

Bei einem wertmäßigen Brennstoffdurchsatz für alle 14 Betriebe in Höhe von 825 320 Mark ergäbe sich danach eine Einsparung von

173 300 Mark.

Da der Anteil der Wärmeversorgung etwa 45 % der Gesamtselbstkosten des Gewächshauskomplexes ausmacht, würde der Anteil der Einsparung an den Gesamtselbstkosten etwa 9,5 % ausmachen.

Aus einer Aufstellung der spezifischen Kosten M/Gcal erzeugter Wärme für den Zeitraum eines Jahres ergeben sich erhebliche Abweichungen. So lagen die niedrigsten Werte bei 22,45 bis 29,20 M/Gcal und die höchsten Werte zwischen 47,30 bis 54,40 M/Gcal. Einschränkend muß hierzu jedoch gesagt werden, daß das vorgelegte Zahlenmaterial nicht in jedem Falle vorbehaltlos anerkannt werden konnte. Die Relationen kommen aber der Wahrscheinlichkeit sehr nahe. Für den erfahrenen Energetiker oder Heiztechniker mögen diese Mängelfeststellungen und ihre Auswirkungen keine neuen Erkenntnisse darstellen. Es ist aber hedauerlicherweise noch nicht Allgemeingut aller Verantwortlichen für Gewächshausanlagen geworden. Gelegentliche Ermittlungen bei einigen der seinerzeit überprüften 14 Gewächshausanlagen haben gezeigt, daß die Mängel im wesentlichen beseitigt wurden, aber auch nur hier. Bei vielen nicht angesprochenen

Gewächshäusern hat sich im bisherigen „Arbeitsablauf“ wenig geändert.

Diese aufgezeigten Probleme waren zusammen mit den anläßlich der Woche der Gewächshauswirtschaften auf der „iga 67“ erfolgten Beratungen Anlaß, daß die Betriebe mit Gewächshauswirtschaften im Bezirk Schwerin beschlossen haben, im Januar 1968 eine Kooperationsgemeinschaft zu bilden.

Die Kooperationsgemeinschaft stellt sich die Aufgabe, alle Möglichkeiten der Durchsetzung des wissenschaftlich-technischen Fortschritts zu nutzen, um die Rentabilität der Gewächshauswirtschaften zu erreichen bzw. zu erhöhen.

Faßt man das Ergebnis zusammen, so ist es ohne Zweifel richtig und zweckmäßig, Rationalisierungsmaßnahmen für Gewächshäuser mit Hilfe von vollautomatischen Temperaturreglern durchzuführen.

Was nutzen aber die ganze Mühe und der hohe Investitionsaufwand, wenn durch primitive Mängel an der Kesselanlage oder durch mangelnde Qualifizierung der Heizer Verluste eintreten, die die Einsparungen durch Investitionen für die Temperaturregelung wieder eliminieren.

Nur eine komplexe Betrachtung aller Faktoren kann zu einer wirklichen Ökonomie der Gewächshäuser führen.

II. LORENTZ, Mitarbeiter der ZfWE, AS Rostock, Bereich Schwerin

A 7161

Der Aufbau einer zentralen BMSR-Anlage in der GPG „Berlin-Treptow“

Dr. CH. FÖRTSCH, KDT* / Ing. O. GROLL**

In zahlreichen wissenschaftlichen Untersuchungen wurde gerade in den letzten Jahren immer deutlicher sichtbar, welchen Nutzen die Anwendung der BMSR-Technik in Gewächshausanlagen bringt. Wenn es auch zur Zeit noch nicht möglich ist, alle pflanzenbaulichen Forderungen für jede Kultur detailliert anzugeben, so kann dennoch schon jetzt durch exaktes Einhalten bestimmter Erfahrungswerte ein verbessertes Pflanzenwachstum erreicht werden. Die Einhaltung dieser für das maximale Pflanzenwachstum empirisch ermittelten Optimalwerte ist nur durch eine entsprechende Regelungsanlage möglich.

Als ein weiterer großer Vorteil für den Betreiber einer geregelten Gewächshausanlage kann die Einsparung von Heizenergie genannt werden. Auch die Einsparung an lebendiger Arbeit ist beträchtlich, da dem Anlagenbetreiber nur noch eine kontrollierende Funktion zukommt. Ein Eingriff von Hand erfolgt lediglich im Havariefall. Die zuletzt genannte Einsparung gewinnt besonders unter dem Gesichtspunkt der durchgängigen 5-Tage-Arbeitswoche an Bedeutung.

