

00001

Form PB-3

START  
OF  
REEL  
Roll

37-E

0002

Form PB 4

Name of Target: LINDE EISMASCHINEN, A.G.

Type of Organization: LIQUIFYING & SEPARATION OF GASES

Land: BAVARIA

Kreis: MUNICH

City: HOLLRIEGELSKREUTH

Street: N-11

Roll Number: 37-E

Team: E

Date: 17 June 1946

00003

Screeners:

K.M. KUBIERSCHKY

Gesellschaft für Linde's Eismaschinen A.-G., Höllriegelskreutz.

00004

Abteilung Ellira

Das Schweißen  
mit der  
Ellira-Schweißanlage E IV

00005

Inhaltsverzeichnis

I) Die Schweißanlage E IV

Aufbau und Anwendungsmöglichkeiten

1. Beschreibung der Anlage

- a) Die Stromversorgung
- b) Der Schweißkopf
- c) Kabel

2. Anwendungsbeispiele

II) Die neuartige Steuerung des Lichtbogens

III) Die elektrische Wirkungsweise der Schweißanlage E IV  
erläutert am Schaltbild

1. Der Schweißstromkreis

2. Der Gleichstromkreis

3. Antriebsmotore

- a) Rundnahtmotor
- b) Drahtvorschubmotor
- c) Kopffahrmotor

4. Schütze

- a) Schweißstrom
- b) Rundnahtmotor

5. Messinstrumente

IV) Das Aufstellen der Schweißanlage E IV

1. Der Schaltsohrank

2. Der Stromwandler

V) Nahtwahl und Nahtvorbereitung

1. Berechnung der Schweißgeschwindigkeit

2. Nahtform

3. Nahtvorbereitung

4. Toleranzen

00006

VI) Wahl des Drahtes und Schweißpulvers

1. Drahtdurchmesser
2. Drahtsorte
3. Pulverkörnung
4. Pulversorte

VII) Handhabung der Schweißanlage E IV

1. Der Transformator
2. Der Schaltschrank
3. Der Schweißkopf
  - a) Mechanische Einrichtungen
  - b) Elektrische Einrichtungen, der Steuerkasten
4. Sicherheitsvorschriften

VIII) Wahl der Arbeitsdaten

1. Drosselstellung, praktisch
2. Drahtgeschwindigkeit, praktisch
- 1a) Drosselstellung, theoretische Erläuterung
- 2a) Drahtgeschwindigkeit, theoretische Erläuterung

IX) Das Schweißen mit der Anlage E IV

1. Masse-Anschluß und Kabelverlegung
2. Mechanische Einstellung des Kopfes bei
  - a) Stumpfnahtschweißen ebener Fläche
  - b) Stumpfnahtschweißen von Rundnähten
  - c) Kehlnahtschweißen ebener Fläche
  - d) Kehlnahtschweißen von Rundnähten
3. Das Schweißen mit Einzelkopf
  - a) Die Einstellung der Arbeitsdaten
  - b) Zündvorbereitungen
  - c) Das Schweißen
    - I Zünden
    - II Strom- und Spannungsnachregulierung
    - III Ausschalten
4. Das Schweißen mit Doppelkopf
5. Zusammenfassung in Schlagworten

X) Fallstudie

60007

Die Sicherheitsvorschriften befinden sich in  
Kap. VIII/Absatz 4.

Sie enthalten Maßnahmen zur Verhütung von Unfällen  
und Zerstörungen am Gerät, die an spannungsführen-  
den Teilen entstehen können.

1) Die Schweißanlage E IV; Aufbau und Anwendungsmöglichkeiten1. Beschreibung der Anlage

Mit der Ausbreitung der Ellira-Schweißung im Stahl-, Maschinen- und Schiffbau entstand der Wunsch nach einem einfachen Gerät, das kleiner und leichter ist als unsere bisherigen Geräte E I und E IIaß. Unser neues Schweißgerät E IV, das in Bild 1 dargestellt ist, erfüllt diese Forderungen.

Der Schweißkopf ist in seinen Außenmaßen so klein, dass er ohne Zerlegung durch ein Mannloch 400 x 500 mm geht. Der die Stromzuführung und Schaltgeräte enthaltende Schaltschrank ist ebenfalls kleiner als bisher. Ferner ist es gelungen, durch Einschränkung auf die Verarbeitung von höchstens 5 mm Schweißdraht, entsprechend etwa 350 A Schweißstrom, die Steuerung des Schweißdrahtes gegenüber den bisherigen Steuerungen grundlegend zu vereinfachen.

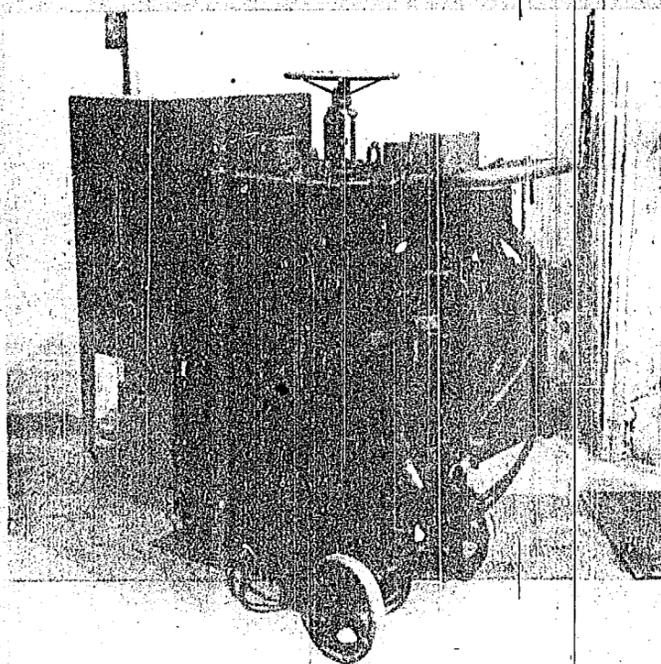


Bild 1. Die Schweißanlage E IV

Da sich sowohl bei Versuchen wie in der Fertigung die gleichzeitige Schweißung gegenüberliegender Kehlnähte außerordentlich bewährt hat, wurde das neue Gerät so gebaut, dass sich zwei Geräte in einfacher Weise zu einem vollwertigen Doppelkopf vereinigen lassen. Durch Umlegen zweier Kippschalter und Verbindung der beiden Schaltschränke durch eine Steckerschnur werden zwei Einzelschweißköpfe Type E IV zu einem Doppelschweißkopf vereinigt. Hierdurch ist es möglich, dass auch Firmen, deren Schweißprogramm an Doppelkehlnähten die Beschaffung eines eigenen Doppelkopfes nicht gerechtfertigt erscheinen läßt, in den Genuß der zeit- und arbeitssparenden Doppelkopfschweißung kommen.

Die Schweißanlage E IV setzt sich zusammen aus der Stromversorgung, dem Schweißkopf und den nötigen Verbindungskabeln.

#### a) Die Stromversorgung

Die Stromversorgungsanlage besteht aus Transformator und Schaltschrank. Als Transformator wird die seit Jahren bewährte SSW-Type LRA 20 benutzt. Der Transformator steht auf einem Fahrgestell. Er ist primärseitig durch Umlegen einer Lasche auf 500 oder 380 V Netzspannung umschaltbar. Sekundärseitig ist für besondere Zwecke eine dritte Klemme angebracht, sodass die Leerlaufspannung zu 60 oder 50 V gewählt werden kann. Die Einstellung des Schweißstromes erfolgt durch ein großes Handrad auf dem Transformator. Die Verstellung kann stufenlos vom kleinsten bis zum größten Strom auch während der Schweißung vorgenommen werden.

Auf dem Fahrgestell des Transformators ist der Schaltschrank mit aufgebaut. Er enthält in seinem Oberteil alle für den Betrieb der Anlage nötigen Schaltgeräte. Im Unterteil ist ein Motorgenerator eingebaut. Dieser wird mit Drehstrom aus dem Netz betrieben und liefert 110 Volt Gleichspannung für den Betrieb des Drahtvorschubmotors und Fahrmotors. Infolge der einfachen neuen Steuerung des Lichtbogens ist für beide Motoren nunmehr diese eine Stromquelle von 600 Watt Leistung nötig.

Für das Schweißen von Rundnähten, bei denen das Werkstück gedreht wird und der Schweißkopf stehen bleibt, ist der Anschluß einer Rundnaht-Drehvorrichtung vorgesehen. Zum Anschluß dieser ist im Schaltschrank eine Steckvorrichtung angebracht. Alle zum Betrieb der Rundnahtvorrichtung nötigen Schaltgeräte befinden sich ebenfalls im Schrank.

Die vollständige Stromversorgungsanlage, die 840 kg wiegt, ist so

klein, dass sie auch bei beschränkten Raumverhältnissen in der Nähe des Schweißplatzes aufgestellt werden kann.

#### b) Der Schweißkopf

Der Schweißkopf E IV, den Bild 2 zeigt, ist unter Berücksichtigung aller neuen Erfahrungen aus den bewährten Prinzipien unseres Schweißkopfes E IIaS entwickelt worden. Das Gewicht des Schweißkopfes ohne Draht und Pulver beträgt nur 42 kg, das Höchstgewicht des beladenen Kopfes also etwa 60 kg. Das Gerät kann daher von einem Mann allein getragen und umgesetzt werden.

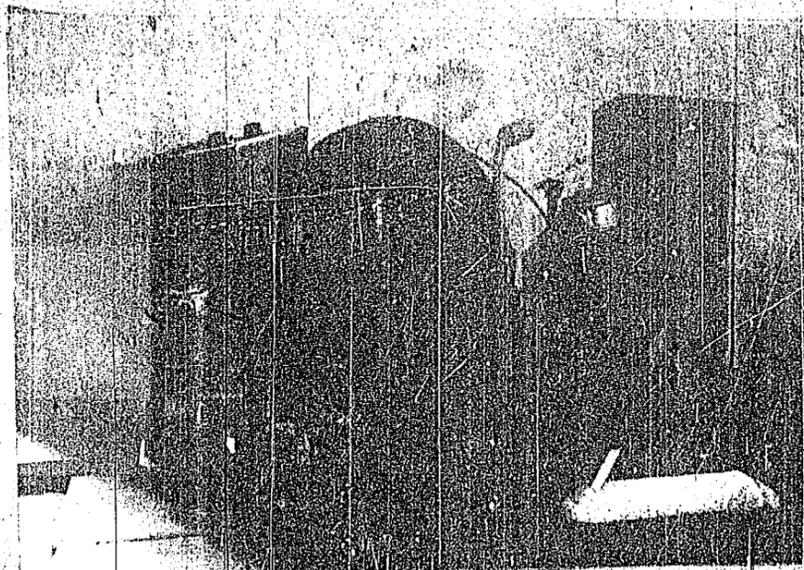


Bild 2. Der Schweißkopf E IV

Der Kopf besteht aus Ober- und Unterteil. Der Unterteil ist das vierrädrige Fahrgestell mit Fahrmotor und Getriebe. Der Oberteil ist um einen Königszapfen drehbar auf das Fahrgestell aufgesetzt. Er trägt vorn die Drahtzuführung mit Vorschubmotor, Getriebe, Vortriebs- und Richtrollen und Stromzuführungsdüse, außerdem die Pulverzuführung mit Trichter, Absperrventil und Mundstück und einen Zeiger. In der Mitte befindet sich die Drahttrommel und am Ende der Regulierkasten mit Schaltern, Drehknöpfen und Instrumenten. Der Kopf kann durch Handradverstellung auch während der Schweißung um + 27 mm seitlich verstellt werden. Durch Drehung um den Königszapfen ist auch Schweißen neben der Fahrbahn möglich. Zur Schweißung von Kehlnähten ist der Kopf um 35° gegen die Senkrechte klappbar (D.R.P. 758 725). Der Regulierkasten kann zur bequemen Ablesung der

Instrumente für sich gekippt oder bei gekippter Lage des Kopfes aufgerichtet werden. Dies ist besonders dann vorteilhaft, wenn, wie weiter unten beschrieben, 2 Köpfe zu einem Doppelkopf zusammengestellt werden. Der Schweißer kann dann die beiden aufrecht nebeneinander stehenden Steuerkästen mit ihren Instrumenten bequem überblicken. Der Schweißpulvertrichter besteht aus Unter- und Obertrichter. Durch Umsetzen oder Abnehmen des Obertrichters wird bei beschränktem Raum Platz gewonnen.

Das Fahrgetriebe ist auf Kurvenlauf einstellbar, sodass der Kopf selbsttätig der Rundung eines Behälters folgen kann. Das Fahrwerk ist um die Längsachse des Kopfes drehbar, sodass der Kopf auch auf windschiefen Flächen laufen kann ohne zu wackeln. Die Führung des Fahrwerks entlang der Schweißnaht geschieht durch Rollen, die in nächster Nähe der Naht laufen.

Die Drahttrommel ist für die Aufnahme eines Drahtbundes der Größe C von max. 12 kg Gewicht eingerichtet. Es können mit dieser Drahtmenge ohne Drahtwechsel etwa 50 m Naht geschweißt werden.

Auf dem Steuerkasten sind Volt- und Ampèremeter zur Ablesung von Schweißspannung und Schweißstrom und ein Instrument zur Ablesung der Schweißgeschwindigkeit angebracht. Ferner enthält der Kasten 2 Regler, von denen der eine zur Einstellung der Schweißstromstärke, der andere zur Regelung der Fahrgeschwindigkeit dient. Die zur Einleitung und Durchführung der Schweißung nötigen Schalter sind übersichtlich an der Vorderwand des Kastens angebracht. Auf der Unterseite des Kastens befinden sich 2 Schalter zum Übergang vom Einfach- auf Doppelkopf und 1 Schalter zur Umschaltung von Längs- auf Rundnaht.

#### c) Kabel

Zur normalen Ausrüstung der Anlage E IV gehören zwei 15 m lange Schweißkabel von  $95 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$ , zwei 10 m lange Massekabel von  $120 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$  und die Steuerkabel von 15 m Länge. Für den Anschluß an das Werknetz sind für den Schweißstrom zwei 6 m lange Kabel  $35 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$  und für den Betrieb des Uniformers ein 6 m langes Adriges Kabel vorgesehen.

#### 2. Anwendungbeispiele

Die Bilder 3 und 4 zeigen noch zwei besonders Anwendungsbeispiele. Bild 3 zeigt 2 Schweißanlagen E IV als Doppelschweißkopf gekoppelt auf einer Doppelkehlnaht.

Hierbei ist die Bedienung der Gesamtanlage so eingerichtet, dass der Schweißvorgang von einem Kopf aus geschaltet wird, während die Einstellungen zur Vorbereitung der Schweißung an beiden Köpfen getrennt vorgenommen werden.

