

des VEB Maschinenfabrik Nema, Netzschkau/Sa., Typ W 1000.8.220. Jeder Lüfter leistet bei einem statischen Druck von 3 mm WS 31.800 m³/h, so daß im Sommer ein 37- bis 40facher stündlicher Luftwechsel zu erreichen ist. Die Ausblasöffnungen der Axiallüfter werden mit selbsttätig zufallenden Jalousieklappen versehen, die Eindringen der Kaltluft von außen vermeiden. Beim Einschalten der Lüfter öffnen sich die Klappen von selbst.

Damit die abgezogene Raumluft einwandfrei nachströmen kann, wird an der Mitteltrennwand für jedes Gewächshaus über die ganze Dachbreite eine Glasscheibenbreite so weit angehoben, daß jedes Gewächshaus eine mechanisch verschließbare Frischluftöffnung von fast 5 m² freiem Querschnitt erhält. Bei Einschalten aller Axiallüfter beträgt die maximale Luftgeschwindigkeit quer durch das ganze Gewächshaus 0,5 m/s.

8 Automatik

Die Ventilatoren der Deckenlüfterhitzer und die Axiallüfter werden getrennt in Abhängigkeit voneinander zwangs-gesteuert. Die Steuerung erfolgt über eine Relais-schützenkombination durch ein Kontaktthermometer, das für jede Kultur an einem typischen Punkt eingebaut ist. Die Kontaktthermometer können innerhalb ihrer Grenzwerte beliebig für zwei fest einstellbare Werte einreguliert werden.

Durch einen Umschalter an der Schalt- und Verteilungsanlage kann man jedes Kontaktthermometer auf den oberen bzw. unteren Wert wahlweise umschalten. Die Temperaturregulierung selbst erfolgt über Galva-Kontaktregler, die innerhalb ihrer Grenzwerte wahlweise einstellbar, mit einer Impulsfolge von 10 s die in die Kondensatleitungen eingebauten Motorventile steuern. Um einen einwandfreien Gleichlauf der Motorventile zu erreichen, werden stets zwei Motorventile über ein Galva-Meßwerk betätigt. Die Einstellrichtung der Ventile wird optisch an der Schalt- und Verteilungsanlage angezeigt, so daß bei Störungen durch einen Umschalter auch eine manuelle Betätigung zum Schließen und Öffnen der Motorventile möglich ist.

Dipl.-Gärtner G. VOGEL*)

Ergebnisse zum Anlagensystem der Bodenheizung im Freiland durch Wasser mit niedrigen Wärmegraden zur Verwertung von echter Industrieabwärme

Die kontinuierliche Versorgung der Bevölkerung mit qualitativ hochwertigem Frischgemüse während des ganzen Jahres ist eine volkswirtschaftlich vordringliche Aufgabe. Die Lösung dieser Aufgabe erfordert die weitere Vorverlegung der Gemüseproduktion nicht nur unter Glas, sondern auch im Freiland. Die Bodenheizung im Freiland ist ein geeignetes Verfahren, um eine frühere Ernte im Freilandfrühgemüsebau zu erreichen. Das bewiesen die Untersuchungen und auch die praktischen Erfahrungen, die nunmehr zur Bodenheizung durch Dampf im Freiland vorliegen [11] [14]. Durch die Bodenheizung im Freiland werden die Erntetermine um 8 bis 14 Tage vorverlegt. Außerdem ist bei vielen Gemüsekulturen bei Anwendung der Bodenheizung eine beträchtliche Ertragssteigerung zu erreichen [1] [11].

Die vorhandenen Produktionsbedingungen in unseren Betrieben gestatten die breite Einführung der Bodenheizung durch Dampf aber nicht in dem Maße, wie es für die maximale Erhöhung der Frühgemüseproduktion notwendig ist, da die erforderlichen Wärmekapazitäten in Form von Dampf nicht ausreichend vorhanden sind. Echte Industrieabwärme in Form von Dampf ist von den Industriebetrieben nicht zu erhalten, wie neuere Ermittlungen ergaben [4] [12].

*) Institut für Gartenbau Großbeeren der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin (Direktor: Prof. Dr. J. REINHOLD).

Durch die Gesamtanordnung dieser Regeltechnik wird die im Raum herrschende Temperatur weitestgehend konstant gehalten. Bei Überschreiten des oberen Grenzwertes wird die Heizwirkung durch Schließen der Motorventile langsam aufgehoben, jedoch bleiben die Ventilatoren der Deckenlüfterhitzer weiterhin in Betrieb. Steigt die Temperatur weiter, so werden die Axiallüfter über den Steuerstromkreis des Kontaktthermometers ein- und die Ventilatoren der Deckenlüfterhitzer ausgeschaltet. Bei fallenden Temperaturen verläuft der Vorgang sinngemäß in entgegengesetzter Richtung.