Um diese recht zahlreichen Vorteile einer BMSR-Anlage auch in der GPG „Berlin-Treptow“ nutzen zu können, wurde ein entsprechendes BMSR-Projekt zur Regelung der Heizung und Lüftung einer 1,2 ha großen Gewächshausanlage erarbeitet. Dieses Projekt trägt allen z. Z. bekannten wissenschaftlichen Ergebnissen und praktischen Erfahrungen sowohl gartenbaulicher als auch regelungstechnischer Art Rechnung. Mit einem Mindestaufwand an Regelungsgeräten werden die gartenbaulich wichtigsten Parameter mit entsprechend abgestufter Regelgüte eingehalten. Das Projekt sieht nur solche Geräte vor, die bereits serienmäßig in der DDR gefertigt werden.

* GPG Berlin-Treptow

** VEB GRW Teltow, Zentraler Anlagenbau der BMSR-Technik

1. Regelung der Heißwasser-Vorlauftemperatur

Ziel des Projektes ist, die Vorlauftemperatur in Abhängigkeit von der Außentemperatur gleitend zu regeln (Bild 1). Die Kesselanlage ist wie folgt aufgebaut:

Das Heißwasser wird in einem mit Gliederkesseln ausgestatteten Kesselhaus erzeugt.

Im Heißwasservorlauf befindet sich das Regelventil (Bild 2). Die örtlichen Heizflächen und die Wandluftheizer liegen als Verbraucher im Heizkreis. Hinter dem Regelventil wird kälteres Rücklaufwasser in den Vorlauf beigemischt. Eine Heißwasserpumpe erzeugt die für die Beimischung benötigte Drucküberhöhung. Durch Drosselung des Heißwasservorlaufs (primär) wird mehr kälteres Rücklaufwasser in den Vorlauf (sekundär) gedrückt und umgekehrt.

Die Vorlauftemperatur sekundär nach der Mischstelle kann folglich im Bereich von $\approx 20^\circ\text{C}$ bis zur momentan primär herrschenden Vorlauftemperatur (maximal 110°C) variiert werden.

Als Regler wurde der vom VEB MGW gefertigte Tastbügelregler eingesetzt. Der Regler arbeitet als Nullregler mit Kreuzspulinstrument. Durch je zwei einstellbare obere und untere Grenzwerte wird die Regelabweichung bestimmt. Wird einer der beiden unteren bzw. oberen Grenzwerte erreicht, dann beginnt das Motorventil im Vorlauf zu öffnen bzw. zu schließen (Bild 3).

Der Tastbügelregler (Dreipunktglied mit Impulsausgang) hat in Verbindung mit dem elektrischen Motorventil I-ähnliches Verhalten. Bei der vorgeschlagenen Gerätekombination handelt es sich um keine stetig ähnelnde I-Regelung, da die Impulsbreite T_b keine Funktion der Regelabweichung ist, sondern über die Zeigerabstufung in Abhängigkeit von der positiven bzw. negativen Regelabweichung x_w nur zwei

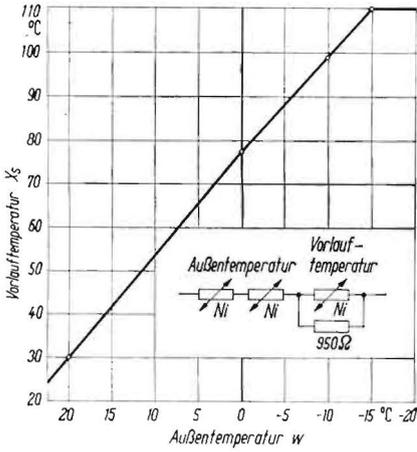


Bild 1
Errechnete Vorlauftemperatur als Funktion der Außentemperatur, Heizsystem 110/70°C, Meßkreiswiderstand: $R = 326,9 \Omega + 10 \Omega$