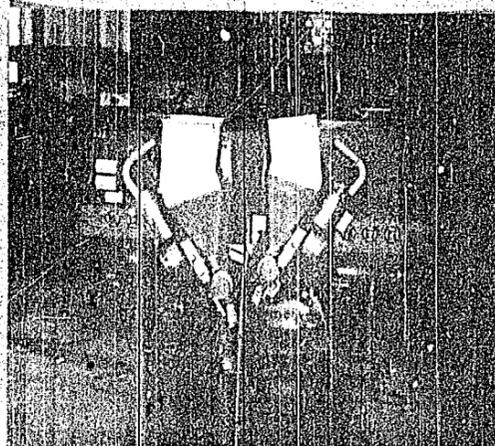


Bild 3)

Zwei Schweißanlagen E IV zum Doppelschweißkopf vereinigt. Der linke Schaltschrank geöffnet, um rechten Schrank ist das Kupplungskabel sichtbar.

Zur Umschaltung der beiden Anlagen auf Doppelkopf-Schweißen werden die beiden Schränke durch ein mehrpoliges Kabel verbunden. An der Unterseite des Steuerkastens des mitgeführten Kopfes werden 2 Kippschalter umgelegt. Dadurch, dass zwischen den Schweißköpfen unmittelbar keine Verbindung nötig ist, ist es z.B. möglich, ein hohes Stegblech in Doppelkehlnahtschweißung zu schweißen.

Mit Rücksicht auf die Raumverhältnisse werden die Schweißkopfpaares jeweils in Rechts- und Linksausführung geliefert. Hierdurch war es möglich, den Pulvertrichter besonders raumsparend anzubringen. Besonders bemerkenswert ist es, dass infolge der äußerst schmalen Bauart der Köpfe mit Steg- oder Versteifungsablechabständen von ca. 300 mm, bei niedrigen Stegen sogar 250 mm Abstand geschweißt werden kann. Selbstverständlich ist es ebenso möglich, Versteifungen auf ebenen Flächen z.B. Spanten an Schotte und dergleichen zu schweißen. Eine weitere wichtige Anwendung der Schweißköpfe E IV, z.B. für den Schiffbau, ist die Schweißung einzelner Spantnähte durch Laufen des Kopfes auf dem Spant, wie es Bild 4 zeigt (Rundlaufschweißung). Bei allen Spanten, deren Steg bis zum Beginn des Wulstes wenigstens 185 mm hoch ist, kann der Schweißkopf E IV ohne weitere Hilfsmittel auf dem Spant selbst laufen. Bild 4

Durch Einsteuern des Fahrgetriebes folgt der Kopf der Rundung und

die Abweiserräder drücken mit der zur sicheren Führung nötigen Kraft gegen die Rundung. Die gleiche Möglichkeit besteht für innenliegende Spanten. Hierbei müssen die Laufräder am hinteren Ende des Schweißkopfes ebenfalls eingesteuert werden. Hierfür ist ein einsteuerbarer Radträger vorgesehen.



Bild 4.  
Für Gleichschweißarbeiten.  
Der Schweißkopf B IV  
läuft ohne weitere  
Hilfsmittel auf dem  
Spant.

### II) Die neuartige Steuerung des Lichtbogens

Zum automatischen Schweißen ist eine Steuerung nötig, die die Länge des Schweißlichtbogens konstant hält. Zu diesem Zweck wird gewöhnlich die Drahtgeschwindigkeit selbsttätig durch die Lichtbogenlänge geregelt. Ist der Lichtbogen zu lang, so wächst die Drahtvorschubgeschwindigkeit und umgekehrt, bis die störende Längenänderung ausgeglichen ist. Die steuernde Wirkung geht vom Lichtbogen selbst aus, da die Lichtbogenspannung der Lichtbogenlänge proportional ist, sodass nur in geeigneter Weise die Fogenspannung zum Regeln der Drahtvorschubgeschwindigkeit ausgenutzt werden muss. Hierzu wurde bisher eine Anordnung entweder von Führer oder Umformern verwendet.

Bei der E IV-Anlage ist zum ersten Mal ein Prinzip durchgeführt, das es gestattet, auf diese Steuerung des Lichtbogens durch Regeln der Drahtgeschwindigkeit ganz zu verzichten und mit konstanter Drahtvorschubgeschwindigkeit zu schweißen. Die aus Führern oder Umformern bestehenden Steuereinrichtungen sind also bei der E IV-Anlage nicht vorhanden. Dadurch ist die Anlage wesentlich einfacher im Aufbau und weniger empfindlich im Betrieb.

Das Prinzip ist folgendes: Der Stromerzeuger für den Schweißlichtbogen, der Transformator, hat eine fallende Kennlinie, wie Bild 5 zeigt. D.h. mit wachsender Stromstärke sinkt die Spannung. Bei normalem Schweißen befindet sich irgendwo auf dieser Kennlinie der Arbeitspunkt, der in Bild 5 durch  $I_1, U_1$  bezeichnet ist. Wird nun der Lichtbogen länger, so wächst die Fogenspannung. Dadurch stellt sich ein neuer Arbeitspunkt ein,  $U_2, I_2$ , mit geringerer Stromstärke. Da nun aber die Drahtzufuhrgeschwindigkeit, die konstant bleibt, auf den ursprünglichen Arbeitspunkt eingerichtet

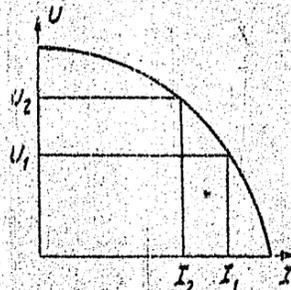


Bild 5. Kennlinie ist, sodass gerade soviel Draht zugeführt wurde, wie durch die Stromstärke  $I_1$  im Lichtbogen geschmolzen wurde, wird jetzt bei der neuen Stromstärke  $I_2$  weniger Draht abgeschmolzen als zugeführt. Dadurch wird der Lichtbogen wieder kürzer, bis die ursprüngliche Länge erreicht ist, bei der sich auch der alte Arbeitspunkt auf der Transformator Kennlinie einstellt.

Dieses Prinzip ist bei der E IV-Anlage durch bestimmte Auswahl von Transformator Kennlinien und durch die richtige Kombination dieser

Kennlinien mit den Abschmelzeigenschaften des Drahtes so ausgenutzt, dass jeweils die erforderliche Steuerung der Lichtbogenlänge erreicht wird.

Diese Steuerung ist, im Gegensatz zu den bisherigen, als innere Steuerung zu kennzeichnen. Die Durchführung der inneren Steuerung erfordert bei der E IV-Anlage eine zweite Leerlaufspannung von 50 V, die im Stromstärkebereich unter 400 A zu verwenden ist. Die innere Steuerung bringt ferner eine zwangsläufige Verknüpfung von Stromstärke und Spannung einerseits und der Drahtgeschwindigkeit andererseits mit. Aus diesem Grunde sind die Arbeitsgrößen in bestimmter Weise, wie in VIII) ausführlich beschrieben, nach Tabellen auszuwählen und ebenso, anders wie bisher, in bestimmter Weise und Reihenfolge einzustellen, wie in IX) ausführlich beschrieben.

III) Die elektrische Wirkungsweise der Schweißanlage E IV  
erläutert am Schaltbild

Die Schaltung der Schweißanlage E IV ist dargestellt im Schaltbild S 090a für Einzelkopf und im Schaltbild S 091 für Doppelkopf mit den zugehörigen Verdrahtungsplänen S 089 für den Schaltschrank und S 088 für den Steuerkasten. In den Geräten sind alle Klemmen mit Nummern versehen, die im Schaltbild und den Plänen wiedergegeben sind. Die durch Kreise eingekreisten Zahlen bezeichnen als Positionen einzelne Geräteteile.

Zum Verständnis der elektrischen Wirkungsweise sind die Stromkreise der Anlage in 5 Gruppen einzuteilen. 1) Schweißstromkreis, 2) Gleichstromkreis, 3) Antriebsmotore, 4) Schütze, 5) Messinstrumente.

1) Der Schweißstromkreis: Der Schweißstrom wird vom Schweißtransformator erzeugt. Der primärseitige Anschluß tritt vom Netz über die Klemmen 1 und 2 in den Schaltschrank ein und geht über die Sicherungen Pos. 1 zum Schutz Pos. 8, mit dem der Schweißstrom ein- und ausgeschaltet wird. An den Klemmen 21, 22 tritt die Primärleitung aus dem Schaltschrank heraus und wird am Transformator an den Klemmen  $U_0$  und  $V_0$  angeschlossen. Je nachdem, ob die verwendete Netzspannung 380 oder 500 V beträgt, ist dabei die Lasche nach dem im Schaltbild rechts neben dem Transformator stehenden ausführlichen Schema umzulegen.

Sekundärseitig wird der Schweißstrom an den Klemmen V und  $U_0$  bzw. V und  $U_1$  abgenommen, je nachdem, ob mit 60 oder 50 V Leerlaufspannung geschweißt wird. Der Schweißstrom geht durch den Stromwandler Pos. 34 zum Schweißkopf Pos. 19. Der Stromwandler 34 liefert den Meßstrom für das Schweißstromampèremeter Pos. 20 im Steuerkasten.

2) Gleichstromkreis: Der Drehstrom für den Antriebsmotor des Gleichstromgenerators tritt bei den Klemmen 3, 4, 5 in den Schaltschrank ein und wird über die Sicherungen Pos. 4 und den Schalter Pos. 12 geleitet. Im selbsterrregten Generator Pos. 16 wird die Gleichspannung zum Antrieb der beiden Motore des Schweißkopfes Pos. 19 erzeugt. Die im Generator erzeugte Gleichspannung wird an den Klemmen 33, 34 aus dem Schaltschrank herausgeführt. Die Erregung des Generators wird über den Vorschaltwiderstand Pos. 10 geführt, der genau eingestellt ist und nicht verändert werden soll. Eine Abzweigung führt über einen Hilfskontakt des Rundnahtschützes Pos. 6, sodass bei Einschalten des Schützes an den Klemmen 10, 11 Gleichspannung liegt, an der eine elektromagnetische Kupplung des Rundnahtantriebes angeschlossen werden kann.

3) Antriebsmotore a) Kundnmotor. Der Motor für Kundnaht oder einen anderen Bewegungsantrieb ist ein Drehstrom-Stromdämpfungs-Läufer und zum direkten Einschalten geeignet. Der Drehstrom für seinen Antrieb wird an den Klemmen 3, 4, 5 abgenommen. Von dort geht er über die Sicherungen Pos. 3 zum Schütz Pos. 6, vor dem noch ein Motorschutz liegt. Von dort geht der Drehstrom über einen Umschalter zur Wahl der Drehrichtung Pos. 13 zur Steckdose Pos. 14, an der der Kundnmotor am Spindelcrank angeschlossen wird.

b) Drahtvorschubmotor. Der Drahtvorschubmotor ist ein fremderregter Gleichstrommotor mit konstantem Feld und veränderlicher Ankerspannung. Die Gleichspannung für den Drahtvorschubmotor geht von den Eintrittsklemmen 33, 34 in Steuerkasten zunächst zum Drehpotentiometer 29, mit dem die Ankerspannung und damit die Drahtgeschwindigkeit eingestellt wird. Mit diesem liegt in Reihe ein Widerstand 11 im Schaltcrank, der für das Drehpotentiometer einen geeigneten Bereich festlegt; d.h. es kann mit dem Potentiometer die Ankerspannung in den Grenzen zwischen 110 V und einer mit diesem Widerstand einstellbaren kleinsten Spannung geregelt werden. Vom Potentiometer führt die Gleichspannung über die Schalter 28 und 30, die den Motor ein- und ausschalten, 31, der auf Einzel- oder Doppelkopf schaltet und 32, der Draht aufwärts oder abwärts schaltet, zum Motor.

Steht 31 auf Doppelkopf, so wird 30 umgangen und der Drahtvorschub vom führenden Kopf aus mit ein- oder ausgeschaltet. Beim führenden Kopf dagegen bleibt Pos. 31 auf Einzelkopf geschaltet. Pos. 28 schaltet unabhängig von 31 den Drahtvorschub nur für den Motor dieses Kopfes ein. Daher wird 28 zum Einziehen des Drahtes und Aufsetzen auf die Zündpille benutzt, weil dies bei jedem Kopf einzeln geschehen muß.

c) Kopf-Fahrmotor. Der Kopf-Fahrmotor ist ebenfalls ein fremderregter Gleichstrommotor mit konstantem Feld und veränderlicher Ankerspannung. Die Gleichspannung für den Fahrmotor geht auch von den Klemmen 33, 34 in Steuerkasten aus. Die Ankerspannung des Motors und damit die Schweißgeschwindigkeit wird am Potentiometer Pos. 26 eingestellt, mit dem wieder wie bei b) ein Widerstand Pos. 11 in Reihe liegt, der für den Fahrmotor den gleichen Zweck erfüllt, wie dort für den Drahtvorschubmotor beschrieben wurde. Vom Potentiometer führt die Gleichspannung zum Schalter 24, der die Fahrt ein- und ausschaltet. Pos. 23 schaltet auf Längs- oder Rundnaht. Je nach Stellung dieses Schalters wird also durch 24 der Fahrmotor

oder der Rundnadmotor eingeschaltet, letzterer über das Schütz Pos. 6 im Schaltschrank. Pos. 25 schaltet auf Einzel- oder Doppelkopf. Auf Doppelkopf wird nur bei dem mitlaufenden Kopf geschaltet, dabei wird Pos. 24 umgangen und die Fahrt vom führenden Kopf aus mit ein- oder ausgeschaltet. Beim führenden Kopf dagegen bleibt Pos. 25 auf Einzelkopf geschaltet.

4) Schütze: Die Schaltschütze werden mit Netz-Wechselstrom geschaltet. (220 Volt)

a) Schweißstrom: Der Schweißstrom wird durch das Hauptschütz Pos. 8 geschaltet, dieses durch das Hilfsschütz Pos. 7 und dieses schließlich durch den Schalter Pos. 27 im Steuerkasten, für den der Strom zur Betätigung des Hauptschützes zu gross wäre.

In manchen Fällen ist es nötig, mit zwei parallel geschalteten Schweißtransformatoren zu arbeiten, wenn die Leistung eines Transformators für die beabsichtigte Schweißung nicht ausreicht. Durch Verbinden der Steckvorrichtung 15a mit einer ebensolchen einer zweiten E IV-Anlage ziehen bei Einschalten des Schützes Pos. 7 die Schweißschütze Pos. 8 beider Anlagen an, sodass die Transformatoren parallel arbeiten können.

b) Rundnadmotor: Der Drehstrom für den Rundnadmotor wird durch das Schütz Pos. 6 geschaltet, und zwar durch den Schalter Pos. 24 im Steuerkasten, wenn Pos. 23 auf Rundnadmotor geschaltet ist, wie unter 3c) beschrieben, und wenn der Schalter Pos. 13 im Schaltschrank eingeschaltet ist. Durch die Brücke Klemmen 26, 27 im Schaltschrank kann die Fahrt mit dem Einschalten des Schweißstromes gekuppelt werden.

