

## Der Differentialthermostat, ein Gerät zur Automatisierung des Schaltvorgangs bei Ventilatoren in Kartoffellagerhäusern

Nachdem die Belüftung von Kartoffeln in Kartoffellagerhäusern mit Ventilatoren als notwendig anerkannt wurde und Ventilatoren in den Typenprojekten bereits vorgesehen sind, wird von dem Bedienungspersonal die zweckentsprechende Auswahl der Belüftungszeit gefordert. Davon hängt die Schaffung optimaler Klimaverhältnisse in den Lagerhäusern ab, die die Knollen vor Einlagerungsschäden bewahren. Erfahrungsgemäß eignen sich gerade kurz nach dem Einlagern der Knollen täglich nur wenige Stunden zum Belüften und diese konzentrieren sich dann meist noch auf die Nächte. Da jedoch zur Herbeiführung der raschen Abkühlung die kühle Nachtluft notwendig ist, wird der Betrieb der Ventilatoren auch während der Nacht erforderlich. Zum anderen ist aber im Herbst oftmals schon mit Nachfrösten zu rechnen. Luft mit Temperaturen unter 0° C sollte man für das Belüften der Knollen nicht verwenden, um Frostschäden zu vermeiden. Das Bedienungspersonal muß deshalb auch während der Nachtstunden größte Aufmerksamkeit anwenden. Außerdem sind die niedrigen Lagertemperaturen während der gesamten Einlagerungsperiode aufrechtzuerhalten, was nur durch ein häufiges Ein- und Ausschalten der Ventilatoren erreicht werden kann.

Angeregt durch Nachrichten aus Holland, ging es darum, ein automatisch arbeitendes Schaltgerät zu entwickeln, das folgende Forderungen erfüllt:

1. Der Ventilator muß eingeschaltet werden, wenn die Lagertemperatur der Kartoffeln höher ist als die Außentemperatur, unabhängig von der absoluten Höhe der beiden Temperaturen.
2. Er muß ausgeschaltet werden, wenn die gewünschte Lagertemperatur der Kartoffeln erreicht ist und
3. wenn die Außentemperatur unter 0° C absinkt.
4. Das Gerät muß betriebssicher sein.

Mit Hilfe eines Schaltgerätes, das diese Forderungen erfüllt, lassen sich subjektive Bedienungsfehler vermeiden und der Schaltvorgang automatisieren.

Um allen vier Forderungen in entsprechendem Maße Rechnung zu tragen, hat sich der Einsatz von elektrischen Meß- und Regelgeräten als notwendig erwiesen. Diese haben gegenüber normalen Kontaktthermometern den Vorteil, daß die häufig zu transportierenden Teile (Thermofühler) stabiler sind und sich der Punkt, bei dem das Ein- und Ausschalten erfolgen soll, genauer einstellen läßt. Letzteres ist gerade für den Außenfühler bei Temperaturen, die um den Nullpunkt liegen, wichtig. Es werden deshalb Kontaktgalvanometer verwendet, die ihre Impulse von Widerstandsthermometern erhalten, die an den entsprechenden Meßstellen untergebracht sind. Während die

\*) Landmaschinen-Institut der Universität Rostock (Direktor: Prof. Dipl.-Ing. E. PÖHLS).

(Schluß von S. 504)

zesse technisch nicht besonders schwierig sind. Da Schütze und Zeitrelais verhältnismäßig einfache und billige Geräte sind, ist die Fernsteuerung auch nicht besonders kostspielig. Die Vorteile automatisierter Produktionsanlagen sind dagegen sehr groß, sie ersparen Arbeitskräfte, erleichtern die Arbeit und machen die Produktion von menschlichen Unzulänglichkeiten frei. Auch kleine Betriebe sind heute in der Lage, sich der Vorteile der Fernsteuerung und Automatisierung zu bedienen.

### Literatur

- POPOV: Elektrische Antriebe und Automatisierung, Moskau 1957.  
 KLIMOW: Die Elektrifizierung der Produktionsprozesse in der Viehzucht, Moskau 1955. A 3203

W. BALKIN (KdT), Dresden

Widerstandsthermometer die Temperaturen messen, übernehmen die Kontaktgalvanometer die Steuerung eines Quecksilberschalters, der dann den Schaltvorgang auslöst.

