

Widerstandsschweißen
Widerstandsschweißeinrichtungen
 Mechanische und elektrische Anforderungen
 (ISO 669:2000)

DIN
ISO 669

ICS 25.160.30

Ersatz für
 DIN ISO 669:1982-04

Resistance welding – Resistance welding equipment –
 Mechanical and electrical requirements
 (ISO 669:2000)

Soudage par résistance – Matériel de soudage par résistance –
 Exigences mécaniques et électriques
 (ISO 669:2000)

Die Internationale Norm ISO 669:2000 „Resistance welding – Resistance welding equipment – Mechanical and electrical requirements“ ist unverändert in diese Deutsche Norm übernommen worden.

Nationales Vorwort

Die Internationale Norm ISO 669:2000 ist im Technischen Komitee ISO/TC 44 „Schweißen und verwandte Verfahren“ vom Unterkomitee SC 6 „Widerstandsschweißen“ erarbeitet worden. Das zuständige deutsche Gremium ist der Gemeinschaftsausschuss AA 11.1/DKE K 363 „Widerstandsschweißeinrichtungen“.

Gegenüber der letzten Ausgabe 1982-04 wurde auf den Teil Begriffe zur „Betriebstechnik“ verzichtet. Er soll zusammen mit anderen Begriffen in einer separaten Norm veröffentlicht werden.

Wesentlich ist die Erarbeitung dieser Ausgabe für moderne Schaltungsvarianten für die Stromquelle auf der Eingangs- und Ausgangsseite.

Eine weitere entscheidende Erweiterung sind die Angaben zu den mechanischen Maschineneigenschaften, und zwar besonders zu den dynamischen mechanischen Kennwerten und zugehörigen Messverfahren.

Umfangreiche internationale Forschungsarbeiten belegen, dass diese Maschineneigenschaften entscheidend Form und Abmessungen des Schweißbereichsdiagramms und die Elektodenstandmenge und damit die Qualität bestimmen. Wenn auch noch nicht alle Zusammenhänge bekannt sind, über den großen grundsätzlichen Einfluss bestehen keine Zweifel. Für das Beurteilen der Eignung einer Schweißeinrichtung sind diese Eigenschaften entscheidende Merkmale für das Erreichen des beherrschten Prozesses und der angestrebten Standmenge. Der Aufwand für diese „bessere Schweißmaschine“ geht in die Investitionskosten ein.

In folgenden Normen wird unter anderem auf die Zusammenhänge verwiesen:

DIN EN ISO 14554-1, *Schweißtechnische Qualitätsanforderungen – Widerstandsschweißen metallischer Werkstoffe – Teil 1: Umfassende Qualitätsanforderungen (ISO 14554-1:2000)*;
 Deutsche Fassung EN ISO 14554-1:2000.

DIN EN ISO 14554-2, *Schweißtechnische Qualitätsanforderungen – Widerstandsschweißen metallischer Werkstoffe – Teil 2: Elementar-Qualitätsanforderungen (ISO 14554-2:2000)*;
 Deutsche Fassung EN ISO 14554-2:2000.

E DIN EN ISO 15609-5, *Anforderungen und Anerkennung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe – Schweißanweisung – Teil 5: Widerstandsschweißen (ISO/DIS 15609-5:2000)*; Deutsche Fassung prEN ISO 15609-5:2000.

E DIN EN ISO 8166, *Widerstandsschweißen – Verfahren für das Bewerten der Standmenge von Punktschweißelektroden bei konstanter Maschinen-Einstellung (ISO/DIS 8166:2000)*; Deutsche Fassung prEN ISO 8166:2000.

E DIN EN ISO 14327, *Widerstandsschweißen – Verfahren für die Bestimmung des Schweißbereichsdiagramms für das Widerstandspunkt-, Buckel- und Nahtschweißen (ISO/DIS 14327:2000)*; Deutsche Fassung prEN ISO 14327:2000.

Fortsetzung Seite 2 bis 34

Normenausschuss Schweißtechnik (NAS) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
 Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)

Zu beachten ist außerdem, dass sich die mechanischen Maschineneigenschaften durch zusätzliche Massen wie Werkzeuge und durch Verschleiß verschlechtern. Das Letztere erfordert eine angemessene Wartung.

