

## Konstruktion eines Großraumgewächshauses für den Gemüsebau

Die Forderungen von Partei und Regierung, typengerechte Gewächshäuser zu schaffen, wurden im Rahmen einer sozialistischen Arbeitsgemeinschaft verwirklicht. Dieser Arbeitsgemeinschaft gehören Mitarbeiter der Deutschen Bauakademie und der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin sowie bewährte Praktiker des Gartenbaues an. Als Ergebnis einjähriger Tätigkeit wurde ein Grund- und Ausführungsprojekt für ein 12 m breites Gewächshaus in Mastenbauweise unter Anwendung von Stahlleichtbauprofilen fertiggestellt. Die Experimentalbauten dieses Gewächshauses werden in diesem Jahr errichtet und im kommenden Jahr erprobt.

### 1 Pflanzenbauliche Forderungen

Die pflanzenbaulichen Forderungen an ein Gewächshaus lassen sich in drei Punkten zusammenfassen. Das Gewächshaus muß

- a) günstige Wachstumsverhältnisse für die Kulturpflanzen schaffen,
- b) einen hohen Mechanisierungsgrad aufweisen und diesen auch für die Kulturarbeiten zulassen,
- c) bei technischer Vollkommenheit eine wirtschaftliche Nutzung gewährleisten.

Aus den genannten Punkten lassen sich eine Reihe von detaillierten Forderungen ableiten und entsprechende Hinweise für die Konstruktion geben. Im Rahmen dieses Beitrages können jedoch nur einige der wichtigsten Gesichtspunkte herausgegriffen werden. Zwecks Erzielung günstiger Wachstumsverhältnisse muß eine gute Lichtfülle sowie eine optimale Beheizung gewährleistet sein und das Gewächshaus muß außerdem ausreichende Lüftungsmöglichkeiten aufweisen. Letztlich muß das Gewächshaus Mehrzweckcharakter besitzen und für mehrere Kulturen mit gleichem Erfolg nutzbar sein.

Eine gute Lichtfülle im Gewächshaus muß durch große Scheibenbreiten sowie schmale Sprossen und Konstruktionsteile mit geringem Querschnitt erzielt werden. Außerdem übt die Dachneigung Einfluß auf die Lichtfülle aus. Es ist deshalb erstrebenswert, mindestens 0,75 m breite Scheiben zu verwenden. Als Verglasungsart kommt sowohl die kittlose Verglasung mit oberflächenveredelten Stahlsprossen als auch die sprossenlose Verglasung mit U-Profilen in Betracht. Es versteht sich von selbst, daß die verglasten Stehwände tief nach unten reichen und die Sockelhöhen nur 0,20 bis 0,30 m betragen. Für den Frühgemüsebau ist zur Erzielung günstiger Lichtverhältnisse ein möglichst steiles Dach anzustreben. Aber auch zahlreiche andere Faktoren, wie z. B. die Höhe der Wärmeinstrahlung des Sonnenlichtes in den Sommermonaten, die Gewächshausbreite und die Baukosten, sind für die Festsetzung des Dachneigungswinkels gleichermaßen bedeutungsvoll. Unter Beachtung all dieser Faktoren dürfte ein Dachneigungswinkel von 30° die zu stellenden Anforderungen am besten erfüllen.

Die Anwendung der Luftheizung im Mehrzweckgewächshaus 0/55 brachte gewisse Erfolge. Es konnte gezeigt werden, daß günstige Ertragsleistungen zu erzielen sind [1]. Trotzdem besteht bei den Luftheizungssystemen mit horizontaler Luftführung noch ein Mangel, da die Temperatur im Höhenprofil zu ungleichmäßig ist. Zwischen 0 und 2 m Höhe treten Temperaturunterschiede bis zu 5 °C auf. Aus diesem Grunde schien es ratsam, in dem 12-m-Haus zu einer vertikalen Luftumwälzung überzugehen. Der Einsatz von Deckenluftherizern ist sehr vielversprechend, da die im Erhitzer erzeugte warme Luft in pflanzenunschädlicher Geschwindigkeit mit Hilfe eines Ventilators bis zur Bodenoberfläche heruntergedrückt wird und eine gute Homogenität des Temperaturfeldes zu erwarten ist.

