

Die selbsttätige Temperaturregelung im belüfteten Lagerhaus

Institut für Landmaschinenforschung, Braunschweig-Völkenrode

In der Landwirtschaft gewinnen Lagerhäuser für Hackfrüchte, Gemüse und Obst in zunehmendem Maße an Bedeutung. Besonders sind hierunter Lagerhäuser zu verstehen, die die Kühlfähigkeit der Außenluft wirtschaftlich zur Gewinnung eines geeigneten Lagerklimas ausnutzen. Das Institut für Landmaschinenforschung beschäftigt sich seit längerer Zeit mit diesem Aufgabengebiet und ist durch fortlaufende Arbeiten und enge Fühlungnahme mit der Praxis bestrebt, das Verfahren ständig zu verbessern. In einer der jüngsten Arbeiten, die in dankenswerter Weise vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten gefördert worden ist, wurde versucht, die Bedienung der Lagerhäuser weitgehend zu automatisieren, um Arbeitsentlastung für den Landwirt zu bringen. Über das Ergebnis soll hier berichtet werden.

Das Lagerklima

Alle Fruchtarten, die für die Einlagerung in Frage kommen, stellen Anforderungen an das Lagerklima. Die Klimabereiche einiger Güter sind aus der folgenden Tabelle zu ersehen.

	Temperatur	Luftfeuchte
Hackfrüchte	2 — 4 — 7°	85 — 90 %
Gemüse	1 — 3 — 4°	85 — 90 %
Obst	— 1/2 — 1 — 3°	85 — 95 %

Das Klima für Hackfrüchte und Gemüse kann in unseren Breiten durch Belüftung mit Außenluft erreicht werden. Die Auftriebsbelüftung mag oft genügen, besser ist die Belüftung durch Gebläse, da sie größere Sicherheit und gesteigerte Güte der Lagerung bringt.

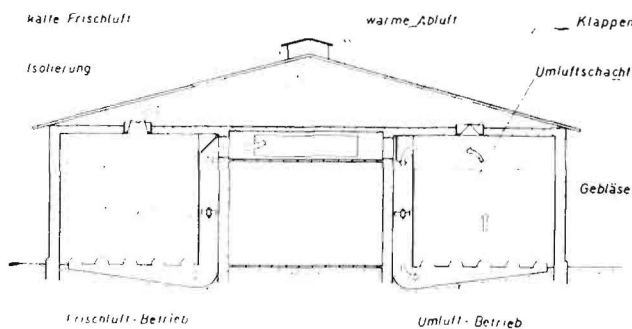


Abb. 1: Die Luftführung im gebläsebelüfteten Lagerhaus für Kartoffeln

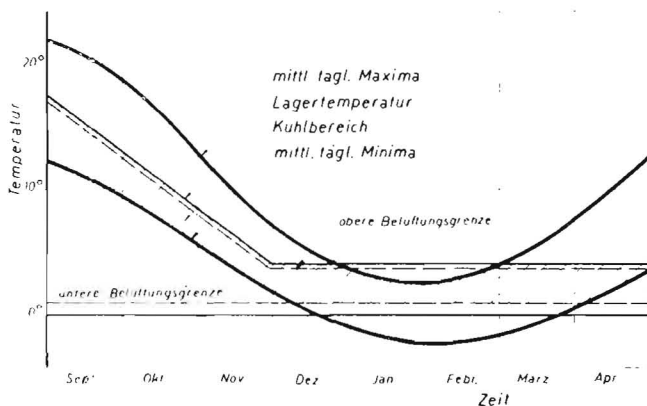


Abb. 2: Jahresverlauf der Außen- und Lagertemperaturen während der Einlagerungszeit von Kartoffeln (Außentemperaturen meteorologische Mittelwerte für Braunschweig)

Der Aufbau eines gebläsebelüfteten Lagerhauses

Das Haus besitzt eine Vollisolierung der Wände und eine Belüftungseinrichtung (Abb. 1). Die Belüftungseinrichtung besteht aus dem Gebläse, den Luftverteikanälen, dem Umlufschacht und den Luftklappen. Das Gebläse, ein Axiallüfter, saugt Frischluft von außen oder bei entsprechender Klappenstellung Abluft durch den Umlufschacht und drückt sie in die Luftverteikanäle. Diese sorgen für gute Verteilung der Luft und gleichmäßige Durchlüftung des Lagergutes.

Die Klimaführung

Hackfrüchte, Gemüse und Obst sind lebende Lagergüter. Sie kommen mit hoher Eigenwärme in das Lager und erzeugen außerdem durch Veratmung ständig zusätzliche Wärme. Im Laufe der Lagerungsperiode sind daher Eigenwärme und Atmungswärme abzuführen. Hierzu dient die Belüftung. Kühlfähige Außenluft, durch das Lager gedrückt, nimmt Wärme auf und fördert sie nach außen. Die Außenluft ist im Sinne der Lagerhausbelüftung kühlfähig, wenn ihre Temperatur wenigstens 2 bis 3° unter der des Lagers liegt, jedoch den Gefrierpunkt noch nicht unterschritten hat. Auskunft, inwieweit kühlfähige Luft für den Standort des Lagerhauses zur Verfügung steht, geben die meteorologischen Aufzeichnungen der Wetterwarten (Abb. 2). Nach dem Klimaverlauf richtet sich die Belüftungszeit und damit die Gesamtdauer der Abkühlungsperiode. Bei sorgfältiger Belüftung folgt die Lagertemperatur etwa dem Verlauf der mittleren täglichen Minima. Nach den örtlichen meteorologischen Werten kann man ungefähr angeben, in welcher Zeit eine bestimmte Temperatur im Lager erreicht wird und wie lange sie gehalten werden kann.

