

die Gebäudeseiten, zwischen denen die Druckkoeffizienten ermittelt werden sollen.

Da die Werte  $c_{geb}$  bei verschiedenen Anströmrichtungen merklich kleinere Differenzen als bei der alleinigen Betrachtung der luvseitigen Druckkoeffizienten aufweisen, hat die Anströmrichtung auf die Höhe des windabhängigen Lukenstromes einen geringeren Einfluß, als oft angenommen wird.

Die nach Gl. (5) berechnete Druckdifferenz kann bei geöffneten Luken einem dynamischen Druck gleichgesetzt werden, dessen Geschwindigkeit einer verlustlosen Lukeengeschwindigkeit entspricht:

$$w_{LuW} = \sqrt{c_{geb}} h_k w_0; \quad (6)$$

$w_{LuW}$  Luftgeschwindigkeit an den Luken ohne Strömungsdruckverluste in Lukenhöhe (= 5,7 m) infolge Windwirkung

$w_0$  Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe  
 $h_k$  Höhenkorrekturfaktor.

Die analog zu Gl. (2) ermittelte verlustbelastete Luftgeschwindigkeit an den Luken, multipliziert mit einer Strömungsfläche von 12 Lukenflächen, ergibt die Lufrate infolge von Wind nach Gl. (7):

$$\dot{V}_{LuW} = 4,85 \sqrt{c_{geb}} w_0; \quad (7)$$

$$h_k = 0,91.$$

In Tafel 2 sind sowohl die mittleren resultierenden Lufraten als auch die gesamte mittlere resultierende Lufrate in Abhängigkeit vom Anströmwinkel für die Zeit von September bis Ende November zusammengestellt, die sich aus einer witterungsstatistischen Analyse auf der Grundlage eines entsprechenden Rechnerprogramms [2] ergaben. Wie aus Tafel 2 hervorgeht, kann mit einer mittleren resultierenden Lufrate  $\bar{V}_{LuW}$  von etwa  $19 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{t})$  gerechnet werden, d. h., rd. 50 % der geforderten Mindestlufrate werden allein durch Windwirkung erreicht.

### 3. Schlußfolgerungen

Die Analyse der freien Lüftung in Pflanzkartoffellagern führt zu folgenden Aussagen:

– Der Luftstrom an den Luken wird bei  $\Delta T_{ib} = 5 \text{ K}$  und geschlossenen Toren nur zu etwa 8 % durch thermischen Auftrieb, jedoch zu etwa 92 % durch Windwirkung verursacht. Werden zusätzlich die Tore geöffnet, so verschiebt sich das Verhältnis Auftrieb zu Windwirkung auf 27 % zu 73 % (rd. 1:3).

– Die insgesamt zu erwartende Lufrate wird in wenigen Fällen 50 % der geforderten Mindestlufrate deutlich überschreiten, d. h. mehr als  $20 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{t})$  betragen, zumal entsprechend einer witterungsstatistischen Analyse die Nutzung der Außenluft

in den ersten beiden Lagerphasen nur zu etwa 60 bis maximal 70 % zulässig ist.

– Ohne die Installation einer Zwangslüftung neben der freien Lüftung sind die nach Standard TGL 21240/04 vorgegebenen Lagerklimaparameter nicht durchweg einhaltbar. Modellrechnungen [3] haben ergeben, daß zur Abführung der infolge Eigenerwärmung produzierten Wärmemenge der Kartoffeln eine Mindestlufrate von  $25 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{t})$  notwendig ist. Sonst ist eine Abkühlung nicht mehr möglich.

Diese Aussagen bestätigen bereits vorliegende Erkenntnisse der Praxis, daß zum einen die Anwendung der freien Lüftung eine beachtliche Reduzierung des notwendigen Energieaufwands für Belüftungszwecke auf unter 50 % ermöglicht und zum anderen eine zusätzliche Zwangslüftung zur Gewährleistung der geforderten Klimaparameter im Lager benötigt wird.

### Literatur

- [1] Dietze, L.: Heizlastberechnung. Berlin: VEB Verlag für Bauwesen 1977.
- [2] Baganz, K.: Programm „KLAN“ (Klimadatenanalyse). Forschungszentrum für Mechanisierung Schlieben/Bornim, 1979.
- [3] Maitry, W.: Persönliche Mitteilung 1986.