Durch die gesamte Automatik erreicht man eine einwandfreie Regelung und Wartung der Gewächshauptemperaturen und die Beschäftigten im Gewächshaus werden weitgehend von der Überwachung der Raumtemperaturen entlastet.

9 Zusammenfassung

In einer sozialistischen Arbeitsgemeinschaft wurde ein 12 m breites Gewächshaus in Blockbauweise nach dem Prinzip der Mastenbauweise unter gleichzeitiger Anwendung der Stahlleichtbauweise und der Serienfertigung nach der Taktmethode entwickelt. Die kleinste Größe einer Gewächshausanlage beträgt 0,6 ha. Größere Anlagen setzen sich aus dem Mehrfachen dieser Größe zusammen. Für die Beheizung werden Deckenlüfterhitzer verwendet. Die Belüftung erfolgt mit Ventilatoren. Die Temperatur wird sowohl bei der Heizung als auch bei der Belüftung durch Raumthermostaten über Kontaktregler automatisch gesteuert. Bei den Deckenlüfterhitzern ist eine Temperatursteuerung nach dem Prinzip der automatischen Kondensatstauregulierung vorgesehen.

Literatur

REINHOLD, J., LANCKOW, J., VOGEL, G. und BLECHSCHMIDT, W.: Ergebnisse mit der Umluftheizung im Gemüsebau. Archiv für Gartenbau (1960) H. 4 S. 249 bis 266.

Autorenkollektiv unter Leitung von J. REINHOLD: Ratgeber für den Gemüsebau unter Glas. Deutscher Bauernverlag, Berlin 1958, 318 Seiten.

A 4252

1 Bedeutung der Bodenheizung im Freiland durch Wasser mit niedrigen Wärmegraden

Da Abdampf nicht in ausreichender Menge zur Verfügung steht und bei Frischdampfherzeugung für 1 kg Freilandgemüse bei Anwendung der Bodenheizung durch Dampf 1,5 bis 2 kg Braunkohlenbriketts aufgewendet werden müssen, ist es für eine weitere Kostensenkung vordringlich, die Beheizung des Bodens durch industrielle Abwärme vorzunehmen. Es gilt, wie Walter ULBRICHT in seiner Rede auf der 8. Tagung des ZK der SED herausstellte, die industrielle Abwärme, die bisher in Rückkühlsystemen und Kühltürmen der Industriebetriebe absolut verlorengelassen, durch die Bodenheizung im Freiland und zur Beheizung von Gewächshäusern zu nutzen [10].

Es liegen jetzt mehrjährige Versuchsergebnisse über die Verwertung industrieller Abwärme durch die Bodenheizung im Freiland vor [12] [13]. Die Ermittlung über Art, Menge, Wärmeinhalt und Zeitpunkt der anfallenden Industrieabwärme ergaben, daß echte Abwärme in bedeutenden und sofort nutzbaren Mengen nur als Wasser mit niedrigen Wärmegraden (20 °C bis 45 °C) anfällt [12]. Wasser mit niedrigen Wärmegraden kann insbesondere von Stahl- und Walzwerken und von den chemischen Grundstoffindustriebetrieben zur Verfügung gestellt werden. Diese Industriebetriebe benötigen

große Wassermengen für die Kühlung von Maschinen, Turbinen und Aggregaten. Beim Kühlprozeß erwärmt sich das Wasser auf 20 °C bis 45 °C. Von den wichtigsten Industriebetrieben der DDR können zum gegenwärtigen Zeitpunkt stündlich weit über 1/2 Mill. m³ Wasser im Temperaturbereich von + 20 °C bis 45 °C kontinuierlich zur Verfügung gestellt werden [12]. Die Verwertung dieser echten Industrieabwärme, die für den Industriebetrieb selbst nutzlos ist, gestattet, eine Vielzahl von größeren Bodenheizanlagen ohne Inanspruchnahme zusätzlicher Energieträger zu schaffen.

Die Versuche zur Ermittlung der Ertragsleistung bei der Bodenheizung durch Wasser mit niedrigen Wärmegraden ergaben, daß man selbst bei Verwendung von warmem Wasser mit nur 30 °C die Ernte im zeitigen Frühjahr bis zu 14 Tage vorverlegen kann, bei gleichzeitiger Überdeckung der Gemüsekulturen mit Folienzelten sogar bis zu vier Wochen [13]. Diesem Bodenheizverfahren kommt daher eine besonders große Bedeutung zu.

Da praktische Empfehlungen, wie diese Abwärme in Form von Wasser mit niedrigen Wärmegraden im Freilandgemüsebau zu verwerten ist, bisher nicht gegeben werden konnten, obgleich dieses Problem schon vor mehr als 50 Jahren aufgegriffen wurde [12], galt es, Versuche auch zu den technischen Fragen des Bodenheizsystems bezüglich der zweckmäßigsten Heizrohrart, -nennweite und -länge sowie des zweckmäßigsten Heizrohrabstands durchzuführen.

