerung mehrerer Sorten und Stufen bei Pflanzkartoffeln. Frei vor diesen Mängeln ist im bedeutenden Grad die Sektionslagerung. Gegenwärtig haben die Typenprojekte Sektionen von 500 bis 1000 t. Bei der Montage können die Wände verschoben werden, so daß Sektionen zu 250 t entstehen.

Die Behälterlagerung hat für die Lagerung von Speisekartoffeln große Bedeutung. Arbeitszeitaufwand und Kosten der lebendigen Arbeit verringern sich im Vergleich zur Haufen- und Boxenlagerung auf die Hälfte. Es werden Behälter mit 450 kg (K 450) und mit 300 kg (KUS I) Fassungsvermögen genutzt. Ein bedeutender Mangel der Behälterlagerung sind die hohen Kosten je t Lagergut (Tafel 2).

In den vergangenen Jahren bildeten sich in der UdSSR spezialisierte Komplexe zur Auf-

Tafel 1. Lagerungsparameteranforderungen für Kartoffeln während der Winterlagerung

Sorte	Lufttemperatur °C	Bemerkungen
Prijekulsij Ranij, Falenskij, Metsta	1,5...2,0	Temperatursenkung auf 1 °C möglich
Berlichingen	1,5...2,0	
Sewernaja Rosa	1,5...2,0	
Leimdota, Ogonjok, Temp, Loschtskij, Smena	2,0...3,0	Temperatursenkung auf 1 °C und -erhöhung auf 3 °C möglich
Lorch, Stolobij 19, Drushnij, Gatschinskij, Rus-waristij, Start	3,0...5,0	
Perewodik, Petrowskij	4,0...5,0	

Tafel 2. Kartoffellager-Typenprojekte

Typ Betrieb	Bezeichnung	kalkulierte Kosten		Gebäudeabmessungen m
		1 000 Rbl	Rbl/t Produkt	
815-2-5	Sektionslager Pflanzkartoffeln	147,87	149,67	27 × 30
Giproniselprom	Lagerkapazität 1 000 t			
813-163	Sektionslager Pflanzkartoffeln	172,67	99,82	36 × 36
Giproniselprom	Lagerkapazität 2 000 t			
813-2-6	Sektionslager Pflanzkartoffeln	198,42	68,99	36 × 48
Giproniselprom	Lagerkapazität 3 000 t			
813-176	Kartoffellager Behälterlagerung	502,17	240,-	60 × 60
Estgiproselstroj	Lagerkapazität 2 000 t			
813-112	Speisekartoffellager	115,85	115,96	24 × 42,55
Giproniselprom	Lagerkapazität 1 000 t			

bereitung und Lagerung von Speise- und Pflanzkartoffeln. Für die Produktion der ersten Saatgutstufe und die Eliteerzeugung gibt es in der RSFSR mehr als 50 Pflanzguterzeugungskomplexe. Sie verfügen über Lageranlagen mit einem Fassungsvermögen von 5 oder 3 kt einschließlich Anlagen zur Aufbereitung mit einem Durchsatz von 40 t/h.

Die Lageranlagen ermöglichen es, die Kartoffeln losè oder verpackt auszuliefern. Auf diesen Plätzen können kurzzeitig 500 bis 600 t gelagert werden, die durch aktive Unterflurbelüftung versorgt werden. Im Herbst werden auf diesen Plätzen die Abtrocknung der vom Feld gelieferten Mengen und im Frühjahr das Erwärmen des Pflanzguts vorgenommen.

### Belüftungssysteme

In modernen Kartoffellagerhäusern sorgen Lüftungs-, Heiz- und Kühlanlagen, Elektro- und Beleuchtungsanlagen sowie die Einrichtungen zur automatischen Steuerung des Lagerungsregimes zur Aufrechterhaltung des Mikroklimas.