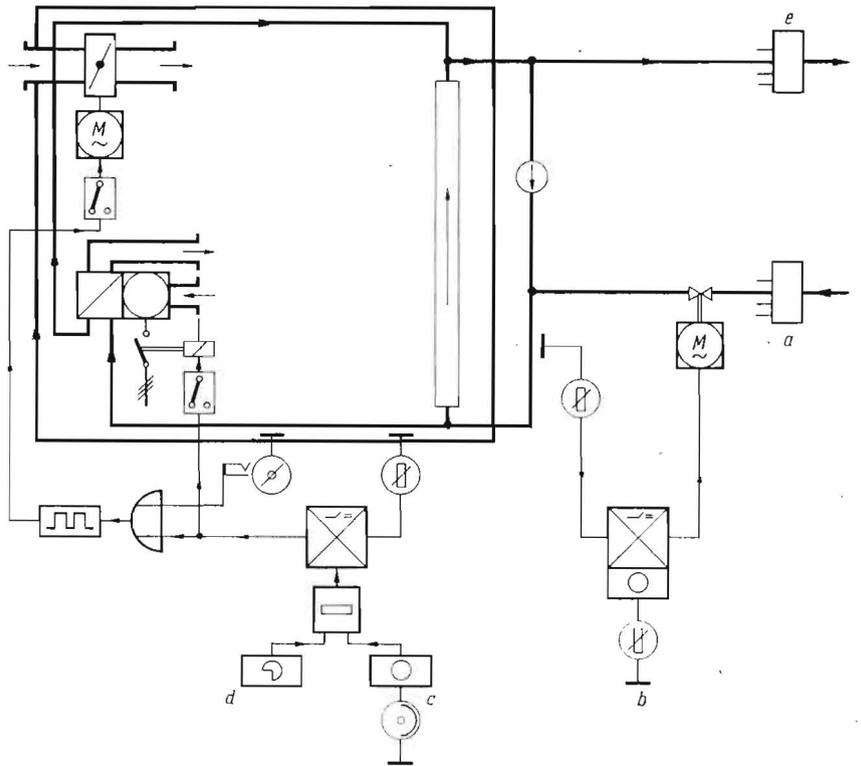


Bild 2
Regelschema der 1,2-ha-Gewächshausanlage; a Vorlauf, b Außentemperatur, c helltrüb, d Tag-Nacht, e Rücklauf

diskrete Zustände hat. In Abhängigkeit von der Kreisverstärkung kann man die Impulsbreite T_b der inneren Grenzwerte kleiner einstellen als bei den äußeren Grenzwerten (Bild 3).

Der Impulsabstand des Reglers beträgt wahlweise $T_a = 30s$ oder $T_a = 15s = \text{const.}$

Die Impulsbreite T_b ist einstellbar im Bereich von $T_b = 0,05$ bis $0,8 T_a$. Wie bereits eingangs festgestellt, muß der Temperatursollwert x_s des eingesetzten Reglers durch die Außentemperatur w geführt werden. Die Temperaturmessung erfolgt mit Nickel-Widerstandsthermometern. Zwei Außentemperaturfühler (Führungsgröße w) und ein Vorlauftemperaturfühler (Istwert x) sind im Meßkreis des Tastbügel-

reglers in Reihe geschaltet. Dieser Nullregler arbeitet so, daß über eine Veränderung der Vorlauftemperatur der Meßkreis auf konstanten Widerstand gehalten wird (Bild 3). Sobald die Außentemperatur sinkt, verkleinert sich der Widerstand der Außentemperaturfühler, also auch der Widerstand der gesamten Meßschleife. Der Zeiger des Nullinstrumentes bewegt sich nach links bis zum unteren inneren Grenzwert. Ist der Grenzwert erreicht, beginnt sich das Regelventil im Vorlauf schrittweise zu öffnen, bis durch die Erhöhung der Vorlauftemperatur der Widerstand des Fühlers im Vorlauf soweit ansteigt, daß der im Meßkreis eingeleitete Gesamtwiderstand erreicht ist und das Nullinstrument wieder seine Mittelstellung erreicht hat.