5) Meßinstrumente: Der Schweißstrom wird am Amperemeter Pos. 20 im Steuerkasten gemessen. Den Meßstrom hierfür liefert der Stromwandler Pos. 34, der am Schweißtransformator angebracht ist und durch den der Schweißstrom hindurchfließt.

Die Schweißspannung wird am Voltmeter Pos. 21 im Steuerkasten gemessen. Die Spannung wird nicht unmittelbar am Lichtbogen abgegriffen, sondern zwischen Drahtvorschubrolle und Fahrwerk des Kopfes. Über die Drahtvorschubrolle ist eine leitende Verbindung mit dem Schweißdraht und über das Fahrwerk mit dem Werkstück gegeben.

Die Fahrgeschwindigkeit wird am Tachometer Pos. 22 im Steuerkasten gemessen und zwar durch die an Fahrmotor eingestellte Ankerspannung. Das Tachometer ist also eigentlich ein Voltmeter für die Ankerspannung.

oder der Rundnahmotor eingeschaltet, letzterer über das Schütz Pos. 6 im Schaltschrank. Pos. 25 schaltet auf Einzel- oder Doppelkopf. Auf Doppelkopf wird nur bei dem mitlaufenden Kopf geschaltet, dabei wird Pos. 24 umgangen und die Fahrt vom führenden Kopf aus mit ein- oder ausgeschaltet. Beim führenden Kopf dagegen bleibt Pos. 25 auf Einzelkopf geschaltet.

4) Schütze: Die Schaltschütze werden mit Netz-Wechselstrom geschaltet. (220 Volt)

a) Schweißstrom: Der Schweißstrom wird durch das Hauptschütz Pos. 8 geschaltet, dieses durch das Hilfeschütz Pos. 7 und dieses schließlich durch den Schalter Pos. 27 im Steuerkasten, für den der Strom zur Betätigung des Hauptschützes zu gross wäre.

In manchen Fällen ist es nötig, mit zwei parallel geschalteten Schweißtransformatoren zu arbeiten, wenn die Leistung eines Transformators für die beabsichtigte Schweißleistung nicht ausreicht. Durch Verbinden der Steckvorrichtung 15a mit einer ebensolchen einer zweiten E. IV-Anlage ziehen bei Einschalten des Schützes Pos. 7 die Schweißschütze Pos. 8 beider Anlagen an, sodass die Transformatoren parallel arbeiten können.

b) Rundnahmotor: Der Drehstrom für den Rundnahmotor wird durch das Schütz Pos. 6 geschaltet, und zwar durch den Schalter Pos. 24 im Steuerkasten, wenn Pos. 23 auf Rundnaht geschaltet ist, wie unter 3c) beschrieben, und wenn der Schalter Pos. 13 im Schaltschrank eingeschaltet ist. Durch die Brücke Klemmen 26, 27 im Schaltschrank kann die Fahrt mit dem Einschalten des Schweißstromes gekuppelt werden.

5) Meßinstrumente: Der Schweißstrom wird am Amperemeter Pos. 20 im Steuerkasten gemessen. Den Meßstrom hierfür liefert der Stromwandler Pos. 34, der am Schweißtransformator angebracht ist und durch den der Schweißstrom hindurchfließt.

Die Schweißspannung wird am Voltmeter Pos. 21 im Steuerkasten gemessen. Die Spannung wird nicht unmittelbar am Lichtbogen abgegriffen, sondern zwischen Drahtvorschubrolle und Fahrwerk des Kopfes. Über die Drahtvorschubrolle ist eine leitende Verbindung mit dem Schweißdraht und über das Fahrwerk mit dem Werkstück gegeben.

Die Fahrgeschwindigkeit wird am Tachometer Pos. 22 im Steuerkasten gemessen und zwar durch die an Fahrmotor eingestellte Ankerspannung. Das Tachometer ist also eigentlich ein Voltmeter für die Ankerspannung.

III / 4

0019

nung des Fahrmotors; danach wird dann auf die Fahrgeschwindigkeit  
des Kopfes, in cm/min gemessen.

IV) Das Aufstellen der Schweißanlage E IV

Wir bitten beim Auspacken der Anlage sorgfältig zu verfahren und darauf zu achten, dass keine Einzelteile im Packmaterial verloren gehen. Schweißkopf und Schaltschrank sind durch die fertiggeschaltete Steuerkabel verbunden. Es ist nicht empfehlenswert, diese Verbindungen zu lösen, da beim Wiederanklemmen leicht Irrtümer vorkommen, die zum Versagen des Gerätes führen.

1. Schaltschrank. Der Transformator hat ein verlängertes Fahrgestell, auf dem mit Hilfe der beige packten Schrauben mit Muttern M 12 der Schaltschrank aufgesetzt wird, wie Bild 1 zeigt. Die kurzen Anschlusskabel, die aus dem oberen Teil der Rückwand des Schaltschranks austreten, werden durch den Trichter und die Stopfbüchse in den Anschlusskasten des Transformators geführt. Hierzu ist es notwendig, einige der inneren Gummiländer der Stopfbüchse herauszunehmen. Der Anschluß erfolgt entsprechend dem auf unserem Schaltbild S 090a auf der rechten Seite bezeichneten Schema. Es ist genau zu beachten, ob das vorhandene Netz 380 oder 500 Volt hat. Die Lasche im Transformatoranschlusskasten ist dann entsprechend anzubringen. Ebenso achte man darauf, dass die auf dem Drehstrommotor des Umformers stehende Spannung mit der Netzspannung übereinstimmt, und dass der vor den Sicherungen des Drehstrommotors liegende Motorschutz auf den Nennstrom des Drehstrommotors eingestellt ist. Das richtige Anschalten des Schrankes an das Netz ist für die vorkommenden Spannungen auf der linken Seite des Schaltbildes vermerkt. Man beachte, dass die nötigen Brücken an den Anschlussklemmen genau entsprechend dem Schaltbild liegen. Ebenso dürfen keine Brücken bleiben, die nicht bei der vorhandenen Spannung im Schaltbild angegeben sind.

Bei Drehstromnetzen 380 V ohne 0-Leiter und bei 500 V Netzspannung ist es nötig, für die Betätigung der Schütze 220 V Wechselstrom aus dem Lichtnetz in den Schrank einzuführen. Die hierfür nötige Leistung ist sehr gering. Der Drehstrom muß so gepolt werden, dass der Umformer die richtige Laufrichtung hat. Soll die Anlage an verschiedenen Stellen wahlweise benutzt werden, so ist es empfehlenswert, die hierfür benutzten Steckdosen alle mit gleicher Phasenfolge zu montieren. Dies ist unbedingt dann notwendig, wenn zwei Anlagen E IV als Doppelkopf laufen sollen. Die Phasenangaben auf dem Ende des Drehstromkabels sind genau zu beachten.

2. Stromwandler. Das von links auf einem Brett montierte Stromwandlergerat ist auf der Unterspannungsseite des Schweitransformators L. 20 zu montieren wie Bild 6a zeigt. Die am Transformator angeschraubte Holzleiste mit den Durchfuhrungslochern fur die Schweißkabel wird entfernt und statt dessen das Grund Brett des Stromwandlergerates angeschraubt. Die Transformatoren werden in zwei Ausfuhungen geliefert, entweder mit 2 oder 3 Sekundarklemmen. Bei der Ausfuhung mit 3 Sekundarklemmen wird die durch den Stromwandler fuhrende oben abgewinkelte Kupferschiene an die mittlere Klemme angeschraubt. Mit Hilfe der Gegenmutter kann jede Verspannung vermieden werden. Die mitgelieferte gerade Pappierflasche dient zum Anschluß der Schweißkabel und zwar an den beiden aueren Klemmen, je nach Wahl fur 50 bzw. 60 V Leerlaufspannung.

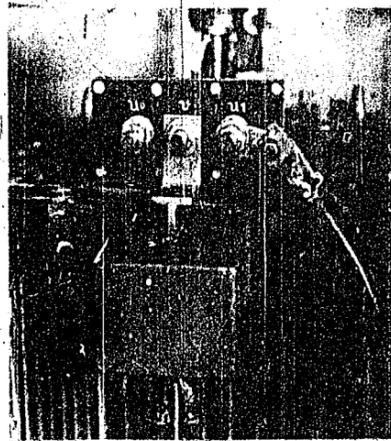


Bild 6a.  
Anbringer des Stromwandlers  
bei 3 Sekundarklemmen.

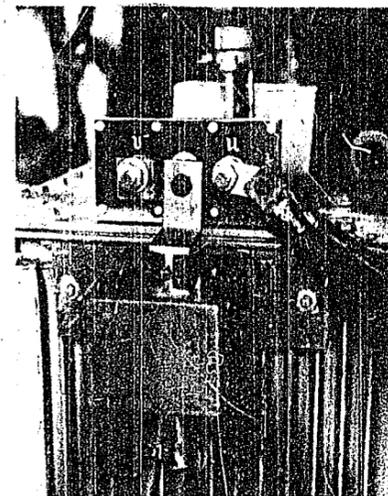


Bild 6b.  
Anbringer des Stromwandlers  
bei 2 Sekundarklemmen.

Bild 6a und 6b zeigen das Anbringen des Stromwandlers bei 3 bzw. 2 Sekundarklemmen.

Bei Transformatoren mit nur zwei Sekundarklemmen wird unter Benutzung der beigegebenen gekraftigten Pappierflasche die Stromschiene des Wandlers an eine der beiden Klemmen angeschlossen. An unteren Ende der durch den Wandler gehenden Stromschiene werden die Massekabel so ange-

schlossen, dass auf jeder Seite der Kupferschiene ein Kabelschuh liegt.

Auf saubere Kontakte und gutes Anziehen aller Schrauben ist unbedingt zu achten, da sonst Übergangswiderstände entstehen. Jeder mit einem Übergangswiderstand verbundene Spannungsabfall führt aber zu falschen Arbeitsdaten.

Die Schweißkabel werden entsprechend Bild 7 am Schweißkopf befestigt. Die mit Kabelschuh versehenen Enden werden ebenso wie die Massekabel am Transformator befestigt. Hierzu ist die gerade Kupferlasche zu

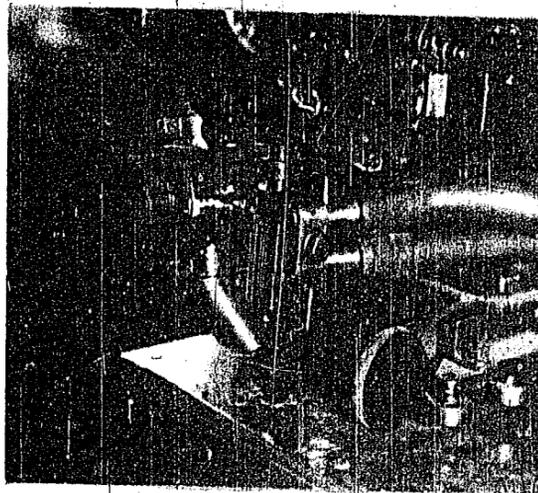


Bild 7. Befestigung der Schweißkabel am Schweißkopf

benutzen. Man achte darauf, dass diese Lasche so steht, dass sie nicht mit der Masseleitung oder dem Gehäuse des Stromwandlers Kurzschluß macht.

Vor Inbetriebsetzung des Schweißkopfes überzeugt man sich, dass das Schweißdrahtgetriebe bis zur Mitte des Ölstandauges mit normalem Maschinenöl gefüllt ist. Das Fahrgetriebe ist mit Fett gefüllt. Es empfiehlt sich von Zeit zu Zeit das Öl aus dem Drahtgetriebe abzulassen, zu reinigen und unter Ergänzung des verbrauchten

Anteiles neu einzufüllen. Ein Arbeiten ohne genügend Ölfüllung führt innerhalb weniger Stunden zur Zerstörung des Getriebes. Besonders ist darauf zu achten, ob etwa durch Undichtheiten Öl verloren geht. Die Undichtheiten müssen sofort beseitigt werden, damit der Ölstand erhalten bleibt. Das Abdichten des Getriebes, insbesondere der Aus- und Einlauf der Hutmanschetten, die zur Dichtung der aus dem Getriebe austretenden Achsen der Drahtvortriebsrollen dienen, darf nur unter Beachten der für die Benutzung dieser Dichtungen vorgeschriebener Regeln erfolgen. Es empfiehlt sich, solche Reparaturen nur in einer dafür geeigneten Werkstatt durchzuführen.

V) Nahtwahl und Nahtvorbereitung

1. Berechnung der Schweißgeschwindigkeit. Wie eingangs erwähnt, ist die höchstzulässige Stromstärke bei einer 30%igen Einschaltdauer 850 A, bedingt durch die Leistung des Trafos LR 20 und durch die Ausführung des Schweißkopfes selbst. Das besagt, dass die größte schweißbare Blechdicke 15 mm betragen dürfte, wenn nach unseren Schweißdaten und den in unseren Lehrblättern angegebenen Nahtvorbereitungen geschweißt würde.

850 A werden nämlich benötigt für die Verschweißung von 10 mm dicken Blechen in V-Naht nach Lehrblatt 1 oder für 13 mm in X-Naht nach Lehrblatt 2 bzw. für 14 mm in Handelliranaht nach Lehrblatt 7. In I-Naht lassen sich Bleche bis 15 mm nach Blatt 8 und in Y-Naht bis 14 mm nach Blatt 9 mit 850 A elliraschweißen.

Nun kann aber durch Herabsetzung der Schweißgeschwindigkeit eine ähnliche Wirkung erzielt werden, wie durch Erhöhung der Stromstärke. Allerdings nur in gewissen Grenzen. Das besagt, dass mit 850 A auch dickere Bleche verschweißt werden können, als den Lehrblättern entspricht. Die Berechnung der geänderten Schweißdaten geschieht wie folgt:

Bei 900 A z.B. hat der Schweißdraht von 5 mm  $\varnothing$  laut Lehrblatt 12/1 einen Vorschub von 120 cm/min. Die Schweißzeit für 1 m V-Naht, 12 mm Blechdicke, ist 2,18 Minuten, da die Schweißgeschwindigkeit nach Blatt 1 46 cm/min beträgt. Bei 850 A ist der Drahtvorschub nur 112 cm/min, also um 8 cm/min geringer. Um die Schweißfuge zu füllen, muß man demnach um die Zeit, die für das Abschmelzen dieser Strecke erforderlich ist, den m Naht langsamer fahren. Das ist  $2,18 \times 0,08 \cdot 112 = 0,156$  min. Die Schweißgeschwindigkeit beträgt also statt 2,18 min/m nunmehr 2,336 min/m d.i. 43 cm/min. Rascher und für die Praxis mit genügender Genauigkeit wird die verminderte Schweißgeschwindigkeit aus dem Verhältnis der Drahtgeschwindigkeit ermittelt. Dieses beträgt  $112 : 120 = 0,933$ . Im selben Verhältnis stehen die Schweißgeschwindigkeiten zueinander, also  $x : 46 = 0,933$  und damit  $x = 46 \times 0,933 = 43$  cm/min.