Bei Lagerung in loser Schüttung liegt allen Typenprojekten aktive Belüftung zugrunde. Das Belüftungssystem arbeitet mit Außen-, Misch- oder Umluft und hat die Aufgabe, aus

dem Gutstapel die dort entwickelte Wärme und Feuchtigkeit abzutransportieren. Hauptelemente des Belüftungssystems sind: Lüfter, Luftansaugenheit, Mischklappe, Luftkanäle und Absaugvorrichtungen.

In den Lagerhäusern werden vorrangig Radiallüfter eingesetzt (Tafel 3). Eine Radiallüfteranlage ermöglicht die Belüftung von bis zu 1000 t Kartoffeln. Radiallüfter sind zwar wartungsarm und reparaturfreundlich, aber andererseits material- und energieintensiv und erfordern spezielle Lüfterkammern (30 bis 40 m<sup>2</sup> je 1000 t Lagerkapazität). Gegenwärtig wurde begonnen, in Typenprojekten Axiallüfter zu verwenden. Sie benötigen im Vergleich zu Radiallüftern gleicher Förderleistung die halbe Einbaugrundfläche, sind weniger materialintensiv und billiger.

Zur Abführung der Luft aus den Lagergebäuden werden Absaugschächte mit Axiallüftern (Typ 06-320) und Dachlüftern (Typ KZS-90 und ZS-04) vorgesehen.

Die Querschnitte des Systems der aktiven Belüftung werden so bemessen, daß sich die Luftgeschwindigkeit in den Elementen des Systems in folgenden Grenzen bewegt:

- Luftansaugkanal 4 bis 5 m/s
- Zuluftkanal 5 bis 10 m/s
- Mischklappe 5 bis 10 m/s

Tafel 3. Technische Daten der wichtigsten in Kartoffellagerhäusern eingesetzten Lüfter

Typ	Luftstrom m <sup>3</sup> /h	Motorleistung kW	Druck Pa	Abmessungen			Motordrehzahl U/min	Mischluftklappengröße mm
				Länge mm	Breite mm	Höhe mm		
Radiallüfter								
Z 4-70, Nr. 10	30 000	10,0	700...900	1 790	1 620	1 747	965	1 000 × 1 000
Z 4-70, Nr. 8	21 000	5,5	500...900	1 460	1 415	1 342	965	850 × 850
Axiallüfter								
W-2,3-130, Nr. 10	40 000	15,0	700...800	1 295	1 363	980	980	1 000 × 1 000
W-2,3-130, Nr. 8	28 000	11,0	700...800	1 045	1 093	1 180	1 180	850 × 850
06-320, Nr. 8	24 000	4,0	180...360	800	950	1 440	1 440	850 × 850
Deckenlüfter								
KZS-90, Nr. 5	6 500	0,5	260	772	1 060	930	930	
ZS-04, Nr. 5	6 000	0,6	80	772	1 410	1 410	1 410	

- Hauptkanal, Verteilkanäle 3 bis 10 m/s
- Luftaustrittskanäle 2 bis 5 m/s
- Austrittsquerschnitt in das Gut bis 1 m/s
- Austrittsquerschnitt in das freie Volumen des Lagerhauses bis 4 m/s.

Die Mischkammer besteht aus Bauelementen zur Heranführung von Außenluft und von Umluft. Die Außenluft strömt durch Jalousiegitter im oberen Teil des Außenluftschachtes zu; der Umluftkanal ist über eine einflügelige Klappe (KPS) mit der Mischkammer verbunden.

Die Länge der Hauptkanäle sollte 35 bis 40 m nicht überschreiten. Die Verteilung der Luft aus dem Hauptkanal in die Verteilkanäle wird durch Klappen oder Schieber reguliert. Das Luftverteilsystem kann über- oder unterflur ausgeführt sein. Das Überflurbelüftungssystem umfaßt Hauptkanäle an den Wänden und dreieckige Luftverteilkkanäle (Bild 1, Pos. e). Das Überflurssystem ist in der Ausführung und bezüglich der Regulierung der Luftverteilung einfacher. Es verringert jedoch die Lagerkapazität und erschwert die Mechanisierung von Beschickung und Entnahme.