Für die im Abschnitt 2 zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 865	identisch mit DIN EN 20865
ISO 5183-1	siehe DIN EN ISO 5183-1
ISO 5183-2	siehe DIN EN 25183-2
ISO 5184	siehe DIN ISO 5184
ISO 5821	siehe DIN ISO 5821
ISO 5826	siehe DIN ISO 5826
ISO 5829	keine entsprechende Deutsche Norm
ISO 5830	keine entsprechende Deutsche Norm
ISO 8430-1	siehe DIN EN 28430-1
ISO 8430-2	siehe DIN EN 28430-2
ISO 8430-3	siehe DIN EN 28430-3
IEC 60051-2	siehe DIN EN 60051-2
IEC 60204-1	siehe DIN EN 60204-1 (VDE 0113 Teil 1)

Änderungen

Gegenüber DIN ISO 669:1982-04 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- Der Inhalt der Internationalen Norm ISO 669:2000 wurde vollständig übernommen und wurde gegenüber der bisherigen Ausgabe umfassend überarbeitet, siehe auch nationales Vorwort.
- Der Abschnitt Prüfungen wurde neu strukturiert.
- Festlegungen über Transformatoren wurden durch Verweis auf ISO 5826:1999 ersetzt.
- Ein neuer Anhang A über dynamisch mechanisches Verhalten von Widerstandsschweißeinrichtungen wurde aufgenommen.

Frühere Ausgaben

DIN ISO 669: 1982-04

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 20865, *T-Nuten in Platten für Buckelschweißmaschinen (ISO 865:1981); Deutsche Fassung EN 20865:1991.*

DIN EN ISO 5183-1, *Widerstandspunktschweißen – Elektroden­schäfte mit Außenkegel 1 : 10 – Teil 1: Kegelige Befestigung, Kegel 1 : 10 (ISO 5183-1:1988); Deutsche Fassung EN ISO 5183-1:2000.*

DIN EN 25183-2, *Widerstandspunktschweißen – Elektroden­schäfte mit Außenkegel 1 : 10 – Teil 2: Zylindrische Befestigung für gerade Beanspruchung (ISO 5183-2:1988); Deutsche Fassung EN 25183-2:1991.*

DIN EN 28430-1, *Widerstandspunktschweißen – Elektrodenhalter – Teil 1: Kegelige Befestigung 1 : 10 (ISO 8430-1:1988); Deutsche Fassung EN 28430-1:1992.*

DIN EN 28430-2, *Widerstandspunktschweißen – Elektrodenhalter – Teil 2: Morsekegelbefestigung (ISO 8430-2:1988); Deutsche Fassung EN 28430-2:1992.*

DIN EN 28430-3, *Widerstandspunktschweißen – Elektrodenhalter – Teil 3: Zylindrische Befestigung für gerade Beanspruchung (ISO 8430-3:1988); Deutsche Fassung EN 28430-3:1992.*

DIN EN 60051-2, *Direkt wirkende anzeigende elektrische Messgeräte und ihr Zubehör – Messgeräte mit Skalenanzeige – Teil 2: Spezielle Anforderungen für Strom- und Spannungs-Messgeräte (IEC 51-2:1984, Ausgabe 4); Deutsche Fassung EN 60051-2:1989.*

DIN EN 60204-1 (VDE 0113 Teil 1), *Sicherheit von Maschinen – Elektrische Ausrüstung von Maschinen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 204-1:1991, modifiziert); Deutsche Fassung EN 60204-1:1992.*

DIN ISO 5184, *Gerade Punktschweißelektroden (ISO 5184:1979).*

DIN ISO 5821, *Punktschweißelektrodenkappen (ISO 5821:1979).*

DIN ISO 5826, *Widerstandsschweißeinrichtungen – Transformatoren – Allgemeine Anforderungen (ISO 5826:2000).*

Deutsche Übersetzung
Widerstandsschweißen
Widerstandsschweißeinrichtungen
Mechanische und elektrische Anforderungen

Inhalt

	Seite
Vorwort.	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen.	4
3 Begriffe und Definitionen	5
4 Symbole	15
5 Einteilung	17
6 Physikalische Umgebung und Betriebsbedingungen	17
7 Prüfbedingungen	18
8 Schweißtransformatoren	18
9 Bemessungswert der Leerlaufspannung am Ausgang.	18
10 Größter Kurzschlussstrom	19
11 Thermische Bemessung	20
12 Erwärmungsprüfung.	21
13 Bedingungen zum Messen der Erwärmung.	21
14 Kühlflüssigkeitskreis (flüssigkeitsgeköhlte Schweißeinrichtung)	21
15 Statische, mechanische Kenngrößen	22
16 Leistungsschild	25
17 Betriebsanleitung	28
Anhang A (normativ) Dynamisches, mechanisches Verhalten	29
Anhang B (informativ) Beispiele für Leistungsschilder	32