In Ergänzung zu unseren Lehrblättern haben wir für den E IV-Schweißkopf Tabellen ausgearbeitet, bei denen die Höchststromstärke auf 850 A begrenzt ist und in denen die abgeänderten Schweißdaten für größere Blechdicken als 10 bzw. 15 mm angegeben sind. Aus diesen Tabellen, sowie aus unseren Lehrblättern können dann sämtliche

Angaben entnommen werden, die für Blechdicken bis 25 mm benötigt werden.

Aus diesen Tafeln ist ersichtlich, dass eine Erniedrigung der Schweißgeschwindigkeit bei den dickeren Blechen allein nicht ausreicht, sondern mit einer Vergrößerung des Fugenwinkels verbunden sein muß. Dieser Fugenvergrößerung entspricht zusätzlich noch eine Verminderung der Schweißgeschwindigkeit nach Lehrblatt 11 und eine Erniedrigung der Schweißspannung, da diese unter anderem auch auf die Einbrandtiefe und die Raupenbreite einen Einfluss hat. (s. Lehrblatt 16).

Soll z.B. eine Handelliranaht bei einer Blechdicke von 20 mm geschweißt werden, so ist die Stromstärke nach Lehrblatt 7 mit 1070 A und der Öffnungswinkel mit  $55^\circ$  vorgeschrieben. Es ist nun anzunehmen, dass dieser nicht ausreicht, denn es müssen 220 A, d.h. die Differenz von 1070 auf 850 A ersetzt werden. Wir nehmen den Winkel mit  $65^\circ$  an, öffnen die Fuge also um  $10^\circ$ . Die Schweißgeschwindigkeit verringert sich nach obigem um das Verhältnis der zugehörigen Drahtgeschwindigkeiten, also um  $112 : 157$  und zusätzlich um die Fugenvergrößerung von  $10^\circ$ , d.h. 20%. Die Geschwindigkeit ist somit  $112 : 157 \times 35 \times 0,8 = 20$  cm/min. Außerdem wird die Schweißspannung reduziert und zwar um je 1 Volt für je 5 cm/min reduzierte Schweißgeschwindigkeit. Bei diesem Beispiel sind es  $35 - 20 = 15$  cm/min, also um  $15 : 5 = 3$  Volt. Die geänderten Schweißdaten sind damit 850 A, 36 V, 20 cm/min, Öffnungswinkel  $65^\circ$ .

2. Nahtform. Die Auswahl der Nahtform ist abgesehen von der durch die Konstruktion gegebenen Form hauptsächlich abhängig von den dem Betrieb zur Verfügung stehenden Vorrichtungen insbesondere Spannvorrichtungen. So ist z.B. das Schweißen in V-Naht nur dann möglich, wenn die zu verschweißenden Bleche gut an die Kupferunterlage angepresst werden können. Für die Röhrenherstellung werden hierzu besondere Spannpressen benötigt.

Wir sind gerne bereit, Sie bei der Konstruktion und Herstellung von Vorrichtungen für die Elliraschweißung zu beraten. Wir verweisen in diesem Zusammenhang auf unseren Universaldrehtisch, den wir im Herbst 1946 unseren Lizenznehmern anbieten werden, sowie auf unsere schwere Drehvorrichtung für Behälter bis zu 100 Tonnen Gewicht (übertragbares Drehmoment bis 700 kgm).

3. Nahtvorbereitung. Bei der Nahtvorbereitung ist auf die Bemerkungen zu achten, die bei jeder Nahtform in unseren Lehrblättern angegeben

sind. Die Schweißkanten können durch alle Arten, die für die Handschweißung üblich sind, also auch durch Brennschnitt hergestellt werden. Allerdings müssen die Schneidmaschinen in Ordnung sein und dürfen keine säbelförmigen Schnitte ergeben, da an die Einhaltung des Spaltes zwischen den Blechen größere Anforderungen gestellt werden, als es für die Handschweißung nötig ist.

Das Auskreuzen von Fehlstellen oder die Entfernung der Wurzel für eine Kappnaht bei dynamisch beanspruchten Nähten kann durch Fugenhobeln geschehen.

4. Toleranzen Als Toleranzen für die in den Tabellen angegebenen Daten gelten allgemein folgende Werte:

Spalt zwischen den Blechen (außer Handellira- und Dreiblech-Nähte) 0 - 0,7 mm

Öffnungswinkel  $\pm 2^\circ$

Nase n  $\pm 1,0$  mm

Abschrägungshöhen  $\pm 2,0$  mm

Stromstärke  $\pm 3\%$

Schweißspannung  $\pm 1,5$  Volt

Netzspannung während des Schweißens  $\pm 3\%$

Schweißgeschwindigkeit  $\pm 5\%$

VI) Drahtwahl und Schweißpulver

1. Drahtdurchmesser. Der Drahtdurchmesser ist hauptsächlich von der Schweißstromstärke abhängig und ist für jede Nahtform und Blechstärke in den einzelnen Lehrblätter bzw. Tabellen angegeben. Der Verwendungsbereich einzelner Durchmesser überschneidet sich in so weiten Grenzen, dass bei Mangel einer gewissen Abmessung der nächst größere oder kleinere Durchmesser genommen werden kann. So können z.B. mit 1000 A Drähte in 5, 6 und 7 mm Durchmesser verschweißt werden.

Die Stromdichte soll im allgemeinen nicht unter 25 und nicht über 50 A/mm<sup>2</sup> sein, bei Drähten unter 5 mm Durchmesser kann diese bis 65 A/mm<sup>2</sup> betragen. Die Drahtgeschwindigkeit, die ebenfalls eine Funktion der Stromstärke ist, soll den Wert von 50 cm/min nicht unter- und 160 cm/min nicht überschreiten. Günstig ist es an der unteren Grenze zu bleiben.

Über die allgemeinen Einflüsse des Drahtdurchmessers auf die Schweißnaht siehe unser Lehrblatt 16.

Der Ringdurchmesser der Drahtbunde Größe C muß folgende Abmessungen haben: Kleinster Innendurchmesser 220 mm, größter Außendurchmesser 320 mm, größte Ringbreite 50 mm, größtes Ringgewicht 12 kg. Die unten erwähnten Drahthersteller liefern Ellira-Drähte in diesen Abmessungen.

2. Drahtsorte. Die Drahtsorte ist abhängig von dem zu verschweißenden Grundwerkstoff und von den mechanischen Gütewerten, die an die Schweißnaht gestellt werden.

Für Verbindungsschweißungen an allen Faustählen, einschließlich St 52, sowie an Kesselblechen M I und M II ist ein Draht mit

0,15-0,20 C, 1,0-1,4 Mn, < 0,3 Si, < 0,03 P, < 0,03 S %  
ausreichend. Für Kesselbleche M III und M IV eine Qualität mit  
0,12-0,15 C, 1,6-1,9 Mn, < 0,3 Si, < 0,03 P, < 0,03 S %

Für Auftragsschweißungen und Verbindungsschweißungen an legierten Werkstoffen sind Sonderdrähte erforderlich, deren Zusammensetzung wir Ihnen im Bedarfsfalle angeben. Als elliraschweißbar haben sich zumindest alle Werkstoffe gezeigt, die mit Präsmantelektroden von Hand schweißbar sind.

Für das Elliraverfahren stellen die Firmen: Union, Rheinisch-Westfälisches Drahtkontor, Hamm; Edelstahlwerke Gebr. Böhler, Düsseldorf; Fließ, Duisburg, Drähte in den benötigten Durchmessern und Qualitäten her. Die Drähte müssen an der Oberfläche verkupfert, dürfen nicht

verrostet und frei von Ziehschmiere und sonstigem Fett sein. Im übrigen müssen sie den technischen Lieferbedingungen für Schweißdraht nach DIN 1913 entsprechen.

3. Pulverkörnung. Siehe unser Lehrblatt 6/1 und 6/2.

4. Pulversorte. Das derzeit von uns vertriebene Schweißpulver hat die Bezeichnung Allira Rot. Es ist geeignet für alle unlegierten und niedrig legierten Stahlsorten in SM- und TH-Qualitäten, also für alle Faustähle und Kesselbleche. Für hochlegierte und Sonderstähle müssen bei der Zusammensetzung des Pulvers und Drahtes die Abbrandverhältnisse berücksichtigt werden, die andere als bei der Handlichtbogenschweißung sind. Diesbezügliche Wünsche wollen Sie unmittelbar an uns richten.

VII) Handhabung der Schweißanlage E IV

1. Transformator. Die E IV-Anlage ist mit einem Transformator der Firma SSW, Type LR 20, in Spezialausführung ausgerüstet. Der Transformator ist ein ölgekühlter Schweißtransformator von 24 KVA Dauerleistung. Bei verschiedener Einschaltdauer können ihm die in der folgenden kleinen Tabelle aufgeführten Ströme entnommen werden.

Einschaltdauer %	30	50	70	100
Stromstärke A	850	750	500	450

Für unsere Schweißanlage E IV werden die Transformatoren mit zwei Anzapfungen für zwei verschiedene sek. Leerlaufspannungen und zwar 60 und 50 Volt gebaut. Welche der beiden Spannungen im Einzelfall anzuwenden ist, ergibt sich aus Abschnitt VIII dieser Beschreibung.

Die Schweißstromstärke wird an dem auf dem Transformator aufgebauten Handrad eingestellt, das den Kern einer Drossel verschiebt. Am Handrad befindet sich eine Skala, an der diejenige Stromstärke eingestellt wird, die aus Tab. EIV/1.2 je nach Schweißspannung und Leerlaufspannung ermittelt ist. Das Arbeiten mit der Tabelle ist in Kap. VIII ausführlich beschrieben.

Der Transformator ist für zwei Primärspannungen und zwar 380 und 500 Volt eingerichtet. Die nötigen Umschaltungen sind entsprechend dem Schaltbild vorzunehmen. Es handelt sich hierbei jedoch um eine einmalige Einstellung bei Inbetriebsetzung der Anlage.

Es ist zu beachten, dass das Entlüftungsventil auf der Oberplatte des Transformators richtig arbeiten kann. Beim Versand ist zur Vermeidung von Ölverlusten das Ventil entweder fest geschlossen, oder durch einen Verschlussstopfen ersetzt. Es muß vor Inbetriebnahme der Anlage auf richtige Funktion geprüft bzw. erst eingeschraubt werden.

Der Transformator ruht auf einem dreirädrigen Fahrgestell. Dieses Fahrgestell dient zum Bewegen der gesamten Schweißanlage innerhalb der Werkstatt. Soll die Schweißanlage häufig über größere Strecken zwischen den Werkstätten, insbesondere auch über unebene Wege im Freien gefahren werden, so empfehlen wir, die gesamte Schweißanlage

auf ein etwas größeres, vom Lenitzer selbst gebautes, Fahrgestell zu montieren, da die kleinen Räder für solche Zwecke nicht vorgesehen sind.

2. Schaltschrank. Auf dem verlängerten Fahrgestell des Transformators ist der Schaltschrank und der Umformer aufgebaut. Der Schaltschrank enthält alle zum Betrieb der Anlage nötigen Schaltgeräte, soweit sie nicht im Steuerkasten untergebracht sind. In ihn sind die vom Werknetz kommenden Leitungen eingeführt. Hierbei ist zwischen der einphasigen Zuleitung des Schweißtransformators und der dreiphasigen Zuleitung zum Betrieb des Umformers evtl. auch einer Rundstromvorrichtung zu unterscheiden. Die einphasige Zuführung zu den Sicherungen des Schweißtransformators ist mit  $35 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$ , oder  $50 \text{ mm}^2 \text{ Alu}$  vorzusehen. Für den Betrieb des Umformers und der Rundstromvorrichtung ist ein 4poliges Kabel von 6 m Länge am Schaltschrank angebracht. Sein Anschluß wird zweckmäßig mit dem im Werk üblichen Drehstromstecker versehen, sodass überall im Werk der Anschluß rasch vorgenommen werden kann. Hierbei ist auf die gleiche Phasenfolge zu achten. Bei Netznetzen von 500 oder 380 Volt ohne Nulleiter muß zur Betätigung der Schütze noch eine 2polige Zuleitung 220 Volt Wechselstrom vom Lichtnetz zusätzlich gemacht werden. Über die dabei nötige Schaltung gibt das Schaltbild genaue Aufschluß. Es ist zu beachten, dass die Spannung des in den Schaltschrank eingeführten Drehstromes mit der auf dem Motor des Umformers angegebenen Spannung übereinstimmt. Die Anlage wird für die richtige Spannung geliefert. Es kann jedoch vorkommen, dass in einzelnen Teilen des Werkes andere Spannungen installiert sind.

Sämtliche eingeführten Netzspannungen sind im Schaltschrank abgesichert. Über die Größe der zu verwendenden Sicherungen gibt das Schaltbild genaue Aufschluß. Es dürfen keine anderen Sicherungen als dort angegeben, verwendet werden.

Die vordere Seite des Schaltschranks zeigt 3 Schaltgriffe, deren Bedeutung ebenfalls aus dem Schaltbild hervorgeht. Der mittlere Griff, Pos. 12, dient zur Ein- und Ausschaltung des unter dem Schaltschrank montierten Umformers. Der rechte Griff, Pos. 9, schaltet die Steuerspannung von 220 Volt. Der linke Schalter, Pos. 13, ist ein Polwender mit Null-Stellung und erlaubt dem Drehstrom-Motor einer evtl. Rundstromvorrichtung in seiner Drehrichtung zu wenden, bzw. ganz abzuschalten. Die eigentliche Einschaltung dieses Dreh-

stromes, für den auf der Unterseite des Schaltschranks eine gußgekapselte Steckvorrichtung, Pos. 14, vorgesehen ist, erfolgt bei Beginn der Schweißung vom Steuerkasten aus. Rechts neben den 3 Schaltgriffen ist eine mehrpolige Steckvorrichtung, Pos. 15, angebracht. Bei Zusammenstellung zweier Schweißanlagen E IV als Doppelkopf werden beide Anlagen durch eine 6polige Verbindungssohnur mittels dieser Steckvorrichtung verbunden. Bei Schweißung mit einem einzelnen Kopf bleibt die Steckvorrichtung leer. Unterhalb dieser Steckvorrichtung ist auf der Unterseite des Schaltschranks eine weitere Steckvorrichtung vorgesehen, die im Schaltbild die Pos. 15a trägt. Wie in III) beschrieben, wird diese Steckvorrichtung mit der gleichen eines zweiten Schaltschranks verbunden, wenn mit 2 parallel geschalteten Schweißtransformatoren gearbeitet wird. Durch die eben beschriebene Verbindung werden dann die Schweißstromschütze beider Transformatoren zugleich geschaltet.