Bild 3. Stromlaufplan der Vorlauftemperaturregelung; a Frontansicht Regler, b Regler, c Abgleichwiderstand, d Widerstandsfühler außen, e Widerstandsfühler innen, f Schaltrelais, g angelegte Impulsbreite, h Regelventil

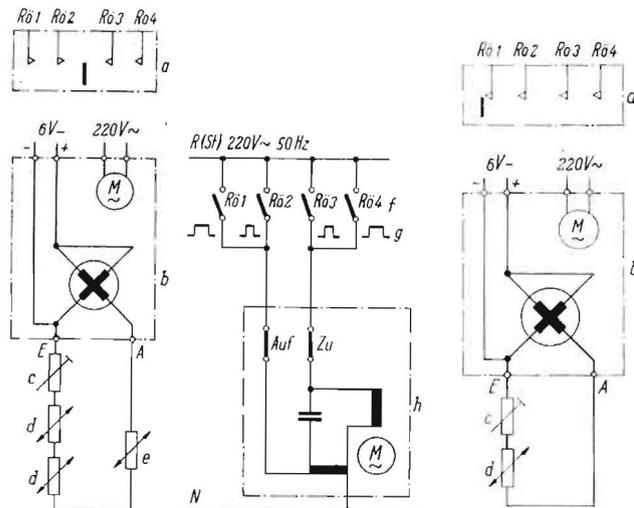
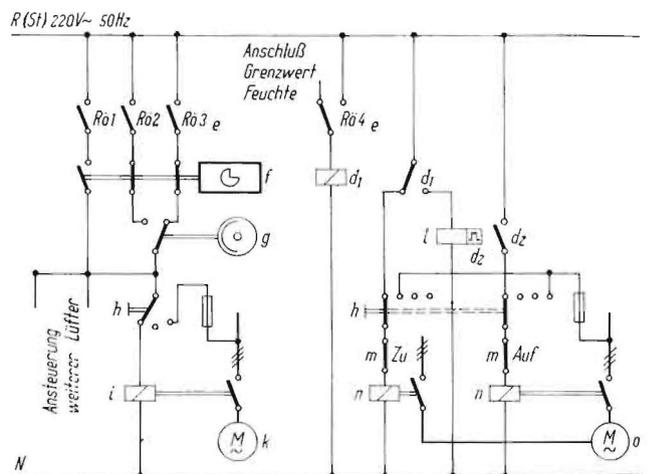


Bild 4. Stromlaufplan der Gewächshaus-Temperaturregelung; a Frontansicht Regler, b Regler, c Abgleichwiderstand, d Widerstandsfühler, e Schaltrelais, f Schaltuhr Tag/Nacht, g Dämmerungsschalter, h Hand-Automatik-Schalter, i Impulsgeber, m Endlagenschalter, n Wendeschütze, o Antrieb Dachlüfter



Durch die gleitende Regelung der Vorlauftemperatur nach der Außentemperatur wird in gewisser Weise eine Anschaltung der Hauptstörgröße Außentemperatur erreicht. Mit fallender Außentemperatur steigt kontinuierlich die Temperatur des Heizmediums und damit dessen Wärmehalt, obwohl die durch das Heizsystem fließende Menge konstant ist. Bei steigenden Außentemperaturen kehrt sich die Wirkungsrichtung um.

Hierdurch läßt sich bei richtiger Dimensionierung die Wärmeabgabe der örtlichen Heizflächen den Außentemperaturen optimal anpassen. Weiterhin wird erreicht, daß der Sollwert der im folgenden Abschnitt zu beschreibenden Zweipunktregelung für die Wandluftheizer im Bereich von 0,3 bis 0,8 ϑ_{\max} liegt, so daß die Amplitude der für eine Zweipunktregelung charakteristischen Pendelbewegung relativ klein und symmetrisch bleibt.

Bei Ausfall der Regelung kann die Heizungsanlage über eine Umgehungsleitung von Hand gefahren werden.

2. Regelung der Lufttemperatur

Das Gesamtwärmeaufkommen im 1,2 ha großen Gewächshausblock der GPG „Berlin-Treptow“ teilt sich auf in die, wie bereits beschrieben, durch örtliche Heizflächen gedeckte Grundlast und die von Wandluftheizern gebrachte Regellast. Um der im Gewächshaus herrschenden Temperaturverteilung Rechnung zu tragen, wurden 15 Luftheizer am Außengiebel und 12 Luftheizer am Innengiebel zu je einem Regelkreis zusammengefaßt. Eine Verkoppelung beider Kreise ist nicht zu befürchten, da der Regelfühler des jeweiligen Regelkreises im Bereich der Wurfweite der ihm zugeordneten Luftheizer liegt.

