

Ersetzt Ausgabe August 1995

**Inhalt:**

1	Ziel des Merkblatts	13.1	Schweißpunktzähler
2	Einleitung	13.2	Fräszähler
3	Komponenten	13.3	Stromanpassung (Stepper)
4	Aufgaben von Steuerung, Leistungsteil und Schweiß- transformator	14	Betriebsarten
5	Leistungsteile	15	Bussysteme
5.1	Wechselstrom-Leistungsteil (Thyristorsteller)	16	Ein- und Ausgänge
5.1.1	Aufbau	16.1	Digitale 24-V-Ein-/Ausgänge
5.1.2	Schweißstromverstellung durch Phasenanschnitt	16.1.1	Eingang Programmwahl
5.1.3	Verzögerte erste Halbwelle	16.1.2	Eingang Punktanzahlwahl
5.1.4	Entregungs- bzw. Dämpfungswiderstand	16.1.3	Eingang Start
5.2	1-Phasen-Gleichstrom	16.1.4	Ausgang FK
5.3	3-Phasen-Gleichstrom	16.1.5	Eingang Freigabekontakt (Druckkontakt, ÜK)
5.4	Frequenzwandlermaschinen	16.1.6	Eingang und Ausgang mit/Ohne Strom
5.5	Mittelfrequenz- und Hochfrequenzinverter	16.1.7	Ausgang Betriebsfehler und Schweißfehler
5.5.1	Aufbau	16.1.8	Eingang Fehlerreset
5.5.2	Pulsweitenmodulation	16.1.9	Eingang Schweißabbruch/Schweißstopp
5.5.3	Parallelschaltung von Leistungsteilen	16.1.10	Ausgang Magnetemil
5.5.4	Entladung des Zwischenkreises	16.2	Proportional-Hall-Aussteuerung/Kraftsteuerung
5.6	Transistorleistungsteil	16.3	Aussteuerung von Servozangen
5.7	Kondensatorentladungsleistungsteil	16.4	Master-Slave-Betrieb
6	Schweißtransformator	17	Bezeichnung und Visualisierung
6.1	Schweißtransformatoren für Thyristorsteller	18	Netzlastbegrenzung
6.2	Schweißtransformatoren für Invertersysteme	19	Sicherheitsanforderungen
7	Kühlung	20	Montage und Einsatzort
7.1	Luftkühlung	21	Wartung
7.2	Wasserkühlung	22	Schrifttum
8	Bemessung von Leistungsteilen und Transformatoren		
8.1	Bemessung Thyristorleistungssteller		
8.2	Bemessung Inverterleistungsteil und MF-Transformator		
9	Schweißablauf		
9.1	Externe Stromzeitbeendigung		
9.2	Sonderformen des Schweißprozessablaufes		
9.2.1	Nahtschweißen		
9.2.2	Kaskadierung		
10	Messwertfassung		
10.1	Strommessung		
10.1.1	Rogowski-Gürtel		
10.1.2	Hall-Sensor		
10.1.3	Primärstrommessung		
10.2	Elektrodenstrommessung und Widerstandsverlauf		
10.3	Elektrodenwegmessung/Einsinkwegmessung		
10.4	Kraftmessung		
10.4.1	Kraftmessung durch Kraftsensoren		
10.4.2	Kraftmessung durch Drucksensoren		
10.4.3	Kraftmessung mittels Motor- oder Magnetspulenstrom		
10.5	Messung der Geschwindigkeit beim Rollennahtschweißen		
10.6	Austausch der Sensoren		
11	Regelung		
11.1	Gesteuerter Betrieb und Netzspannungskompensation		
11.2	Konstantstrom-, Konstantspannungs- und Konstantleistungsregelung		
11.3	Adaptive Regelung		
12	Überwachung		
12.1	Anlagenüberwachung		
12.2	Prozessüberwachung		
13	Werkzeugmanagement		

**1 Ziel des Merkblatts**

Das Merkblatt soll eine Übersicht über die üblichen Aufbauvarianten und Funktionalitäten der auf dem Markt angebotenen Steuerungen und Leistungsteile für das Widerstandspunkt-, Widerstandsbuckel- und Rollennahtschweißen geben. Zusätzlich stellt das Merkblatt die Einbindung der Widerstandsschweißsteuerung in Maschinen mit unterschiedlichen Automatisierungsgraden dar. Es werden allgemeine Informationen zu den Widerstandsschweißsteuerungen gegeben, detaillierte Angaben müssen aus dem Literaturhinweisen entnommen werden. Genaue Angaben zur Leistungsfähigkeit der Widerstandsschweißsteuerungen und Leistungsteile der einzelnen Hersteller müssen aus den technischen Dokumentationen entnommen werden.

