

Abhängigkeit von der Außentemperatur, empfehlenswert. In diesem System von zwei gekoppelten Regelkreisen hat die Vorlauf temperaturregelung die Funktion einer Grund- oder Vorregelung. Mit der unstetigen Regelung der Lufttemperatur erfolgt die Feinregelung.

Durch die bei der Simulation des Regelvorgangs vorgenommene Normierung der physikalischen Größen erlangen die Ergebnisse der theoretischen Untersuchungen für die Anwendung von Mehrpunktregelungen allgemeine Bedeutung. Für beliebig vorgegebene Gewächshausanlagen und Bedingungen können die Eigenschaften der Dauerschwingung bei Zwei- und Dreipunktregelungen aus den erarbeiteten Diagrammen ermittelt werden. Anhand der Diagramme kann festgestellt werden, wie sich die charakteristischen Größen der Dauerschwingung mit den dynamischen Eigenschaften der Strecke und der Einstellung der unstetigen Regler ändern.

Die größenordnungsmäßige Übereinstimmung theoretisch und experimentell ermittelter Kennwerte der betrachteten unstetigen Regelungen zeigt, daß das gewählte Modell der Regelstrecke des luftbeheizten Gewächshauses eine praktisch brauchbare Näherung darstellt. Eine weitere Verfeinerung des Modells ist nur dann sinnvoll, wenn bezüglich der Regelgröße Lufttemperatur exaktere Angaben über das Störverhalten eines Gewächshauses gemacht werden können.

8. Zusammenfassung

Als Grundlage für die Projektierung von Einrichtungen zur Regelung der Lufttemperatur in Gewächshäusern werden theoretische und experimentelle Untersuchungen durchgeführt. Ausgehend von Kennwerten der Regelstrecke, die sich aus den aufgenommenen Stellübergangsfunktionen ergeben, erfolgt eine Simulation des Regelvorgangs auf dem Analogrechner „Endim 2000“. Gegenstand der Untersuchungen sind Zwei- und Dreipunktregelungen, die eine einfache gerätetechnische Realisierung ermöglichen. Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt in generalisierter Form. Sie werden für eine Gewächshausanlage und speziell vorgegebene Bedingungen ausgewertet. Aus den berechneten charakteristischen Kennwerten, der Regelschwankung, bleibenden Regelabweichung und Schwingungsdauer, ergibt sich, daß die an die Regelung gestellten Anforderungen erfüllt werden. Durch Temperaturmessungen in einem mit einer Zweipunktregelung ausgestatteten Gewächshaus werden Ergebnisse der theoretischen Untersuchungen größenordnungsmäßig bestätigt.

Literatur

- [5] WILHELMI, W. / P. KRASPER: Auslegung von einschleifigen Regelkreisen mit Relaisreglern an einfachen Strecken. Technische Information (VEB Geräte- und Regler-Werke Teltow) 5 (1967) Nr. 1/2, S. 58 bis 62
- [6] HEISSNER, A.: Erfassung und Regulierung des Gewächshausklimas. Forschungs-Abschlußbericht, Institut für Gemüsebau Großbecken der DAL zu Berlin 1966 (unveröffentlicht) A 7031

Aus der Forschungsarbeit

des Instituts für Mechanisierung der Landwirtschaft Potsdam-Bornim

Dipl.-Ing. A. KLUG
Dipl.-Landw. R. ZILLIG

Die Erhöhung der Leistung von Dämpfmaschinen durch Kurzdämpfen der Futterkartoffeln*

Die Aufnahme von rohen Kartoffeln durch das Schwein ist ungenügend und wirkt sich entsprechend auf die Mastzunahme aus. Um die Futteraufnahme und -verdaulichkeit zu verbessern, werden die Kartoffeln vor dem Einsäuern oder täglich vor dem Verfüttern bei der Temperatur von etwa 100 °C gedämpft. Der eigentliche Zweck des Dämpfens für Futterzwecke ist der Aufschluß der Stärke in den Kartoffeln, d. h. die Überführung der Stärkekörner in den gequollenen bzw. verkleisterten Zustand, in dem sie vollständig enzymatisch abgebaut und vom tierischen Organismus am besten verwertet werden können.