Außer der Belüftung mit Frischluft zum Abkühlen oder zum Trocknen des Lagergutes kann bei der Klimaführung auch mit Mischluft oder Umluft gearbeitet werden. Mit Mischluft, mit Teilströmen also von Frisch- und Umluft, wird belüftet, wenn auch an Frosttagen zu kühlen ist, mit Umluft wird gearbeitet, wenn Temperaturschwankungen und Schwitzköpfe im abgekühlten Lager zu beseitigen sind.

Unter Berücksichtigung des Vorhergesagten besteht die Bedienung eines gebläsebelüfteten Lagerhauses im rechtzeitigen Schalten des Gebläses und im Stellen der Klappen. Da bei ruhendem Gebläse die Klappen das Lagerhaus nach außen verschließen sollen, gehört zu jedem Gebläseschalten auch ein Verstellen der Klappen.

Die Bedienung kann durch Einsatz automatischer Regler weitgehend mechanisiert werden.

Reglersysteme

Die heute allgemein übliche Handregelung im belüfteten Lagerhaus hat den Nachteil, daß die Klimaführung von der Zuverlässigkeit der Aufsichtsperson abhängt und daß namentlich während der Abkühlperiode die Aufsichtsperson ständig bereit sein muß, die Klimaführung so zu führen, wie es im Interesse einer guten Lagerhaltung angebracht ist. Ein Temperaturregler sollte daher in jedem gebläsebelüfteten Lagerhaus eingebaut werden. Schon der Frostsicherheits-thermostat schützt in Ergänzung zur Handbedienung die Lagerfrucht vor dem Erfrieren bei zu kalter Belüftung und erspart unliebsame Kontrollgänge während der Nacht. Der Frostsicherheits-thermostat liegt mit dem Gebläsehandschalter in einem Stromkreis und öffnet seine Kontakte bei Frosteintritt. Er wird an der Außenwand in Nähe des Belüftungsgebläses befestigt. Sein Preis liegt zwischen DM 70.— und 90.—.

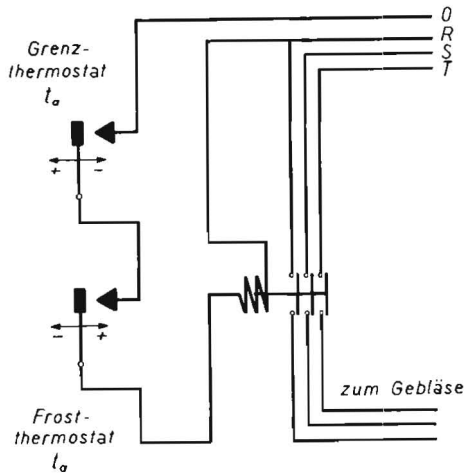


Abb. 3: Schaltbild für halbautomatische Regelung

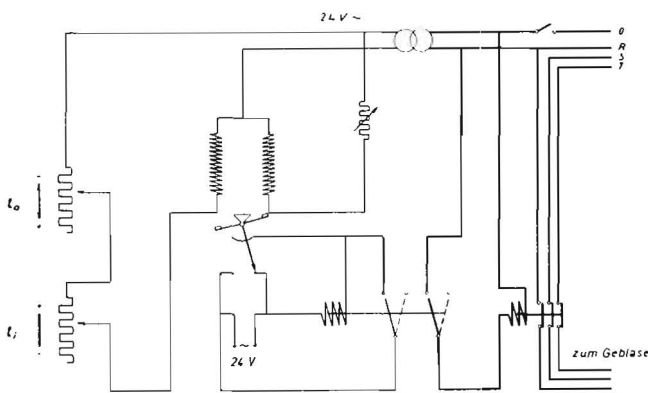


Abb. 4: Schaltbild für Differentialthermostatenregelung

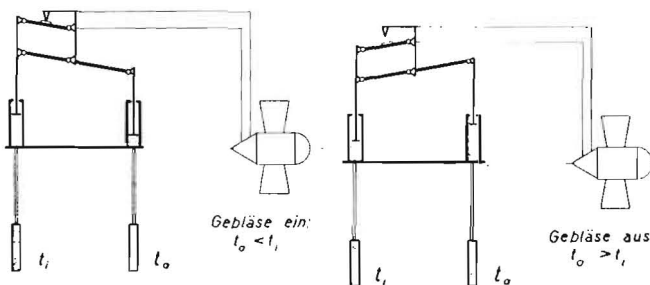


Abb. 5: Schematische Darstellung der mechanischen Differentialregelung

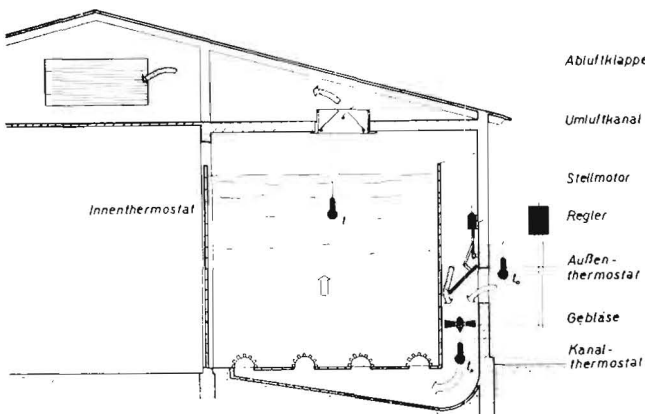


Abb. 6: Einbau des Thermostaten und Reglers sowie Klappenverstellmotor und Gebläse in einem belüfteten Lagerhaus