2 Zweckmäßigste Heizrohrart

Entscheidenden Einfluß auf den Erfolg und die Wirtschaftlichkeit der Bodenheizung im Freiland durch Wasser mit niedrigen Wärmegraden hat die Rohrart. Dem Verwendungszweck entsprechend müssen die Rohre in ausreichender Menge zur Verfügung stehen, billig in der Anschaffung und Montage sein, eine lange Haltbarkeit sowie eine größtmögliche Wärmeabgabe haben. Eisen-, Ekadur- (PVC hart), Hartporzellan- und leichte Steinzeugrohre schienen von vornherein unter Berücksichtigung der Serienfertigung diese Forderungen am ehesten zu erfüllen (Bild 1). Polyäthylenrohre befinden sich noch in Entwicklung und werden voraussichtlich erst ab 1964 in größeren Mengen zur Verfügung stehen [6]. Asbestbetonrohre werden in der DDR noch nicht in ausreichender Menge hergestellt, infolge des hohen Preises und des hohen Materialaufwands kamen sie für eine Vergleichsprüfung nicht in Betracht. Zur Ermittlung der zweckmäßigsten Heizrohrart galt es zu bestimmen: 1. die Wärmeabgabe und pflanzenbauliche Eignung der Rohre, 2. die Haltedauer und Funktionssicherheit der Rohre und 3. den Material- und Kostenaufwand der verschiedenen Rohrarten.

Hinsichtlich der Wärmeabgabe bzw. Heizleistung der Rohre zeigte sich, daß das Eisenrohr unter den Bedingungen der kurzzeitigen Heizung dem Steinzeug-, Hartporzellan- und Ekadurrohr überlegen ist, wie Bild 2 zeigt. In Bild 2 ist der Verlauf der Bodentemperaturen bis 76 h nach Heizbeginn bei Verwendung von 30 °C warmem Wasser für die verschiedenen Rohrarten graphisch aufgetragen. Es sind dies Mittelwerte aus zwei Meßtiefen (10 und 25 cm) 35 cm vom Rohrstrang ent-

fernt (Mitte zwischen zwei Heizrohrsträngen). Dieses Ergebnis ist besonders aussagekräftig, da diese Mittelwerte im größten Abstand vom Heizrohrstrang ermittelt wurden. Die verschiedenen Rohrarten von NW 65 wurden im Abstand von 0,7 m in 0,35 m Tiefe verlegt. Einzelheiten der Versuchsdurchführung und -auswertung sind in der Literatur beschrieben [12] [13]. Da sich auch 15 cm und 25 cm vom Rohrstrang entfernt im Kurvenverlauf der Bodentemperaturen für die verschiedenen Rohrarten die gleiche Tendenz ergibt, sei auf die Wiedergabe weiterer Meßreihen bzw. graphischer Darstellungen verzichtet.

Die Ursache der größeren Heizwirkung des Eisenrohrs gegenüber dem Ekadur-, Hartporzellan- und Steinzeugrohr bei kurzzeitigem Heizen liegt im höheren Wärmedurchgang begründet (Eisenrohr = 688 kcal/m² · grd · h, Ekadurrohr 23,5 kcal/m² · grd · h, Hartporzellanrohr 119 kcal/m² · grd · h und Steinzeugrohr 94 kcal/m² · grd · h). Auf Grund des höheren Wärmedurchgangs beim Eisenrohr ergibt sich auf die Zeiteinheit bezogen ein größerer Wärmezufluß, der dazu führt, daß die Erhöhung der Bodentemperatur auf den annähernd konstanten Wert in kürzerer Zeit erfolgt als bei den Rohrarten mit geringem Wärmedurchgang.

Zur Ermittlung der Heizleistung der verschiedenen Rohrarten galt es ferner zu untersuchen, ob die höheren Bodentemperaturen, die durch das Eisenrohr gegenüber dem Hartporzellan-, Steinzeug- und Ekadurrohr bei kurzzeitigem Heizen (bis 76 Stunden) erzielt wurden, auch späterhin, d. h. unter den praktischen Bedingungen während einer gesamten Kulturperiode bestehen bleiben. Zur Klärung dieser Frage wurden Messungen ab 14 Tage nach Heizbeginn durchgeführt. Aus der Vielzahl der Messungen ist hier nur ein Beispiel angeführt, da alle Meßreihen im Ergebnis die annähernd gleiche Tendenz zeigen. In Bild 3 ist der Verlauf der Bodentemperaturen bei den verschiedenen Rohrarten ab 14 Tage nach Heizbeginn graphisch aufgetragen, dem Mittelwerte aus den Meßpunkten zwischen zwei Heizrohrsträngen (15 cm, 25 cm und 35 cm vom Heizrohrstrang entfernt) in 25 cm Bodentiefe zugrunde liegen.