Unterflurluftkanäle lassen sich nach rein lüftungstechnischen Gesichtspunkten im Lagerhaus anordnen (Bild 1, Pos. b und i), sind jedoch aufwendiger in der Herstellung und können nur an grundwasserfernen Standorten eingesetzt werden.

Zur Konstanzhaltung des Luftdrucks haben die Luftaustrittskanäle einen längs dem Strömungsweg veränderlichen Querschnitt.

In den Lagerhäusern nach dem Projekt von S. P. Ekimov befinden sich die Luftansaugschächte an der Außenseite der Längswände. Die Luft wird über Hauptkanäle 0,8 m × 1,7 m an der Wandaußenseite (Bild 2, Pos. a) zu den Unterflurbelüftungskanälen geführt. Die Regulierung der Luftzufuhr erfolgt mit Hilfe von Schiebern, die sich in den Hauptkanälen befinden. Der Abstand zwischen den Belüftungskanälen beträgt 1,5 m.

In Behälterlagerhäusern wird Zwangslüftung angewendet, wodurch Luftaustausch und Rezirkulation der Luft gesichert werden. Die mit Netzen versehenen Behälter werden nur von außen vom Luftstrom umspielt. Bei Anwendung technischer Kälte werden Systeme mit oberer Luftverteilung eingesetzt. Bei Verwendung kalter Außenluft erfolgt die Zuführung über Unterflurluftleitungen oder über oberirdisch abgehängte Luftleitungen.

### Systeme der Heizung und Kühlung von Kartoffellagerhäusern

Unter Winterbedingungen sind die Temperaturen der Wände und der Decke des Lagerhauses niedriger als die Taupunkttemperatur der aus dem Kartoffelstapel kommenden Luft. Das führt zur Kondenswasserbildung. Außerdem führt die Wärmeabgabe der Lagergutoberfläche zu einer Temperatur der obersten Kartoffelschicht, die bedeutend niedriger (mehr als 2 K) als die Temperatur im Inneren der Schüttung ist. Das wiederum ist die Ursache für einen Feuchtigkeitsniederschlag in der obersten, 15 bis 30 cm dicken Kartoffelschicht.

Die Feuchtigkeitsniederschläge können durch Lüftung mit erwärmter Luft beseitigt werden, allerdings führt das zur Austrocknung (Masseverlust) der Kartoffel. Bei neuen Typenprojekten von Kartoffellagerhäusern

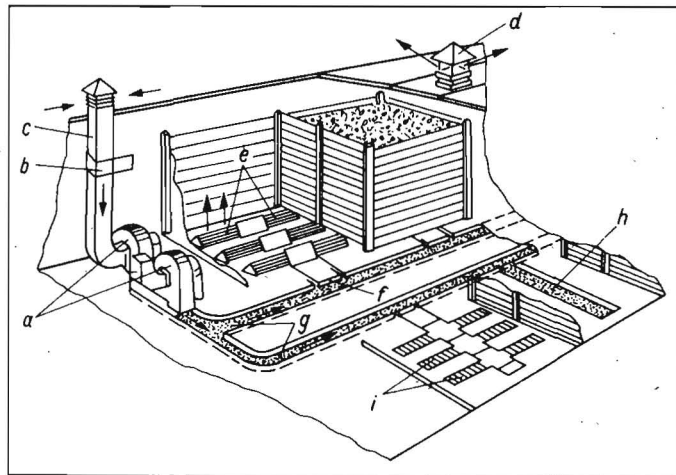


Bild 1. Schema eines Lagerhauses mit aktiver Belüftung;  
a Lüfter, b Mischklappe, c Zuluftkanal, d Abluftkanal, e Kegelverteiler, f Klappe, g Hauptkanal, h Verteilkanal, i Gitterverteiler