Halbautomatischer Regler

Eine größere Entlastung stellt die halbautomatische Regelung dar. Neben Frostschutz gewährt sie Sicherheit gegen Belüften mit Luft zu hoher Außentemperatur. Wie das Schaltbild in Abbildung 3 zeigt, ist neben dem Frostthermostaten ein zweiter Thermostat erforderlich, der mit steigender Temperatur die Kontakte öffnet. Beide Thermostaten werden außen angebracht und liegen mit der Arbeitsspule eines Magnetschützes, der das Gebläse schaltet, in einem Stromkreis. Während der Frostthermostat immer auf dem Schollwert 0° C steht, muß der andere Thermostat etwa alle zwei Tage neu nach der erreichten Lagertemperatur — zweckmäßig jeweils 2° tiefer — eingestellt werden. Da die Bedienung sich auf die kurze Zeit der Thermostateinstellung beschränkt, werden Fehler, die durch Nachlässigkeit bei der Handbedienung entstehen können, vermieden. Die Ausnutzung der Belüftungseinrichtung ist wesentlich günstiger. Neben der Gebläsesteuerung können auch die Luftklappen von dem halbautomatischen Regler bedient werden. Der Anschaffungspreis des Reglers beträgt ungefähr DM 200.—.

Automatischer Regler

Bei Verwendung der Differentialthermostatenregelung fällt das mehrmalige Neueinstellen der Thermostaten, wie es bei der halbautomatischen Regelung erforderlich ist, fort. Der Differentialregler führt zu einer automatischen Lagerhausregelung, da die obere Belüftungsgrenze ständig nach der jeweils herrschenden Lagertemperatur eingestellt wird. Der technische Aufwand der Differentialthermostatenregler — sie bestehen aus je einem Temperaturfühler für Außenluft und Innenluft, einem Frostthermostaten und einem Differentialrelais, Anschaffungspreis etwa DM 800.— — ist nur bei großen Lagerhäusern zu vertreten. Neben der Gebläseschaltung ist auch eine Klappenregelung für diese Regelstufe angebracht. Die Wirkungsweise dieses Reglertyps zeigt Abbildung 4. Zwei elektrische Widerstände, die im Innen- und im Außen-thermometer eingebaut sind und mit der Temperatur ihre Größe verändern, bilden mit zwei Magnetspulen einen Stromkreis. Überwiegt in einem der beiden Kreise der Stromfluß, wird ein Pendelanker, der über der Magnetspule liegt, angezogen und gibt durch einen Kontakt die Impulse für das Ein- und Ausschalten der Gebläse.

Neben der elektrischen ist auch eine mechanische Differentialregelung möglich. Wie aus Abbildung 5 hervorgeht, stehen die Innen- und Außentemperaturfühler durch ein dünnes Rohr mit dem Regler in Verbindung. Bei Temperaturanstieg dehnt sich eine Flüssigkeit im Meßinstrument aus und hebt in dem Regler einen Stempel. Durch sinnvolle Anordnung eines Hebelsystems ist jeder Temperaturdifferenz zwischen Innen- und Außentemperatur eine bestimmte Lenkerneigung zugeordnet, die nach Erreichen einer bestimmten Größe durch Kontaktgabe den Schaltvorgang auslöst.

Vollautomatische Regler

Die wartungsfreie Klimaregelung im belüfteten Lagerhaus wird bei Verwendung von Außen-, Innen- und Kanalthermostaten durch den vollautomatischen Regler erreicht. Das Lagerklima wird vorgewöhlt und dann vom Regler auf stets gleichbleibendem Wert gehalten. Temperaturschichtung sowie Schweißkopfbildung im Lager werden vermieden und günstige Klimoverhältnisse während der gesamten Lagerungsperiode unter Ausnutzung geeigneter Belüftungszeiten bei niedrigsten Gebläsebetriebskosten erreicht.

Die schematische Anordnung der erforderlichen drei Thermostaten bei einer vollautomatischen Regelung zeigt Abbildung 6. Das Gebläse ist direkt am Regler angeschlossen, ebenfalls der Verstellmotor der Zuluftklappe. Der Preis für die erforderlichen Geräte beträgt etwa DM 600.—.

Für die vollautomatische Regelung bestehen folgende Beziehungen zwischen den einzelnen Temperaturgrößen:

Die Umluftklappe öffnet und das Gebläse arbeitet, wenn:

$$t_i > 4^\circ \text{ und } t_a < t_i \text{ und } t_K > 1^\circ$$

Die Umluftklappe schließt sich und das Gebläse steht still, wenn:

$$t_i < 4^\circ \text{ oder } t_a > t_i \text{ oder } t_K < 1^\circ$$

t_i = Innentemperatur, t_a = Außentemperatur, t_k = Kanaltemperatur.