Die im Schaltschrank eingebauten Schütze sind wie üblich sauber zu halten und zu pflegen. Es empfiehlt sich, den Schrank stets geschlossen zu halten, da in ihm spannungsführende Teile liegen. Für den Schweißer genügen zur Bedienung die 3 oben erwähnten, auf der Vorderseite des Schrankes angebrachten, Schaltgriffe. Eingriffe innerhalb des Schrankes, z.B. Ersatz durchgebrannter Sicherungen, sollen nur vom Elektriker vorgenommen werden, der hierbei gleichzeitig die Ursache des Ausfalls der Sicherungen feststellen und beheben muß.

Zum Betrieb der Motore des Schweißkopfes ist eine Gleichspannung von 110 Volt nötig. Zur Erzeugung dieser Gleichspannung dient der unterhalb des Schrankes montierte Umformer, bestehend aus Drehstrommotor und Gleichstromgenerator. Der Umformer ist, wie bei solchen Maschinen üblich, zu pflegen. Da nur Kugellager verwendet sind, ist eine Schmierung nur in sehr großen Abständen nötig.

3. Schweißkopf. a) Mechanische Einrichtungen. Grundsätzlich ist zu beachten, dass der Schweißkopf E IV eine hochwertige Werkzeugmaschine ist. Alles gewalttätige Hartieren kann nur zur Zerstörung führen. Soweit betriebsmäßig Schrauben zu lösen und anzuziehen sind, muß das mit dem nötigen Gefühl geschehen.

Der Schweißkopf ist für die Aufnahme von Drahtenden der Größe C bestimmt. Die maximal verarbeitbare Drahtdicke ist 5 mm. Dieser Drahtdurchmesser reicht in allen Fällen für die mit der Anlage höchstens erreichbare Stromstärke von 900 Amp. aus. Die Verwendung dickerer Drähte überlastet den Motor und führt zum Bruch des Getrie-

bes. Zur Einlegen des Drahtbundes in die Trommel wird diese aus dem Kopf herausgenommen und durch Abschrauben der mit Griffen versehenen Mutter geöffnet. Die Drahttrommel muß sich ohne Zwang wieder schließen lassen. Die Drahtbünde sollen das Gewicht von 12 kg nicht überschreiten. Das Ende des Schweißdrahtes ist vor der Einführung in das Richt- und Vortriebswerk sorgfältig abzugraten, da sonst die Kupferdüsen in kurzer Zeit zerstört werden. Zur Einführen wird der Draht zwischen die beiden obersten Rollen gedrückt und das Schweißkopfgetriebe durch den hierfür bestimmten Schalter am Steuerkasten ange lassen. Evtl. ist es nötig, durch Einführung eines Feiles das Greifen der oberen Vortriebsrollen herbeizuführen. Die Richtrolle (mittlere Gegendruckrolle) ist durch Drehung der Knebelschraube nur so weit vorzustellen, dass der Draht gerade gerichtet wird. Ein stärkeres Durchliegen des Drahtes belastet das Getriebe unnötig, ohne zu dem gewünschten Erfolg zu führen. Bei Drahten unterhalb 4 mm Dicke ist es empfehlenswert, nur die beiden unteren Schrauben der Drahtdüsen mit Spiralfedern zu versehen. Die oberen Schrauben werden ohne diese Federn eingeschraubt. Es ist streng darauf zu achten, dass jeweils die für den benutzten Drahtdurchmesser bestimmte Düse genommen wird. Ebenso müssen alle 4 Schrauben fest angezogen werden. Für den Sitz der Drahtdüsen auf dem Düsenhalter gilt ebenso wie weiter oben schon erwähnt, dass schlecht angezogene und verschmutzte Kontakte zu Übergangswiderständen, Spannungsabfällen und unzulässigen Erwärmungen führen. Über die Auswirkungen dieses Fehlers wird weiter unten noch gesprochen.

Das Fahrwerk hat zwei Übersetzungen, die durch Drehen eines Verstellgriffes Bild 8/12 wahlweise benutzt werden können. Zur Bedienung ist der Verstellgriff aus der Kasten herauszuziehen. Die eingestellte Übersetzung ist an den eingeschlagenen Ziffern 0,1 oder 2 zu erkennen. Die Stellung 0 ist Leerlauf. Der Schweißkopf kann in dieser Stellung bequem von Hand verschoben werden.

In manchen Stellen ist es wünschenswert, den Schweißkopf von Hand um kleine Beträge vorwärts- und rückwärts verschieben zu können. Hierzu dient die Kupplung 11. Durch Herausdrehen der kleinen Rändelschraube bis zum Anschlag wird der Motor vom Getriebe abgekuppelt. Beim Drehen der großen Rändelschraube geht der Kopf je nach Drehrichtung nach vorwärts oder rückwärts. Beim Wiedereinschrauben der Kupplung ist mit Gefühl vorzugehen, damit der Kupplungs-

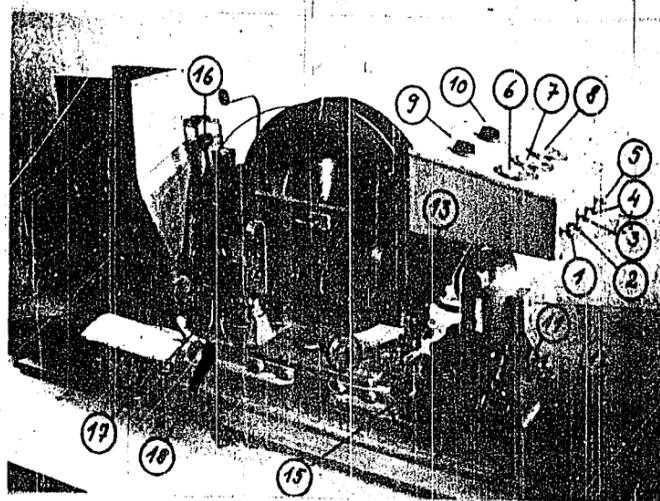


Bild 8. Der Schweißkopf in der Einbaustellung

Keil richtig in die Nuten eingreift. Das als Tachometer benutzte Instrument ist entsprechend den beiden Übersetzungsstufen mit 2 Skalen versehen, die untere Skala gilt für die kleinere Geschwindigkeit.

Die Höhenverstellung des Schweißkopfes erfolgt durch Drehen des Kordelgriffes 16 Bild 8. Zur Seitenverstellung dient der Kordelgriff 15 Bild 8. Zur Einstellung des Drahtes auf Mitte Schweißnaht kann der Kopf durch Drehung dieses Kordelgriffes um  $\pm 25$  mm seitlich verstellt werden. Genügt diese Verstellung nicht, so wird nach Lösen der Mutter 14 das ganze Oberteil des Kopfes entsprechend geschwenkt. Diese Schwenkung kann bis zu  $90^\circ$  erfolgen, sodass die Schweißnaht neben der Fahrtbahn liegt. Da das untere Ende des Schweißdrahtes während des Schweißvorganges bedeckt und daher unsichtbar ist, wird die Querverstellung nach Zeiger vorgenommen. Hierzu ist es nötig, dass der Zeiger vor Beginn der Schweißung genau auf Mitte Naht eingestellt wird. Sein Ende soll so hoch über der Plechoterkante liegen, dass er an Haftstellen und sonstigen kleinen Hindernissen nicht hängen bleibt.

Durch Kippen kann der Schweißkopf in Kehlnahtstellung, Abb. 4,

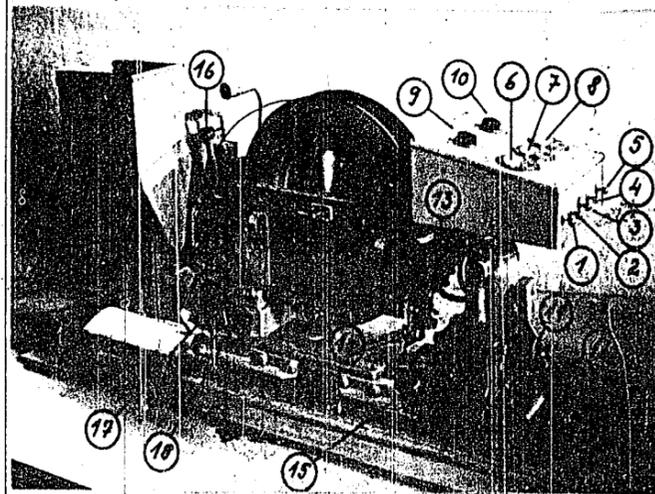


Bild 8. Der Schweißkopf 314 in der Ausstellung

keil richtig in die Ruten eingreift. Das als Tachometer benutzte Instrument ist entsprechend den beiden Übersetzungsstufen mit 2 Skalen versehen, die untere Skala gilt für die kleinere Geschwindigkeit.

Die Höhenverstellung des Schweißkopfes erfolgt durch Drehen des Kordelgriffes 16 Bild 8. Zur Seitenverstellung dient der Kordelgriff 15 Bild 8. Zur Einstellung des Drahtes auf Mitte Schweißnaht kann der Kopf durch Drehung dieses Kordelgriffes um  $\pm 25$  mm seitlich verstellt werden. Genügt diese Verstellung nicht, so wird nach Lösen der Mutter 14 das ganze Oberteil des Kopfes entsprechend geschwenkt. Diese Schwenkung kann bis zu  $90^\circ$  erfolgen, sodass die Schweißnaht neben der Fahrbahn liegt. Da das untere Ende des Schweißdrahtes während des Schweißvorganges bedeckt und daher unsichtbar ist, wird die Querverstellung nach Zeiger vorgenommen. Hierzu ist es nötig, dass der Zeiger vor Beginn der Schweißung genau auf Mitte Naht eingestellt wird. Sein Ende soll so hoch über der Flachoberkante liegen, dass er an Heftstellen und sonstigen kleinen Hindernissen nicht hängen bleibt.

Durch Kippen kann der Schweißkopf in Kehlnahtstellung, Abb. 4,

gebracht werden. Hierzu wird die Mutter 13 unterhalb des Steuerkastens gelöst, und nach Fippen des Kopfes wieder angezogen. Die genaue Einstellung des Kopfes für die gewünschte Fahrt erfolgt wie oben beschrieben.

Der Pulvertrichter besteht aus einem fest am Kopf angebrachten Untertrichter mit Pulverventil, Sperrventil und Düse und aus einem Aufsatztrichter. Der Aufsatztrichter, an dem der Kopf in gerader oder gekippter Stellung in verschiedenen Stellungen aufgesetzt werden kann. Das zwischen Untertrichter und Aufsatztrichter eingelegte Sieb muß unter allen Umständen durchfallen, da sonst das Pulverventil nach kurzer Zeit durch das durch den Aufsatztrichter vorhandene grobe Schlackenmaterial verstopft wird. Das Sieb kann zur Reinigung leicht herausgenommen werden.

Der Fahrmotor und der Drahtvorschubmotor sind fremderregte Motoren. Ihre leichte Erwärmung, auch im Stillstand, wird durch die Erregerleistung verursacht und ist unbedenklich.

b) Elektrische Einrichtungen des Steuerkastens. Die Steuerung des Schweißvorganges geschieht vom Steuerkasten aus, der Bild 8 zeigt. Auf der Oberseite des Steuerkastens sind 2 Drehknöpfe und 3 Instrumente angebracht. Am linken Drehknopf 9 wird die Drahtgeschwindigkeit, am rechten 10 die Fahrgeschwindigkeit eingestellt. Für die Fahrgeschwindigkeit sind 2 Skalen übereinander angeordnet, entsprechend den 2 Gängen des Fahrgetriebes. Die darunter befindlichen Instrumente zeigen 6 die Stromstärke, 7 die Spannung und 8 die Fahrgeschwindigkeit, letztere wiederum mit 2 Skalen an.

An der Stirnseite befinden sich 5 Schalter, Bild 9, 1 bis 5. Links der erste Schalter schaltet über das Schütz im Schaltschrank den Schweißstrom ein und aus. Der zweite schaltet den Drahtvorschub ein, am dritten wird Auf- oder Abwärtsbewegung des Drahtes gewählt, der vierte dient zum kurzen Einschalten des Drahtvorschubes für das Einstellen auf die Zündpille vor Beginn der Schweißung und der fünfte schaltet die Fahrbewegung des Schweißkopfes ein.

An der Unterseite des Steuerkastens sind 3 Schalter angebracht. Links der erste Schalter schaltet den Drahtvorschub auf Einzel- oder Doppelkopf. Dieser Schalter steht für gewöhnlich auf Einzelkopf und nur dann auf Doppelkopf, wenn der Kopf mit einem anderen zusammen als Doppelkopf gefahren wird und von dem anderen aus mitgesteuert wird. Das Gleiche gilt für den dritten Schalter in Bezug auf die

Fahrbewegung. Der mittlere Schalter wird bei Benutzung eines Rundnahtantriebes auf Rundnaht gestellt, sonst steht er auf Längsnaht.

#### 4. Sicherheitsvorschriften

Das Hantieren im Schaltschrank und Steuerkasten hat nur bei abgeschalteter Anlage durch Elektriker an Hand des Schaltbildes zu erfolgen.

Bei eingeschaltetem Schweißtrafo-Schutz ist besonders auf die Primärklemmen zu achten. Eleibt das Trafo-Schutz hängen und ist nicht ausschaltbar, so läßt man den Lichtbogen abreißen. Bei festgeklebtem Draht ist die Drahtzufuhr abzuschalten, worauf der Draht nach kurzer Zeit von selbst abbrennt. Man hat jetzt Zeit, die Anlage beim Hauptschalter oder durch Herausziehen des Anschluß-Steckers stromlos zu machen.

Besondere Vorsicht ist beim Stromwandler zu gebrauchen, da bei Nichtbelastung des Stromwandlers, solange Schweißstrom fließt, Hochspannung entsteht. Diese Spannung ist lebensgefährlich und führt außerdem nach kurzer Zeit zur Beschädigung des Stromwandlers. Bei Beschädigung des Amperemeters oder bei sonstiger Unterbrechung im Stromwandler-Ampèremeterstromkreis ist sofort auszuschalten. Nach Kurzschließen des Stromwandlers kann aber ohne Gefahr weitergearbeitet werden. Das Kurzschließen schadet dem Stromwandler nicht.