Die Quellung im Wasser beginnt beim isolierten Kartoffelstärkekorn bereits bei etwa 60 °C [1] und ist bei etwa 65 bis 70 °C vollständig beendet. Das trifft auch auf die Verhältnisse in der Kartoffelknolle zu, in der der Quellungsbereich, d. h. die Temperaturdifferenz zwischen Beginn und Ende der Quellung, noch kleiner ist. Um die Stärke der Kartoffeln in eine gut verdauliche Form zu überführen, sind Temperaturen um 70 °C ausreichend. Lediglich die Garung der übrigen Kartoffelsubstanz erfolgt bei höheren Temperaturen (95 °C), wobei man unter Garung den Aufschluß der Zellsubstanz, d. h. das Weichwerden der Kartoffel im üblichen küchentechnischen Sinne versteht. Als äußeres Kennzeichen der vollständigen Garung wird die weiche und mehlig Beschaffenheit der Kartoffel angesehen.

Ziel der vorliegenden Arbeit war die Übertragung der beim diskontinuierlichen Dämpfen in Kippdämpfmaschinen erzielten Ergebnisse [2] auf die Verhältnisse bei kontinuierlichen Dämpfmaschinen und die Feststellung der möglichen Erhöhung der Dämpfleistung.

Dämpfversuche im Labor

Zur quantitativen Messung des Garzustandes diente ein Schalenhärteprüfer (Hersteller: Institut für Mechanisierung der Landwirtschaft Potsdam-Bornim). Mit diesem Gerät mißt man die Kraft, die aufgewendet werden muß, um einen Dorn von 3 mm Dnr. in einen Körper zu drücken. Der Dämpfvorgang wurde nach festgelegten Zeitabständen abgebrochen, um den Garzustand der Kartoffeln festzustellen.

Der Temperaturverlauf in der Kartoffel veranschaulicht gut den Dämpfvorgang. Die Temperatur wurde an zwei Stellen gemessen (Bild 1), in der Nähe des Zentrums (Meßpunkt 1) und etwa 5 mm unter der Schale (Meßpunkt 2).

Die Temperatur steigt unmittelbar unter der Schale nach dem Einbringen in den Dampf schnell und nähert sich der Dampftemperatur. Im Zentrum erwärmt sich die Kartoffel nur langsam. Nach Unterbrechen der Dampferzeugung sinkt die Temperatur unter der Schale. Es genügt eine geringe Temperaturenkung der wärmeren Außenschicht, die mit rd. 70% am Gesamtvolumen beteiligt ist, um einen Temperaturausgleich mit den kälteren Innenschichten herbeizuführen. Eine nur 10 min dauernde Erwärmung reicht aus, um auch die Temperatur im Zentrum der 300 g schweren

* Unter Mitarbeit von:
Dr. F. SCHIERBAUM / Dr. M. RICHTER, Institut für Ernährung Potsdam-Rehbrücke der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin,
Dr. habil. GÖRLITZ, Institut für Landwirtschaftliches Untersuchungswesen Potsdam der DAL zu Berlin

Kartoffel nach 27 min (Z_3^x) über den Quellungsbereich der Stärke zu erhöhen. Bei der 50-g- bzw. 150-g-Kartoffel ist der Quellungsbereich nach 7 min (Z_1^x) bzw. 14 min (Z_2^x) durchschritten (Bild 2).

Mit fortschreitender Garung nimmt die Eindringkraft ab. Für die vollständige Garung wurde ein Wert von 0,1 kp festgelegt, der dem Garungsgrad von normal gedämpften Kartoffeln entspricht. Für das Eindringen des Dornes in die rohe Kartoffel war eine Kraft von 1,6 kp erforderlich.

Die Durchlaufzeit der Kartoffeln durch den Dämpfschacht bei kontinuierlichen Dämpfmaschinen beträgt 45 bis 55 min. Eine 10 min dauernde Dampzuführung genügt auch, um nach 45 min (Z_3) eine vollständige Garung der großen Kartoffeln zu erreichen (Bild 3). Die 50 g und die 150 g schweren Kartoffeln sind schon nach 20 min (Z_1) bzw. 35 min (Z_2) vollständig gar.

Aus diesem Versuch ist zu erkennen, daß die Quellung der Stärke und die Garung der Kartoffeln zeitlich nicht übereinstimmen. Der eigentliche Zweck des Dämpfens, die Quellung der Stärke, wird schon zu einem früheren Zeitpunkt als die Garung erreicht.