Aus Bild 3 kann man entnehmen, daß sich die Bodentemperaturen bei allen in die Prüfung einbezogenen Rohrarten einschließlich der Eisenrohre bei kontinuierlicher Heizung über einen längeren Zeitraum weitgehend angleichen. Die Differenzen der Bodentemperaturen zwischen den einzelnen Rohrarten können für den vorgesehenen Verwendungszweck als unbedeutend angesehen werden, zumal eine gerichtete Tendenz zwischen den einzelnen Rohrarten nicht besteht. Die Heizleistung ist demnach als annähernd gleichwertig einzuschätzen, das spiegelt sich auch in Versuchsergebnissen der pflanzenbaulichen Prüfung wider. Die Ertragsleistung wurde für die verschiedenen Rohrarten bei Kopfsalat und Gurken ermittelt. Der Ertragsverlauf bei Kopfsalat zeigte, daß zwischen den einzelnen Rohrarten sowohl in der Ertragshöhe als auch in der Ertragsfrüchtigkeit nur geringe und unbedeutende Unterschiede bestehen, die innerhalb der Fehlergrenzen liegen.

Ein wichtiges Kriterium für die Ermittlung der zweckmäßigsten Heizrohrart stellen schließlich noch die Kosten dar (Tabelle 1).

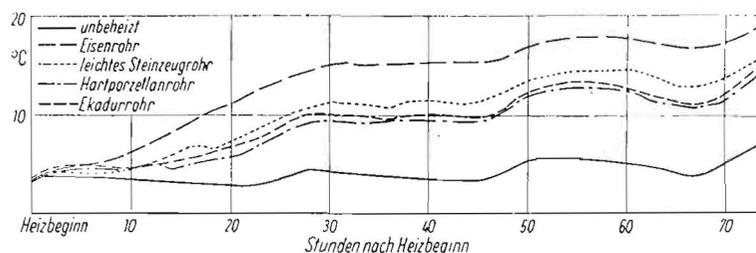
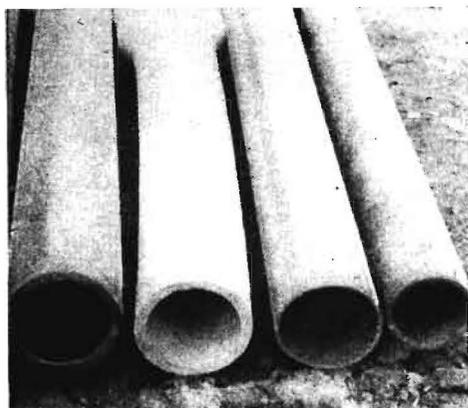


Bild 2. Verlauf der Bodentemperaturen bis 76 Stunden nach Heizbeginn bei Verwendung von 30 °C warmem Wasser, Mitteltemperaturen aus zwei Meßtiefen (10 cm und 25 cm) 35 cm vom Rohrstrang entfernt (Mitte zwischen zwei Heizrohrsträngen)

Bild 1 (links). In die Versuche einbezogene Rohrarten von links nach rechts: leichtes Steinzeugrohr, Hartporzellan-, Ekadur- und Eisenrohr

Bild 3. Verlauf der Bodentemperaturen ab 14 Tage nach Heizbeginn bei Verwendung von 30 °C warmem Wasser und verschiedenen Rohrarten, Mitteltemperaturen aus den Meßpunkten zwischen zwei Heizrohrsträngen in 25 cm Tiefe

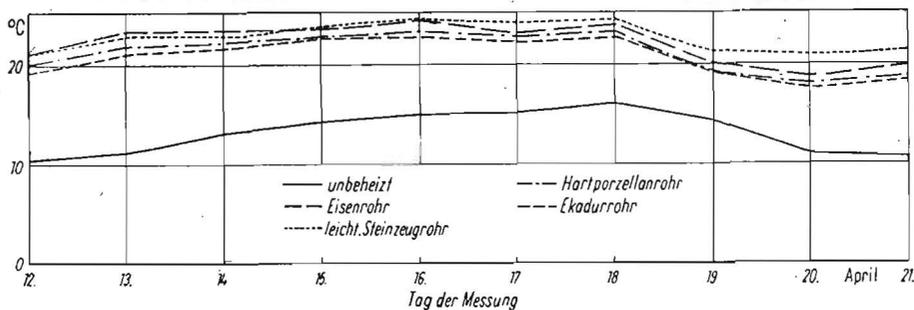


Tabelle 1.