Vorwort

Die ISO (Internationale Organisation für Normung) ist die weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (ISO-Mitglieds Körperschaften). Die Erarbeitung internationaler Normen obliegt den technischen Komitees der ISO. Jede Mitglieds Körperschaft, die sich für ein Thema interessiert, für das ein technisches Komitee eingesetzt wurde, ist berechtigt, in diesem Komitee mitzuarbeiten. Internationale (staatliche und nichtstaatliche) Organisationen, die mit der ISO in Verbindung stehen, sind an den Arbeiten ebenfalls beteiligt. Die ISO arbeitet bei allen Angelegenheiten der elektrotechnischen Normung eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen. Internationale Normen werden in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln nach ISO/IEC-Direktiven Teil 3 hergestellt.

Die von den technischen Komitees verabschiedeten internationalen Norm-Entwürfe werden den Mitglieds Körperschaften zur Abstimmung vorgelegt. Die Veröffentlichung als Internationale Norm erfordert Zustimmung von mindestens 75 % der abstimmenden Mitglieds Körperschaften.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Angaben dieser Internationalen Norm Gegenstand von Patentrechten sein können. ISO kann nicht verantwortlich gemacht werden für die Nennung einiger oder aller Patentrechte.

Die Internationale Norm ISO 669 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 44 „Schweißen und verwandte Verfahren“, Unterkomitee SC 6 „Widerstandsschweißen“, erarbeitet.

Diese zweite Ausgabe ersetzt die erste Ausgabe (ISO 669:1981), die technisch überarbeitet wurde.

Anhang A ist ein normativer Bestandteil dieser Internationalen Norm. Anhang B ist nur zur Information.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für Widerstandsschweißeinrichtungen, Zangen mit eingebautem Transformator und vollständige ortsveränderliche Einrichtungen.

Diese Widerstandsschweißeinrichtungen umfassen folgende Arten:

- einphasig mit Wechsel-Schweißstrom;
- einphasig mit gleichgerichtetem Schweißstrom durch Gleichrichten des Ausgangs des Schweißtransformators;
- einphasig mit Inverter-Schweißtransformator;
- dreiphasig mit gleichgerichtetem Schweißstrom durch Gleichrichten des Ausgangs des Schweißtransformators;
- dreiphasig mit Stromgleichrichtung im Eingang des Schweißtransformators (manchmal Frequenzumwandler genannt);
- dreiphasig mit Inverter-Schweißtransformator.

Diese Norm gilt nicht für einzeln verkaufte Schweißtransformatoren und für Sicherheitsanforderungen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden normativen Dokumente enthalten Festlegungen, die durch Verweisungen in diesem Text Bestandteil dieser Internationalen Norm sind. Bei datierten Verweisungen gelten spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nicht. Anwender dieser Internationalen Norm werden jedoch gebeten, die Möglichkeit zu prüfen, die jeweils neuesten Ausgaben der nachstehend angegebenen normativen Dokumente anzuwenden. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen normativen Dokuments. Mitglieder von ISO und IEC führen Verzeichnisse der gültigen Internationalen Normen.

ISO 865:1981, *T-Nuten in Platten für Buckelschweißmaschinen*.

ISO 5183-1:1998, *Widerstandsschweißen – Elektrodenschäfte mit Außenkegel 1 : 10 – Teil 1: Kegeliges Befestigungsende, Kegel 1 : 10*.

ISO 5183-2:1988, *Widerstandsschweißen – Elektrodenschäfte mit Außenkegel 1 : 10 – Teil 2: Zylindrisches Befestigungsende*.

ISO 5829:1984, *Widerstandspunktschweißen – Elektrodenschäfte mit Innenkegel 1 : 10*.

ISO 5830:1984, *Widerstandspunktschweißen – Elektrodenkappen mit Außenkegel*.

ISO 8430-1:1988, *Widerstandspunktschweißen – Elektrodenhalter – Teil 1: Kegelsitz 1 : 10*.

ISO 8430-2:1988, *Widerstandspunktschweißen – Elektrodenhalter – Teil 2: Morsekegel*.

ISO 8430-3:1988, *Widerstandspunktschweißen – Elektrodenhalter – Teil 3: Zylindrische Aufnahme*.