A 4740

## Teilautomatisierte Belüftung einer 2,5-kt-Zwiebellagerhalle

Dr.-Ing. W. Günzel, KDT/J. Gemballa, Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim der AdL der DDR  
Staatswiss. J. Clemens, LPG(P) Elxleben, Bezirk Erfurt

### 1. Problemstellung

In der LPG(P) Elxleben, Bezirk Erfurt, wurde im Zeitraum 1975/77 eine Zwiebellagerhalle für lose Schüttung mit einer Lagerkapazität von 2,5 kt errichtet. Bei einer Gebäudegröße von  $21,80 \text{ m} \times 91,10 \text{ m}$  beträgt die Lagerfläche der Halle  $18,30 \text{ m} \times 83,10 \text{ m}$ . Die Belüftung erfolgt über 28 Unterflurkanäle, die im Achsabstand von 3,0 m quer zur Gebäudelängsachse eingebaut wurden. An der westlichen Längswand erstreckt sich der lüftungstechnische Gang, in dem in Verlängerung der Unterflurkanäle die Lüftungssäulen angeordnet sind. Die wichtigsten Bauelemente sind Regelklappen, Wärmeübertrager, verbindende Kanalteile und die 28 Lüfter für Zuluft LANN 800 mit einer Motorleistung von jeweils 7,5 kW. Jede Lüftungssäule bildet mit dem zugehörigen Unterflurkanal eine Lüftungseinheit, über die das Lüften mit Frisch-, Misch- und Umluft sowie bei Inbetriebnahme der Wärmeübertrager auch mit Warmluft möglich ist. An der gegenüberliegenden Längswand sind gleichfalls 28 Lüfter für Abluft LANW 800 mit je 1,2 kW installiert.

Bis zur Lagerungsperiode 1983/84 wurde die Lüftungsanlage der Lagerhalle von Hand be-

dient. Die konzeptionelle Lösung für eine teilautomatisierte Belüftung wurde 1984 erarbeitet, der Einbau und die Inbetriebnahme erfolgten im Herbst des gleichen Jahres. Mit dieser Belüftung sollten folgende Anforderungen erfüllt werden:

- Erleichtern der Arbeitsbedingungen für den Lagerwart
- Ausschließen von Fehlbelüftungen
- Gewährleisten eines optimalen Lagerklimas
- Einsparen von Elektroenergie durch geringere Lüfterlaufzeiten.

### 2. Lüftungstechnische Konzeption

Die Lagerhalle mit den insgesamt 28 Lüftungseinheiten wurde schaltungsseitig in 4 Lüftungsgruppen mit je 6 Lüftungseinheiten unterteilt (Bild 1). Wegen fehlender Stelltechnik konnten die Außenregelklappen nicht mit in die teilautomatisierte Lüftung einbezogen werden, desgleichen wurden aus lagerungstechnischen Gründen 4 Lüftungseinheiten ausgespart.

Im Bereich einer Lüftungsgruppe lagern bei einer mittleren Schütthöhe von 4,0 m ungefähr 600 t Speisewiebeln. Eine Temperaturüberwachung des Lagerguts der gesamten

Halle wird durch 2 handumschaltbare Anzeigergeräte Typ 1408 (Hersteller: VEB Feutron Greiz) mit je 23 Meßstellen und flexiblen Meßfühlern Typ 1009 vorgenommen.

### 3. Bauelemente

Das Steuergerät (Bild 1) besteht aus folgenden Bauelementen:

- Stahlblechgehäuse  
600 mm  $\times$  500 mm  $\times$  500 mm für Wandmontage mit schwenkbarer innerer Montagewand
- Re-Regler (Hersteller: VEB Meßgerätewerk „Erich Weinert“ Magdeburg), Meßbereich von  $-10^\circ\text{C}$  bis  $30^\circ\text{C}$ ; Bedien- und Signalelemente sind in der Gehäusetür montiert
- schwenkbare innere Montagewand; darauf montiert sind Sicherungen für das Steuergerät, die Meßstromversorgung für den Re-Regler, Vorrelais zur Entlastung der Schaltkontakte des Re-Reglers und Zeitrelais RZW zur Staffellung der Anlaufzeiten der einzelnen Lüftergruppen
- Frostschutzthermostat TW 605.52 (Hersteller: VEB Mertik Quedlinburg).