Vergleich der Anlagekosten und jährlichen Kosten für die verschiedenen Rohrarten bei einem Rohrabstand von 1 m, dargestellt am Materialpreis und den Kosten für die Installation der Rohre [2], [12], [15], [16]

Heizrohrart (NW 65)	Materialpreis [DM/m ²]	Installationskosten [DM/m ²]	Gesamtkosten [DM/m ²]	Abreibung [%]	Jährliche Kosten [DM/ha]	Relativ
Eisenrohr	4,10	3,30	7,40	8,33	0,61	100
Hartporzellanrohr	8,20	2,25	10,45	10	1,04	170
leichtes Steinzeugrohr	3,20	2,25	5,45	12,5	0,68	111
Ekadurrohr PVC hart	3,75	1,39	5,14	4	0,21	34

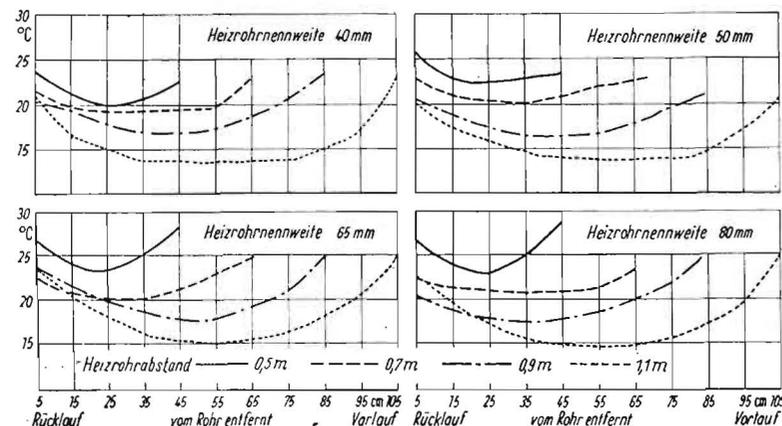
Der Kostenvergleich ist lediglich dargestellt am Materialpreis und den Kosten für die Installation der Rohre; nicht enthalten sind Erdarbeiten für das Ausheben der Gräben, Zuleitungsrohre u. a. m.

Die Werte der Tabelle 1 zeigen, daß Ekadurrohre infolge der größten Haltedauer die weitaus geringsten jährlichen Kosten verursachen. Für die Haltbarkeit der verschiedenen Rohrarten liegen die Untersuchungen und Erfahrungen von HAASE [2], SKRADDE [8] sowie [5], [12] zugrunde. Ekadurrohre zeichnen sich neben der großen Haltedauer bei kurzzeitiger Beanspruchung auch durch günstige mechanische Eigenschaften aus (Zugfestigkeit 450 kp/cm², Druckfestigkeit 700 kp/cm², Biegefestigkeit 1000 kp/cm² [6]). Die maximale Wärmebelastung liegt bei dauernder Beanspruchung zwischen 40 °C bis 50 °C. Werden alle Komponenten in der Gesamtheit betrachtet, so ergibt sich, daß Ekadurrohre (PVC hart) bei Wassertemperaturen bis zu + 45 °C die zweckmäßigste Heizrohrart darstellen.

3 Heizrohrnennweite und Heizrohrabstand

Weiterhin folgen Untersuchungen über die zweckmäßigste Heizrohrnennweite und den günstigsten Heizrohrabstand. Hierzu wurde der Rohrabstand von 0,5 m, 0,7 m, 0,9 m und 1,1 m mit der Rohrnenweite von NW 40, NW 50, NW 65 und NW 80 wärmetechnisch, pflanzenbaulich und ökonomisch verglichen. Wärmetechnisch ist der kleinste Heizrohrabstand (0,5 m) mit der größten Heizrohrnennweite (NW 80)

Bild 4. Verlauf der Bodentemperaturen bei unterschiedlicher Heizrohrnennweite und verschiedenen Heizrohrabstand-Mitteltemperaturen aus zwei Meßtiefen (10 cm und 25 cm)



am günstigsten zu beurteilen, da hiermit das ausgeglichene Temperaturfeld im Boden zu erzielen ist. Für ein weitgehend gleichmäßiges Wachstum sind aber noch Temperaturunterschiede im Boden von etwa 4 °C bis maximal 5 °C zulässig [11]. Wie Bild 4 zeigt, erfüllen diese Forderung Rohrabstände bis zu 0,9 m. In Bild 4 ist der Verlauf der Bodentemperatur in unterschiedlichem Abstand vom Heizrohrstrang (Meßpunkte zwischen zwei Heizrohrsträngen Vorlauf - Rücklauf) graphisch aufgetragen. Es sind dies Mitteltemperaturen, die aus zwei Meßtiefen (10 cm und 25 cm) und drei täglichen Ablesungen bei einer Wassertemperatur von + 30 °C gewonnen wurden. Bild 4 sagt weiterhin aus, daß die Bodenmindesttemperatur von + 18 °C, die für ein optimales Wachstum der wichtigsten Frühjahrsgemüseulturen notwendig ist, nur bis zu einem Rohrabstand von 0,9 m bei allen Meßprofilen bzw. -punkten erfüllt wurde. Eine Bodenmindesttemperatur im Mittel von + 18 °C erfüllen auch nur die Rohrnenweiten 65 und 80 mm (Bild 5). In Bild 5 sind in Kurvenverläufen die Mitteltemperaturen des Meßprofils in der Mitte zwischen zwei Heizrohrsträngen dargestellt (dreimal täglich abgelesene Mittelwerte aus zwei Meßtiefen 10 cm und 25 cm). Die Rohrnenweite von NW 65, kombiniert mit dem Rohrabstand von 0,9 m, ist pflanzenbaulich noch vertretbar, wie das Versuche auch bestätigten. Die Ergebnisse in bezug auf die Ertragsleistung bei verschiedenen Rohrnenweiten und verschiedenem Rohrabstand stimmen mit den durchgeführten Temperaturmessungen weitgehend überein. Somit kann die Rohrnenweite von NW 65 kombiniert mit dem Rohrabstand von 0,9 m empfohlen werden.