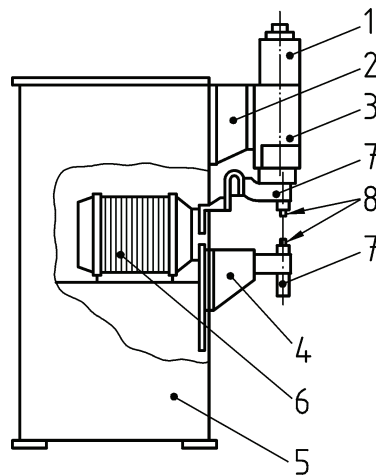
IEC 60051-2:1984, *Direkt wirkende, analog anzeigende elektrische Messgeräte und ihr Zubehör – Teil 2: Besondere Forderungen für Strommesser und Spannungsmesser*.

IEC 60204-1:1992, *Elektrische Ausrüstung von Industriemaschinen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen*.

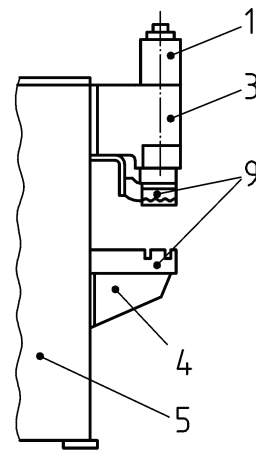
3 Begriffe und Definitionen

Für diese Internationale Norm gelten die folgenden Begriffe und Definitionen:

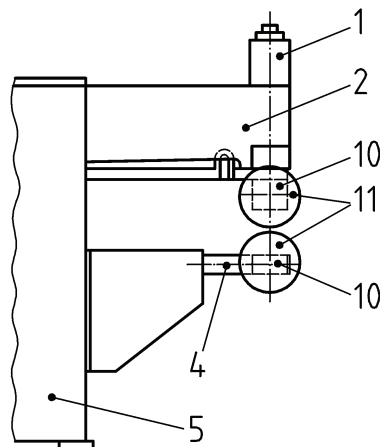
3.1 Mechanische Teile von Punkt-, Buckel- und Nahtschweißeinrichtungen



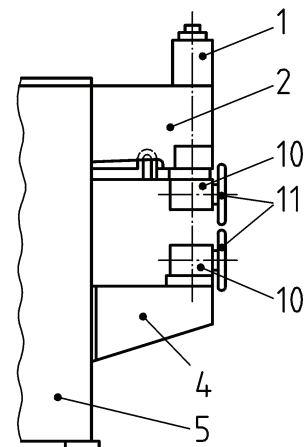
a) Punktschweißeinrichtung



b) Buckelschweißeinrichtung



Längsnaht-Schweißeinrichtung



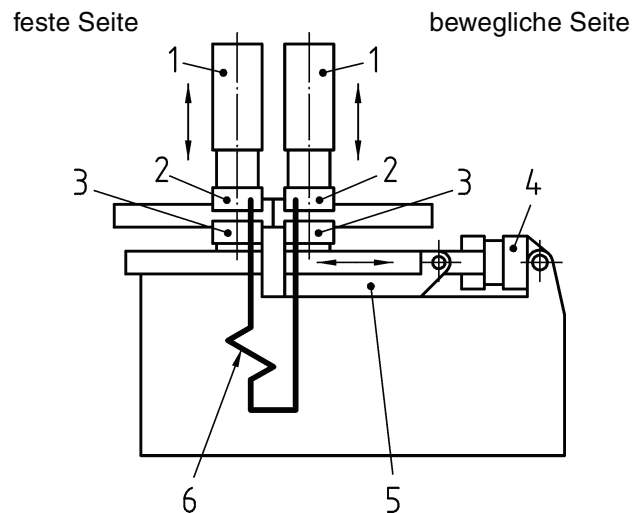
Quernaht-Schweißeinrichtung

c) Nahtschweißeinrichtung

Legende

1 Krafterzeugungssystem	5 Rahmen	9 Spannplatte
2 oberer Arm	6 Transformator	10 Rollenkopf
3 Schweißkopf	7 Elektrodenhalter	11 Rollenelektrode
4 unterer Arm	8 Elektrode	

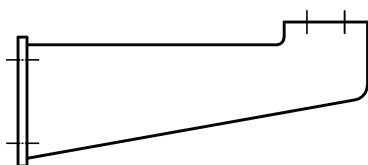
Bild 1 – Elemente von Punkt-, Buckel- und Nahtschweißeinrichtungen



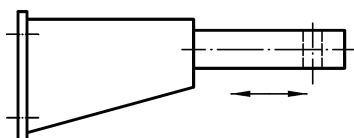
Legende

- | | | |
|--------------------|----------------------------|------------------------|
| 1 Spannvorrichtung | 3 stromführende Spannbacke | 5 Schlitten |
| 2 Spannbacke | 4 Schlittenantrieb | 6 Schweißtransformator |

