



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

① CH 653 611 A5

⑤ Int. Cl. 4: B 29 C 65/34  
B 23 K 11/24

**Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**  
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

// B 29 L 23:22

## ⑫ PATENTSCHRIFT A5

②① Gesuchsnummer: 8239/81

⑦③ Inhaber:  
Georg Fischer Aktiengesellschaft, Schaffhausen

②② Anmeldungsdatum: 23.12.1981

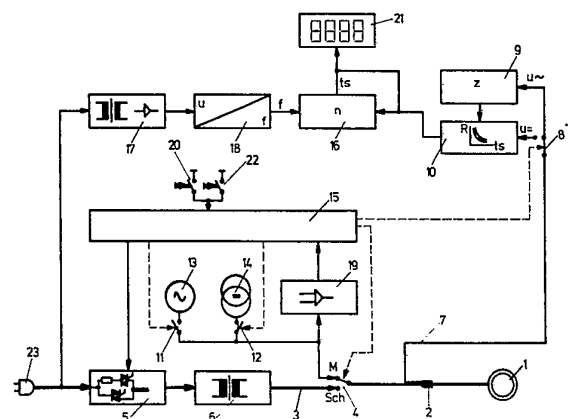
②④ Patent erteilt: 15.01.1986

⑦② Erfinder:  
Thalmann, Alfred, Uhwiesen  
Lehmann, Ernesto, Schaffhausen  
Roth, Emil, Gümligen  
Gerber, Walter, Rüfenacht BE

④⑤ Patentschrift  
veröffentlicht: 15.01.1986

### ⑤④ Verfahren und Gerät zum Verschweissen von Leitungselementen.

⑤⑦ In einer in einem Formstück aus Kunststoff angeordneten Wicklung (1) wird mittels eines elektrischen Energie-Dosiergerätes durch Stromzufuhr während einer bestimmten Zeitdauer Wärmeenergie für die Verschweissung zugeführt. Die Zeitdauer wird in Zählsschritten vorher automatisch durch Messung der Impedanz mittels eines Messgerätes (9) und durch Messung des ohm'schen Widerstandes mittels eines Messgerätes (10) von der Wicklung (1) entsprechend einer der eingegebenen Leitlinien für Muffen oder Schellen ( $t_s = f(R)$ ) bestimmt und ein Vorwahlzähler (16) entsprechend geladen. Anschliessend wird der Leistungsstromkreis (3) über die Steuerlogik (15) und die elektronische Schalteinrichtung (5) eingeschaltet und nach Ablauf der gespeicherten Zählsschritte unterbrochen.



## PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Verschweissen von Leitungselementen aus Kunststoff mit Hilfe von in Formteilen angeordneten Wicklungen aus einem elektrisch leitfähigen Draht unter Verwendung eines elektrischen Energie-Dosiergerätes, mittels welchem in der angeschlossenen Wicklung eine dosierte Menge Wärmeenergie durch Stromzufuhr erzeugt wird, gekennzeichnet durch die Verfahrensschritte

- manuelle Auslösung eines Startsignals,
- Messung des ohm'schen Widerstandes der angeschlossenen Wicklung mittels einer Gleichspannung,
- Zuordnung einer Schweisszeit durch Bestimmung von einer Anzahl Zählsschritte entsprechend mindestens einer fest eingegebenen, vorprogrammierten Leitlinie in Abhängigkeit des gemessenen ohm'schen Widerstandes,
- Ablauf der Schweisszeit ab Beginn der Stromzufuhr durch Abzählen der gespeicherten Anzahl Zählsschritte bis zum Zählerstand Null, bei welchem die Stromzufuhr unterbrochen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass vor der ohm'schen Widerstandsmessung eine Messung der Impedanz der angeschlossenen Wicklung mittels einer Wechselspannung erfolgt und entsprechend diesem Messwert eine der fest eingegebenen Leitlinien für die Ermittlung der Schweisszeit zugeordnet wird.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass zur Kompensation von Spannungsschwankungen der Energiequelle die Frequenz der Zählsschritte durch ein von dieser Primär-Spannung abhängiges Steuersignal beeinflussbar ist.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass für jede unterschiedliche Ausbildung bzw. Form der Wicklung und/oder des Formteiles eine entsprechend programmierte Leitlinie fest eingegeben ist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass bei entsprechender Wahl des Leitermaterials für die Wicklung der Einfluss der Wicklungstemperatur vor Beginn der Energiezufuhr bei der ohm'schen Widerstandsmessung automatisch berücksichtigt wird, die Schweisszeit somit in Abhängigkeit der Umgebungstemperatur zugeordnet wird, wodurch der Einfluss dieser Umgebungstemperatur bei der Energiezufuhr automatisch kompensiert wird.