Tafel 4. Technische Daten der Heizaggregate

Größe	Aggregattyp	
	SFOA-10	SFOA-16
Heizleistung	kW 9,6	15,0
Anzahl der Sektionen	2	2
Temperaturerhöhung	K bis 4	bis 6
Lüfertyp und -nr.	06-300, Nr. 6,3	06-300, Nr. 6,3
Luftstrom des Lüfters	m <sup>3</sup> /h 7 000	7 000

ist der sog. Luftwärmeschutz der Wände vorgesehen. Hierbei sind die Innenwände mit einer Holztrennwand in 4 bis 5 cm Abstand versehen. Der dadurch gebildete Zwischenraum wird mit warmer, trockener Luft versorgt. In Kartoffellagerhäusern, die nach Projekten von Ekimov gebaut wurden, wird die Luft aus den höchsten Teilen des Lagerhauses nicht unmittelbar nach außen transportiert, sondern über ein Wärmeübertragungssystem zur Erwärmung von Decke und Wänden genutzt. Dadurch werden die Kartoffeln vor Befeuchtung und Unterkühlung geschützt. In Lagerhäusern mit diesem Luftwärmeschutz erwärmt die Kartoffel selbst den Raum und schützt sich vor unnötiger Feuchtigkeit. In kritischen Fällen können zusätzliche Heizaggregate zur Umluftwärmerung eingesetzt werden (Tafel 4, Bild 3).

In den Hauptkartoffelanbaugebieten der UdSSR können die Kartoffeln mit aktiver Belüftung bis Mitte April gelagert werden. Für längere Lagerung wird mit Hilfe von Kühlaggregaten technisch gekühlt. Zur dezentralen Kühlung werden die Kälteaggregate ChMF-16 und ChMF-32 verwendet. Mit ihnen kann bei Außenluftbedingungen von -30 bis +35°C die Lagerhaustemperatur auf 2°C gehalten werden. Zum Gerät ChMF-16 gehören 2 Verdichter, 1 Luftkondensator, 1 Elektroheizung, Verdampfer sowie 1 Schalttafel mit Geräten zur Automatisierung und Kontrolle.

#### System der automatischen Regelung des Mikroklimas

Die derzeit gebauten Kartoffellagerhallentypen sind mit einem Automatisierungssystem zur Betätigung der Einrichtungen der aktiven Belüftung und der Heizung ausgerüstet, das

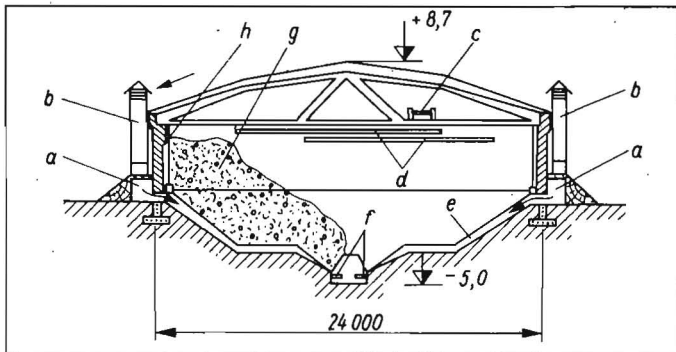


Bild 2. Schema eines 10-kt-Kartoffellagerhauses in Orjol (Projekt von S. P. Ekimov);  
a Hauptlüftungskanal, b Zuluftkammer, c Einlagerungslängsband, d Einlagerungsquerband, e Luftverteilkänaäle, f Auslagerungsbänder, g Kartoffelstapel, h belüfteter Zwischenraum

Tafel 5. Technische Daten der Automatisierungssysteme für Kartoffellagerhallen

Größe/Merkmal	Automatisierungssystem	
	ŠAU-AV	Sreda-1
Anzahl angeschlossener Lüftungseinheiten	1	bis 8
Temperaturbereich	°C -10...+15	-20...+20
Regelabweichung	K ±1	±1
Leistungsaufnahme	W bis 500	bis 500
Abmessungen	mm 1 045 × 790 × 450	220 × 800 × 450
Masse	kg 150	350
zulässige Umgebungsparameter		
Temperatur	°C -5...+20	-5...+20
rel. Feuchte	% bis 95	bis 95
Preis	Rbl 541	5 000