Im MZG 0/55 hat sich die Schachtlüftung in pflanzenbaulicher Hinsicht bewährt. Unbefriedigend war jedoch die Verwendung

von Holz als Baumaterial sowie grundsätzlich die Tatsache, daß die Lüftung in der Dachfläche angeordnet war, weil hierdurch relativ hohe Anlagekosten entstehen und niemals eine gute Dichtigkeit des Daches erreicht wird. Da diese Nachteile durch die Ventilatorlüftung behoben werden können und diese Lüftungsart die günstigsten Voraussetzungen für eine automatische Temperaturregelung besitzt, soll ihr Einsatz in pflanzenbaulicher und ökonomischer Hinsicht unter Zugrundelegung eines stündlich 40fachen Luftwechsels überprüft werden.

Wegen zahlreicher Vorteile ist es wichtig, das 12-m-Haus in Blockbauweise zu errichten. Die Größeneinheit soll aus pflanzenbaulichen und betriebswirtschaftlichen Gründen 0,6 ha betragen und in zwei Abteilungen für den Anbau der Gurke und Tomate getrennt sein. Für jede Abteilung ist zusätzlich eine transportable Glastrennwand vorzusehen. Darüber hinaus sind Vermehrungsabteile einzurichten. Größere Gewächshausanlagen lassen sich aus mehreren Einheiten von 0,6 ha zusammenfügen (Bild 1 und 2). Für den frühen Gurkenanbau sind wegen der optimalen Spalierneigung von 45° Beetbreiten von 4 m erforderlich. Im Zierpflanzenbau wünscht man teilweise 3 m breite Beete. Beiden Forderungen wird in einem 12 m breiten Haus Rechnung getragen. Zur Anzucht von Jungpflanzen für den frühen Freilandanbau müssen Frühbeete vorgesehen werden. Für einen 20 ha umfassenden frühen Pflanzgemüseanbau benötigt man 600 m<sup>2</sup> Gewächshausfläche und 6000 m<sup>2</sup> Frühbeetfläche. Für spezielle Freilandgemüsebetriebe müssen zur Anzucht der Jungpflanzen Projekte mit einer geringen Gewächshausfläche und entsprechender Frühbeetfläche geschaffen werden.

Ein besonderes Problem der Gewächshauskonstruktion stellt der Verbinder dar. Für den Fall, daß eine Befahrbarkeit des Verbinders mit LKW gefordert wird, ist für den Verbinder eine verteilende Spezialkonstruktion notwendig, da die Traufenhöhe von 2,20 m als Durchfahrhöhe nicht ausreicht, um diese Forderung zu erfüllen. Darüber hinaus bewirkt ein erhöhter Verbinder in den Randzonen der nördlich anschließenden Gewächshäuser eine Verschlechterung der natürlichen Lichtinstrahlung und damit Ertragsverminderungen bzw. -verzögerungen. Daher scheint es ratsam, auf eine spezielle Verbinderkonstruktion zu verzichten und einen Verbindungsgang durch Einziehen von verglasten Trennwänden zu schaffen. Für diese Anlage muß ein Transportsystem mit niedrigen Fahrzeugen erarbeitet werden, daß sich nicht nur auf die Gewächshäuser selbst beschränkt, sondern den Verbindungsgang gleichzeitig mit einbezieht.

Grundsätzlich sollte bei der Entwicklung des Großraumgewächshauses beachtet werden, die Baukosten zu senken.