6. Gerät zur Dosierung der elektrischen Energie beim Verschweissen von Leitungselementen aus Kunststoff gemäss dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, mit einer Einstelleinrichtung für die erforderliche Schweissenergie für die Formteile, dadurch gekennzeichnet, dass eine Messeinrichtung (10) für die ohm'sche Widerstandsmessung der Wicklung (1) angeordnet ist, mittels welcher die Schweisszeit ( $t_s$ ) in Abhängigkeit einer vorprogrammierten Leitlinie bestimmbar ist und in Verbindung mit einem Vorwählzähler (16) in Zählsschritten speicherbar ist.

7. Gerät nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass eine zweite Messeinrichtung (9) zur Bestimmung der Impedanz der Wicklung (1) angeordnet ist und dass mit dieser Messung eine von mindestens zwei vorprogrammierten Leitlinien auswählbar ist.

8. Gerät nach einem der Ansprüche 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass dem Vorwählzähler (16) ein Impulsgenerator (16) zugeordnet ist, welcher mit einem Spannungs-Frequenz-Wandler (18) und einem Gerät zur Primär-Spannungs-Messung (17) zwecks Veränderung der Frequenz der Zählimpulse abhängig von der Primär-Spannung wirkverbunden ist.

9. Gerät nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass eine Steuerlogik (15) für die Steuersignale und den zeitlichen Ablauf der Messvorgänge vorhanden ist.

10. Gerät nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass im Leistungsstromkreis (3) eine elektronische Schalteinrichtung (5) angeordnet ist, welche eine Einschaltstrom-Begrenzung zum Schutz gegen Fehlauflösungen der vorgeschalteten Sicherungsgeräte aufweist.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verschweissen von Leitungselementen aus Kunststoff wie es im Oberbegriff von Anspruch 1 gekennzeichnet ist und ein zur Durchführung des Verfahrens erforderliches Gerät.

Es sind verschiedene Verfahren bekannt, Verbindungen von Kunststoffteilen durch Verschweissen herzustellen. Beispielsweise wird zur Verbindung von zwei Kunststoffrohren eine Schweissmuffe mit verlörener Heizwicklung über die Enden der zu verschweisenden Rohre gesteckt, wodurch eine dichte Verbindung der Rohre nach dem Aufschmelzen und Wiedererkalten der Verbindungsstelle entsteht.

Da Rohre und Muffen mit unterschiedlichen Durchmessern und dementsprechend unterschiedlicher Schweissenergie verarbeitet werden, muss das Stromversorgungsgerät auf diese verschiedenen Betriebsparameter einstellbar sein. Bisher wurde ein derartiges Gerät durch Eingabe der Nennweite der Schweissmuffe auf diese eingestellt und lieferte sodann unter konstanter Betriebsspannung während einer vorbestimmten Zeitspanne einen Heizstrom, wobei das Produkt aus Strom  $\times$  Spannung  $\times$  Zeit die erforderliche Wärmeenergie ergibt.

Bei diesen bekannten Geräten besteht jedoch die Gefahr, dass die Bedienungsperson sich irrt und eine falsche Nennweite eingibt, so dass entweder zuviel oder zuwenig Wärmeenergie geliefert wird, was beides zu schadhafte Verschweisungen führen kann.

Auch bei der durch die CH-PS 523 130 bekanntgewordenen Überwachungseinrichtung für Kunststoff-Schweisgeräte ist es erforderlich, dass jeweils ein Sollwert entsprechend der erforderlichen Heizenergie für die jeweilige Grösse der Verbindung bzw. der Wicklung an einem Sollwertgeber eingestellt werden muss. Überwacht wird lediglich, ob die abgegebene Schweiss-Energie entsprechend dem eingestellten Sollwert richtig dosiert war oder nicht. Eine Fehlbedienung ist somit ebenfalls nicht auszuschliessen.