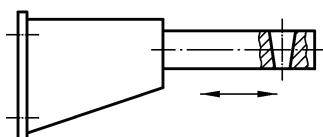
Bild 2 – Elemente einer Stumpfschweißeinrichtung



a) nicht verstellbar

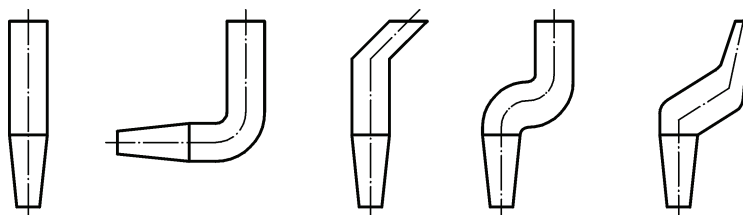


b) verstellbar mit Aufnahme für einen Elektrodenhalter



c) verstellbar mit Aufnahme für eine Punktschweiß-Elektrode

Bild 3 – Untere Arme



a) gerade

b) gewinkelt

c) gekröpft

Bild 4 – Punktschweiß-Elektroden mit Außenkegel am Befestigungsende und flacher Spitze

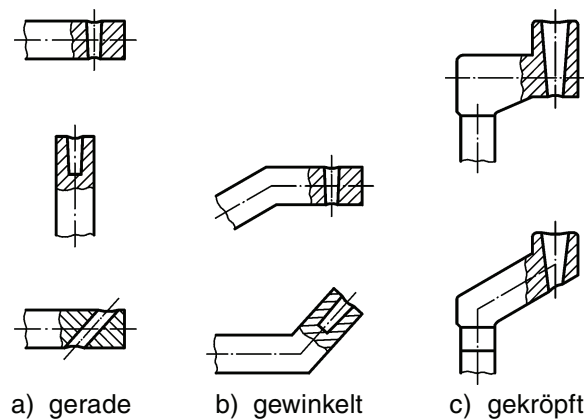


Bild 5 – Elektrodenhalter mit Innenkegel für Punktschweiß-Elektroden
(Flüssigkeitskühlung ist nicht dargestellt)

3.1.1

Arm

Vorrichtung zum Übertragen der Elektrodenkraft und Führen des Schweißstromes oder Tragen eines getrennten Leiters, siehe Bilder 1 und 3

3.1.2

Schweißkopf

Vorrichtung, die das Krafterzeugungs- und Führungs-System umfasst und einen Elektrodenhalter, eine Spannplatte oder einen am oberen Arm oder direkt am Maschinenkörper befestigten Rollenelektroden-Kopf trägt, siehe Bild 1

3.1.3

Elektrodenhalter

Vorrichtung zum Halten einer Punktschweiß-Elektrode oder eines Elektrodenschaftes (z. B. nach ISO 8430-1, ISO 8430-2, ISO 8430-3), siehe Bilder 1 und 5

3.1.4

Punktschweiß-Elektrode

Elektrode zum Punktschweißen (z. B. nach ISO 5184), siehe Bilder 1 und 4

3.1.5

Elektrodenschaft

Vorrichtung zum Halten einer Elektrodenkappe mittels Außen- oder Innenkegel, siehe ISO 5183-1, ISO 5183-2 und ISO 5829

3.1.6

Elektrodenkappe

ersetzbares Arbeitsende der Punktschweiß-Elektrode; sie wird mit ihrem Innen- oder Außenkegel auf dem Elektrodenschaft befestigt, siehe ISO 5821 und ISO 5830

3.1.7

Spannplatte

Vorrichtung, normalerweise mit T-Nuten (z. B. nach ISO 865), zur Aufnahme von Buckelschweiß-Elektroden oder Schweißwerkzeugen, siehe Bild 1

3.1.8

Rollenelektroden-Kopf

Vorrichtung mit einem Rollenelektroden-Lager, die zum Längs- und/oder Quernaht-Schweißen am oberen und unteren Arm befestigt ist, siehe Bild 1