Praktische Dämpfversuche

Es sei noch auf den Einfluß der Durchlaufzeit auf die Dämpfleistung hingewiesen:

$$N = \frac{Q \cdot 60}{Z} \text{ [t/h]}$$

Darin sind:

- N Dämpfleistung [t/h]
- Q Inhalt des Dämpfschachtes [t]
- Z Durchlaufzeit der Kartoffeln [min]

Verzichtet man auf die vollständige Garung der im Gemisch vorhandenen größten Kartoffeln, dann verringert sich die Durchlaufzeit von 45 min auf 35 min. Damit könnte theoretisch eine Erhöhung der Dämpfleistung um 28% erfolgen. Bei den praktischen Dämpfversuchen wurde eine Steigerung um 22% erreicht.

Die Überprüfung des Garzustands der Kartoffeln beim Kurzdämpfen mit der kontinuierlichen Dämpfmaschine erfolgte auf einfache Weise und ohne Meßgeräte. Somit ist es auch der Bedienungsperson in der Praxis möglich, die richtige Einstellung der Laufzeit der Kartoffeln durch den Dämpfschacht schnell festzustellen. Diese Prüfmöglichkeit basiert auf folgender Beobachtung: Wird eine Kartoffel gedämpft, dann dringt die Wärme entsprechend den thermischen Eigenschaften von der Außenschicht zum Zentrum vor. Überall dort, wo die Temperatur den Bereich von 60 bis 67 °C durchläuft, quillt die Stärke. Dieser Übergang von ungequollener zu gequollener Stärke ist optisch erkennbar (Bild 4). Die mit Thermoelementen gemessene Temperatur beträgt im Zentrum der Kartoffel im Augenblick des Auseinanderschneidens 52 °C, unter der Schale 78 °C (Bild 5).

Der helle Kern in Bild 4 ist rohe ungequollene Stärke. In dem etwas dunkleren Ring um diesen Kern herum ist die Stärke bereits gequollen. Steigt die Temperatur im Zentrum der Kartoffelknolle (Meßpunkt 1) über 60 bis 67 °C an, dann verschwindet der helle Kern und die Stärkekörner sind überall gequollen.

Die Einstellung der Dämpfmaschine erfolgte so, daß die größten Kartoffeln nach Verlassen des Dämpfschachtes noch nicht gar (weich) waren, beim Aufschneiden aber keinen hellen Kern aufwiesen. Zerkleinert wurden die Kartoffeln nur durch die Schwenkquetsche der Dämpfmaschine, wozu es sich als vorteilhaft erwies, die auf der Schneckenwelle befindlichen stumpfen Schlagstifte anzuschleifen, um die großen teilgegarteten Kartoffeln zu zerbröckeln.

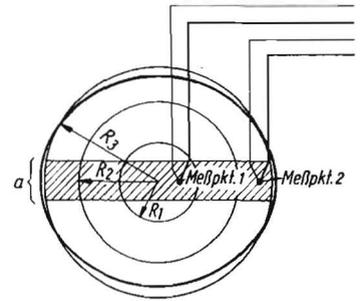


Bild 1. Anordnung der Thermoelemente in der Kartoffel zur Ermittlung des Temperaturverlaufes während des Dämpfens; a Scheibe für die Ermittlung der Eindringkraft

Bild 2. Temperaturverlauf in der Kartoffel während des Dämpfens und Garens in Abhängigkeit von der Zeit; a Quellungsbereich der Stärke, b Temperatur des Wassers im Dämpfopf