Die Erfindung hat zur Aufgabe, ein Verfahren und ein dafür erforderliches Gerät bereitzustellen, bei dem eine Fehlanpassung der Wärmeenergie an die zu verschweisenden Leitungselemente bzw. Formteile mit Sicherheit verhindert wird und welche ferner die allgemeine Handhabung des Gerätes vereinfachen.

Erfindungsgemäss wird dies durch ein Verfahren, wie es im Anspruch 1 und durch ein Gerät, wie es in Anspruch 6 gekennzeichnet ist, erreicht.

Weitere vorteilhafte Verfahrens- und Gerätemerkmale sind in den übrigen Ansprüchen gekennzeichnet.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Zeichnungen beschrieben.

Es zeigen:

Fig. 1 ein Diagramm der funktionellen Abhängigkeit der Schweisszeit und des Heizstromes,

Fig. 2 ein Diagramm der Wärmeenergie in Abhängigkeit von der Verbindungsfläche von Formteilen,

Fig. 3 ein Diagramm zum zeitlichen Verlauf des Heizstromes,

Fig. 4 ein Diagramm für die Schweisszeit in Abhängigkeit vom ohm'schen Widerstand der Wicklungen, genannt Leitlinien, und

Fig. 5 ein Blockschaltbild des Gerätes in vereinfachter Darstellung.

In der Fig. 1 ist die Abhängigkeit der Schweisszeit, also der Zeit während der der Heizstrom (I) fliesst in Abhängigkeit von der Stromstärke des Heizstroms dargestellt, wobei diese Abhängigkeit frei gewählt werden kann.

Die freie Wählbarkeit dieser Abhängigkeit bezieht sich darauf, dass für eine Reihe von Abmessungen bzw. Normgrössen von Formteilen bzw. Schweiss- oder Heizmuffen der elektrische Widerstand der Heizwicklung so gewählt wird, dass der sich auf Grund einer für alle Grössen gleichen und konstanten Spannung einstellende Heizstrom multipliziert mit dieser Spannung eine Heizleistung ergibt, welche, wenn die für eine bestimmte Formstück- bzw. Muffengrösse notwendige Wärmeenergie durch diese Heizleistung dividiert wird, die Heizrzeit bestimmt. Es bestehen hier also drei Parameter, deren Produkt festgelegt ist. Demzufolge können hiervon zwei Parameter gewählt werden, der dritte ist damit bestimmt. Bei konstant gehaltener Spannung ist einer der drei Parameter, Strom, Spannung und Heizrzeit fixiert, so dass nur mehr einer von den beiden anderen frei gewählt werden kann. Prinzipiell wäre es möglich auch einen zweiten Parameter konstant zu lassen, beispielsweise mit immer konstantem Strom oder mit gleichbleibender Heizrzeit zu fahren, doch wird durch die Variation aller Parameter der Arbeitsbereich vergrössert ohne in unpraktische Grössenordnungen der abhängigen Veränderlichen zu kommen, und zweitens gewinnt man dadurch einen weiteren Vorteil, nämlich eine automatische Kompensation der Anfangstemperatur der Schweissstelle bei Widerstandsdraht der Wicklung z. B. aus Kupfer bzw. Kupferlegierungen.

In der Fig. 1 sind zwei Kurven dargestellt, durch welche die freie Wählbarkeit der Steilheit in Abhängigkeit von äusseren Parametern dokumentiert wird.

Die Kurve I mit der geringeren Steilheit gilt für Schweissmuffen, welche sich in einem eingefrorenen gedehnten Zustand befinden. Derartige Muffen sind bekannt und werden in der EPA-A1 0 036 963 beschrieben. In diesem Fall ist es günstig mit geringem Strom während längerer Zeit zu fahren, damit die Muffe, welche im gedehnten Zustand auf die Rohrverbindungsstelle gesteckt wird, sich langsam erwärmt und schrumpfen kann, bevor der eigentliche Schweissvorgang stattfindet. Diese Schrumpfung bewirkt, dass ein möglichst guter Kraft- und Formschluss zwischen Rohrenden und Muffe hergestellt wird und dadurch der für eine gute Verschweissung nötige Schweissdruck gewährleistet ist.