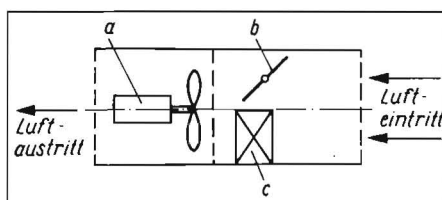


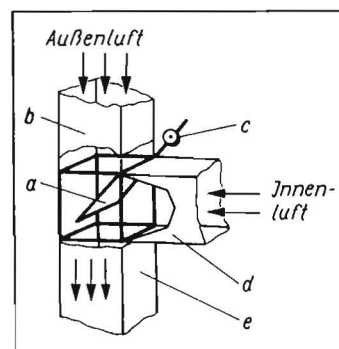
Bild 3. Schema des Rezirkulationsheizaggregats SFOA;

Bild 4. Schema der Mischklappe;  
a Klappe, b Entnahmeschacht, c Gegengewicht, d Umluftkanal, e Zuluftkanal

die Einhaltung des notwendigen Temperatur- und Feuchtigkeitsverlaufs im Lagergutstapel und in der Lagerhalle gestattet.

Bis zum Jahr 1978 wurde die automatische Regelung nur mit Hilfe des Automatisierungsschranks ŠAU-AV gewährleistet, der die Apparaturen für Regelung, Programmwahl, Schalten der Stellglieder, Signalisation und Temperaturmessung enthält. Er ist zur Temperaturregelung zwischen -10°C und 15°C sowie zur Arbeit mit einer Lüftungseinheit vorgesehen. Er ermöglicht das Umschalten des Lüftungssystems von Hand- auf Automatikbetrieb und innerhalb des automatischen Systems die Programme „Wundheilung“, „Abkühlung“ und „Lagerung“. Der Schrank hat ein Meßgerät mit Umschalter für 8 Meßpunkte.

Im Jahr 1978 begann das Werk „Staroruspribor“ in Staraja Russa die Serienproduktion neuer Automatisierungsschränke vom Typ „Sreda-1“ für Kartoffellager, die für max. 8 Lüftungseinheiten bei 5000 t maximaler Lagergröße vorgesehen sind. Mit Hilfe der



Meßeinrichtung kann die Temperatur an 39 Stellen erfaßt werden. Bei Bedarf liefert der Hersteller Schränke für eine geringere Anzahl von Lüftungseinheiten (für 4 Lüftungskammern „Sreda-1-4“, für 6 Lüftungskammern „Sreda-1-6“). Tafel 5 enthält die technischen Daten.

Die Temperaturfühler des Automatisierungssystems werden an folgenden Stellen angebracht: im Hauptkanal hinter dem Zuluftventilator, im Zentrum der Schüttung 0,4 bis 0,5 m tief unter der Oberfläche, an der Außenwand der Halle und im Lager im Abstand von 0,5 m von einer Außenwand. An den gleichen Stellen sowie in der Schüttung im Abstand von jeweils 9 m werden Widerstandsthermometer zur visuellen Temperaturkontrolle mit einem Meßgerät angebracht.

Die Automatisierungssysteme gewährleisten:

– Wundheilperiode: Einschalten der Lüftungsanlage



- Abkühlperiode: Einschalten der Lüftungsanlage, wenn die Temperatur im Kartoffelstapel höher als die Außenlufttemperatur ist
- Einhaltung der vorgegebenen Temperaturen im Lagergut
- Betätigung der elektrischen Heizung zur Einhaltung der optimalen Temperatur in der oberen Zone des Lagers
- Havarieschutz des Lagerguts gegenüber

- Überhitzung oder Unterkühlung durch die Zuluft
- automatisches Einschalten der Mischkanal-Klappenbeheizung vor dem Einschalten des Zuluftventilators
- automatisches Schließen der Mischkanal-klappe bei Lüfterstillstand
- automatische Einhaltung der optimalen Temperatur im Automatisierungsschrank

- Ausgabe des Befehls zum Einschalten der Kühlaggregate
- Temperaturfernmessung an verschiedenen Punkten.