In Abbildung 7 ist das Schaltbild für diesen Regler dargestellt. Links befinden sich drei Thermostaten für Kanal-, Außen- und Innenluft. Sie erhalten Strom von einem Transformator und geben ihn bei entsprechender Stellung auf die in der Mitte dargestellten zwei Schrittschaltwerke weiter. Diese übermitteln Impulse auf Magnetschütze, die ihrerseits Arbeitsstrom für den Klappenverstellmotor oder das Belüftungsgebläse freigeben.

Der Einfluß der Regler auf den Temperaturverlauf

Zunächst sei der einfachste Fall, die Regelung von Hand, angeführt. Sie wird verständlich an Hand der Abbildung 8. In Abhängigkeit von der Zeit wurde in diesem Diagramm die Lagergut-, die Lufttemperatur im Lager und die Außenlufttemperatur eingetragen. Bei der Lagertemperatur sind zu unterscheiden: Die Lufttemperatur im Lager und die Lagerguttemperatur. Zur belüftungslosen Zeit sind beide gleich. Bei Belüftung ändert sich dieses Verhältnis jedoch derart, daß die Lagerguttemperatur je nach Dauer der Belüftung nur leicht absinkt, während die Lufttemperatur im Lager, beeinflusst durch die Außenlufttemperatur, je nach Schichthöhe einen niedrigeren Wert annimmt. Dieser Vorgang ist im vorliegenden Diagramm anschaulich zu erkennen. Als Modell wurde eine Außenlufttemperatur eingezeichnet, die bis zu einer bestimmten Zeit ständig sinkt, dann konstant bleibt, um nach einiger Zeit wieder anzusteigen. Ist die Außenlufttemperatur um 2° unter Lagertemperatur gesunken, wird das Gebläse von Hand eingeschaltet. Es beginnt die Kühlung. Weil Außenluft nur so lange kühlen kann wie ihre Temperatur unter der des Lagergutes liegt, wird das Gebläse ausgeschaltet, wenn die Außenluft ansteigend wieder den Wert der Lagerguttemperatur erreicht hat.

Der gleiche Vorgang ist in Abbildung 9 für den Temperaturverlauf bei der halbautomatischen Regelung dargestellt. Hier wird das Gebläse automatisch eingeschaltet, wenn die Außentemperatur einen nach der Lagerguttemperatur eingestellten Festwert (zweckmäßig 2° unter Guttemperatur) unterschritten hat. Die durch diese Temperaturdifferenz bestimmte Linie sei Schaltlinie genannt. Der Verlauf der Temperatur von Lagerluft und Außenluft entspricht der in Abbildung 8. Wenn die Außenlufttemperatur die Schaltlinie nach oben übersteigt, wird das Gebläse automatisch ausgeschaltet. Solange die Temperatur des Lagergutes nicht unter die Schaltlinie sinkt, arbeitet die halbautomatische Regelung nach dem in Abbildung 9 dargestellten Diagramm. Da jedoch die Lagerguttemperatur in wenigen Tagen die Schaltlinie erreichen kann, ist ein neuer Festwert, der wieder um 2° unter der Lagerguttemperatur liegen soll, von Hand einzustellen. Wird der Festwert bei längeren Belüftungszeiten nicht nachgestellt, kann keine weitere Abkühlung des Lagergutes erfolgen.

Bei der Differentialregelung wird die Schaltlinie für das An- und Ausschalten der Belüftung ständig in Abhängigkeit von der Lagerlufttemperatur eingestellt (Abb. 10). Die Schaltlinie „Ein“ verläuft 2° und die Schaltlinie „Aus“ $0,2^\circ$ unter der Lagerlufttemperatur, so daß sich eine Schaltdifferenz von $1,8^\circ$ ergibt. Diese Differenz bewirkt, daß die Belüftung bei einer Temperatur eingeschaltet wird, die unter der Ausschalttemperatur liegt. Die Differenz darf nicht zu klein sein, da sonst mit ständigem Ein- und Ausschalten gerechnet werden muß. Die Ursache klärt Abbildung 11), die das Regeldiagramm eines Differentialreglers mit nur $0,6^\circ$ Schaltdifferenz darstellt. Das Gebläse wird in Betrieb gesetzt, wenn die Außentemperatur die Schaltlinie „Ein“ kreuzt. Die Lagerlufttemperatur als Führungsgröße fällt ab und gleichzeitig mit ihr die Schaltlinien für „Aus“ und „Ein“. Nach kurzer Zeit berührt die Schaltlinie „Aus“ die Außenlufttemperaturlinie und setzt das Gebläse still, obwohl die Außenluft weiter fällt. Dann erwärmt sich die Luft im Lager und innerhalb kurzer Zeit kreuzt die ansteigende Steuerlinie „Ein“ die Außenlufttemperaturlinie. Es wird von neuem eingeschaltet. Versuche zeigten, daß durch einen Regler mit zu enger Schaltdifferenz innerhalb von 12 Belüftungsstunden das Gebläse 500 mal ein- und ausgeschaltet wurde.