Aufgrund der neuesten Geräteentwicklung des VEB MEW Magdeburg kann heute an-

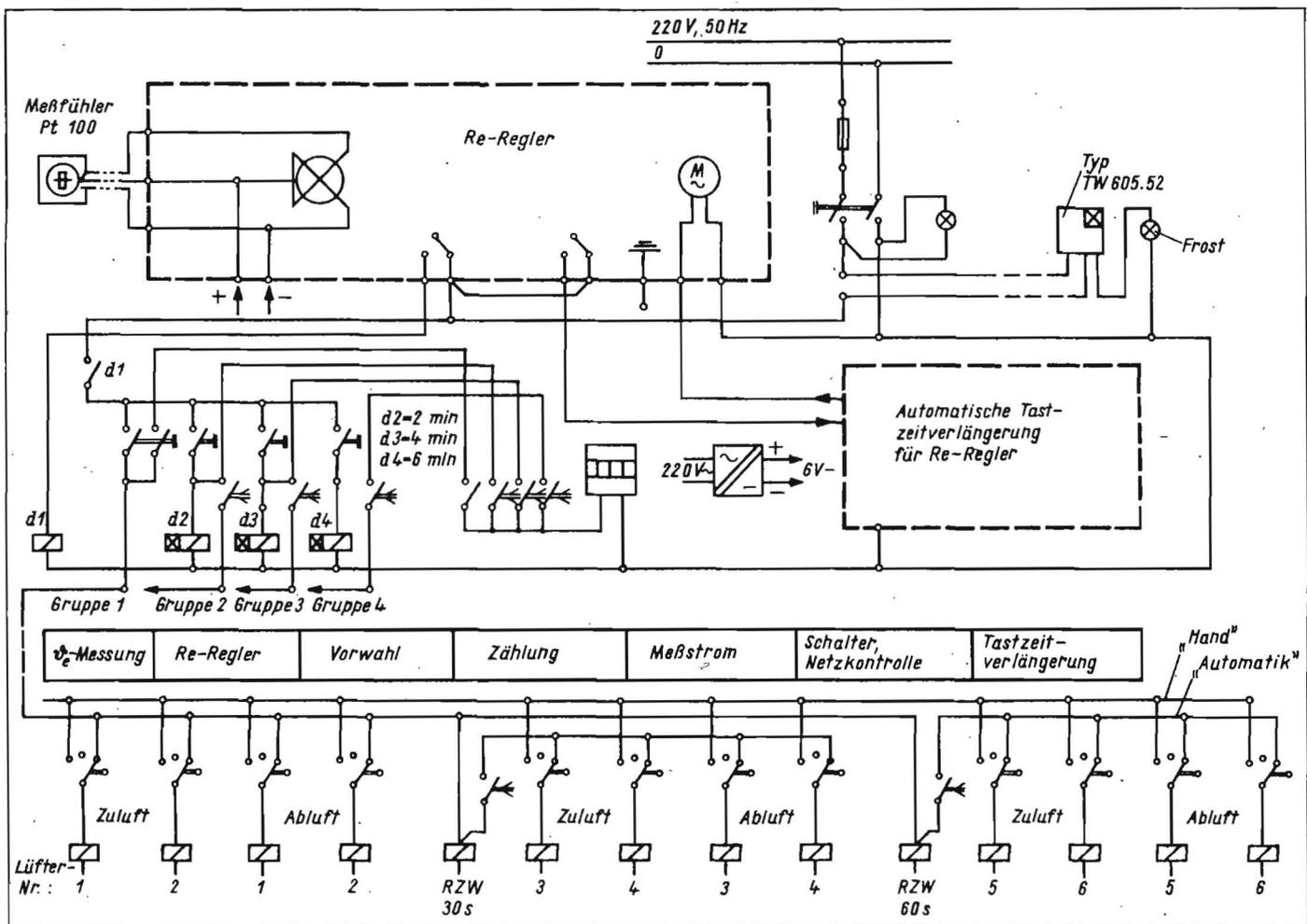


Bild 1. Schematische Darstellung von Steuergerät und Steuerung der Lüftungsgruppe 1 (Gruppe 1)

stelle des damals verwendeten Re-Reglers ein Gerät der CC-Kombination eingesetzt werden (Bestellangaben: Grenzwertmelder CC-GAM-F 522-431-120-002-713, 220 V, 50 Hz, Pt 100, Meßbereich  $-10 \dots 30^\circ\text{C}$ ).