### 2 Grundsätze der Entwicklung von Gewächshäusern

Das Gesicht unseres Bauwesens ist durch die serienmäßige Montage von kompletten Typenbauwerken aus serienmäßig vorgefertigten Bauelementen in einem mechanisierten Fließfertigungsprozeß bestimmt. Die vom Bauwesen geforderte Erhöhung der Bauleistungen auf dem Gebiet des Gewächshausbaues ist nur durch die Steigerung der Arbeitsproduktivität mit Hilfe des industriellen Bauens zu erfüllen. Eine wichtige Rolle spielt dabei die Einführung und konsequente Anwendung von Typenprojekten, die den Erkenntnissen der neuen Technik entsprechen und damit ihre Gültigkeit für mehrere Jahre behaupten. Das Typenprojekt soll folgende Bedingungen erfüllen: Einführung der Mastenbauweise und des Stahlleichtbaues im Gewächshausbau, Abstimmung von Größe und Masse der Bauelemente auf eine Maschinenmontage, Erhöhung der Produktivität in der Montage des Dachtragwerks durch vergrößerte Hausbreite (von 4 m auf 12 m), Entwicklung von Sockelelementen für Außen- und Trennwände, wahlweise muß die Dachhaut als sprossenlose Verglasung aus Profilglas oder

kittlose Verglasung auf Stahlleichtbauspinnen auszuführen sein, Einführung eines kombinierten Heiz- und Lüftungssystems, vorgefertigte Bauelemente für Heizung, Lüftung, Beregnung, Dämpfung und Untergrundbewässerung, einheitliche Maße entsprechend der TGL-Maßordnung im Bauwesen, Verzinkung der Stahlbauelemente. Die Bauorganisation ist durch die Einführung der kontinuierlichen Serienfertigung nach der Taktmethode festzulegen. Damit sind zu erreichen: Erhöhung der Arbeitsproduktivität, Verkürzung der Bauzeit, Senkung der Baukosten, Einsparung an Baustoffen, Bildung und Einsatz spezialisierter Baubrigaden sowie Vorfertigung sortimentsgerechter Bauelemente für Roh- und Ausbau.

### 3 Funktionelle Lösung der Gewächshauskonstruktion (Bild 2)

Die Typengrundeinheit von  $\approx 0,6$  ha setzt sich aus zwei Blöcken zu beiden Seiten einer mittleren Trennwand aus je fünf Schiffen mit 12 m Hausbreite zusammen. Die Blocklänge beträgt jeweils 48 m bei einem Binderabstand von 6 m. Ein Haus ist von der übrigen Blockfläche durch eine Längstrennwand als Vermehrungsabteil abgetrennt. Im 12-m-Haus sind jeweils drei Grundbeete von je 4 m vorhanden.

Entscheidend für die Brauchbarkeit eines Gewächshauses ist die Lichtfülle. Jedes lichtundurchlässige Konstruktionselement in der Glashaut führt zur Beschattung der Pflanzen und damit zu verminderten Wuchs- und Ertragsleistungen besonders in den lichtschwachen Wintermonaten. Sowohl die Höhe als auch die Breite der Konstruktionselemente wirken sich in gleicher Weise ungünstig auf die Lichtfülle im Gewächshaus aus. Die lichtundurchlässigen Konstruktionsteile müssen deshalb auf ein unumgänglich notwendiges Mindestmaß hinsichtlich der Zahl sowie der Ausbildung der Profile reduziert werden. Das 12-m-Haus mit hoher Stehwandverglasung und hoch gelegenen Rinnen und möglichst breiten Scheiben verspricht gegenüber dem MZG 0/55 eine höhere „mittlere“ Lichtfülle im Haus. Der Einsatz von Stahlleichtbaukonstruktionen bringt beim 12-m-Haus den geringsten Anteil an Konstruktionselementen, bezogen auf 1 m<sup>2</sup> Grundfläche.

Der bisher übliche Verbinder wird durch einen längs der Mittelquerwand einseitig geführten Betonweg von 3 m Breite ersetzt. Die Tore haben eine lichte Durchfahrhöhe von 2,20 m und eine Breite von 2,40 m, wobei je Giebel zwei Tore angeordnet worden sind. Auf diese Weise sind günstige Voraussetzungen für die Transportmechanisierung geschaffen.

### 4 Konstruktive Lösung der Gewächshauskonstruktion

Die Montagebauweise im Gewächshausbau ist durch die Anwendung von Stahlbetonmasten, Stahlleichtbaubindern und Spinnen mit kittloser Verglasung

auf Pfetten bestimmt, wobei die Stützen in Mastenbauweise gesetzt werden (Bild 3).