Die Automatisierungsschränke betätigen die Mischluftklappen KPS 850 × 850 oder KPS 1000 × 1000 (Bild 4), die einen Stellantrieb IM 2/120 mit Rückmeldung haben.

A 4409

## Projektbausteine für Elektroanlagen zur Steuerung technologischer Prozesse in ALV-Anlagen

Dipl.-Ing. W. Müller, KDT/Dipl.-Landw. R. Güldner, KDT  
VEB Ingenieurbüro für Lagerwirtschaft Obst, Gemüse und Speisekartoffeln Groß Lüsewitz

### 1. Zielstellung

Für die Steuerung technologischer Prozesse in Aufbereitungs-, Lager- und Vermarktungsanlagen (ALV-Anlagen) von Speisekartoffeln und Gemüse sowie ähnlichen Objekten sind umfangreiche Elektroanlagen erforderlich. Sie müssen den automatischen Anlauf der programmierten technologischen Linien einleiten, beim Betrieb der Anlagen den Arbeitsschutz sichern und gewährleisten, daß beim Ausfall einzelner Anlagenteile oder Geräte keine Überschüttungen mit dem zu bearbeitenden Gut oder Zerstörungen an den Maschinen auftreten, um größere Produktionsstörungen und materielle Aufwendungen zu vermeiden. Außerdem sollen die Elektroanlagen übersichtlich, wartungs- und bedienfreundlich sein. In landwirtschaftlichen Produktionsanlagen, wie sie ALV-Anlagen darstellen, ergeben sich häufig veränderte Produktionsaufgaben, verbunden mit Veränderungen oder Ergänzungen der technologischen Linien.

Die Weiterentwicklung der Agrartechnik und der materielle Verschleiß erfordern häufig schon nach wenigen Jahren teilweise Rekonstruktionen solcher Anlagen. Aus diesen Gründen muß die Elektroanlage anpassungs- und erweiterungsfähig sein.

Bislang wurden Elektroprojekte erarbeitet, die individuell an die konkrete Anlage angepaßt waren. Oftmals stellten technische oder technologische Veränderungen während der Vorbereitungs- oder Aufbauphase eines Projekts bereits Anforderungen an das fertiggestellte Elektroprojekt. Daraus resultierten meist aufwendige Projektumarbeitungen, die wegen fehlender günstiger Einordnungsmöglichkeiten der Änderungen in den Schaltschränken zusätzlich die Unübersichtlichkeit erhöhten. Bei komplizierten Verriegelungsbedingungen ergaben sich außerdem häufig unübersichtliche Zusammenhänge, die im Störfall zu langen Ausfallzeiten führen können. Bei größeren Rationalisierungen von im Betrieb befindlichen Anlagen waren meist große Teile der Elektroanlagen vollständig zu erneuern. Um diese Nachteile zukünftig zu verringern und die o. g. Anforderungen an eine Steueranlage mit geringstem Aufwand zur Wirkung zu bringen, wurde vom VEB Ingenieurbüro für Lagerwirtschaft OGS Groß Lüsewitz eine Aufgaben-

stellung [1] ausgearbeitet, Elektroprojekte nach dem Bausteinprinzip aufzubauen. Von der Abteilung Elektroprojektierung der ZBO Landbau Ribnitz-Damgarten, dem langjährigen Elektroprojektanten für das Ingenieurbüro, wurden dazu eine Studie [2] und nach deren Bestätigung ein Arbeitsbericht „Projektbausteine für Elektroanlagen“ [3] erarbeitet. Diese neue Projektierungsform wurde zwischenzeitlich an einer Elektroaufgabenstellung für einen Speisekartoffelsortierplatz und in einem Teilprojekt „Annahme“ erprobt.