3.1.9

Rollenelektroden-Lager

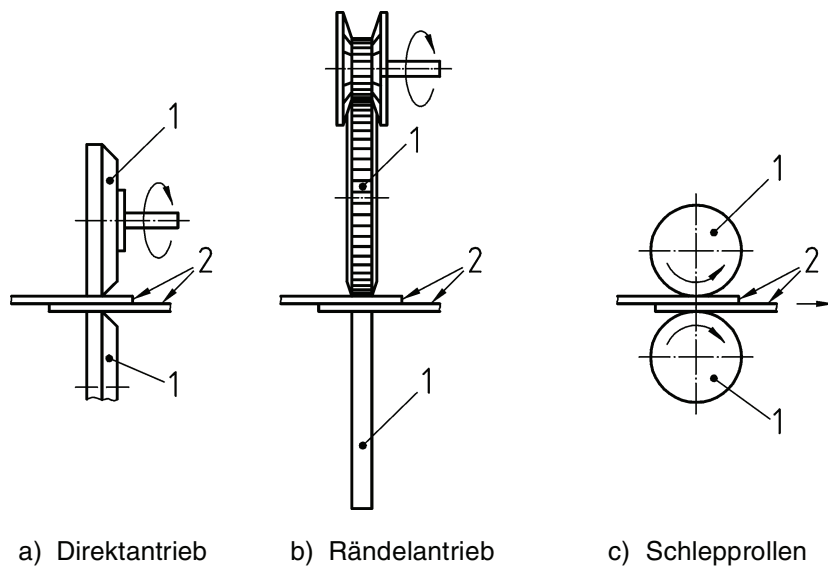
Vorrichtung zum Führen der Rollenelektrode, zum Übertragen der Kraft und meist des Stromes

3.1.10

Rollenelektrode

Elektrode als drehbare Scheibe, siehe Bild 1

ANMERKUNG Rollenelektroden können durch einen Motor angetrieben oder durch das Werkstück (Schlepprollen) bewegt werden. Der Antrieb kann direkt an der Elektrodenachse oder an ihrem Umfang erfolgen (Rändelantrieb), siehe Bild 6.



Legende

- 1 Rollenelektrode
- 2 zu schweißende Teile

Bild 6 – Antriebsarten für Rollenelektroden

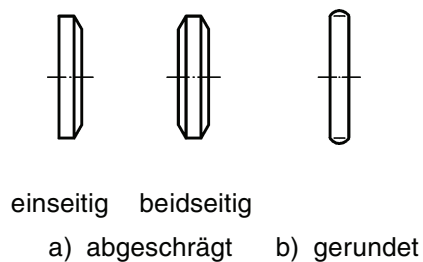


Bild 7 – Profile von Rollenelektroden

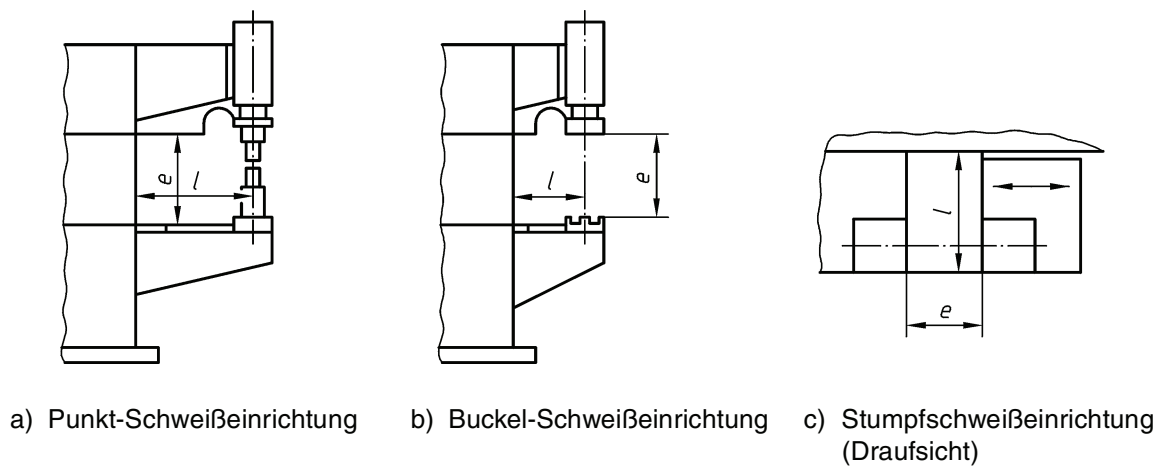


Bild 8 – Hauptmaße

3.1.11

Rollenelektroden-Profil

das Profil kann, abhängig von Schweißbedingungen und Zugang, ein- oder beidseitig abgeschrägt oder gerundet sein, siehe Bild 7

3.1.12

Rollenelektroden-Drehzahl (Direktantrieb)

Drehzahl n

3.1.13

Rollenelektroden-Geschwindigkeit (Rändelantrieb)

Umfangsgeschwindigkeit v

3.1.14

Armabstand (e) (bei Punkt- und Rollennaht-Schweißeinrichtungen)

nutzbare Entfernung zwischen den Armen oder den äußeren stromführenden Teilen des Schweißstromkreises (Sekundärstromkreises), siehe Bild 8

3.1.15

Armabstand (e) (bei Buckelschweißeinrichtung)

Abstand zwischen den Spannplatten, siehe Bild 8

ANMERKUNG Siehe auch 3.2.11 Backenabstand (e).