Die Einführung der Mastenbauweise im Gewächshausbau ist ein entscheidendes Mittel, die Arbeitsproduktivität der Gründungsarbeiten wesentlich zu erhöhen und die Baukosten zu senken. Unter dem Begriff „Mastenbauweise“ wird eine Bauweise verstanden, in der Stützen ohne Schwergewichtsfundamente in den ungestörten, gewachsenen Boden eingespannt werden. Gegenüber monolithischen Schwergewichtsfundamenten tritt bei Anwendung der Mastenbauweise eine beachtliche Materialeinsparung ein.

Die Bodenbearbeitungstiefe liegt beim Einsatz einer Fräse bzw. eines Einachsschleppers bei 0,20 m. Bei Erneuerung der Gurkenerde wird eine Tiefe von 0,40 m nicht unterschritten. Wir folgern daraus, daß sich in der Praxis unter 0,40 m stets gewolgner Boden befindet.

Die Einspanntiefe der Stützen beträgt im gewachsenen Boden bei einem Bohrloch von 500 mm Dmr. 1400 mm. Die Ausführung darf vorläufig nur nach den für die Mastenbauweise zu-

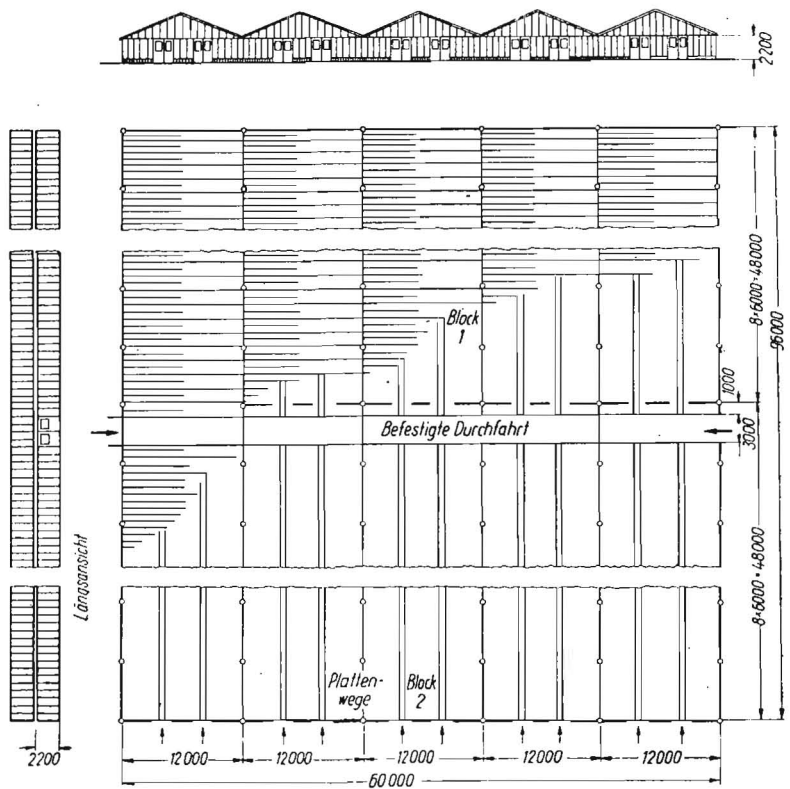
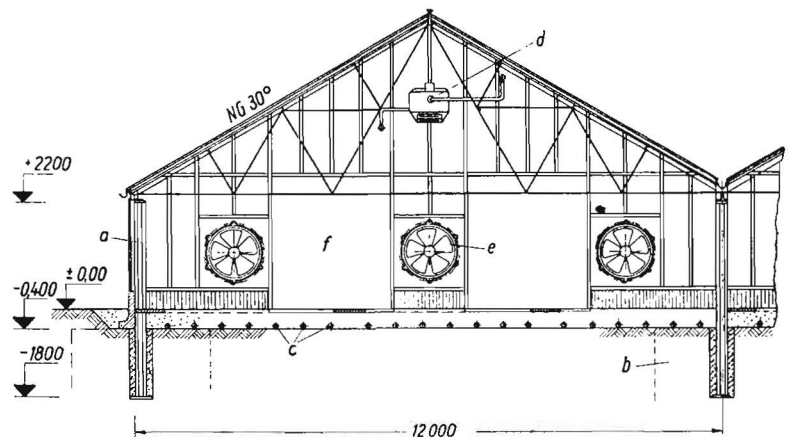
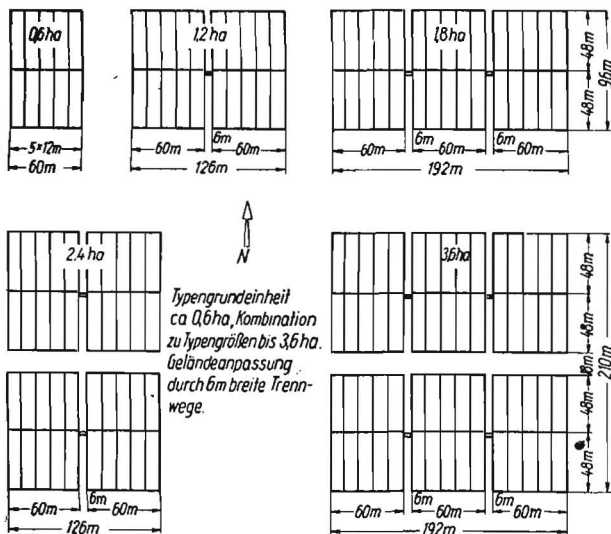