Die Kurve II gilt für Anbohrschellen, welche über ein bereits fertig verlegtes und unter Umständen auch unter Druck stehendes Rohr gelegt wird, wobei die Schelle selbst keinen Kraftschluss erzeugt sondern mittels einer Spanneinrichtung an das Rohr gepresst wird. Schellen dieser Art sind in der CH-PS 570 577 beschrieben. Hierbei ist kein langsames Anwärmen notwendig, sondern im Gegenteil bei bereits unter Druck stehenden Rohren ist eine möglichst kurze Schweisszeit und damit ein hoher Strom erwünscht, damit der Temperaturgradient im Rohr von aussen nach innen bei vorgegebener Aussentemperatur im Schweissbereich – nämlich der Schweisstemperatur – möglichst niedrig ist, und damit die Stabilität des Rohres während des Schweissens gewahrt bleibt.

Die beiden Kurven I und II verbindet die Punkte für die Wertepaare bezüglich Strom und Zeit von einer Reihe von Muffen- bzw. Schellengrössen.

Die Fig. 2 zeigt ein Diagramm für die Abhängigkeit der Wärmeenergie, welche für die Verschweissung von Muffen und Schellen notwendig ist von der Fläche der zu verschweisenden Teile. Muffen und Schellen haben pro Nennweite unterschiedlich grosse Schweisslängen, was unterschiedlich grosse zu verschweisende Flächen (F) ergibt, so dass zwar die Wärmeenergie pro zu verschweisender Flä-

cheneinheit für beide gleich ist, für die ganze Muffe oder Schelle gleicher Nennweite jedoch unterschiedlich ist. In der Fig. 2 existieren daher für die gleiche Kurve zwei Abszissen, I für Muffen und II für Schellen, was auch bei gleicher Abszisse durch zwei Kurven ausgedrückt werden kann, die allerdings nicht parallel sind. Der Grund hierfür liegt darin, dass die Schweissfläche der Schellen und Muffen mit der Nennweite unterschiedlich ansteigen, da die Breiten von Schellen und Muffen mit den Nennweiten unterschiedlich variieren. Die Schweissfläche, der Schellen wächst also linear mit der Nennweite wenn die Breite konstant ist. Bei der Muffe aber ändert sich mit der Nennweite auch die Breite, so dass eine höher exponentielle Abhängigkeit der Schweissfläche und damit der gesamten Schweissenergie bei Muffen besteht als bei den Schellen.

Einen unwesentlichen Unterschied der Energiedichten von Muffen und Schellen ergibt die unterschiedliche Schweissgeschwindigkeit, da bei dem länger dauernden Prozess die Wärmeverluste etwas grösser sind.

Die Fig. 3 zeigt ein Diagramm der Abhängigkeit des Schweissstroms von der Zeit. Beim Einschalten des Stroms zum Zeitpunkt  $t = 0$  steigt die Stromstärke sofort auf ihren Maximalwert (Kurve b), und sinkt dann durch die Eigenerwärmung des Leiters und entsprechend dem materialabhängigen positiven Temperaturkoeffizienten wieder ab (Kurve a).

Es wurden in einer Reihe von experimentellen Versuchen Anfangs- und Endwiderstandswerte der Heizwicklungen für die Kurve a ermittelt, wobei sich Werte für Kupfer-Wicklungen von  $R_A \approx 1,7'' R_E$  als typisch ergaben.

Aufgrund der vorgängigen Erläuterungen zu den Fig. 1 und 2 können die in den Abmessungen als auch in der Ausbildung – z. B. als Muffe oder Schelle – unterschiedlichen Formteile durch elektrische Messungen identifiziert werden und die für dieses Formteil erforderliche Schweisszeit wird dann automatisch in dem Dosier-Gerät eingestellt.