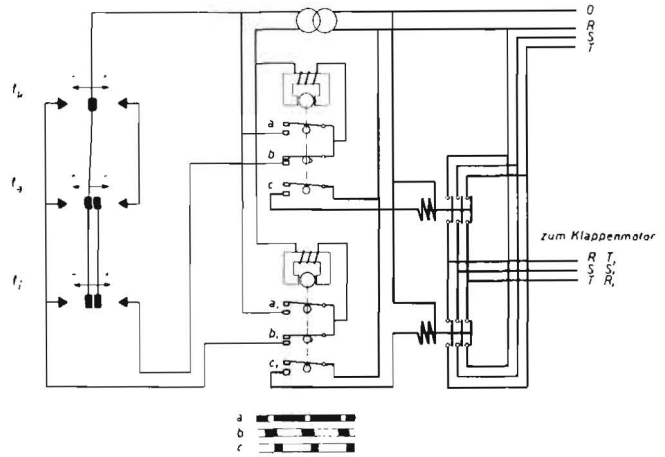


Abb. 7: Schaltbild für vollautomatischen Regler

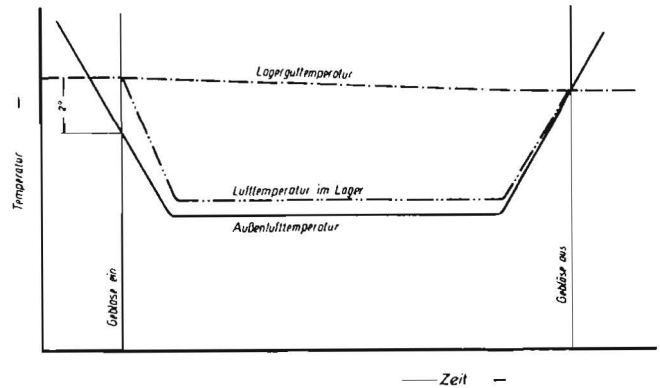


Abb. 8: Verlauf der Temperaturen von Lagergut und Luft bei Handsteuerung

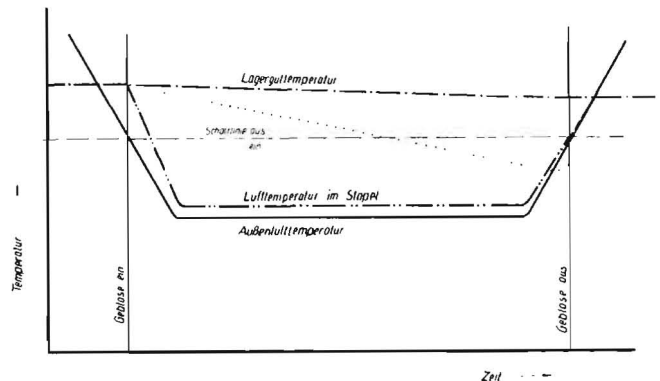


Abb. 9: Verlauf der Temperaturen von Lagergut und Luft bei halbautomatischer Steuerung

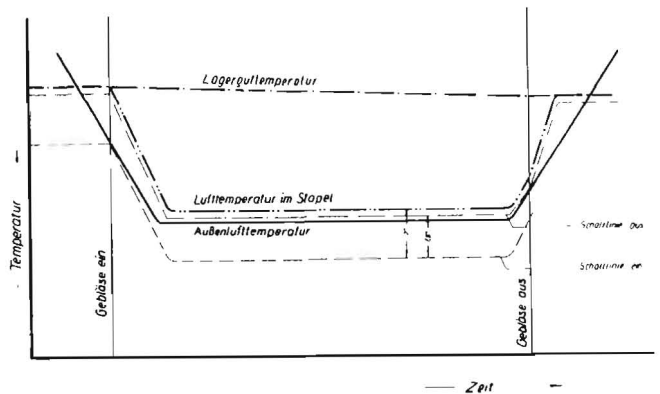


Abb. 10: Verlauf der Temperaturen von Lagergut und Luft bei Differentialthermostatenregelung mit $1,8^\circ$ Schaltdifferenz

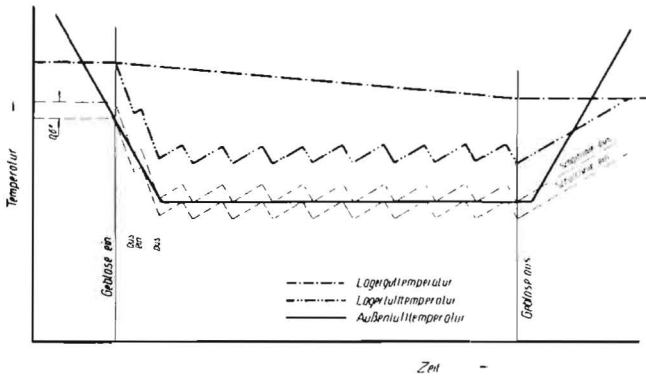


Abb. 11: Verlauf der Temperaturen von Logergut und Luft bei Differentialthermostatenregelung mit 0,6° Schaltdifferenz