Bild 2 (oben). Grundriß, Giebel- und Längsansicht einer 0,6 ha großen Gewächshausanlage

Bild 1 (links). Typenreihe von Gewächshausanlagen mit unterschiedlicher Größe eines 12-m-Hauses. Typengrundeinheit 0,6 ha

Bild 3 (unten). Querschnitt durch das 12 m breite Gewächshaus in Mastenbauweise. a Stahlbetonmast, b unberührte Bodenstruktur, c Bedu-System, d Deckenluftheizgerät, e Wandlüfter, f Torgröße 2400/2700



gelassenen Typenprojekten erfolgen. Als Stützen sollen schlaff bewehrte Stahlbetonstützen aus der Typenreihe Kaltbauten der Landwirtschaft, Serie 6426, Verwendung finden. Die Vorfertigung dieser Maste ist in allen Betonwerken der DDR sichergestellt.

Die Stahlbetonmasten als Stützelemente für das Dachtragwerk gestatten den Einsatz großflächiger Tragelemente. Als Baumaterial bietet sich Stahl an, der auf Grund seiner Festigkeitseigenschaften leichte und filigrane Konstruktionsteile zuläßt. Die Einhaltung der Größenklassen für die Landwirtschaft läßt den Einsatz von Stahlleichtbaukonstruktionen ratsam erscheinen. Das Typenprojekt hat eine wirtschaftliche Dachkonstruktion nur mit fachwerkgegliederten Dachbindern bei 6,00 m Binderabstand. Durch Verwendung von Stahlrohren für die Druckglieder wird die Konstruktion in hohem Grade lichtdurchlässig.

Die Dachhaut liegt in kittloser Verglasung, ebenso wie die Außenwand. Die Stahlleichtbausprossen liegen auf Pfetten. Eine Verzinkung der Gesamtstahlbaukonstruktionen ist vorgesehen.

### 5 Serienfertigung nach der Taktmethode

Bei der Serienproduktion wird die Gesamtarbeit in bautechnologisch begründete Takte mit gleicher Taktzeit, dem Mehrfachen davon oder Teilen aufgeteilt.

Der Takt ist die organisatorische und technologische Einheit des Produktionsprozesses und darf nicht willkürlich verändert werden. Die einzelnen Takte unterscheiden sich entsprechend der auszuführenden Arbeiten hinsichtlich des Arbeitsumfangs und der Art der auszuführenden Arbeit.