**2 Einleitung**

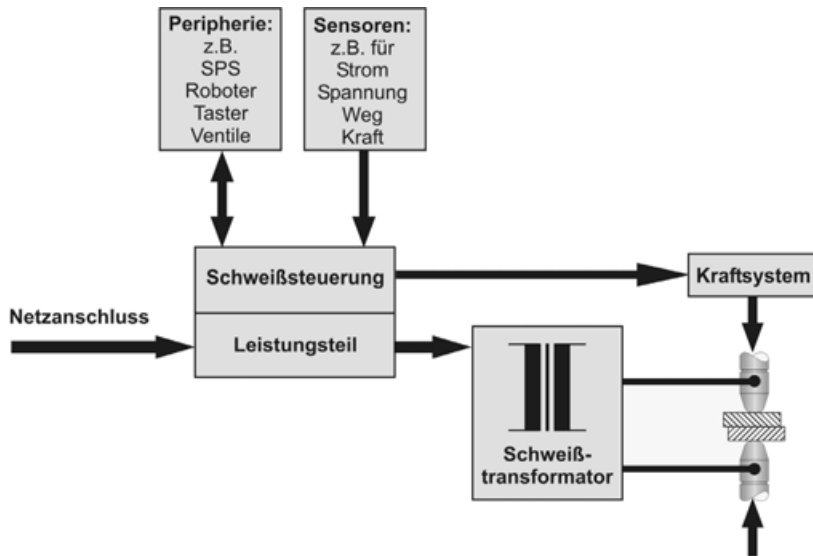
Beim Punkt-, Buckel und Rollennahtschweißen müssen im Wesentlichen die Elektrodenkraft und der Schweißstrom nach einem von der Schweißaufgabe vorgegebenen zeitlichen Ablauf gesteuert werden. Diese Aufgabe übernehmen die Schweißsteuerungen für Widerstandsschweißeinrichtungen, Bild 1. Leistungsteil und zugehöriger Schweißtransformator erzeugen aus der hohen Netzspannung und vergleichsweise niedrigem Netzstrom einen hohen Schweißstrom bei niedriger Schweißspannung. Dabei ist es möglich, dass Schweißsteuerung, Leistungsteil und ggf. Transformator in einem Gehäuse integriert sind oder eigenständige Komponenten bilden.

Diese Veröffentlichung wurde von einer Gruppe erfahrener Fachleute in ehrenamtlicher Gemeinschaftsarbeit erstellt und wird als eine wichtige Erkenntnisquelle zur Beachtung empfohlen. Der Anwender muss jeweils prüfen, wie weit der Inhalt auf seinen speziellen Fall anwendbar und ob die ihm vorliegende Fassung noch gültig ist. Eine Haftung des DVS und derjenigen, die an der Ausarbeitung beteiligt waren, ist ausgeschlossen.

DVS, Ausschuss für Technik, Arbeitsgruppe „Widerstandsschweißen“

Nachdruck und Kopie, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Herausgebers

Voransicht des Regelmerkes



**Bild 1.**  
Blockdiagramm einer Widerstandsschweißanlage.

Die vielfältigen Anforderungen an den Schweißprozess erfordern eine Vielfalt von Schweißsteuerungsfunktionen. Die Organisation der Fertigungsabläufe (Handarbeitsplatz, automatisierte Anlagen) sowie die Anforderungen aus Qualitätssicherung und Datenmanagement stellen weitere Anforderungen an die Funktionalität der Schweißsteuerungen.