3.1.16

Ausladung (l)

nutzbare Entfernung zwischen der Spannplatten- oder Elektroden-Achse oder, bei schräg stehenden Elektroden, dem Schnittpunkt der Elektrodenachsen in Arbeitsstellung oder der Kontaktlinie der Rollenelektroden und dem nächstliegenden Teil des Maschinenkörpers, siehe Bild 8

ANMERKUNG Definition berücksichtigt keine außermittigen Elektrodenspitzen.

3.1.17

Elektrodenhub (c)

physikalische Verschiebung der Elektroden während des Prozessvorgangs

ANMERKUNG 1 Wenn die Elektrode am Antriebszylinder befestigt ist, ist der Hub von beiden gleich groß.

ANMERKUNG 2 Wenn die sich bewegende Elektrode an einem vom Antriebszylinder bewegten Hebelsystem befestigt ist, gilt als größter Elektrodenhub die Sehnenlänge des Bogens, den die Spitze der sich bewegenden Elektrode beim ganzen Zylinderhub beschreibt.

ANMERKUNG 3 Der Elektrodenhub kann aus einem „Vorhub“ ohne Berühren, der das Einführen des Werkstücks zwischen die Elektroden ermöglicht, und einem kleineren „Arbeitshub“ bestehen.

3.1.18

Elektrodenkraft (F)

Kraft, die von den Elektroden auf das Werkstück übertragen wird

3.1.19

größte Elektrodenkraft ($F_{\max}$)

größte Elektrodenkraft, die von der Schweißeinrichtung ohne bleibendes schädigendes Verformen ihrer mechanischen Teile erzeugt werden kann

3.1.20

kleinste Elektrodenkraft ($F_{\min}$)

kleinste Elektrodenkraft, die bei sicherer Funktion der Schweißeinrichtung verwendet werden kann

3.2 Mechanische Teile von Stumpfschweißeinrichtungen

3.2.1

Schlittenantrieb

Antrieb, der die zum Schweißen erforderlichen Bewegungen und Stauchkräfte erzeugt und auf das in der Spanneinrichtung aufgenommene Werkstück überträgt

ANMERKUNG Beim Abbrenn-Stumpfschweißen kann der Antrieb erforderlich sein, um den Schlitten, der Abbrennbewegung folgend, zum Vorwärmen hin- und herzubewegen und um die Stauchkraft zu liefern.

3.2.2

Spanneinrichtung

Einrichtung, die die für den Stromfluss erforderliche Kontaktkraft und die für die Stauchkraft erforderliche Spannkraft aufbringt, wenn keine Zusatz-Spanneinrichtungen oder Gegenlager vorhanden sind

3.2.3

Zusatz-Spanneinrichtung

nicht stromführende Einrichtung zum Aufbringen der für die Stauchkraft erforderlichen Spannkraft

3.2.4

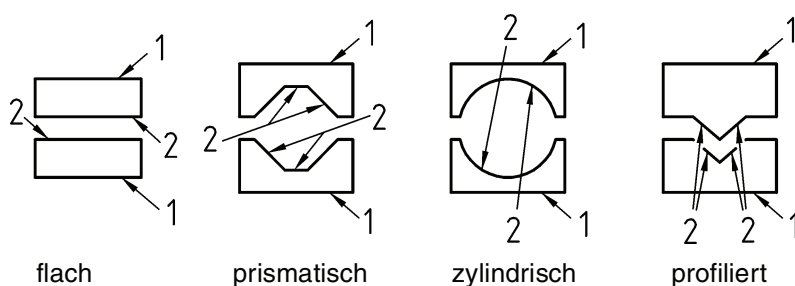
Gegenlager

Einrichtung, die die gesamte oder einen Teil der Stauchkraft auf ein Werkstück aufnimmt, um ein Rutschen des Werkstücks beim Stauchen zu verhindern