Die Arbeitskräfte und Arbeitsmittel werden bei Anwendung der Taktmethode konzentriert ausgelastet. Die Bau- und Montagearbeiter werden nacheinander (fließend) an den Bauobjekten angesetzt, es entsteht also eine neue Bauorganisation. Mit Hilfe eines Baumaschinenkomplexes kann die Komplexmechanisierung der Arbeiten (Montagetakt) durch spezialisierte Arbeitskräfte auf allen Baustellen durchgeführt werden.

Der Arbeitsumfang der festgelegten Takte ist, am Gesamtumfang des Objektes gemessen, ungleich groß. Um eine einheitliche Taktzeit zu erreichen, müssen die Taktbrigaden notwendigerweise verschiedene Stärken haben. Der Umfang der Taktbrigaden wird durch den Grundtakt festgelegt, der durch den Mindestarbeitskräftebedarf zum zügigen Einsatz der Maschinen und Geräte fest umrissen ist.

Mit der Serienfertigung kann man die unzureichende Mechanisierung aller mit großem Arbeitsaufwand verbundenen Arbeiten, die schlechte Ausnutzung der Baumaschinen, die Verzögerung der Fertigstellungsfristen, die Zersplitterung der Arbeitskräfte und Arbeitsmittel sowie die ungleiche Auslastung der Baubetriebe beseitigen. Die Maschinen werden fast voll ausgenutzt und sind lediglich in der Zeit des Standortwechsels unproduktiv. Außerdem entfällt der gleichzeitige Bedarf an gleichen Materialien für den gleichen Zweck auf mehreren Baustellen. Entsprechend dem technologischen Bauablaufplan können die Baustoffe und vorgefertigten Teile fortlaufend, dem Produktionsfluß folgend, geliefert werden. Dies erleichtert die Materialversorgung bedeutend. Die kontinuierliche berufliche Auslastung der Arbeitskräfte während des ganzen Jahres wirkt sich auf die Erhöhung der Löhne aus und beseitigt dadurch das Abwandern der Arbeitskräfte von ländlichen Baustellen. Auf diese Weise lassen sich die bereits erwähnten Mängel überwinden. Diese neue industrielle Produktionsform bedarf jedoch einer genauen Planung und einer zentralisierten Arbeitsvorbereitung.

### 6 Luftheizung

Durch die Weiträumigkeit der neuen 12-m-Gewächshäuser sowie infolge des schon genannten Mangels der Luftheizung im MZG 0/55 müssen bei der Beheizung neue Wege beschritten werden. In jedem der 12 m breiten und 48 m langen Gewächshäuser werden vier Deckenluftherhitzer vom VEB Maschinenfabrik Nema, Netzschkau/Sa., vom Typ WD 630.6.3 eingebaut. Da diese Geräte in Serien hergestellt werden, ist der geringstmögliche Material- und Kostenaufwand gewährleistet.

Sämtliche Geräte werden in vollkommen korrosionsfester Ausführung vorgesehen. Jeder Luftherhitzer leistet 50 000 kcal/h bei einem Dampfüberdruck von 0,1 at am Gerät, so daß durch vier Apparate der benötigte Wärmebedarf für ein Gewächshaus schiff von maximal 200 000 kcal/h bei einer Temperaturdifferenz zwischen der Innen- und Außenluft von 45 °C voll gewährleistet ist. Da in den Gewächshäusern sämtliche Dampf- und Kondensleitungen nicht isoliert werden, sind durch die Wärmeabstrahlungen der Rohrleitungen noch weitere Reserven vorhanden. Eine Überhitzung der Gewächshäuser durch diese Rohrleitungen kann jedoch nicht auftreten, da die automatische Temperaturregelanlage den Gesamtwärmehaushalt der Gewächshäuser steuert. Die Deckenluftherhitzer werden im oberen Drittel des Dachbinders angeordnet und durch Bandeisen an den Binderkonstruktionen befestigt. Eine gute Bodenfreiheit und relativ geringe Beschattung der Pflanzen wird bei dieser Anordnung gewährleistet. Jeder Deckenluftherhitzer wiegt maximal einschließlich der Spezialausblashaube für Gewächshäuser und Armaturen 250 kg. Die für den Gewächshausbau neu entwickelte Ausblashaube verspricht eine gute Homogenität der Luftverteilung, ohne daß pflanzenschädigende Luftgeschwindigkeiten auftreten. Die eingebauten regelbaren Jalousieklappen lassen jeden Luftströmungswinkel einstellen. Durch diese neuartige Anordnung der Luftherhitzer im Gewächshaus entfallen die aufwendigen Luftkanäle aus Betonrohren sowie deren Paßstücke, Fundamente, Ansaug- oder Ausblasklappen. Von den früheren glatten Heizrohren mit geringster Luftzirkulation, über die neueren Luftheizungen mit Wandluftheizgeräten und Luftkanälen aus Betonrohren mit ausgesprochener horizontaler Luftbewegung, wird ein in der DDR völlig neuer Weg zur Anwendung von Deckenluftherhitzern im Gewächshausbau eingeschlagen.