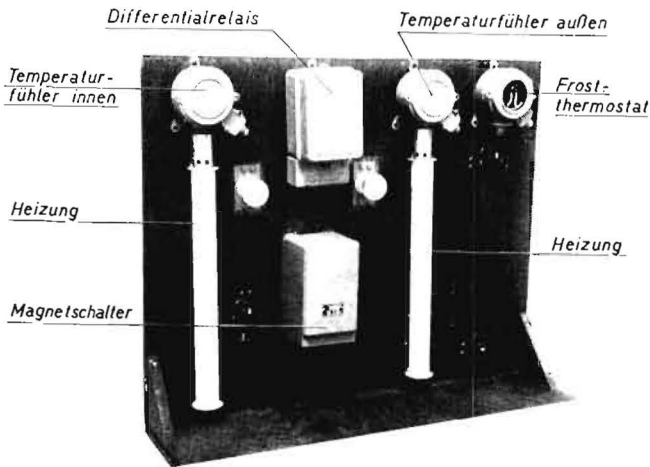


Abb. 12: Prüfstand für Temperaturregler

Versuche mit elektrischen Reglern

In einer Versuchsreihe wurden automatische Regler für die Klimaführung in gebläsebelüfteten Lagerhäusern auf ihre Eignung und Einsatzmöglichkeit untersucht. In entgegenkommender Weise sind hierfür von der Industrie geeignete elektrische Geräte zur Verfügung gestellt worden, so daß ein labormäßiger und praktischer Einsatz möglich wurde.

Laborversuche

Aufgabe der Laborversuche war, auf einem Prüfstand (Abb. 12) die Schaltgenauigkeit und Schaltdifferenz der Regler zu ermitteln. Die untersuchten Regler bestanden aus dem Differentialrelais, zwei Fühlern für Innen- und Außentemperatur und einem Motorschütz zum Schalten des Gebläses. Folgender Weg wurde zur Ermittlung der Schaltdifferenz beschritten: Der Temperaturfühler für die Innenluft wurde durch elektrische Heizung auf konstante Temperatur gebracht (Abb. 13). Die Heizung für den Fühler der Außentemperatur schaltete das Differentialrelais. Liegt die Temperatur des Außenfühlers unter der des Innenfühlers, gibt der Regler einen An-Impuls und der Außenfühler wird durch die nunmehr eingeschaltete Heizung erwärmt. Nach einer bestimmten Temperatursteigerung schaltet der Regler die Heizung aus. Der Außenfühler kühlt sich durch die umgebende Luft ab. Bei einer niedrigeren Temperatur erfolgt ein neues Schaltspiel mit Aufheizen des Außentemperaturfühlers und anschließendem Abkühlen. Die einzelnen Schaltzeitpunkte und die dazugehörigen Augenblickstemperaturen von Außen- und Innenfühler wurden registriert und in einem Diagramm (Abb. 14) aufgezeichnet. Die Versuchswerte ließen eindeutig die Schaltdifferenz des Reglers erkennen. Zur Vervollständigung der Versuchsreihe wurden für verschiedene Temperaturen Schaltdifferenzen ermittelt und es wurde eine Kennlinie (Abb. 15) aufgestellt.

Auf dem Versuchsstand zeigten die Regler eine Konstanz der Schaltdifferenz für den gesamten Betriebsbereich. Sie konnte beim ersten Regler in Grenzen von 0,6 bis 1,8° und beim zweiten in Grenzen von 1 bis 1,8° eingestellt werden.

Die Schaltgenauigkeit der Regler geht aus Abbildung 14 hervor, die Meßwerte streuen nur wenig.

In einer anschließenden Dauerprüfung auf dem Versuchsstand wurden während 500 Schaltungen je Gerät keine technischen Mängel beobachtet.

Versuche in der Praxis

Nach diesen Untersuchungen im Labor wurden die Regler zum praktischen Einsatz in ein Kartoffellagerhaus eingebaut und so geschaltet und abgestimmt, daß sie bei Außentemperaturen, die um 2° unter denen der Kartoffeltemperaturen lagen, das Belüftungsgebläse einschalteten. Zur Überwachung der Funktion der Regler diente ein Zählwerk, das sämtliche Schaltungen registrierte, und ferner ein Zeitschreiber, der die zeitliche Lage der Schaltungen zu erkennen gab (Abb. 16). An Hand von Temperaturzeitschreibern konnte die augenblickliche Temperatur innen und außen während der Schaltzeiten ermittelt und mit den Sollwerten verglichen werden. Die Versuche zeigten, daß die Regler praktisch so genau schalten wie sie eingestellt werden und daß sie für den Einsatz im Kartoffellagerhaus geeignet sind.

Besondere Sorgfalt wurde bei dem Einbau der Temperaturfühler angewandt. Sie müssen die tatsächlichen, für den Regelungsvorgang wichtigen Temperaturen außen und innen erfassen. Demzufolge soll nach unserer Erkenntnis der Außentemperaturfühler geschützt vor Feuchtigkeit und direkter Sonnenbestrahlung in einer Entfernung von rund einem Meter von der Lagerhauswand in der freien Luft aufgehängt werden. Am besten geschieht das in einem hierfür besonders konstruierten Thermometerhäuschen (Abb. 17). Der Innentemperaturfühler wird zweckmäßig 20 cm unter die Oberfläche des Lagergutes in einem Abstand von einem Meter von der Boxenwand befestigt. Der Fühler muß so ausgeführt werden, daß eine chemische und mechanische Beschädigung durch die besonderen Verhältnisse des Lagerhauses vermieden wird.