4 Heizrohrlänge und Wasserbedarf

Im Hinblick auf ein weitgehend gleichmäßiges Wachstum darf die Temperaturdifferenz im gesamten Rohrsystem bzw. zwischen Vor- und Rücklauf 4 °C nicht überschreiten, da bei größeren Temperaturdifferenzen nicht mehr vertretbare Wachstums- und Ertragsunterschiede zu verzeichnen sind. Eine Temperaturdifferenz bis zu 4 °C ergibt sich, wie das in Versuchen nachgewiesen wurde, bei stündlich fünfmaligem Wasserwechsel im Rohrsystem, wenn die Heizrohrlänge 100 m beträgt. Bei Rohrstranglängen von 100 bis 150 m ist zur Ein-

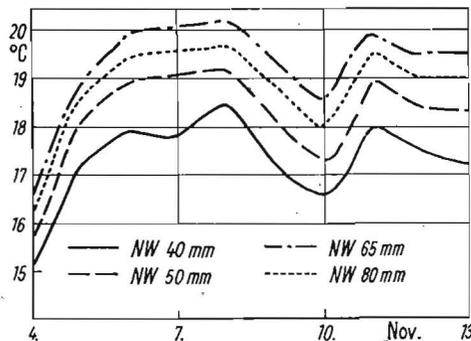


Bild 5. Verlauf der Bodentemperaturen in der Mitte zwischen zwei Heizrohrsträngen bei verschiedener Nennweite der Rohre. Tagesmittel aus zwei Meßtiefen (10 cm und 25 cm)

haltung einer Temperaturdifferenz von maximal nur 4 °C ein 7,5 facher Wasserwechsel, bei Rohrlängen über 150 m ein 10facher Wasserwechsel je Stunde im Rohrsystem erforderlich. Da der Kostenaufwand bei der Bodenheizung durch Wasser mit niedrigen Wärmegraden um so günstiger gestaltet wird, je geringer der Wasserbedarf ist (steigender Wasserbedarf hat Vergrößerung der zentralen Wasserzufuhr- und Rücklaufrohre zur Folge) ergibt sich, die Wassermenge möglichst gering zu bemessen bzw. auf ein Mindestmaß einzuschränken. Da pflanzenbaulich eine Temperaturdifferenz bis zu 4 °C vertretbar ist, wie das auch in einem Versuch mit Kohlrabi nachgewiesen werden konnte, kann bei einer Rohrlänge von 100 m ein fünffacher Wasserwechsel zugrunde gelegt werden. Bei einem fünffachen Wasserwechsel im Rohrsystem je Stunde und Hektar ergibt sich bei einer Rohrlänge von 100 m, bei einem Rohrabstand von 0,9 m und bei einer Rohrnennweite von 65 mm ein Wasserbedarf von 175 m³/h [12]. Längere Rohrstränge sind infolge des höheren Wasserbedarfs nicht oder nur unter besonderen Bedingungen (z. B. bei langgestreckter Freilandfläche in unmittelbarer Nähe der Wasserentnahmestelle) zu empfehlen, da sich dann die Kosten bedeutend erhöhen. Rohrstranglängen von weit über 100 m sind auch deshalb nicht zweckmäßig, weil dann evtl. auftretende Reparaturarbeiten und ein evtl. Auswechseln von Rohren erschwert wird.

5 Heizrohrtiefe

Für eine ausreichende Erwärmung der Bodenoberfläche und für die maschinelle Bodenbearbeitung hat sich wärmetechnisch und pflanzenbaulich eine Heizrohrtiefe von 0,40 m als zweckmäßig erwiesen [1] [11]. Durch neuere Arbeiten wurden diese Ergebnisse bestätigt [12]. Bei dieser Rohrtiefe läßt sich eine maschinelle Bodenbearbeitung mit leichtem Schlepper und Pflug durchführen, ohne daß das Rohrsystem im Boden Schaden nimmt. Ob allerdings eine maschinelle Bodenbearbeitung bei einer Rohrtiefe von 0,4 m auch mit schweren Schleppern (45 bis 60 PS) und Bodenbearbeitungsgeräten (Drei- und Vierscharpflug) [9] möglich ist, wäre am Beispiel einer Praxisanlage noch zu untersuchen.