Aus pflanzenbaulichen Gründen ist zu fordern, daß der Temperatursollwert der Luftheizung in Abhängigkeit der Beleuchtungsstärke über drei einstellbare diskrete Werte (Tag hell, Tag trüb, Nacht) geführt wird. Um bei intensiver Sonneneinstrahlung ein extremes Ansteigen der Innentemperatur zu vermeiden, sind Luftheizer und Dachlüftung miteinander gekoppelt.

Die bisher gesammelten Erfahrungen bestätigen eindeutig, daß eine Zweipunktregelung bei der hier angewandten Heizungstechnologie den an die Regelgüte gestellten Anforderungen vollauf genügt.¹ Aus diesem Grunde wird auch hier wie bei der Regelung der Heißwasser-Vorlauftemperatur ein Fallbügelregler mit Kreuzspulinstrument eingesetzt. Dieser Regler gestattet im Gegensatz zum Nullregler das Ablesen des Istwertes. Am Kreuzspulinstrument angeschlossen ist ein Widerstandsthermometer Pt-100 zur Erfassung des Istwertes der Gewächshausinnentemperatur (Bild 4). Der Regler ist mit vier separat einstellbaren Schaltröhren ausgerüstet, die je nach Zeigerstellung ein Binärsignal (zu kalt – zu warm) abgeben. Mit diesem Binärsignal werden über Schütze die Luftheizer der Regellast geschaltet.

Der Sollwert der Schaltröhre Rö 1 ist der Schaltpunkt für den Nachtbetrieb, der von Rö 2 der für den Tagbetrieb dunkel und der von Rö 3 der für den Tagbetrieb hell (Bild 4). Die Anwahl des der Beleuchtungsstärke entsprechenden Schaltpunktes erfolgt durch einen Dämmerungsschalter und eine Schaltuhr. Durch eine zentrale Sollwerterschaltung hinsichtlich der Beleuchtungsstärke können mehrere Temperaturregelkreise geführt werden. Wird der Grenzwert der Röhre Rö 4 überschritten, d. h. sämtliche Luftheizer der Regellast sind abgeschaltet, beginnt die Dachlüftung schrittweise zu öffnen. Das schrittweise Öffnen erfolgt (die Impulsbreite des „Auf“-Befehles ist einstellbar), um im Winterbetrieb bei intensiver Sonneneinstrahlung Kaltluftinbrüche durch ein erheblich verzögertes Öffnen der Dachlüftung zu vermeiden.

Um im Havariefall die Anlage im Handbetrieb fahren zu können, ist für jede Lüftungsklappe ein Schalter mit folgenden Betriebsstellungen projiziert worden: „automatik“ – „zu“ – „verblockt“ – „auf“.

Auch die Wandluftheizer können durch einen Paketschalter vor Ort mit folgenden Schalterstellungen von Hand gefahren werden: „automatik“ – „aus“ – „ein“.

Um Schaltstöße auf das Netz zu vermeiden, unterteilen sich alle zu einem Regelkreis gehörenden Lüfter in Gruppen von maximal vier Luftheizern. Bei anstehendem „Ein“-Befehl durch den Regler gehen die Gruppen im einstellbaren Abstand von 0 bis 7 s in Betrieb.

3. Regelung der Luftfeuchte

Die Regelung der Luftfeuchte stellt weiter nichts als eine Grenzwertüberwachung der oberen relativen Luftfeuchtigkeit dar. Durch ein Haarhygrometer mit einstellbarem Ober- und Unterwertschleifer wird die Dachlüftung nach Überschreiten des oberen Feuchtigkeitswertes aus bereits unter Pkt. 2 genannten Gründen schrittweise geöffnet.

Da beim Beregnen der Kulturen jedesmal mit einem Öffnen der Dachlüftung zu rechnen ist, weil der obere Grenzwert kurzfristig erreicht wird, läßt sich der „Auf“-Befehl einstellbar von 0 bis 60 min verriegeln. Erst wenn nach Ablauf dieser Zeit der Grenzwert noch überschritten ist, öffnet sich die Dachlüftung. Ist die Dachlüftung durch den Feuchteregelkreis geöffnet, kann unabhängig davon der Temperaturregelkreis bewirken, daß die Luftheizer in Betrieb sind. Sinkt die relative Feuchte unter den unteren Oberwertschleifer, liegt der „Zu“-Schütz der Dachlüftung an Spannung, die Klappen werden geschlossen. Durch diese Anordnung kann man eine gewisse Hysterese zwischen „Auf“- und „Zu“-Befehl einstellen, so daß Pendelungen ausgeschlossen sind.