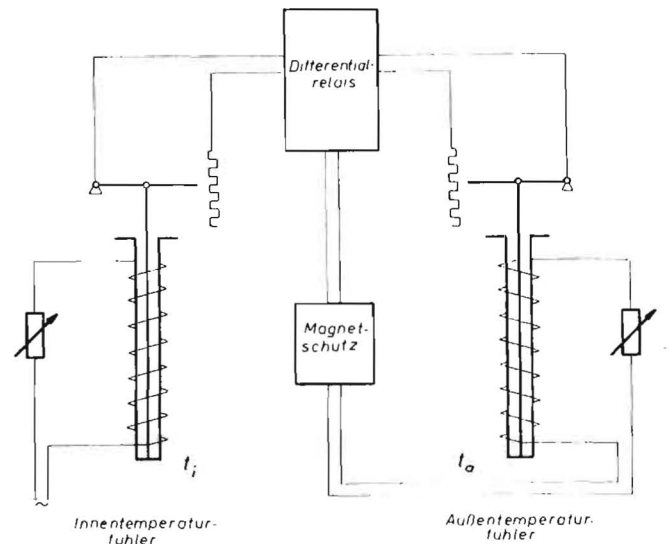


Abb. 13: Schematischer Aufbau des Prüfstandes

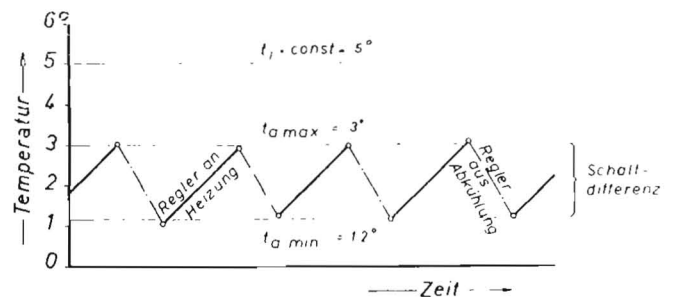


Abb. 14: Diagramm des Schaltvorganges

Reglerkennlinie

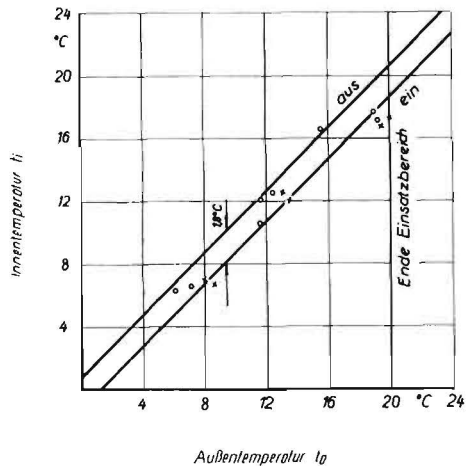


Abb. 15: Reglerkennlinie

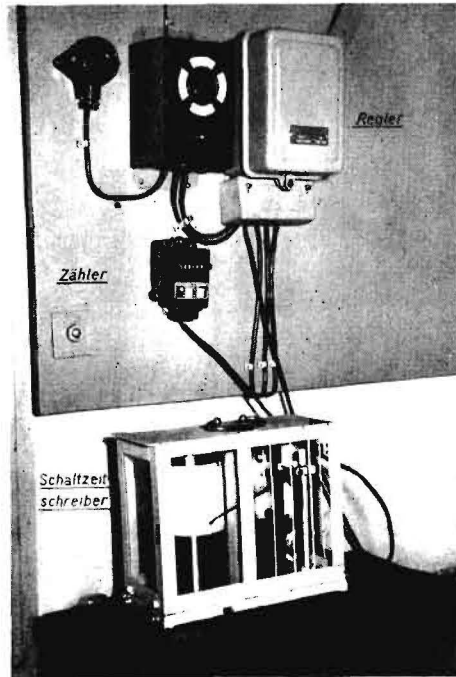


Abb. 17: Thermometerhäuschen

Abb. 16: Regler und Kontrollgeräte im Kartoffellagerhaus

Zusammenfassung

Auf Grund der Untersuchungen lassen sich im gebläsebelüfteten Lagerhaus fünf Regelarten unterscheiden.

1. Gebläseregelung durch Handschaltung in Verbindung mit Frostsicherheitsthermostaten.
2. Gebläseregelung durch Einsatz von Grenz- und Frostthermostaten als halbautomatische Regler.
3. Gebläse- und Klappenbetätigung durch halbautomatische Regler.
4. Gebläse- und Klappenbetätigung durch Differentialregler.
5. Vollautomatische Klimaregelung durch Einbau von Außen-, Innen- und Kanalthermostaten.

Die Vorteile beim Einsatz automatischer Regler sind:

1. Wesentliche Erleichterung der Bedienung.
2. Durch Ausnutzung der günstigsten Belüftungszeiten wird schneller, sicherer und länger ein stabiles Lagerklima erreicht.