3.2.5

Spannbacken

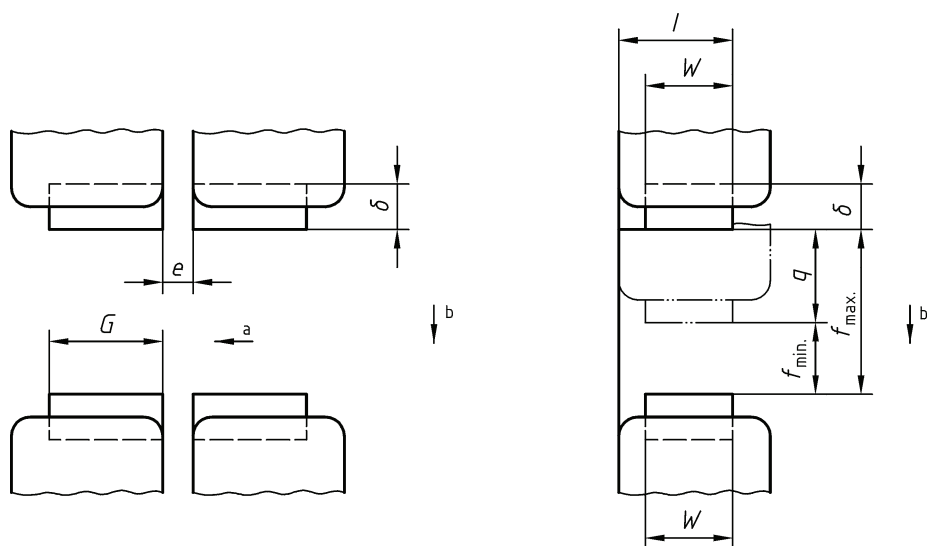
Backen zum Übertragen aller Kräfte auf das Werkstück, das sie mit ihren Spannflächen berühren, siehe Bild 9



Legende

- 1 Befestigungs- oder Auflage-Fläche
- 2 Kontakt- und/oder Spann-Fläche

Bild 9 – Arten von Spannbacken
(dargestellt in Stauchrichtung)



Ansicht senkrecht zur Spann- und Stauch-Richtung

Ansicht in Stauchrichtung

Legende

- a Stauchrichtung
- b Spannrichtung

Bild 10 – Backenmaße

3.2.6

Backenlänge (G)

nutzbare Länge einer Spannbacke in Stauchrichtung, siehe Bild 10

3.2.7

Backenbreite (W)

nutzbare Breite einer Spannbacke senkrecht zur Stauch- und Spannvorrichtung, siehe Bild 10

3.2.8

Backendicke (δ)

Abmessung in Spannrichtung, siehe Bild 10

3.2.9

Backenhub (q)

Unterschied zwischen kleinster und größter Öffnungsweite, siehe Bild 10

3.2.10

Öffnungsweite (f)

nutzbarer Abstand zwischen flachen Spannflächen, siehe Bild 10

ANMERKUNG Wenn das Werkstück senkrecht zur Stauchrichtung eingelegt werden muss, ist die nutzbare Weite von profilierten Backen kleiner als die von flachen Backen, siehe Bild 9.

3.2.11

Backenabstand (e)

lichter Abstand zwischen beiden Backenpaaren in Stauchrichtung, siehe Bild 10

ANMERKUNG Siehe auch 3.1.13 Armabstand (e).

3.2.12

Stauchweg

Unterschied zwischen dem kleinsten und größten Backenabstand

3.2.13

Ausladung (l)

zur Stauchrichtung senkrechter Abstand zwischen Maschinenkörper und Außenkante der Spannbacken, siehe Bilder 8 und 10

3.2.14

Spannkraft (F_2)

von den Spannbacken auf das Werkstück ausgeübte Kraft

3.2.15

größte Spannkraft ($F_{2\max}$)

größte durch die Spannbacken auf jedes zu schweißende Teil wirkende Kraft, um jegliches Rutschen zu verhindern und guten elektrischen Kontakt mit den Elektroden aufrechtzuerhalten, wenn die größte Stauchkraft ausgeübt wird

3.2.16

Stauchkraft (F_1)

in Stauchrichtung wirkende Kraft zum Zusammenpressen der Werkstücke

3.2.17

größte Stauchkraft ($F_{1\max}$)

größte Stauchkraft, die von der Schweißeinrichtung ohne schädigendes Verformen ihrer mechanischen Teile erzeugt werden kann

3.2.18

kleinste Stauchkraft ($F_{1\min}$)

kleinste Stauchkraft, die zum ordnungsgemäßen Betrieb der Schweißeinrichtung verwendet werden kann

3.2.19

Vorwärmkraft (F_{c1})

während der Vorwärmung in Stauchrichtung wirkende Kraft