4. Betrachtungen zur Wirtschaftlichkeit einer BMSR-Anlage

Abschließend soll noch auf die Wirtschaftlichkeit einer derartigen Regelanlage eingegangen werden. Wenn es auch äußerst schwierig ist, Brennstoffeinsparungen nachzuweisen, kann doch auf Grund praktischer Erfahrungen und statistischer Erhebungen (RADONS 1965) festgestellt werden, daß durch die Anwendung der Regelungstechnik mit Sicherheit 10 % der sonst benötigten Brennstoffmengen eingespart werden ($\approx 1,50 \text{ M/m}^2$ Gewächshausgrundfläche · Jahr). Die Einsparungen an Elektroenergie jedoch konnten von RADONS und MÜLLER ziemlich eindeutig nachgewiesen werden. Sie liegen um 25 % unter dem sonst üblichen Elektroenergieverbrauch. Legt man bei einer ungeregelten Luftheizung einen Elektroenergieverbrauch von 18 kWh/m² Grundfläche · Jahr zugrunde, so werden bei Anwendung einer Temperaturregelanlage etwa 4 kWh/m² Grundfläche × Jahr eingespart (0,32 M/m² · Jahr).

Auch die Einsparungen an lebendiger Arbeit sind bedeutend. Allein bei dem in den Sommermonaten notwendigen Ablüften der Gewächshäuser nach Betriebsschluß lassen sich täglich etwa 2 h einsparen.

Der Einfluß einer im optimalen Bereich konstanten Gewächshausatemperatur auf das Pflanzenwachstum konnte bisher noch nicht nachgewiesen werden. Man kann jedoch damit rechnen, daß die Ertragssteigerung zumindest 1 % beträgt (0,75 M/m² Grundfläche). Durch Addition der sehr vorsichtig kalkulierten Einsparungen ergibt sich bei Anwendung einer Temperaturregelanlage eine jährliche Einsparung von rd. 2,50 M Kosten/m² Grundfläche. Die eingangs beschriebene Temperaturregelanlage wäre bei Bau-

(Schluß auf Seite 137)

¹ s. II. 11/1967, S. 498

Im landtechnischen Instandsetzungswesen wird noch überwiegend das Gasschmelz- oder das Elektrohandschweißen verwendet. Der Einsatz dieser Verfahren hat jedoch seine Grenzen. Beim heutigen Entwicklungsstand der Schweißtechnik sind in einem modernen Instandsetzungsbetrieb solche Schweißverfahren wie das Schutzgasschweißen unter Argon und CO₂ nicht mehr wegzudenken. Über einige dieser Verfahren und die Anwendungsgebiete soll im nachfolgenden berichtet werden.

1. Argonschutzgas-Schweißverfahren

Bei den Argonschutzgas-Schweißverfahren unterscheiden wir zwischen dem Wolfram-Inertgas-Schweißverfahren (WIG-), dem Wolfram-Inertgas-(WIG-)Punktschweißverfahren und dem Metall-Inertgas-Schweißverfahren (MIG-). Für den Instandsetzungsbetrieb sowie für die Neufertigung im Landmaschinenbau haben die ersten beiden Verfahren besondere Bedeutung. Hierzu sind folgende Geräte erforderlich:

- a) WIG-Mehrzweckgerät WSH-M
Einsatzbereich: WIG-Naht- und -Punktschweißen, Bolzenanschweißen unter Argon oder CO₂
- b) Siehkondensator WSH-S
Einsatzbereich: WIG-Nahtschweißen mit Wechselstrom