3. Die Belüftungszeit und damit die Gebläsebetriebskosten bleiben auf das unbedingt notwendige Maß beschränkt.

Schrifttum:

- [1] W. Schulze: Kartoffelkeimung im Winterlager, Deutsche landwirtschaftliche Presse, 70. Jahrg., Nr. 19, 1952
- [2] O. Fischnich: Exertion of influence on the sprouting of potatoes and the practical value of such procedure for breeder and grower, Landbouwkundig Tijdschrift Nr. 8/1954
- [3] L. Nicolaisen-Scupin: Über das Verhalten früher und mittelfrüher Birnsorten bei der Kalllagerung, Abhandlungen des Deutschen Kältetechnischen Vereins Nr. 5, Verlag C. F. Müller, Karlsruhe
- [4] W. H. De Jong, O. van Bruggen und Oude Ophouis: De bewaring van aardappelen in gebouwen, Landbouwkundig Tijdschrift Nr. 9, Sept. 1949, Nr. 6, Sept. 1950, Nr. 8, Aug. 1951
- [5] —: De bewaring van aardappelen, Stichting Aardappel Studie Centrum, Publicatie Nr. 3-1952
- [6] O. Fischnich, M. Thielebein: Versuchslagerhaus für Kartoffeln und andere Feldfrüchte, Der Kartoffelbau, 5. Jahrg., Heft 6, 7, 1954
- [7] D. Bruer: Die Kartoffellagerung in Holland, AID-Schrift (in Vorbereitung)
- [8] D. Bruer: Die Kohllagerung in Holland, AID-Schrift (in Vorbereitung).
- [9] H. Gaus, D. Bruer: Die automatische Temperaturregelung in Lagerhäusern mit Gebläsebelüftung, Der Kartoffelbau, 6. Jahrg. Nr. 6, 1955

Résumé:

Dr.-Ing. Stürenburg und Ing. D. Bruer: „Die selbsttätige Temperaturregelung im belüfteten Lagerhaus.“

Lagerhäuser für Hackfrüchte gewinnen in der Landwirtschaft immer mehr an Bedeutung. Das Institut für Landmaschinenforschung, Braunschweig-Völkenrode, beschäftigt sich seit Jahren mit der Temperaturregelung in solchen belüfteten Lagerhäusern und untersucht die verschiedenen Reglersysteme von der heute noch im allgemeinen üblichen Handreglung über halbautomatische zu vollautomatischen Reglern, die die Gebläse ein- oder ausschalten und die Be- und Entlüftungsklappen schließen und öffnen. Die vollautomatischen Regler sind allen übrigen Reglerarten nach diesen Untersuchungen überlegen. Sie spielen mit nur 1% der Gesamtgestellungskosten eines Lagerhauses keine wesentliche Rolle, schaffen aber den bedienunglosen Betrieb und bieten für Lagerhaltung und für die Qualität des Lagergutes entscheidende Sicherheit.

Dr.-Ing. Stürenburg und Ing. D. Bruer:

“Automatic Temperature Control in Ventilated Warehouses used for Storage of Agricultural Products.”

Warehouses for storage of root crops are growing in importance in agricultural circles. The Institute for Agricultural Engineering Research in Braunschweig-Völkenrode has, for some years, been occupied with the problem of temperature control in such ventilated warehouses and has investigated the various methods of ventilation now in use. These methods vary from the usual manual control to semi-automatic and fully automatic systems for cutting the blowers in and out and opening and closing the ventilators. The investigations proved that fully automatic systems are in every way superior to all other methods of temperature control. The initial cost of such a system is about 1% of the total cost of the warehouse. Since efficient temperature control ensures that the quality of the crops stored in the warehouse is maintained, the cost of an automatic ventilation system is no great factor.

Ing. Dr. Stürenburg und Ing. D. Bruer:

«La regulación automática de la temperatura en almacenes ventilados.»

Los almacenes para frutas de labor (patatas, remolacha, coles etc.) se van empleando cada vez más en la agricultura. El Instituto para la Investigación de Máquinas Agrícolas en Braunschweig-Völkenrode viene ocupándose desde hace años de la cuestión de la regulación de temperatura en estos almacenes ventilados, estudiando los distintos sistemas de regulación, empezando por la regulación a mano, hoy día la más en uso, los reguladores semiautomáticos y los automáticos que ponen los ventiladores en marcha o los paran, abriendo o cerrando las compuertas de avarant. Según estos estudios los reguladores automáticos son los que dan los mejores resultados. El gasto que ocasionan y que importa solamente el 1% de los gastos totales del almacén, es de poca importancia. Por otra parte prestan un servicio que no requiere trabajo personal, ofreciendo una garantía decisiva de la calidad de los frutos almacenados.

Dr.-Ing. Stürenburg et Ing. D. Bruer:

«Le réglage automatique de la température des magasins de stockage aérés.»

Les magasins de stockage de tubercules et betteraves ont une importance de plus en plus grande dans l'agriculture. L'Institut du Machinisme Agricole à Braunschweig-Völkenrode s'est occupé depuis des années du réglage de la température dans les magasins de stockage à aération artificielle et a examiné les différents systèmes de réglage depuis le réglage à main le plus courant encore aujourd'hui jusqu'au régulateurs semi-automatiques et automatiques qui embrayent et débrayent les ventilateurs et ouvrent et ferment les clapets d'admission et d'échappement. D'après les essais, les régulateurs automatiques l'emportent sur tous les autres systèmes. Leur prix ne s'élève qu'à 1% du prix de l'installation entière et ils assurent un stockage et une conservation parfaits des produits récoltés.