Da am Schweißkopf viele Teile Schweißspannung haben, achte man darauf, diese spannungsführenden Teile bei eingeschaltetem Schweißtrafo nicht

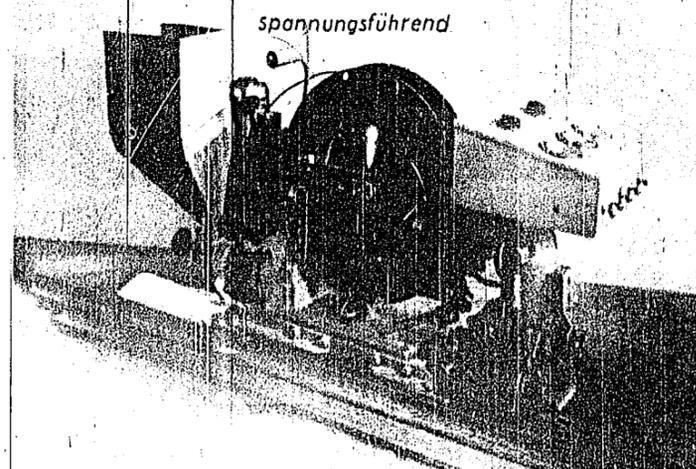


Bild Pa. 01 spannungsführenden Teile des Schweißkopfes E IV

zu berühren. Die größte Spannung tritt bei unbelasteter Trafo auf und beträgt je nach Anschluß 50 oder 60 V, ist also nicht größer als bei Handschweißmaschinen. Die spannungführenden Teile des Kopfes zeigt Bild 8a.

Auch bei Drehstrom mit 0-Leiter ist unbedingt der Schaltschrank durch eine eigene Leitung zu erden. Den 0-Leiter zur Erdung zu benutzen ist gefährlich, da bei einer Unterbrechung dieser Leitung der Schrank über die Schutzspulen an Spannung liegt.

VIII) Wahl der Arbeitsdaten

Die Schweißstabellen nach Lehrblatt geben für eine bestimmte Schweißung Werte der Stromstärke und der Spannung an. Diese sind jedoch bei der IV-Anlage nicht unmittelbar einzustellen, sondern ergeben sich erst bei richtiger Kombination der Drosselstellung am Transformator mit der Drahtgeschwindigkeit am Schweißkopf.

1. Drosselstellung, praktisch: Die bei einer bestimmten Drosselstellung vom Transformator gelieferte Stromstärke ist außer von der Drosselstellung auch von der benutzten Schweißspannung abhängig. Die am Transformator angegebenen Stromstärkewerte gelten daher für eine bestimmte Spannung. Zur Einstellung der richtigen Drosselstellung bei beliebigen Spannungen dienen die Tab. E IV/ 1, 2. Auf diesen wird die Drosselstellung unter gleichzeitiger Berücksichtigung der gewünschten Stromstärke und Spannung ausgewählt. In der Horizontalreihe sucht man unter  $I_s$  die gewünschte Schweißstromstärke und geht in deren Spalte soweit senkrecht herunter, wie man in der Schweißspannung, die auf der linken Tabellenseite mit  $U_s$  angegeben ist, zu gehen wünscht. Die so gefundene Zahl gibt die Drosselstellung an, die am Transformator einzustellen ist. Zu beachten ist, dass für 60 und 50 V Leerlaufspannung je eine solche Tabelle existiert, deren Werte naturgemäß verschieden sind. Z.B. findet man für 460 A und 32 V Drosselstellung bei 60 V Leerlaufspannung und Drosselstellung bei 50 V Leerlaufspannung.

2. Drahtgeschwindigkeit, praktisch: Die richtige Drahtgeschwindigkeit wird nach dem Kurvenbl. 12/1, 2. ausgesucht. Jede Kurve gilt für eine bestimmte Drahtstärke. Man sucht die der geforderten Drahtstärke entsprechende Kurve auf und sucht an dieser zu der gewünschten Stromstärke, die auf der waagrechten Achse aufgetragen ist, die zugehörige Drahtgeschwindigkeit, die man in cm/min an der senkrechten Achse findet.

1a) Drosselstellung, theoretische Erläuterung: Die allgemeine Bedeutung der Drosselstellung am Transformator und ihr Einfluß auf Stromstärke und Spannung ist am Kennlinienbild des Transformators zu verfolgen, das im Bild 9 dargestellt ist. Hier sind 4 Kennlinien eingezeichnet.

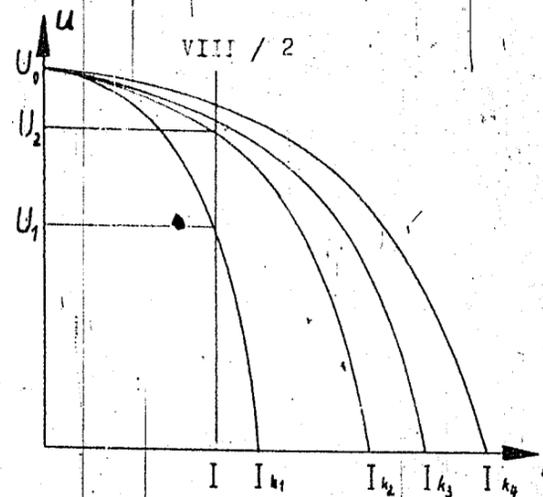


Bild 9. Kennlinienbild des Transformators

Sie gehen auf der  $u$ -Achse alle von einem Punkt  $U_0$  aus, der die Leerlaufspannung des Transformators bedeutet, z.B. beim LR 2C 60 V oder in der zweiten Anklemmung 50 V. Die Kennlinien enden auf der  $i$ -Achse und bezeichnen dort an ihren Endpunkten die Kurzschlußstromstärken  $I_k$ . Jede mögliche Drosselstellung am Transformator ergibt eine solche Kennlinie mit einer bestimmten Kurzschlußstromstärke. Ist nun eine Drosselstellung und damit eine Kennlinie ausgewählt, so hängt es von der Schweißstromstärke ab, welche Schweißspannung sich einstellt oder umgekehrt.

Die bisher üblichen Steuerungen hielten die Spannung am Lichtbogen durch Veränderung der Drahtgeschwindigkeit konstant und legten durch diese Spannung, die in Bild 9 auf der  $u$ -Achse mit  $U$  bezeichnet ist, z.B. auf der in  $I_{k1}$  endenden Kennlinie die Schweißstromstärke  $I$  fest. Bei der E IV-Anlage ist es dagegen umgekehrt. Die einmal gewählte Drahtgeschwindigkeit bleibt konstant und, wie in 2) gesagt, entspricht der gewählten Drahtgeschwindigkeit, bei einem bestimmten Drahtdurchmesser, auch eine bestimmte Stromstärke. Bei dieser wird nämlich ebensoviel Draht zugeführt wie abgeschmolzen. Hier muss man also von der  $i$ -Achse ausgehen, z.B. im obigen Bild wieder von  $I$ , dann erhält man auf der in  $I_{k1}$  endenden Kennlinie die Spannung  $U_1$ . Läßt man nun die Drahtgeschwindigkeit konstant und damit in dem Beispiel des Bildes 9 I und ändert die Drosselstellung zu einer höheren Stromstärkemarke, sodaß man z.B. auf die in  $I_{k2}$  endende Kennlinie kommt, so stellt sich auf dieser Kennlinie die höhere Schweißspannung  $U_2$  ein, während der Schweißstrom konstant bleibt. Zusammenfassend ist also festzustellen, dass bei der E IV-Anlage

die konstant bleibende Drahtgeschwindigkeit die Stromstärke bestimmt und ein Nachregulieren der Spannung alsdann am Transformator erfolgen muss.

2a) Drahtgeschwindigkeit, theoretische Erläuterung: Das Kurvenblatt 12 / 1, 2 zeigt die sog. Abschmelzkurven. Jede Abschmelzkurve gilt für jeweils einen Drahtdurchmesser. Für diesen zeigt die Kurve, mit welcher Geschwindigkeit der Draht bei einer bestimmten Stromstärke in den Lichtbogen laufen muß, damit gerade soviel Draht zugeführt wird, wie durch die Lichtbogenleistung abgeschmolzen wird. Da diese Leistung in den benutzten Grenzen der Lichtbogenleistung wesentlich nur von der Stromstärke abhängt, kann die Drahtgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Stromstärke durch eine einzige Kurve dargestellt werden. Die Abschmelzleistung wächst allerdings mit der Länge des Drahtes zwischen Stromführungsdüse und dem Ansatzpunkt des Lichtbogens. Je größer man also die Höhe der Stromführungsdüse über dem Werkstück wählt, desto grösser muß die Drahtgeschwindigkeit bei gleicher Stromstärke sein. Die Abschmelzkurven gelten für solche Höhen zwischen Düse und Werkstück, wie sie durch die Schütthöhe des Pulvers bei der jeweiligen Stromstärke gebräuchlich sind. Wählt man eine größere Düsenhöhe, so kommt man bei gleicher Stromstärke auf eine Drahtgeschwindigkeit, die über derjenigen liegt, die durch die Abschmelzkurve berechnet ist.

## IX) Das Schweißen mit der E IV-Anlage

1. Masse-Anschluß und Kabelverlegung. Während in VII) der Anschluß der Stromzuführung vom Transformator durch das Schweißkabel zur Drahtdüse besprochen wurde, ist nun noch das Anbringen der geerdeten Rückleitung vom Werkstück, des sogenannten Masse-Anschlusses sowie die Art der Kabelverlegung überhaupt zu erklären. Diese Punkte werden in ihrer Wichtigkeit für die Erzielung einer sauberen Schweißraupe meist weit unterschätzt, sie sind jedoch von außerordentlicher Bedeutung, wie aus den folgenden Angaben hervorgeht, die unserem allgemeinen Lehrblatt 5 entnommen sind.

Falsche Kabelverlegung und falscher Masse-Anschluß erhöhen den Spannungsabfall der Stromleitung zwischen Transformator und Lichtbogen, sodass der Lichtbogen mit zu niedriger Spannung brennt. Dadurch wird die Raupe zu schmal, denn die Raupenbreite hängt u. a. auch von der Spannung ab.

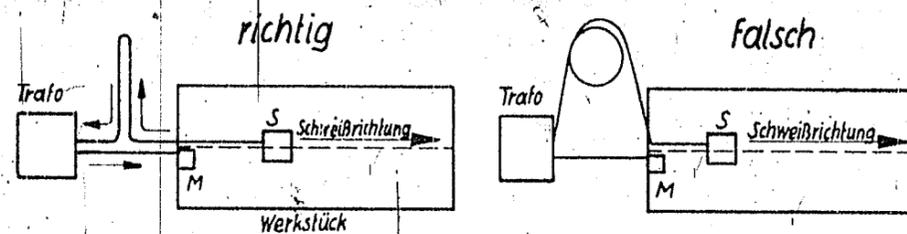


Bild 10a

S = Schweißkopf

M = Masseanschluß

Bild 10b

Richtige und falsche Kabelverlegung

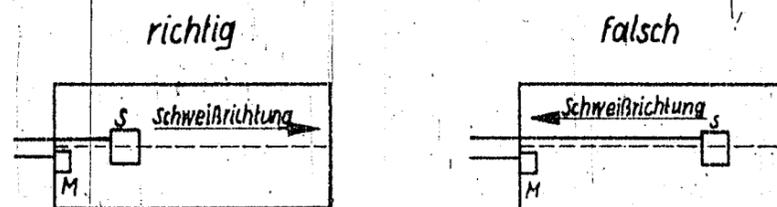


Bild 11a

S = Schweißkopf

M = Masseanschluß

Bild 11b

Richtiger und falscher Masseanschluß

1. Hin- und Rückleitung muß, um den Spannungsabfall so klein wie

möglich zu halten, stets dicht nebeneinander gelegt werden, wie es Bild 10a zeigt. Weites Auseinanderlegen oder gar spulenförmiges Legen, wie es Bild 10b als falsch zeigt, erzeugt induktiven Spannungsabfall, der über das Doppelte des Ohm'schen Spannungsabfalles betragen kann. Ebenso wird die Selbstinduktion stark erhöht, wenn Eisenteile das Kabel ganz oder teilweise umschließen, weil die magnetischen Kraftlinien, die die Selbstinduktion hervorrufen, dadurch mehr oder weniger geschlossen werden. 2. Die Masse-Kabel müssen, ebenso wie die Schweißkabel, gut isoliert sein, sonst entstehen vom geerdeten Werkstück zum Schweißtrafo starke Erdströme, die zu vierlei Störungen führen; u.a. täuschen sie eine höhere Spannung am Lichtbogen vor. 3. Der Anschluß der Stromrückleitung am Werkstück, der Masse-Anschluß, soll wegen der Plasawirkung in der Nähe des Anfangs der Schweißnaht angeklemt werden, wie es Bild 11a zeigt, während Bild 11b das Gegenteil als falsch darstellt. Die Plasawirkung, die an sich schon beim Ellira-Verfahren gering ist, wird bei dieser Art der Anordnung nach Bild 11a in die für das Schweißen günstige Richtung gelenkt. Der Masse-Anschluß bezeichnet eigentlich nur die Schweißstromrückleitung vom Werkstück, jedoch umfasst dieser Begriff zugleich auch noch die Erdung des Werkstückes und den werkstückseitigen Anschluß des Voltmeters. Bei der Herstellung dieser Anschlüsse ist von entscheidender Bedeutung, dass die kontaktgebenden Berührungsflächen des Werkstückes und der Zuführungszwinge tadellos blank sind. Schon geringe Ansätze von Schmutz, Rost oder Zunder geben Übergangswiderstände, die bei dem hohen Schweißstrom zu dem erwähnten äusserst schädlichen Spannungsabfall führen. Die Erdung des Werkstückes geschieht am besten an der gleichen Klemme, an der dem Werkstück der Schweißstrom zugeführt wird. Die Erdleitung soll einen Querschnitt von wenigstens  $35 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$  haben.