6 Kosten der Bodenheizung

Der Material- und Kostenaufwand ist abhängig von der Entfernung der Wasserentnahmestelle bis zum geeigneten Freilandgelände, d. h. von der Länge des zentralen Vor- und Rücklaufrohres. Beeinflusst wird der Kosten- und Materialaufwand aber auch dadurch, ob das Wasser durch günstige Geländeneigung von selbst im Rohrsystem fließt, oder ob es wegen ungünstigem Gefälle zum Bodenheizgelände hin oder zurück zur Wasserentnahmestelle gepumpt werden muß. Im ersteren Fall, bei Selbstfluß des Wassers im gesamten Rohrsystem, betragen die Anlagekosten je Hektar bei Verwendung von Ekadurrohren rund 121 000,— DM, die jährlichen Kosten je Gemüsekultur rund 2500,— DM, wobei diesen Kosten eine zentrale Rohrleitungslänge für die Wasserzuführung und -rückführung von 1000 m zugrunde liegt [13]. In besonders ungünstig gelagerten Fällen (Überqueren von Hauptstraßen u. ä.) können sich die Anlagekosten um 15 000,— bis 18 000,— DM erhöhen. Muß man das Wasser von der Bodenheizung zur Wasserentnahmestelle (Kühlturm) infolge ungünstiger Geländeneigung zurückpumpen, dann betragen die Anlagekosten je Hektar etwa 128 000,— DM, die jährlichen Kosten je Hektar und Gemüsekultur etwa 4500,— DM. Im ungünstigsten Beispiel, wenn das Wasser vom Kühlturm zur Bodenheizung und von der Bodenheizung zurück zum Kühlturm gepumpt werden muß, betragen die Anlagekosten bei Verwendung von Ekadurrohren und 1000 m Rohrleitungslänge für die zentrale Wasserzu- und -rückführung je Hektar rund 135 000,— DM, die jährlichen Kosten je Gemüsekultur etwa 6000,— DM. Eine Wirtschaftlichkeit bei Verwertung von Industriewärme ist in hohem Maße gegeben, da mit einem mittleren Geldmehrerlös gegenüber ungeheiztem Boden je Hektar und Gemüsekultur von etwa 8000,— DM bis 10 000,— DM gerechnet werden kann. Bei Verwertung von Industriewärme und bei Verwendung von Ekadurrohren ist dieses Verfahren unter günstigen Bedingungen auch dann noch wirtschaftlich, wenn für die Wasserzu- und -rückführung eine Rohrlänge von 4000 m erforderlich ist [13].

7 Perspektiven und weitere Aufgaben

Nachdem die wichtigsten Fragen hinsichtlich des Anlagesystems geklärt sind, kommt es nunmehr darauf an, dieses Bodenheizverfahren in die Produktion einzuführen, da es dazu beiträgt, die Gemüseproduktion und damit auch das Gemüseangebot in den zeitigen Frühjahrsmonaten verbessern zu helfen. Bei den Untersuchungen zur Bodenheizung im Freiland durch Wasser mit niedrigen Wärmegraden konnte nachgewiesen werden, daß günstige Voraussetzungen zum Bau derartiger Bodenheizanlagen hinsichtlich Wärmemenge, geeigneter Freilandfläche u. a. gegeben sind [12] [13]. Bereits in diesem Jahr wird im Anschluß an die VEB Leuna Werke „Walter Ulbricht“ eine Bodenheizanlage von 1 ha Größe errichtet. Diese Praxisanlage kann zugleich als Versuchsanlage dienen, um in Auswertung der Ergebnisse und Erfahrungen Wiederverwendungs- bzw. Typenprojekte auch für Bodenheizanlagen aufzustellen. Entsprechend den anfallenden Wassermengen und den zur Verfügung stehenden und geeigneten Freilandflächen können zunächst Projekte in der Größenordnung von etwa 1 ha, 3 ha und 6 ha vorgeschlagen werden. Das Ministerium für Landwirtschaft, Erfassung und Forstwirtschaft sollte in Zusammenarbeit mit der Staatlichen Planungskommission schnellstens Schritte einleiten, damit die Errichtung weiterer Bodenheizanlagen begonnen werden kann. Den jeweiligen Bezirken sind Empfehlungen zu geben und entsprechende Materialkontingente einzuplanen. Nur dann wird es möglich sein, die von Partei und Regierung geforderte Gemüsemenge nach Art, Menge und Zeitpunkt im Interesse einer kontinuierlichen Gemüseversorgung unserer Bevölkerung zu erzeugen.