Für die Unterscheidung ob Muffe oder Schelle wird zuerst eine Messung der Impedanz – genannt auch Scheinwiderstand – der vorher an das Gerät angeschlossenen Wicklung mit einer Wechselspannung durchgeführt, wobei sich die Impedanz aus dem ohm'schen Widerstand und der Induktivität der Wicklung bzw. Spule zusammensetzt.

Muffen enthalten eine Heizwicklung mit geschlossenen Schleifen, da eine Muffe aus einem fertigen Zylinder – genannt Luftspule – besteht. Eine Schelle entspricht etwa einem Armband, das zum Anlegen offen sein muss und erst im angelegten Zustand ganz oder teilweise geschlossen wird. In diesem Fall muss selbstverständlich auch der Heizdraht in einer Weise angeordnet sein, dass er wie eine Matte um ein Rohr gelegt und dann verbunden oder einfach in dieser Lage von der Schelle eingeklemmt wird.

Eine sinnvolle Anordnung des Heizdrahtes für diesen Zweck ist einfach ein Rechteck mit schlangenlinienförmiger Führung des Drahts, wobei eine Seite des Rechtecks dem Rohrfang oder einem Teil von diesem entspricht.

Da bei vergleichbaren Drahtdurchmessern und Drahtlängen die Induktivität einer Luftspule weitaus grösser ist als die einer schlangenlinienförmigen Anordnung des Drahtes zu einer Matte, kann auf Grund einer Messung der Impedanz der Luftspule, bzw. der Matte auf einfache Weise festgestellt werden, ob es sich um eine Muffe oder um eine Schelle handelt.

Im Gerät ist nun für die Muffen und die Schellen je eine unterschiedliche vorprogrammierte in Fig. 4 dargestellte Leitlinie I oder II fest eingegeben, welche jeweils in Abhängigkeit vom ohm'schen Widerstand der Wicklung die Schweisszeit angibt.

Aufgrund der unterschiedlichen Impedanz zwischen Luftspule und Matte bei der Muffe oder der Schelle, welche durch eine Messung festgestellt wird, wird zuerst die entsprechende Leitlinie I oder II ausgewählt.

Danach wird der ohm'sche Widerstand mit einem konstanten Gleichstrom gemessen und auf der ausgewählten Leitlinie I oder II die entsprechende Schweisszeit festgelegt.

Die Schweisszeit wird durch einzelne Zählsschritte gebildet deren Anzahl durch die ohm'sche Widerstandsmessung vorgewählt bzw. bestimmt wird. Die Frequenz der Zählsschritte ist abhängig von der Primärspannung, wodurch Spannungsschwankungen unabhängig von der bezogenen Leistung während der Schweisszeit so kompensiert werden, dass die Zufuhr der jeweils erforderlichen Schweissenergie in zulässigen Grenzen eingehalten wird.

Die Kompensation der Umgebungstemperatur bei der Schweisszeit ergibt sich durch die Wahl des Leitermaterials der Wicklung. Bei Kupfer bzw. Kupferlegierungen und z. B. auch bei Aluminium und Aluminiumlegierungen ist die Abhängigkeit des spezifischen Widerstandes von der Temperatur derart, dass bei der Widerstandsmessung vor Beginn der Schweissung und der nachfolgenden Bestimmung der Schweisszeit aufgrund der Leitlinie der Einfluss der Umgebungstemperatur bei der Energiezufuhr automatisch kompensiert wird.

Fig. 5 zeigt das vereinfachte Blockschaltbild für das Gerät zum Dosieren der elektrischen Energie.

Eine Wicklung 1 eines Formstückes z. B. einer Muffe oder einer Schelle ist über Steckkontakte 2 mit einem im Leistungsstromkreis 3 angeordneten Umschalter 4 verbunden. In dem Leistungsstromkreis 3 ist nach der Anschlusseinrichtung 23 an das Stromnetz oder an eine andere Energiequelle wie z. B. einen Generator eine elektronische Schalteinrichtung 5 mit Soft-Start und ein Schweissstrafo 6 angeordnet. Von dem Steckkontakt 2 führt eine Messleitung 7 zu einem Umschalter 8, welcher einerseits die Verbindung zur Impedanz-Messeinrichtung 9 zur Erkennung des Formstückes oder andererseits zu einer Messeinrichtung 10 für die ohm'sche Widerstandsmessung herstellt, in welcher die in Fig. 4 gezeigten Leitlinien I/II ( $t_s = f(R)$ ) gespeichert sind.