#### 4. Funktionsbeschreibung

Mit dem Steuergerät ist über die gesamte Lagerungsperiode eine ausschließlich außenlufttemperaturabhängige Fahrweise der Lüftung möglich. Der Temperaturmeßfühler des Re-Reglers ist in einer normgerechten Wetterhütte installiert, die auf der Zuluftseite der Lagerhalle 2,0 m über dem Gelände aufgestellt wurde. Der Re-Regler selbst ist durch die Einstellung eines Unter- und eines Oberwerts variabel an alle Temperaturbedingungen anpaßbar.

Der Lagerwart muß sich zunächst mit Hilfe der handumschaltbaren Anzeigeräte über die Temperatur des Lagerguts informieren. Danach muß er einschätzen, in welchem Temperaturbereich das Lagergut belüftet werden soll, um die Einstellung am Re-Regler vornehmen zu können. In einem weiteren Schritt werden die Lüftergruppen vorge-

wählt, in deren Stapelbereich die Lüftung erfolgen soll. Erreicht die Außenlufttemperatur den am Re-Regler vorgewählten Unter- bzw. Oberwert, wird der Steuerstrom für das Anlaufen der Lüfter freigegeben. Um den Anlaufstrom zu begrenzen, verzögern Zeitrelais das Anlaufen der Lüftergruppen untereinander. Innerhalb der Gruppen erfolgt erneut ein verzögertes Anlaufen der Einzellüfter. Der Steuerstrom für den Lüfterlauf bleibt so lange bestehen, wie sich die Außenlufttemperatur in dem eingestellten Bereich des Reglers befindet. Verändert sich die Außenlufttemperatur, indem sie den eingestellten Sollwertbereich verläßt, wird der Steuerstrom abgeschaltet und damit die Lüftung beendet. Um häufiges Ein- und Ausschalten des Re-Reglers beim Pendeln um den Grenzwert zu vermeiden, wird die Tastzeit durch eine Zeitrelaiskombination auf 6 min verlängert. Die Lüfterlaufzeit wird über einen Betriebsstundenzähler registriert.

Als eine zusätzliche, unabhängige Sicherung ist ein Frostschutzthermostat zwischen Hauptschalter und Reglereingang so eingebunden, daß beim Unterschreiten einer

unteren Grenztemperatur die gesamte Lüftungsanlage außer Betrieb gesetzt wird. Für Zwiebeln wurde diese Grenztemperatur auf  $-3,5^\circ\text{C}$  eingestellt. Der Meßfühler des Frostschutzthermostaten befindet sich ebenfalls in der Wetterhütte.

#### 5. Zusammenfassung

Mit der teilautomatisierten Belüftung der 2,5-kt-Zwiebellagerhalle der LPG(P) Elxleben konnten in den Lagerungsperioden 1984/85 und 1985/86 die gestellten Anforderungen erfüllt werden. Neben einer wesentlichen Erleichterung der Arbeitsbedingungen für den Lagerwart wurden die für die Lüftung möglichen Außenlufttemperaturen maximal genutzt. Das hatte zur Folge, daß die Lagertemperaturen konstant im optimalen Bereich gehalten werden konnten. Die Lüfterlaufzeiten reduzierten sich gegenüber der Lüftung von Hand im Mittel der 2 Lagerungsperioden um 12 bis 15%. Die beschriebene Automatisierungslösung ist in gleichem Maß für Lagerhäuser mit anderen Lagergütern (z. B. Kartoffeln, Kohl und Möhren), aber auch für Großmieten geeignet.

A 4737