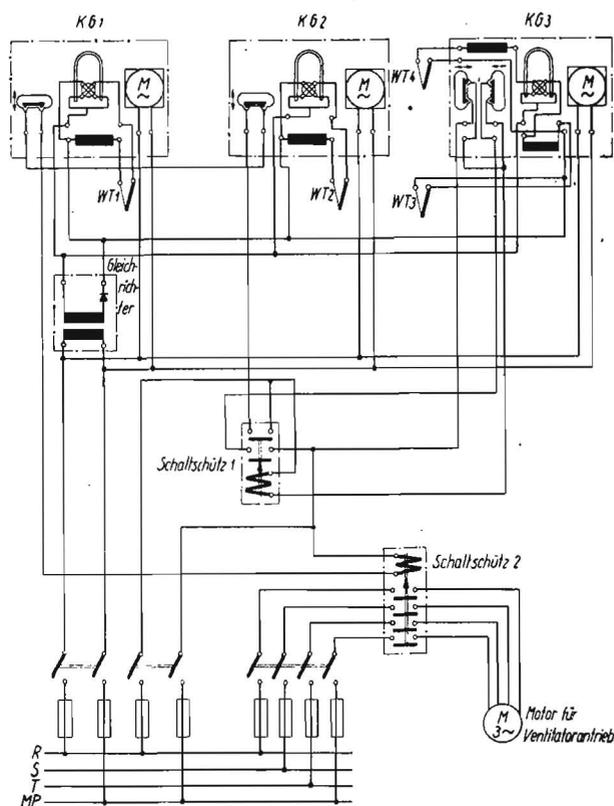
### Aufbau des Schaltgerätes

Der entwickelte Differentialthermostat (Bild 1) besteht

- a) aus den drei Kontaktgalvanometern *KG 1*, *KG 2*, *KG 3*,
- b) aus den vier Widerstandsthermometern *WT 1*, *WT 2*, *WT 3* und *WT 4*, von denen je zwei als Doppelwiderstandsthermometer ausgebildet sein können,
- c) aus dem Gleichrichter, der 6 V Gleichstrom zum Betrieb der Widerstandsthermometer liefert und
- d) aus zwei Schaltschützen.

Die Wirkungsweise des Widerstandsthermometers beruht darauf, daß bei Temperaturänderung der Platin-Widerstandsdraht seinen Widerstand ändert. Diese Änderungen werden mit dem Kreuzspulmeßwerk des Anzeigeelements der Kontaktgalvanometer *KG 1* oder *KG 2* gemessen, indem man einen Gleichstrom von 6 V durch den Widerstand fließen läßt. Da die Änderung des elektrischen Widerstands direkt von der Temperatur abhängt, ist die Skala des Anzeigeelements in Temperaturgrade eingeteilt. Vor der Skala befindet sich ein Schleppezeiger, mit dessen Hilfe der Sollwert eingestellt wird, bei dem die Schaltung erfolgen soll. Ein selbstanlaufender Synchronmotor betätigt über ein Getriebe und eine Nockenscheibe alle 30 s einen Druckbügel. Ist der Meßwert kleiner als der Sollwert, so wird der Hub des Druckbügels nicht gehemmt. Ist er gleich oder größer, so erfolgt eine Hubbegrenzung durch den Zeiger, die zu einem Kippen des Quecksilberschaltröhrens führt und damit den Schaltvorgang auslöst.

Bild 1



Schaltplan des Differentialthermostats

Das Kontaktgalvanometer *KG 3* ist für die Temperaturdifferenzmessung eingerichtet. Zu diesem Zweck werden zwei Widerstandsthermometer am *KG 3* angeschlossen. Außerdem besitzt es zwei Quecksilberschaltröhrchen, von denen das eine vom Minimumkontakt, das andere vom Maximumkontakt gesteuert wird. Beide Kontakte werden von je einem Schleppzeiger gebildet, die vor der Skala einstellbar angebracht sind. Sind die Widerstandsthermometer *WT 3* und *WT 4* der gleichen Temperatur ausgesetzt, so steht der Zeiger des Instruments auf Null. Wird eines der beiden Widerstandsthermometer einer höheren oder tieferen Temperatur ausgesetzt, so wandert der Zeiger nach oben oder unten, berührt die die Maximum- bzw. Minimumkontakte bildenden Schleppzeiger und verursacht dadurch das Kippen des einen oder anderen Quecksilberschaltröhrchens. Durch gegenseitiges Verschieben der beiden Schleppzeiger läßt sich auf diese Weise die gewünschte Temperaturdifferenz zwischen Ein- und Ausschalten einstellen, die zudem noch unabhängig von der absoluten Höhe der Temperatur ist.