Die Spannung zwischen Draht und Werkstück wird dem Voltmeter in folgender Weise zugeführt. Der Abgriff am Draht ist über das Vorschubgetriebe des Drahtes zum Gehäuse des Drahtmotors geleitet und dort von der Befestigungsschraube der Schutzkappe zum Voltmeter geführt. Der Abgriff am Werkstück, die sog. Messerde, ist über das Fahrgestell des Schweißkopfes geleitet. Die Räder geben die leitende Verbindung vom Werkstück zum Fahrgestell. Am Gehäuse des Fahrmotors befindet sich der werkstückseitige Anschluß des Voltmeters und zwar

möglich zu halten, stets dicht nebeneinander gelegt werden, wie es Bild 10a zeigt. Weites Auseinanderlegen oder gar spulenförmiges Legen, wie es Bild 10b als falsch zeigt, erzeugt induktiven Spannungsabfall, der über das Doppelte des Ohm'schen Spannungsabfalles betragen kann. Ebenso wird die Selbstinduktion stark erhöht, wenn Eisenteile das Kabel ganz oder teilweise umschließen, weil die magnetischen Kraftlinien, die die Selbstinduktion hervorrufen, dadurch mehr oder weniger geschlossen werden. 2. Die Massekabel müssen, ebenso wie die Schweißkabel, gut isoliert sein, sonst entstehen vom geerdeten Werkstück zum Schweißtrafo starke Erdströme, die zu vierlei Störungen führen; u.a. täuschen sie eine höhere Spannung am Lichtbogen vor. 3. Der Anschluß der Stromrückleitung am Werkstück, der Masse-Anschluß, soll wegen der Plaswirkung in der Nähe des Anfangs der Schweißnaht angeklemt werden, wie es Bild 11a zeigt, während Bild 11b das Gegenteil als falsch darstellt. Die Plaswirkung, die um sich schon beim Ellira-Verfahren gering ist, wird bei dieser Art der Anordnung nach Bild 11a in die für das Schweißen günstige Richtung gelenkt. Der Masse-Anschluß bezeichnet eigentlich nur die Schweißstromrückleitung vom Werkstück, jedoch umfasst dieser Begriff zugleich auch noch die Erdung des Werkstückes und den werkstückseitigen Anschluß des Voltmeters. Bei der Herstellung dieser Anschlüsse ist von entscheidender Bedeutung, dass die kontaktgebenden Berührungsflächen des Werkstückes und der Führungszwinge tadellos blank sind. Schon geringe Ansätze von Schmutz, Rost oder Zunder geben Übergangswiderstände, die bei dem hohen Schweißstrom zu dem erwähnten äußerst schädlichen Spannungsabfall führen. Die Erdung des Werkstückes geschieht am besten an der gleichen Klemme, an der dem Werkstück der Schweißstrom zugeführt wird. Die Erdleitung soll einen Querschnitt von wenigstens  $35 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$  haben.

Die Spannung zwischen Draht und Werkstück wird dem Voltmeter in folgender Weise zugeführt. Der Abgriff am Draht ist über das Vorschubgetriebe des Drahtes zum Gehäuse des Drahtmotors geleitet und dort von der Befestigungsschraube der Schutzkappe zum Voltmeter geführt. Der Abgriff am Werkstück, die sog. Messerde, ist über das Fahrgestell des Schweißkopfes geleitet. Die Räder geben die leitende Verbindung vom Werkstück zum Fahrgestell. Am Gehäuse des Fahrmotors befindet sich der werkstückseitige Anschluß des Voltmeters und zwar

auch hier an der Befestigungsschraube der Schutzkappe.

Fährt der Schweißkopf auf einer Fahrbahn neben dem Werkstück, so muss vom Werkstück zur Fahrbahn eine Verbindungsleitung gelegt werden, sodass das Voltmeter über das Fahrgestell die richtige Messerde erhält. Diese Verbindungsleitung ist jedoch nicht in den gleichen Kontaktpunkt wie der Masse-Anschluß zu legen, damit das Voltmeter auf jeden Fall die wahre, zwischen Werkstück und Elektrode liegende Spannung anzeigt, in der etwa doch auftretende Übergangsspannungen zwischen Rückleitung und Werkstück nicht mit enthalten sind.

Die geeignete Art des Masse-Anschlusses wird durch eine von uns hierfür besonders konstruierte Anschlußzange gegeben (Zeichnung D 025) in der die drei Anschlüsse in einer Zange vereinigt, jedoch in der oben beschriebenen Weise Masse-Anschluß und Messerde elektrisch voneinander isoliert angeordnet sind. Durch diese Vereinigung der Anschlüsse kann die Messerde nicht vergessen werden.

## 2. Mechanische Einstellung des Kopfes

a) Bei Stumpfnahtschweißen ebener Fleche: Der Schweißkopf kann hierbei entweder auf dem Werkstück selbst oder auf einer eigenen Fahrbahn neben dem Werkstück laufen. Zum Laufen auf dem Werkstück selbst ist es erforderlich, dass dieses genügend eben ist und dass der Kopf am Ende der Naht auf ein an das Werkstück anschließendes Blech gleicher Dicke laufen kann, weil der Kopf um seine eigene Länge über das Nahtende hinaus weiter laufen muss. Sind diese Forderungen nicht zu erfüllen, so läßt man den Kopf auf einer einfachen Fahrbahn laufen, die nur aus zwei Winkelleisen 40 x 40 zu bestehen braucht, die durch Flacheisenstege miteinander verbunden sind. Die Breite dieser Fahrbahn ist so zu wählen, dass der Schweißkopf mit seinen Abweiserrollen mit 2 bis 3 mm Luft zwischen den senkrechtstehenden Schenkeln der Winkelleisen laufen kann. Die Fahrbahn muß um wenigstens eine Kopflänge länger sein, als die Schweißnaht. Es ist also bei stark wechselnder Nahtlänge zweckmäßig, 2 oder 3 derartige Fahrbahnen verschiedener Länge zur Verfügung zu haben, unter denen jeweils die geeignetste ausgewählt wird.

Falls der Kopf auf dem Werkstück selbst läuft, kann er entweder über der Naht oder neben der Naht laufen. Im ersten Fall wird er in der Grundstellung Abb. 8 benutzt. Zur Führung entlang der Naht empfiehlt es sich, im entsprechenden Abstand parallel zur Naht ein Winkelleisen durch Zwingen oder dergleichen am zu schweißenden Flech anzubringen. Der Schweißkopf läuft dann mit seinen Abweiserrollen an diesem Winkel-

eisen entlang, Abb. 8. Läßt man den Kopf neben der Naht laufen, so wird er um den senkrechten Königszapfen herausgeschwenkt. Zur Führung dient wie vorher ein Winkeleisen. Diese Art der Schweißung zeigt Bild 2.

b) Beim Stumpfnahtschweißen von Rundnähten. Hierbei kann wiederum der Kopf entweder auf dem Werkstück oder auf einer Fahrbahn daneben laufen. Auf dem Werkstück muß der Kopf durch einen Zügel gehalten werden. Das Fahrwerk wird ausgekuppelt und das Werkstück rollt auf seiner Rundnahtvorrichtung unter dem Schweißkopf weg. Unter Zügel versteht man eine Vorrichtung, die mit den erforderlichen Gelenken den Kopf in der richtigen Stellung festhält, während das Werkstück unter dem Kopf entlang läuft. Eine Zeichnung des Zügels kann bei uns angefordert werden.

Die Führung kann entweder durch einen Winkeleisenring, entsprechend dem unter a) Gesagten, vorgenommen werden oder der Schweißkopf wird durch einen zweiten Zügel in der richtigen Stellung gehalten. Diese Methode der Führung ist jedoch nur bei der Schweißung von Rundnähten großen Durchmessers möglich. Bei kleineren Behältern ist es günstiger, eine Fahrbahn wie unter a) ausgeführt, parallel zur Achse des zu schweißenden Behälters, zu benutzen. Hiermit können sowohl die Rund- wie die Längsnähte geschweißt werden und zwar dreht man den Kopf um seinen Königszapfen annähernd um  $90^\circ$  heraus. Die Fahrbahn wird im richtigen Abstand von der zu schweißenden Naht befestigt. Zur Längsnahtschweißung wird das Fahrwerk benützt und die Korrektur mit Hilfe der Seitenverstellung vorgenommen. Zur Rundnahtschweißung wird der Motor des Fahrwerks mit Hilfe der Kupplung ll. Abb. 8 abgekuppelt und die Korrektur mit Hilfe des großen Hardrades dieser Kupplung vorgenommen. Selbstverständlich wird für die Rundnaht die entsprechende Umschaltung an der Unterseite des Steuerkastens vorgenommen, so daß statt des Fahrmotors des Kopfes, der Antriebsmotor der Rundnahtvorrichtung läuft.

In allen genannten Fällen muß die genaue Einstellung des Schweißdrahtes auf die Naht dauernd überwacht werden, da es praktisch unmöglich ist, die Fahrbahn oder die Führungsschiene über die ganze Länge der Schweißnaht genau parallel und im richtigen Abstand von dieser zu halten. Da das Ende des Schweißdrahtes unter dem Schweißpulver nicht zu sehen ist, wird hierzu der Zeiger 18 - Abb. 8 benutzt. Beim Wechseln zwischen Längs- und Rundnaht ist der Zeigerträger um  $90^\circ$  umzuschwenken.

c) Kehl- und Überlappnahtschweißen ebener Fläche. Zur Schweißung von Kehlnähten in  $90^\circ$  Lage wird der Schweißkopf nach Lösen der Mutter 13 Abb. 8 in Kehlnahtlage gekippt. Es ist zu beachten, daß die Kippung nach der richtigen Seite erfolgt und zwar so, dass der Schweißpulvertrichter an der Mutterseite liegt, da im anderen Fall das Pulverrohr zu flach steht und das Pulver nicht richtig fließt. Zur richtigen Einstellung in Kehlnahtstellung ist nicht nur die Seitenverstellung des Kopfes und die Schwenkung um den Königszapfen zu beachten, sondern der Schweißkopf muß auch um seine Längs-achse richtig einstellt werden. Die richtige Einstellung ist dann vorhanden, wenn die Schweißung möglichst nahe an der Abweiserrollen erfolgt, ohne dass die Kupfertackeln das Laufrad berühren. Der Zeiger ist hierbei herauszunehmen. Bei Kehlnahtschweißung in  $90^\circ$  Lage läuft der Kopf mit seinen Abweisern an senkrecht stehenden Blech. Sollen Überlappschweißungen in Kehlnahtstellung ausgeführt werden, so muß, falls die Bleche nicht dick genug sind, um ein einwandfreies Führen der Abweiserrollen zu sichern, eine Führung entsprechend dem unter a) Gesagten angewendet werden. Es ist dann mit Hilfe der Querverstellung des Kopfes nach Zeiger zu führen.

d) Kehl- und Überlappnahtschweißen von Rundnähten. Nach dem bisher Gesagten ist die Schweißung von Kehl- und Überlappnähten an runden Körpern ohne weiteres klar. Bei Körpern großen Durchmessers kann der Kopf, durch einen Zügel gehalten, am Werkstück selbst laufen und sich an dem aufzuschweißenden senkrechten Blech führen. Es ist aber auch möglich, den Kopf auf einer Fahrlahn aufzustellen und nach Zeiger mit Hilfe der Querverstellung oder Längsverstellung von Hand zu führen..

### 3. Das Schweißen mit Einzelkopf

a) Die Einstellung der Arbeitsdaten. Sind nach der Arbeitsdatentabelle, wie in VIII) beschrieben, zu Stromstärke und Spannung die Werte der Drosselstellung und der Drahtgeschwindigkeit ausgewählt, so werden die Drossel am Transformator und der Drehknopf 9 am Steuerkasten auf diese Werte eingestellt. Die Schweißgeschwindigkeit ist in ihrem Wert unmittelbar am Steuerkasten einzustellen. Die Einstellung am Drehknopf 10 bestimmt jedoch die Schweißgeschwindigkeit nur annähernd. Daher ist unter dem Drehknopf noch ein Tachometer 8 angebracht. An diesem kann der wahre Wert der Schweißgeschwindigkeit abgelesen werden. Kommt es bei einer Naht wegen der Durchbruchgefahr oder aus anderen Gründen auf das Einhalten des genauen Wertes der Schweißgeschwindigkeit an, so empfiehlt

es sich, vor Beginn der Zündvorbereitung ein kurzes Probelaufen der Fahrt vorzunehmen und die gewünschte Schweißgeschwindigkeit genau nach dem Tachometer einzustellen. Sind diese Werte eingestellt und ist der Masse-Anschluß in der vorher beschriebenen Weise hergestellt und der Schweißkopf mit richtiger Höhen- und Seiteneinstellung zur Schweißung in die Ausgangsstellung gebracht, so wird nun der Draht zum Zünden des Lichtbogens fertiggemacht.

b) Zündvorbereitungen. Das Zünden erfolgt mit Hilfe einer aus Stahlwolle gedrehten Zündpille. Die Größe und Festigkeit dieser Zündpille ist wichtig für ein gutes Zünden. Die Pille soll fest zwischen den beiden Handflächen zur Kugel gedreht werden und etwa 1 cm Durchmesser haben. Bei niedrigen Stromstärken benützt man kleinere Pillen.

Die Zündpille wird in der Schweißfuge auf die Zündstelle gelegt und der Draht durch Betätigen des Schalters 4 am Regulierkasten fest auf diese Zündpille aufgesetzt, jedoch nicht übermäßig gepresst. Dieses Auffahren des Drahtes geschieht am besten mit langsamer Geschwindigkeit, wozu der Drahtgeschwindigkeits-Drehknopf noch einmal aus der gewählten Geschwindigkeitseinstellung heraus in Rechtsdrehung bis an den Anschlag gestellt wird. Die Pulverzufuhr wird geöffnet, sodass sich über der Zündstelle ein Pulverkegel aufschüttet, der Drehknopf 9 wird wieder auf die gewählte Drahtgeschwindigkeit eingestellt und die Anlage ist startfertig.

c) Das Schweißen.

1) Zünden: Zum Schweißen müssen Schweißstrom, Drahtvorschub und Fahrt eingeschaltet werden. Der Ablauf des Zündvorganges erfordert jedoch eine bestimmte Reihenfolge und einen bestimmten Rhythmus dieser Schalterbetätigungen. Schweißstrom 1 und Drahtvorschub 2 liegen nebeneinander, sie werden am besten beide fast zugleich mit dem quergelegten Zeigefinger der linken Hand eingeschaltet. Jedoch muß der Drahtvorschub ein wenig später als der Schweißstrom eingeschaltet werden. Dann schmilzt zuerst die Pille durch, wodurch sogleich der Lichtbogen zündet, und in diesem Augenblick setzt erst der Drahtvorschub ein. Dieser Vorgang ist am Voltmeter und Ampèremeter gut zu verfolgen. Das Durchschmelzen erfolgt mit sehr niedriger Spannung und annähernd Kurzschlußstromstärke. Hat der Lichtbogen gezündet, so schnell die Spannung herauf und die Stromstärke geht sogar noch unter die spätere Schweißstromstärke zurück. Man setzt

der Drahtvorschub ein, wodurch sich rasch die Schweißspannung und Schweißstromstärke annähernd auf die richtigen Werte einstellen. Zeigen die Instrumente, dass der eigentliche Zündvorgang abgeschlossen ist, der etwa eine Sekunde dauert, so wird die Fahrt 5 mit der rechten Hand eingeschaltet. Das Schweißen beginnt.