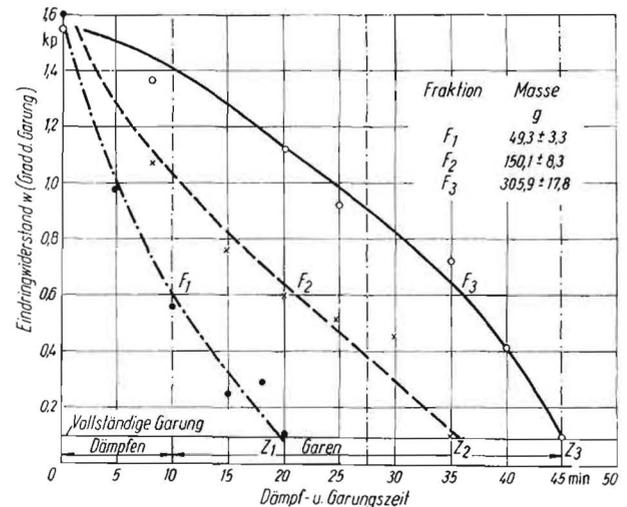
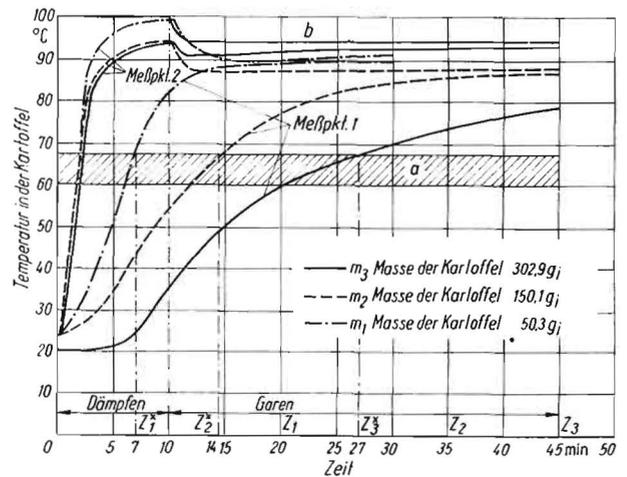


Bild 3. Garungsverlauf von unterschiedlich großen Kartoffeln in Abhängigkeit von der Zeit

Normal gedämpfte Kartoffeln wurden im Vergleich zu kurzgedämpften Kartoffeln jeweils an eine Mastgruppe Schweine verfüttert. Diese Versuche ergaben, daß das Kurzdämpfen der Kartoffeln auf Mastzunahme, Verdaulichkeit, Nährstoffgehalt und Gärfutterqualität keinen nachteiligen Einfluß ausübt und deshalb der herkömmlichen Methode gegenüber als gleichwertig anzusehen ist.

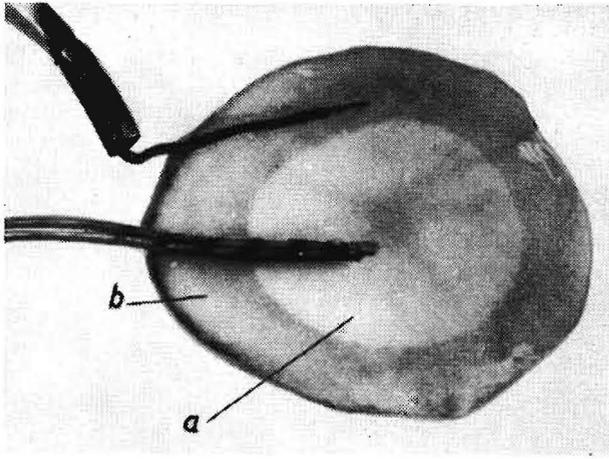
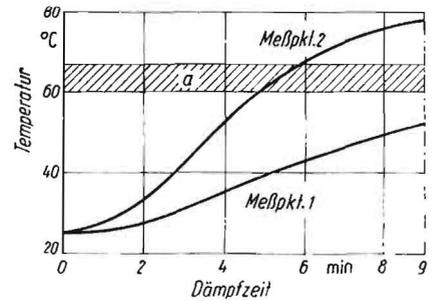


Bild 4. Schnitt durch eine 200 g schwere Kartoffel nach 9 min Dämpfzeit; a ungequollene Stärke, b gequollene Stärke

Volkswirtschaftlicher Nutzen des neuen Dämpfverfahrens

Je nach Erntebedingungen werden in der DDR jährlich 5 bis 8 Mill. t Kartoffeln gedämpft. Die Kosten für das Dämpfen dieser Kartoffelmengen betragen 57 bis 92 Mill. MDN, wenn 11,50 MDN je t [3] zugrunde gelegt werden. Bei der Anwendung des neuen Dämpfverfahrens ist eine Leistungssteigerung um 20% möglich, dadurch vermindern sich die Dämpfkosten um 16,5%. Dies entspricht einer Kostensenkung von 1,90 MDN je t Kartoffeln. Bei einer Leistung

Bild 5. Temperaturverlauf in der Kartoffel in Abhängigkeit von der Dämpfzeit; a Quellungsbereich der Stärke



der Dämpfmaschine von 3 t/h beträgt die Einsparung 5,70 MDN/h.