Mit Hilfe des *Schalterschützes 1* wird erreicht, daß der Motor beim Verlassen des Minimum- bzw. Maximumkontaktes durch den Zeiger des Anzeigegerätes immer in der Schaltstellung bleibt, d. h. auf „Ein“ oder „Aus“, bis nach Berühren des Maximum- bzw. Minimumkontaktes die Schaltstellung geändert wird. Das *Schalterschütz 2* übernimmt das Ein- oder Ausschalten des Ventilators.

Die Schaltung der einzelnen Instrumente ist aus dem Schaltplan ersichtlich. Die Ansicht des ersten Versuchsgerätes zeigt Bild 2.

#### Wirkungsweise des Schaltgerätes

Von den vier Widerstandsthermometern messen *WT 1* und *WT 3* die Außentemperatur. Die übrigen beiden sind im Kartoffelstapel etwa 75 cm unter Stapeloberfläche untergebracht, um die Lagertemperatur der Kartoffeln zu messen. Während der Schleppzeiger des Kontaktgalvanometers *KG 1* auf 0° C oder knapp darüber eingestellt wird – *KG 1* wirkt also als Frostschutzthermostat – wird der Schleppzeiger des Kontaktgalvanometers *KG 2* auf die gewünschte Lagertemperatur der Kartoffeln eingestellt. Am Kontaktgalvanometer *KG 3* kann man durch Verschieben der beiden Schleppzeiger die gewünschte Temperaturdifferenz zwischen dem Ein- und Ausschalten des Ventilators fixieren. Wählt man z. B. 2° C Temperaturdifferenz, so wird der Ventilator erst dann eingeschaltet, wenn die Außentemperatur um 1° C unter der Lagertemperatur der Kartoffeln liegt; er wird aber auch erst

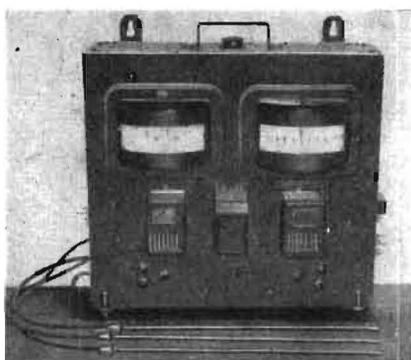


Bild 2. Ansicht des ersten Versuchsgerätes

ausgeschaltet, wenn die Außentemperatur um 1° C höher ist als die Lagertemperatur.

Durch das Hintereinanderschalten der Schaltröhrchen der beiden Kontaktgalvanometer *KG 1* und *KG 2* erhält die Spule des Schalterschützes 2 prinzipiell nur dann Strom, wenn bei beiden Instrumenten das Quecksilber die beiden Kontakte verbindet, d. h. die vorhandenen Temperaturen über den eingestellten Sollwerten liegen. Das trifft sowohl für die Außentemperatur als auch für die Lagertemperatur der Kartoffeln zu. Außerdem ist die Stromzufuhr zur Spule des *Schalterschützes 2* auch noch abhängig von der Temperaturdifferenz zwischen Außen- und Lagertemperatur. Erst wenn die Außen-

temperatur niedriger als die Lagertemperatur ist, wird durch die entsprechende Stellung der Schaltröhrchen des Kontaktgalvanometers *KG 3* der Stromkreis geschlossen. Nur bei Erfüllung der genannten drei Bedingungen erhält die Spule des *Schalterschützes 2* Strom, wodurch der Motor für den Ventilatorantrieb in Betrieb gesetzt wird. Der Motor wird jedesmal ausgeschaltet, wenn entweder die Außentemperatur unter 0° C liegt, oder die Lagertemperatur der Kartoffeln unterschritten wird, oder die Außentemperatur um die halbe auf dem Kontaktgalvanometer eingestellte Temperaturdifferenz höher ist.