Die Messleitung 7 wird über den Umschalter 4 und über einen Schalter 11 mit einem Sinus-Oszillator 13 zur Erzeugung eines Wechselspannungs-Messsignals oder über einen Schalter 12 mit einer Konstantstromquelle 14 zur Erzeugung eines Gleichspannungs-Messsignals verbunden.

Die Schalter 4, 8, 11 und 12 sind von einer Steuerlogik 15 schaltbar.

Die Messeinrichtung 10 ist mit einem Impulsgenerator und Vorwahlzähler 16 für die Schweisszeit wirkverbunden, dessen Zählfrequenz abhängig von der Primärspannung

4

über ein Primärspannungs-Messgerät 17 und einen Spannungs-Frequenz-Wandler 18 beeinflussbar ist.

Eine Digital-Anzeige 21 zur optischen Anzeige der Art des Formstückes, des gemessenen ohm'schen Widerstandes und der laufenden Schweisszeit sind mit dem Vorwahlzähler 16 bzw. mit den Messeinrichtungen 9 bzw. 10 wirkverbunden.

Zur Feststellung, ob die Verbindung der Wicklung 1 mit dem Steckkontakt 2 hergestellt oder wieder unterbrochen ist, dient die mit 19 bezeichnete Steuereinrichtung, welche mit der Steuerlogik 15 wirkverbunden ist.

Weiterhin ist ein Start-Schalter 20 und ein Stop-Schalter 22 mit der Steuerlogik 15 und diese mit der im Leistungsstromkreis 3 angeordneten elektronischen Schalteinrichtung 5 wirkverbunden.

Der Funktionsablauf bei einem Schweissvorgang mit dem beschriebenen Gerät ist wie folgt.

Nach dem Verbinden der Wicklung 1 eines Formstückes wie z. B. Muffe oder Schelle mit dem Gerät über die Steckkontakte 2 wird nach einem manuellen Startsignal die Messphase durch die Steuereinrichtung 19 und die Steuerlogik 15 eingeleitet wobei der Umschalter 4 auf M-Kontakt steht. Zuerst erfolgt die Messung der Impedanz durch die Messeinrichtung 9 mittels dem durch den Sinus-Oszillator 13 erzeugten Wechselspannungs-Messsignal. Entsprechend dieser Messung wird eine der eingegebenen Leitlinien I oder II ( $t = f(R)$ ) gewählt. Durch einen folgenden Steuerbefehl der Steuerlogik 15 erfolgt die Messung des ohm'schen Widerstandes der Wicklung 1 durch die Messeinrichtung 10 mittels eines durch die Konstantstromquelle 14 erzeugten Gleichspannungs-Messsignal. Anschliessend wird der Vorwahlzähler 16 mit der den ohm'schen Widerstand entsprechenden Schweisszeit ( $t_s$ ) gemäss der ausgewählten Leitlinie geladen. Danach erfolgt das Einschalten der elektronischen Schalteinrichtung 5 bei Stellung des Umschalters 4 auf Kontakt Sch und der Schweissvorgang durch Abzählen der gespeicherten Zählsschritte bis zum Zählerstand Null. Die Frequenz der erzeugten Zählsschritte wird wie bereits beschrieben direkt proportional zu den Primär-Spannungsschwankungen während dem Schweissvorgang mittels den Geräten 17 und 18 variiert. Nach dem Abziehen der Steckkontakte 2 von der Wicklung 1 des Formstückes erfolgt eine Reset-Erzeugung (Null-Stellung) aller Mess- und Anzeigeeinrichtungen.

Mittels des Stop-Schalters 22 kann im Notfall ein Abbruch des Schweissvorgangs ohne Reset-Erzeugung bewirkt werden. Die elektronische Schalteinrichtung 5 gewährleistet zum Schutz der vorgeschalteten Sicherungen eine Einschaltstrom-Begrenzung und bewirkt einen sogenannten «soft-Start».

55

60

65