### 3 Komponenten

Mögliche Funktionsbaugruppen der Schweißsteuerung sind:

- Schnittstelle zur Ansteuerung des Leistungsteils
- Digitale Ein-/Ausgänge (üblicherweise 24 V DC)
- Feldbusschnittstelle (E/A-Statusprotokolle)
- Analoge Ausgänge (0 bis 10 V, 4 bis 20 mA)
- Analoge Messsignaleingänge (z. B. Schweißstrom, Elektroden-spannung, Elektrodenkraft, Elektrodenweg)
- Digitale Messsignaleingänge (z. B. Zylinderdruck)
- Kommunikationsinterface (z. B. Handprogrammiergerät, PC, Wechseldatenträger)
- Bedieneinheit (Anzeige, Eingabe)
- 24-V-Netzteil

Mögliche Ausführungsformen der Leistungsteile mit den zugehörigen Schweißtransformatoren sind:

- Wechselstrom (Frequenz 50/60 Hz)
- Gleichstrom
  - 1-Phasen-Gleichstrom
  - 3-Phasen-Gleichstrom
  - Mittelfrequenzinverter (Schaltfrequenz 1000 – 4000 Hz)
  - Hochfrequenzinverter (Schaltfrequenz > 4000 Hz)
  - Transistorgeregelte Stromquelle
  - Kondensatorentladung

### 4 Aufgaben von Steuerung, Leistungsteil und Schweißtransformator

Mögliche Funktionen von Steuerungen und Leistungsteilen: Erzeugung und Steuerung bzw. Regelung des Schweißstroms

- Steuerung bzw. Regelung der Elektrodenkraft
- Synchronisation des Verlaufs von Schweißstrom und Elektrodenkraft mit den Maschinenabläufen

- Überwachen von Schweißwerten (z. B. Schweißstrom, Druckschalter) und ggf. archivieren der Werte
- Überwachen von Messwerten (z. B. Schweißstrom, Elektroden-spannung, Schweißenergie) und ggf. archivieren der Werte
- Protokollieren von Parameteränderungen sowie Status- und Fehlermeldungen
- Backup- und Restore-Funktion für Schweißparameter, Grenzwerte und Konfigurationen
- Schweißprozessvisualisierung z. B. durch Spannungs-, Strom-, Widerstands- und Kraftverläufe und ggf. deren Archivierung
- Visualisieren der archivierten Messwerte (z. B. Verlaufsanzeige, Histogramm)
- Schweißpunktbezogene Programmanwahl

Unabhängig von der Realisierung der oben genannten Aufgaben sollen sich die Schweißsteuerungen durch eine einfache Bedienung und kurze Inbetriebnahmezeiten auszeichnen.

### 5 Leistungsteile

Der Eingang des Leistungsteils ist an die Netzversorgungsspannung angeschlossen. Die Ausgangsspannung des Leistungsteils ist gleich, höher oder auch niedriger als die Netzversorgungsspannung. An den Ausgang des Leistungsteils wird die Primärwicklung des Schweißtransformators angeschlossen. An der Sekundärwicklung des Schweißtransformators liegt die niedrige Schweißspannung an (Sekundärleerlaufspannungen liegen üblicherweise im Bereich von 3 bis 16 V). Je nach Anwendungsfall kann der Schweißstrom zwischen 50 A bis 300.000 A betragen, Tabelle 1. Die Verlustleistung des Leistungsteils muss über Luft- oder Wasserkühlung abgeführt werden (siehe Abschnitt 7). Hinweise zur Dimensionierung und Auswahl des Leistungsteils werden in Abschnitt 8 gegeben [1; 2; 3].

#### 5.1 Wechselstrom-Leistungsteil (Thyristorsteller)

Bei Wechselstromschweißmaschinen werden als Schaltglieder für das netzsynchrone und periodengenaue Ein- und Ausschalten des Schweißstromes Thyristorsteller verwendet.

##### 5.1.1 Aufbau

Der Thyristorsteller besteht aus zwei antiparallel geschalteten Thyristoren, Bild 2 und Bild 3. Schweißanlagen für Wechselstrom können grundsätzlich nur ein- oder zweiphasig angeschlossen werden und führen zu einer unsymmetrischen Belastung des Versorgungsnetzes.