Bei tiefen Außentemperaturen im Winter besteht des öfteren die Notwendigkeit, das Umluftverfahren anzuwenden, wenn die Lagertemperatur der Kartoffeln steigt, aber mit Außenluft nicht gelüftet werden kann. Man schließt deshalb die Außenklappe am Lufteintritt, öffnet die Umluftklappe und muß nun, um den Ventilator einzuschalten, den Schleppzeiger am Kontaktgalvanometer *KG 1* unter den vom Zeiger des Instruments angezeigten Wert einstellen. Erst dann wird die Unterbrechung des Stromkreises wieder aufgehoben und der Motor eingeschaltet. Der Differentialthermostat paßt sich also auch in diesem Falle den veränderten Verhältnissen an. Er sorgt dafür, daß auch beim Umluftbetrieb die Lagertemperaturen fast konstant bleiben.

Mit dem Ein- bzw. Ausschalten des Ventilators ist noch keine Betätigung der Klappen oder Türflügel verbunden, die die Zufuhr von Außenluft zum Ventilator regeln. Beim Auftreten stärkerer Nachfröste ist es jedoch notwendig, die Zuluftklappen nach dem Abschalten der Ventilatoren zu schließen, da infolge des vorhandenen – wenn auch nur geringen – natürlichen Zuges noch kalte Luft in die Lagerboxen gelangen kann. Da dieser Luftzug wegen der vorhandenen Differenz zwischen Außen- und Lagertemperatur besteht, sind die dicht um den Luftaustritt in der Boxe lagernden Knollen der frostigen Luft ausgesetzt und können unter Umständen Schaden erleiden.

Um der komplizierten Schließvorrichtung der Klappen aus dem Wege zu gehen, erscheint das Anbringen einer Jalousie am zweckmäßigsten. Diese aus dünnem Blech hergestellte Vorrichtung wird am Lufteintritt so montiert, daß sie ähnlich wie ein Fenster geöffnet oder geschlossen werden kann. Da diese Jalousie ein Strömungshindernis darstellt, kann sie, wenn die Luftleistung der Ventilatoren sehr gering bemessen wurde, am Tage geöffnet werden. Nachdem am Abend die Jalousie wieder vorgeschaltet wird, unterbleibt dann auch während der Nacht die Luftzuführung, wenn der Ventilator durch den Differentialthermostaten ausgeschaltet wurde. Bei Verwendung der Ventilatoren SK 8 oder SH 10 der Turbowerke Meißen sind jedoch Druck und Luftmenge so reichlich bemessen, daß ein Öffnen der Jalousie am Tage entfallen kann. Diese billige Vorrichtung gibt also die zusätzliche Gewähr, daß auch in der Lüftungsperiode mit Nachfrösten keine Schädigungen der Knollen durch Unterkühlung auftreten können, wobei eine Bedienungsperson zur Überwachung des Belüftungsprozesses auch während der Nacht nicht notwendig ist.

Die Einproben des Differentialthermostaten, die in der vergangenen Einlagerungsperiode in der Praxis erfolgte, hat gezeigt, daß dieses Gerät alle Schaltvorgänge des Ventilators zur vollsten Zufriedenheit ausführte und als funktionstüchtig und betriebssicher angesehen werden kann. Wenn auch bisher dieses Gerät die Schaltvorgänge nur eines Ventilators auslöste, so bleibt doch noch zu untersuchen, ob die Temperaturunterschiede in den einzelnen Boxen mit den verschiedenen Einlagerungsbedingungen so groß sind, daß auch mehrere Ventilatoren mit Hilfe nur eines Differentialthermostaten geschaltet werden können. Auf jeden Fall erscheint aber schon aus diesem Grunde die Verringerung der Anzahl von Ventilatoren je Baueinheit zweckmäßig.

Diese Hinweise auf ein selbsttätig arbeitendes Schaltgerät für die Ventilatoren in Kartoffellagerhäusern sollen die Notwendigkeit und Möglichkeit der Konstruktion eines Thermostaten aufzeigen, damit auch auf diesem Gebiet unsere Industrie der Praxis bald ein brauchbares Gerät zur Verfügung stellen kann.

A 3260