Nachfolgend sollen die Anforderungen und Möglichkeiten zur Erarbeitung von Aufgabenstellungen für den Elektroprojektanten durch den Bearbeiter der technologischen Projekte dargelegt werden.

### 2. Bedeutung der Erarbeitung von Elektroaufgabenstellungen

Im Zuge der Projektierung technologischer Prozesse müssen stets auch Angaben für den Elektroprojektanten ausgearbeitet werden. Die Bearbeiter dieser Projekte sind jedoch meist elektrotechnisch nicht ausreichend qualifiziert, so daß Fehleinschätzungen der Bedeutung oder des Umfangs der Anforderungen an Elektroprojekte unvermeidlich sind und außerdem unvollständige Angaben zu häufigen Rückfragen führen. Daraus ergeben sich, gefördert durch mangelnde technologische Kenntnisse von Elektroprojektanten, Mißverständnisse, die mitunter zu fehlerhaften oder unzuverlässigen Verriegelungsbedingungen u. ä. führen. Die bisherigen anlagenspezifischen Elektroprojekte boten meist keine Möglichkeiten, auf Veränderungen oder Erweiterungen von technologischen Anlagen von vornherein zu orientieren und damit auch für die Zukunft effektive, material- und kostensparende Elektroanlagen zu konzipieren. Mit der Ausarbeitung der Projektbausteine für Elektroanlagen sind auch die Anforderungen an die Elektroaufgabenstellung von seiten der technologischen Projektanten festgelegt worden. Damit sind wesentliche Grundlagen geschaffen worden, qualitativ hochwertige Aufgabenstellungen zu erarbeiten. Der o. g. Arbeitsbericht ermöglicht es den Technologen, die elektrotechnischen Zusammenhänge und Erfordernisse besser zu verstehen und trägt damit zu

einer Verbesserung der Zusammenarbeit zwischen den Fachdisziplinen bei.

### 3. Kurze Erläuterung der Projektbausteine

Die entwickelten Bausteine sind unmittelbar für die praktische Anwendung in ALV-Anlagen konzipiert. Sie sind mit Klemmenleisten mit den ständig wiederkehrenden und typischen Klemmenbelegungen versehen. Die Bausteine mit zentralem Charakter wurden in die in der Landwirtschaft eingesetzten Schaltschränke des VEB LTA Mihla eingeordnet, während für die Bausteine der Einzelantriebe und für die Steuersäulen die dezentrale Anordnung in geeigneten Gehäusen ausgewiesen wird.

Die Bausteine sind so aufgebaut, daß mit einem Minimum an Verbindungen zwischen den einzelnen Bausteinen umfangreiche Verknüpfungen technologischer Linien relativ einfach realisiert werden können. Von entscheidender Bedeutung dabei ist, daß bestimmte Verknüpfungsbedingungen oder Bedienfunktionen stets an den gleichen jeweils zutreffenden Stellen der Bausteine eingebunden sind, so daß übersichtliche und wartungsfreundliche Anlagen entstehen. Folgende Bausteine liegen vor:

- Zentrale Steuer- und Meldespannungserzeugung (für sämtliche ALV-Anlagen direkt verwendbar)
- Not-Aus-Anlage
- Anfahrwarnung
- Programmwahl (Die Bausteine Not-Aus-Anlage, Anfahrwarnung und Programmwahl sind universell einsetzbar, ggf. mehrfach.)
- Zentraleinheit
- Einzelantrieb, 1-, 2- und 3fach (Die Bausteine Zentraleinheit und Einzelantrieb sind allgemein anwendbar, sie werden in sehr unterschiedlicher Anzahl in verschiedenen Anlagen benötigt.)
- Abstreicher (häufigere Modifizierung je nach Abstreichertyp, -antrieb und Bedienungsart erforderlich).

Nachfolgend werden die letzten vier Bausteine vorgestellt.

#### 3.1. Programmwahl

Ein Baustein „Programmwahl“ gestattet die Vorwahl von 3 Programmen. Damit wird die Kombination bestimmter technologischer Linien je nach den Produktionsanforderungen