Tafel 1. Wahl der Stromart bei Wolfram-Inertgas-Schweißverfahren

| Material | Wechselstrom mit Hochfrequenzüberlagerung | Gleichstrom Elektrode am Minuspol |
|---|---|-----------------------------------|
| Aluminium | sehr gut | — |
| Aluminiumlegierungen | sehr gut | — |
| Aluminiumguß | sehr gut | — |
| Magnesium und seine Legierungen | sehr gut | — |
| Magnesiumguß | sehr gut | — |
| Kupfer | — | sehr gut |
| Kupferlegierungen außer Aluminiumbronze | teilweise bedingt schweißbar | sehr gut |
| Aluminiumbronze | sehr gut | — |
| Nickel und seine Legierungen | — | sehr gut |
| Silber | bedingt | sehr gut |
| Baustahl ¹ | bis 1 mm gut schweißbar | sehr gut |
| legierter Stahl | bis 1 mm gut schweißbar | sehr gut |
| hochlegierter Stahl | bis 1 mm gut schweißbar | sehr gut |
| Gußeisen | bedingt | sehr gut |
| Titan, Zirkon | bedingt | sehr gut |

¹ neigt beim WIG-Schweißen zur Porenbildung

* Zentralinstitut für Schweißtechnik der DDR, Halle

¹ S. a. Aufsatzreihe über „ZIS-Entwicklungen für die Automatisierung der Schweißtechnik“ in H. 7/1965, S. 334, H. 8/1965, S. 382, H. 12/1965, S. 572

(Schluß von Seite 136)

kosten von etwa 5,00 M/m² Grundfläche folglich in zwei Jahren amortisiert.

Literatur

MÜLLER, H.: Anwendung von Temperaturregelgeräten in Gewächshausanlagen. Der Dtsch. Gartenbau 11 (1964) S. 321 bis 326

RADONS, S.: Regeltechnik und deren Kosten. Dtsch. Gärtnerpost 17 (1965) Nr. 25, Beilage

FÜRSTCH, CH.: Gärtnerische Forderungen an die BMSR-Technik bei der Regelung des Gewächshausklimas. Deutsche Agrartechnik 17 (1967) H. 11, S. 498 A 7057

- e) WIG-Schweißbrenner ZIS 290, strombelastbar bis 300 A mit Wasserkühlung (Bild 1)
- d) WIG-Schweißbrenner ZIS 224, strombelastbar bis 600 A mit Wasserkühlung (Bild 1)
- e) WIG-Bleistiftbrenner ZIS 147, strombelastbar bis 80 A mit Eigenkühlung
- f) WIG-Schweißbrenner Bauart Ludwigsfelde, strombelastbar bis 200 A, mit Eigenkühlung
- g) WIG-Punktschweißpistole ZIS 101, strombelastbar bis 400 A, mit Wasserkühlung (Bild 2).

Wird nur das WIG-Nahtschweißen ausgeführt, so ist als Schweißgerät anstelle des WIG-Mehrzweckgerätes WSH-M nur das Einzweckgerät WSH-E erforderlich.

Folgende Stromquellen sind zu empfehlen:

Schweißtransformator KTN 260 und KTN 510 für das Schweißen mit Wechselstrom,

Umformer oder Gleichrichter für das Schweißen mit Gleichstrom.

1.1. WIG-Nahtschweißen

Beim WIG-Nahtschweißen muß man je nach Materialart mit Wechselstrom oder Gleichstrom schweißen. So werden Metalle mit schwer schmelzender Oxidhaut grundsätzlich mit hochfrequenzüberlagertem Wechselstrom verschweißt. Tafel 1 gibt einen Überblick über die Wahl der Stromart.

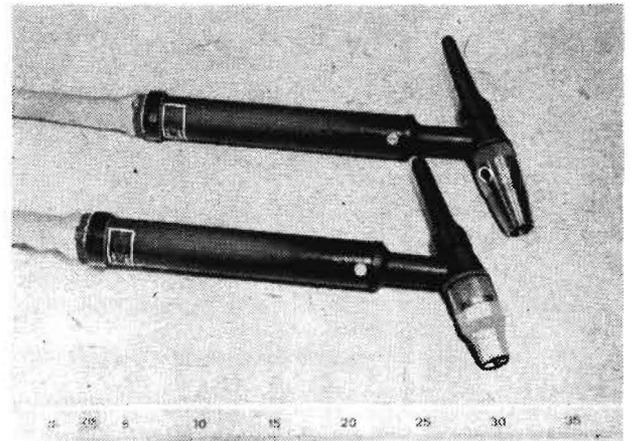


Bild 1. WIG-Schweißbrenner ZIS 290 und ZIS 224

Bild 2. WIG-Punktschweißpistole ZIS 101