Literatur

- [1] BRILL, F.: Stärke unter dem Mikroskop. Photographie und Wissenschaft 7 (1958) S. 37 bis 40
- [2] KLUG, A. / R. ZILLIG / F. SCHIERBAUM / M. RICHTER / H. GÜRLITZ: Versuche zur Verkürzung der Dämpfzeit von Futterkartoffeln. Archiv für Tierernährung 1964, Bd. 14, H. 3, S. 213 bis 229
- [3] BAGANZ, K.: Untersuchungen zur Mechanisierung der Schwerpunkte im Kartoffelbau. Forschungsbericht Nr. 268021-4-01 (1965) des Instituts für Mechanisierung der Landwirtschaft Potsdam-Bornim (unveröffentlicht) A 7060

Aus unseren Ingenieurschulen für Landtechnik

Dipl.-Ing. H. SCHÜTZE, KDT*

Zur Planung der vorbeugenden Instandhaltung (I)

Die rationelle Lösung der Probleme des landtechnischen Instandhaltungswesens verlangt neben der Mechanisierung, also der Verbesserung der technischen Einrichtung, vor allem auch eine exakte Vorbereitung. Mit zunehmender Rationalisierung muß sich das Gewicht der Arbeit immer stärker auf den vorbereitenden Abschnitt und auf dessen Grundlage, die Planung, verlagern. Nur eine eingehende, die Einflußfaktoren weitgehend erfassende Planung gibt die Basis für einen störungsfreien Ablauf der technologischen Prozesse.

Im landtechnischen Instandhaltungswesen kommt der vorbeugenden Instandhaltung ganz besondere Bedeutung zu. Als Aufgabengebiet vornehmlich des technischen Sektors der landwirtschaftlichen Produktionsbetriebe bedarf auch sie einer genauen Planung. Die erforderliche personelle, räumliche und ausrüstungsmäßige Kapazität der Pflegestützpunkte unter Beachtung jahreszeitlicher Schwankungen ist schon bei der Projektierung zu erfassen und zu berücksichtigen. Die vorhandene Kapazität ist mit höchster Wirtschaftlichkeit auszulasten. Materialien — z. B. Schmiermittel, Abnutzungsteile mit bekannter Grenznutzungsdauer u. a. — sind rechtzeitig zu bestellen und müssen zum richtigen Zeitpunkt bereitstehen. Das alles setzt die Kenntnis des erforderlichen Instandhaltungsaufwands und seiner zeitlichen Verteilung voraus.

Eine Instandhaltungsordnung gestattet infolge ihrer Gliederung nach fixen Instandhaltungsintervallen eine genaue

Vorausbestimmung. Im Bereich der progressiv, vom Abnutzungsverhalten eines Arbeitsmittels abhängig anfallenden Instandhaltungsmaßnahmen ist auf der Basis vorliegender Erfahrungen oder statistisch gesicherter Werte eine Planung mit ausreichender Genauigkeit möglich.

Ausgangswerte der Planung sind

- Besatz an Arbeitsmitteln nach Zahl und Typen
- Zeitliche Auslastung der Arbeitsmittel
- Belastung der Arbeitsmittel

Der Arbeitsmittelbesatz ergibt sich aus der Hauptproduktionsrichtung des Betriebes, den agrotechnischen Terminen, den Gelände- und Bodenbedingungen und ähnlichen Faktoren. Seine zahlen- und typenmäßige Festlegung ist keine Aufgabe des Instandhaltungswesens, wenn man davon absieht, daß er in bezug auf Typenreinheit z. B. durchaus vom Instandhaltungswesen beeinflussbar ist. Der Arbeitsmittelbesatz sei hier nach Zahl und Typen als gegeben vorausgesetzt.

Die zeitliche Auslastung der Arbeitsmittel hängt ab vom Umfang der durchzuführenden Arbeiten, von den einzuhaltenden Terminen und der von einem Arbeitsmittel erreichbaren Leistung. Die zeitliche Auslastung wird zweckmäßig in Einsatzstunden angegeben.

Verschiedene landwirtschaftliche Arbeiten, Bodenverhältnisse und Geländebedingungen beanspruchen die Arbeitsmittel (Am) verschieden stark. Die Bezugseinheiten (BE) werden je nach Art des Arbeitsmittels verschieden sein, müssen jedoch mit der Belastung in eindeutigem Zusammenhang stehen. Bei Kraftmaschinen steht der Kraftstoffver-

* Ingenieurschule für Landtechnik Nordhausen (Direktor: Dipl.-Ing. D. SCHURIG)