II) Strom- und Spannungs-Einstellung: Man müssen noch einmal Strom- und Spannung auf den Instrumenten kontrolliert werden und die gewünschten Werte durch Nachstellen der Drahtgeschwindigkeit und der Drosselstellung genau einreguliert werden. Zunächst wird die Stromstärke am Amperemeter 6 geprüft und wird, wie in VIII) la erläutert, mit der Drahtgeschwindigkeit 9 einreguliert. Man erreicht Vergrößerung der Stromstärke durch Vergrößern der Drahtgeschwindigkeit und Verringern der Stromstärke durch Verringern der Drahtgeschwindigkeit. Mit dieser Einstellung ist zugleich eine Änderung der vorher abgelesenen Spannung verbunden. Die Spannung wird nun, wie ebenfalls in VIII) la beschrieben, durch die Drosselstellung einreguliert. Man erreicht Vergrößerung der Spannung durch Herausdrehen der Drossel auf höhere Stromstärkenmarken und Verringern der Spannung durch Hereindrehen der Drossel auf niedrigere Stromstärken.

III) Ausschalten. Ist die Naht zu Ende geschweißt, so müssen Drahtzufuhr, Schweißstrom und Fahrt wieder ausgeschaltet werden. Damit hierbei nicht der Draht auf dem Werkstück festrennt, muß wiederum eine bestimmte Reihenfolge innegehalten werden. Zuerst wird die Drahtzufuhr 2 abgeschaltet, daraufhin reißt der Lichtbogen ab und nun wird erst der Schweißstrom 1 abgeschaltet. Das Ausschalten der Fahrt kann dabei zu verschiedenen Zeitpunkten erfolgen. Ist der Nahtquerschnitt groß, so bildet sich beim gleichzeitigen Abschalten von Strom und Fahrt ein starker Endkrater, der das Ende der Naht nicht voll aufgefüllt sein läßt. Entweder ist nun das Werkstück so vorbereitet, daß der Kopf noch über das eigentliche Nahtende hinausfährt, dann werden Draht und Strom am Nahtende abgeschaltet und die Fahrt erst später, sodass der Endkrater ausserhalb der eigentlichen Naht entsteht. Oder das Werkstück ist so vorbereitet, dass der Kopf am Nahtende stehenbleiben muß. Dann wird am Nahtende zuerst die Fahrt abgeschaltet, dann wird der Endkrater noch einen Augenblick vollgeschweißt und darauf erst werden Draht und Strom abgeschaltet.

Ist der Nahtquerschnitt klein, so ist der Endkrater so unbedeutend, dass in jedem Fall am Nahtende zuerst Draht und Strom und dann die Fahrt abgeschaltet werden.

Nach Beendigung jeder Schweißung ist selbstverständlich das Pulverventil zu schließen.

Die Anordnung der Schalter und Instrumente und der Drehsinn der Knöpfe ist dem natürlichen Gefühl des Schweißers angepaßt. Ebenso sind die Bezeichnungen so deutlich und sinnfällig, dass der im Vorhergehenden beschriebene Vorgang der Wahl der Schweißdaten und deren Einstellung keinerlei Schwierigkeiten bereitet. Erfahrungsgemäß sind die nötigen Handgriffe dem Schweißer schon nach wenigen Stunden so ins Gefühl übergegangen, dass er seine Aufmerksamkeit ausschließlich auf den Ablauf des Schweißvorganges und die Aufrechterhaltung der richtigen Schweißweite und die Steuerung des Kopfes genau entlang der Schweißfuge richten kann.

#### 4. Das Schweißen mit zwei Anlagen als Doppelkopf.

Für das Schweißen mit Doppelkopf gelten zunächst die gleichen Anweisungen wie unter 3. für Einzelkopfschweißen angegeben wurde. Davon abweichend ist beim Doppelkopfschweißen noch folgendes zu beachten.

Allgemein: Die beiden Schaltschränke sind durch die Steckvorrichtung Pos. 15 im Schaltbild, am Schaltschrank rechts unten neben den Schaltern zu verbinden. Am mitlaufenden Kopf sind die an der Unterseite des Steuerkastens angebrachten Schalter sämtlich auf Doppelkopf zu stellen. Am führenden Kopf jedoch müssen diese Schalter auf Einzelkopf stehen.

Zu b) Zündvorbereitungen: Zum Aufsetzen des Drahtes darf nur der Schalter 4 benutzt werden, da dieser der Drahtvorschub für den führenden und mitlaufenden Kopf jeweils unabhängig voneinander schaltet.

Zu c) Das Schweißen: Beim Doppelkopfschweißen gibt es zwei Möglichkeiten die beiden Köpfe zu fahren. Entweder beide werden vor dem Schweißen auf gleiche Fahrgeschwindigkeit geprüft, oder der nachlaufende fährt schneller und schlägt an dem vorlaufenden an.

Zu c I: Der Schweißstrom wird beim Einschalten am führenden Kopf durch die Steckvorrichtung Pos. 15 selbsttätig auch beim mitlaufenden Kopf eingeschaltet. Es ist also zu diesem Zweck kein

Schalter nötig, der am mitlaufenden Kopf den Schweißstrom auf Doppelkopf schaltet. Es ist aber darauf zu achten, dass vor Beginn der Schweißung der Schalter Schweißstrom am Steuerkasten bei beiden Köpfen in der Stellung "aus" steht. Ferner ist die Fahrt erst dann einzuschalten, wenn bei beiden Köpfen der Lichtbogen gezündet hat.

Zu c II: Strom und Spannung werden wie dort beschrieben nachreguliert, und zwar nacheinander bei jedem Kopf einzeln. Ferner muß, was beim Einzelkopf nicht notwendig ist, die Fahrgeschwindigkeit beim Fahren ohne Anschlag bei dem nachlaufenden Kopf nachkontrolliert werden, damit der Abstand eingehalten wird.

Zu c III: Für das Ausschalten gilt das Gleiche, wie es beim Einzelkopf angegeben wurde.

#### 5. Zusammenfassung der Schweißanweisung in Schlagworten

- 1) Aus Lehrblatt            Drahtstärke, Schweißstrom, Schweißspannung und Fahrgeschwindigkeit entnehmen
- 2) Aus Tabelle              Trafostellung entnehmen
- 3) Aus Kurve                Drahtgeschwindigkeit entnehmen
- 4) Trafo einstellen
- 5) Fahrgeschwindigkeit einstellen (n.M. Fahrt kontrollieren)
- 6) Pille einlegen
- 7) Draht mit kleinster Geschwindigkeit auf Pille aufsetzen
- 8) Schweißpulverventil öffnen
- 9) Drahtgeschwindigkeit einstellen
- 10) Einschalten: Schweißstrom, Drahtvorschub und Fahrt (hintereinander)
- 11) Korrektur: a) Schweißstrom (Drahtvorschub) Spannung ändert sich mit)  
                  b) Schweißspannung (Transformator)
- 12) Ausschalten: Drahtvorschub, Schweißstrom, Fahrt (hintereinander)
- 13) Pulverventil schließen

X) Fehlersuche

Der folgende Abschnitt X) bringt unter A) eine Zusammenstellung der häufigsten Störungserscheinungen, deren Fehler in der Bedienung liegen. Der Abschnitt B) dagegen enthält diejenigen Störungserscheinungen, deren Ursachen bei der Anlage selbst liegen können.

Die Fehlersuche an dem elektrischen Teil der Anlage hat durch Elektriker zu erfolgen, unter Benutzung unserer Schalthilder S 090a für Einzelkopf und S 091 für Doppelkopf, sowie der Verdrahtungspläne S 088 und S 089 und der Beschreibung Kap. III.

Nach einer Stichprobe, in welchem Stromkreis der Fehler sich befindet, ist der Stromverlauf mit Hilfe eines Voltmeters oder einer Glühlampe, beginnend von der Stromquelle bis zur Störung, zu verfolgen.

Einteilung: A) Fehler in der Bedienung  
B) Störungen in der Anlage

A) Fehler in der Bedienung

- I. Draht läßt sich nicht in die Düse einführen
- II. Kopf fährt nicht
- III. Bogen zündet nicht oder Draht brennt beim Zünden fest
- IV. Draht brennt nach dem Zünden fest
- V. Bogen reißt nach dem Zünden ab
- VI. Schweißspannung zu niedrig

B) Störungen in der Anlage

- I. Draht bleibt stecken
- II. Kopf bleibt stehen
- III. Spannung am Lichtbogen zu klein
- IV. Spannung am Lichtbogen fehlt

Zu A) I. Draht läßt sich nicht in die Düse einführen.

- 1) Richtrolle falsch eingestellt (zu stark oder zu schwach)
- 2) Draht gleitet in den Vortriebsrollen
- 3) Drahtende nicht abgegratet
- 4) Düse innen beschädigt

II. Kopf fährt nicht

- 1) Fahrgetriebe nicht eingekuppelt, oder Mändelschraube am Einstellgriff des Getriebes nicht festgezogen
- 2) Kopf bleibt an einem Hindernis hängen
- 3) Anstellwinkel beim Kehlnahtschweissen zu gross gewählt, Räder gleiten

III. Bogen zündet nicht oder Draht brennt beim Zünden fest

Erkenntnis am Voltmeter: Schnell nach dem Durchschmelzen der Pille sofort auf Leerlaufspannung hoch oder bleibt unter 10 Volt

- 1) Pille zu klein
- 2) Draht zu fest oder zu lose auf die Pille aufgeföhren
- 3) Leerlaufspannung falsch gewählt
- 4) Drahtvorschub zu gross oder zu schnell nach Schweißstrom eingeschaltet
- 5) Netzspannung zu niedrig

IV. Draht brennt nach dem Zünden fest

- 1) Leerlaufspannung falsch gewählt
- 2) Drahtvorschub zu gross
- 3) Drahtvorschub zu schnell nach eingeschaltetem Schweißstrom zugeschaltet
- 4) Pille zu groß

V. Lichtbogen reißt nach dem Zünden ab

- 1) Leerlaufspannung falsch gewählt
- 2) Drahtvorschub zu klein
- 3) Drahtvorschub zu langsam nach Schweißstrom eingeschaltet

VI. Schweißspannung zu niedrig

- 1) Schweißkabel unzweckmässig gelegt, (z.B. in Schlingen oder so, dass Eisenteile es ganz oder teilweise umschließen, siehe IX/1) sodass induktiver Spannungsabfall entsteht
- 2) Masseanschluss schlecht, Anschlußstelle nicht gut leitend oder Kabel schadhaft

Zu B)

I. Draht bleibt stecken

a) Störungsmöglichkeiten: Düse - Vortriebsrollen - Getriebe - Drahtmotor elektrisch - Drahtmotor mechanisch

b) Vorgehen:

- 1) Drahtmotor abschalten
- 2) Schweißspannung abschalten
- 3) Draht oben abwickeln
- 4) Draht nach oben oder unten herausziehen, dazu Gegendruckrollen vom Draht abheben
- 5) Deckel über der Motorwelle abnehmen und Anker von Hand drehen. Welle treibt über Getriebe Vortriebsrollen. Ist die Bewegung nicht möglich, so blockiert das Getriebe

- 6) Läßt sich die Welle drehen, so muss der Betriebselektriker prüfen, ob Feldspannung und Ankerspannung vorhanden sind und den Fehler nach dem Schaltbild und der Beschreibung Kap. III suchen.

Auf keinen Fall Motor einschalten, bevor geprüft ist, ob Feldspannung vorhanden, da sonst Ankerwicklung durchbrennt.

## II. Kopf bleibt stehen, Fahrbewegung unterbrochen

- a) Störungsmöglichkeiten: Fahrwerk - Getriebe - Fahrmotor  
 ferner: Wird mit sehr kleiner Geschwindigkeit geschweißt, so ist der Widerstand im Ankerkreis so groß, dass die Motorkraft u.U. nicht zur Fahrbewegung ausreicht. In diesem Falle ist vom Betriebselektriker der dazugehörige Widerstand 11 nach dem Schaltbild und Beschreibung III/3 c neu einzustellen

### b) Vorgehen:

- 1) Fahrtabschalten
- 2) Schweißstrom ohne Drahtvorschub einschalten und durch Abschmelzen den festgebrannten Draht vom Werkstück trennen
- 3) Deckel über der Motorwelle abnehmen und Anker von Hand drehen. Welle treibt über das Getriebe das Fahrwerk. Ist die Bewegung nicht möglich, so blockiert das Getriebe
- 4) wie oben unter I/6 und folgendes

## III. Lichtbogenspannung zu niedrig

- a) Störungsmöglichkeiten: Netzspannung - Spannungsabgriff des Voltmeters - Masseanschluss - Kabel - Schaltschütze

Die Ursache ist meistens ein Übergangswiderstand, an dem sich ein schädlicher Spannungsabfall bildet.

- b) Vorgehen: Alle folgenden Spannungsmessungen während des Schweißens ausführen
- 1) Prüfen ob Netzspannung zu niedrig
  - 2) Entscheiden, ob nur die am Anzeiginstrument abgelesene Spannung oder ob die Lichtbogenspannung selbst zu niedrig ist. Dazu Spannung unmittelbar zwischen Werkstück und Draht messen. Wenn dabei im Gegensatz zum Anzeiginstrument richtige Spannung am Lichtbogen selbst, so liegt die Störung im Spannungsabgriff des Voltmeters. Wird mit getrennter Fahrbahn geschweißt, so leitende Verbindung zwischen Fahrbahn und Werkstück prüfen. Ist diese einwandfrei, so Klemmen des Voltmeters an den Motorengewäusen prüfen.
  - 3) Spannung am Lichtbogen selbst ist übereinstimmend mit Anzeiginstrument zu niedrig, so befindet sich der Spannungsabfall im Lichtbogenkreis.
  - 4) Spannung zwischen Schweißkabelanschluß an der Düse und Werkstück messen. Ist hier im Gegensatz zum Anzeiginstrument richtige Spannung, so liegt der Übergangswiderstand in der Düse durch Verschmutzung oder schlechtes Anschließen der Backen oder ausgechliffene Führungsrillen in den Packen.

- 5) Ist die Spannung zwischen Düse und Werkstück übereinstimmend mit Anzeigelinstrument, so kann der Übergangswiderstand nur noch im Masseanschluss liegen. (Vorausgesetzt, dass die Schweißstromkabel vom Trafo zur Düse richtigen Querschnitt haben und zweckmässig gelegt sind, siehe Kabelverlegung IX/1). Entweder ist der Masseanschluß schadhaft oder die Kabel haben einen zu kleinen Querschnitt.

IV. Lichtbogenspannung fehlt

- a) Fehlermöglichkeiten: Sicherungen - Netz - Trafo - Schütz - Kippschalter
- b) Vorgehen:
- 1) Sicherungen im Schaltschrank prüfen
  - 2) Netzspannung prüfen
  - 3) Leerlaufspannung prüfen
  - 4) Anziehen des Schaltschützes, Pos. 8 über Hilfsschütz prüfen. Wenn Schütze anziehen und Schweißspannung fehlt, Schütze verschmutzt oder schadhaft
  - 5) Wenn Schütze nicht anziehen, Wechselstrom zur Betätigung der Schütze nach Schaltbild durch Betriebselektriker prüfen.