Die Deckenluftherhitzer blasen die auf  $\approx 45$  bis 55 °C erwärmte Raumluft von oben nach unten bis zum Kulturboden, wobei die Pflanzen vertikal von der Warmluft umspült werden. Dieses System läßt eine weit bessere Lufthomogenität gegenüber den vorher genannten Anlagen erwarten. Schädliche Temperaturdifferenzen zwischen Boden und Dachraum sind kaum zu befürchten, da jeder Deckenluftherhitzer durch seine Segmentbauweise 12 × 12 m Grundfläche im Gewächshaus beheizt.

Als weitere Neuerung werden die Deckenluftherhitzer mit einer automatischen Kondensatstauregulierung versehen, durch die in Abhängigkeit von der Lufttemperatur eine gleichmäßige Temperatursteuerung in den Geräten erreicht wird. Zu diesem Zweck wird durch entsprechende Motorventile nicht wie bisher die Dampfzufuhr, sondern der Kondensatabfluß gesteuert. Durch diese Art der automatischen Regulierung werden große Temperaturdifferenzen schon im Luftherhitzer bzw. im Luftstrom vermieden. Die Motorventile in der Kondensleitung werden durch Raumthermostaten über Galva-Kontaktregler gesteuert.

Die Raumthermostaten können auf jede gewünschte Temperatur eingestellt werden. Durch die Anordnung mehrerer Temperaturfühler in der gesamten Gewächshausfläche wird auch einseitiger Windanfall oder einseitige Sonneneinstrahlung gegenüber den nicht betroffenen Flächen schnellstens ausgeglichen. Die gesamte automatische Schaltung ist sogar daraufhin ausgebaut, daß bei evtl. doch auftretenden Übertemperaturen nach Abschaltung der Deckenluftheizgeräte sich die Axiallüfter der Lüftungsanlage automatisch einschalten und somit jeglicher Wärmestau vermieden wird.

### 7 Lüftung

Die Forderung zum Einbau von mechanischen Zwangslüftungen wird in den neuen 12-m-Häusern weitgehend erfüllt. Entgegen der bisherigen Art, im oberen Teil der Gewächshäuser eine mechanische Klappenlüftung oder in seltenen Fällen auch Lüfter einzubauen, werden jetzt die Axiallüfter im unteren Teil der Giebelwand untergebracht. Durch diese Anordnung ist eine gute Durchlüftung über den gesamten Querschnitt des Gewächshäuses bis zum Kulturboden zu erwarten. Zu diesem Zweck werden in jede Giebelwand eines 12-m-Hauses je drei Axiallüfter mit 1 000 mm Dmr. und einer Drehzahl von 700 min<sup>-1</sup> verwendet. Diese Axiallüfter sind Serienfabrikate

des VEB Maschinenfabrik Nema, Netzschkau/Sa., Typ W 1000.8.220. Jeder Lüfter leistet bei einem statischen Druck von 3 mm WS 31.800 m<sup>3</sup>/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 m<sup>2</sup> 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