8 Zusammenfassung

An Hand von Versuchsergebnissen wurden die technischen Fragen des Anlagesystems der Bodenheizung durch Wasser mit niedrigen Wärmegraden im Hinblick auf die zweckmäßigste Heizrohrart, -nennweite und -länge sowie den zweckmäßigsten Heizrohrabstand dargelegt.

Ekadurrohre (PVC hart) sind für das Bodenheizverfahren zur Ausnutzung industrieller Abwärme in Form von Wasser mit niedrigen Wärmegraden am geeignetsten. Das für ein gleichmäßiges Wachstum notwendige weitgehend homogene Temperaturfeld im Boden läßt sich bei günstigstem Material- und Kostenaufwand mit der Kombination der Rohrnennweite von 65 mm und dem Rohrabstand von 0,9 m am besten erzielen. Eine Heizrohrlänge bis zu 100 m bei fünffachem Wasserwechsel je Stunde im Rohrsystem kann empfohlen werden. Der Wasserbedarf beläuft sich unter Zugrundelegung dieser technischen Daten auf 175 m³/h. Die empfehlenswerte Tiefe der Rohrstränge im Boden liegt bei 0,4 m.

Die Anlagekosten und die jährlichen Kosten der Bodenheizung sind abhängig vom Anlagesystem der Bodenheizung. Sie werden für die verschiedenen Beispiele differenziert angegeben. Abschließend folgen Hinweise für die Einführung der Bodenheizung in die Produktion.

Literatur

- [1] Autorenkollektiv unter Leitung von J. REINHOLD: Ratgeber für den Gemüsebau unter Glas. Deutscher Bauernverlag, 1959, 1. Auflage.
- [2] HAASE, E.: Kostenvoranschlag und Kostenrechnungen für den Bau einer Bodenheizversuchsanlage im Institut für Gartenbau Großbeeren. Betriebliche Unterlagen 1959.
- [3] JANERT, H.: Die Mechanisierung der Dränarbeiten. Wasserwirtschaft Wassertechnik (1952) H. 10, S. 413 bis 417.
- [4] LANKOW, J., und VOGEL, G.: Die Verwertung von Industrieabwärme im Gemüsebau eine wichtige Aufgabe. Deutscher Gartenbau (1960) H. 7, S. 199 bis 202.
- [5] SAIZEW, W. B., und STEPANOWA, M. B.: Erfahrungen in der Wärmemelioration der Böden im Transpolargebiet. Norilsk, 1958.
- [6] SCHRADER, W.: Kunststoff - Plaste. VEB Carl-Marhold-Verlag, Halle, 1959, 1. Auflage.
- [7] SCHULZ, A.: Freilandbodenheizung im Gartenbau. TH Dresden, Verlag E. Wolff & Söhne, Halle, Sdr.
- [8] SKRÄDDE, E.: Kunststoff- und Metallverarbeitung. Berlin O 34, briefliche Mitteilung 1960.
- [9] TEIPEL, R.: Tieflockerung als Meliorationsverfahren. Deutsche Agrartechnik (1960) H. 9, S. 411 bis 413.
- [10] ULBRICHT, W.: Rede auf der 8. Tagung des Zentralkomitees. Neues Deutschland (1960) Nr. 92, S. 3 bis 12.
- [11] VOGEL, G.: Untersuchungen über den Einfluß der Bodenheizung im Freiland mittels Dampf auf die Frühzeitigkeit und Höhe des Ertrages der wichtigsten Gemüsearten. Arch. f. Gartenbau (1959) H. 3, S. 208 bis 240.
- [12] VOGEL, G.: Untersuchungen zum Anlagesystem der Bodenheizung im Freiland durch Wasser mit niedrigen Wärmegraden. Arch. f. Gartenbau [im Druck].
- [13] VOGEL, G.: Untersuchungen über die Ertragsleistung und Wirtschaftlichkeit bei der Bodenheizung im Freiland durch Wasser mit niedrigen Wärmegraden. Arch. f. Gartenbau [im Druck].
- [14] WAAGE, K.: Arbeits-, Material- und Kostenaufwand für die Anlage einer Bodenheizung im Freiland, dargestellt am Beispiel einer Praxisanlage in der GPG „Prof. Dr. Reinhold“, Hagenow. Dipl.-Arbeit, Landw.-Gärtn. Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin, 1959.
- [15] o. A.: Ekadur-(PVC hart) Rohre, Abmessungen und Gewichte nach DIN 8062, Merkblatt 9, 1956.
- [16] o. A.: Preisliste für Walzstahl-Bleche und Rohre, Preisanordnung 40613 vom 13. März 1955, Ausgabe 1. August 1958. A 4231