

DIN EN ISO 14373



ICS 25.160.10

Ersatz für
DIN EN ISO 14373:2007-09

**Widerstandsschweißen –
Verfahren zum Punktschweißen von niedriglegierten Stählen mit oder
ohne metallischem Überzug (ISO 14373:2015);
Deutsche Fassung EN ISO 14373:2015**

Resistance welding –
Procedure for spot welding of uncoated and coated low carbon steels (ISO 14373:2015);
German version EN ISO 14373:2015

Soudage par résistance –
Mode opératoire pour le soudage par points des aciers à bas carbone revêtus et non
revêtus (ISO 14373:2015);
Version allemande EN ISO 14373:2015

Gesamtumfang 23 Seiten

DIN-Normenausschuss Schweißen und verwandte Verfahren (NAS)



Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 14373:2015) wurde vom Technischen Komitee IIW „International Institute of Welding“ (de: Internationales Institut für Schweißtechnik) in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 121 „Schweißen und verwandte Verfahren“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche/nationale Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 092-00-12 AA „Widerstandsschweißen (DVS AG V 3)“ im DIN-Normenausschuss Schweißen und verwandte Verfahren (NAS).

Für die in diesem Dokument zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 669	siehe DIN EN ISO 669
ISO 5182	siehe DIN EN ISO 5182
ISO 5184	siehe DIN ISO 5184
ISO 5821	siehe DIN EN ISO 5821
ISO 10447	siehe DIN EN ISO 10447
ISO 14270	siehe DIN EN ISO 14270
ISO 14329	siehe DIN EN ISO 14329
ISO 15609-5	siehe DIN EN ISO 15609-5
ISO 15614-12	siehe DIN EN ISO 15614-12
ISO 17677-1	siehe DIN EN ISO 17677-1
ISO 18278-1	siehe DIN EN ISO 18278-1
ISO 18278-2	siehe DIN EN ISO 18278-2

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 14373:2007-09 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Bilder von Brucharten entfernt;
- b) Angleichung an die ISO 17667-1.

Frühere Ausgaben

DIN EN ISO 14373: 2007-09

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 669, *Widerstandsschweißen — Widerstandsschweißeinrichtungen — Mechanische und elektrische Anforderungen*

DIN EN ISO 5182, *Widerstandsschweißen — Werkstoffe für Elektroden und Hilfseinrichtungen*

DIN EN ISO 5821, *Widerstandsschweißen — Punktschweiß-Elektrodenkappen*

DIN EN ISO 10447, *Widerstandsschweißen — Prüfung von Schweißverbindungen — Schäl- und Meißelprüfung von Widerstandspunkt- und Buckelschweißverbindungen*

DIN EN ISO 14270, *Probenmaße und Verfahren für die mechanisierte Schälprüfung an Widerstandspunkt-, Rollennaht- und Buckelschweißungen mit geprägten Buckeln*

DIN EN ISO 14329, *Widerstandsschweißen — Zerstörende Prüfung von Schweißverbindungen — Brucharten und geometrische Messgrößen für Widerstandspunkt-, Rollennaht- und Buckelschweißungen*

DIN EN ISO 15609-5, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Schweißanweisung — Teil 5: Widerstandsschweißen*

DIN EN ISO 15614-12, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Schweißverfahrensprüfung — Teil 12: Widerstandspunkt-, Rollennaht- und Buckelschweißen*

DIN EN ISO 17677-1, *Widerstandsschweißen — Begriffe — Teil 1: Punkt-, Buckel- und Rollennahtschweißen*

DIN EN ISO 18278-1, *Widerstandsschweißen — Schweißbeignung — Teil 1: Bewerten der Schweißbeignung zum Widerstandspunkt-, Rollennaht- und Buckelschweißen von metallischen Werkstoffen*

DIN EN ISO 18278-2, *Widerstandsschweißen — Schweißbeignung — Teil 2: Alternative Verfahren für das Bewerten von Stahlblechen für das Widerstandspunktschweißen*

DIN ISO 5184, *Gerade Punktschweißelektroden*

— Leerseite —

Deutsche Fassung

Widerstandsschweißen —
Verfahren zum Punktschweißen von niedriglegierten Stählen mit
oder ohne metallischem Überzug (ISO 14373:2015)

Resistance welding —
Procedure for spot welding of uncoated and coated low
carbon steels (ISO 14373:2015)

Soudage par résistance —
Mode opératoire pour le soudage par points des aciers à
bas carbone revêtus et non revêtus (ISO 14373:2015)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 3. Januar 2015 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum des CEN-CENELEC oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
Einleitung.....	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	6
4 Symbole und Abkürzungen	6
5 Werkstoffe	7
5.1 Form	7
5.2 Stahlsorten	7
6 Oberflächenbeschaffenheit	7
7 Randabstand, Form der zu schweißenden Bauteile und Schweißpunktstand	7
8 Elektroden	7
8.1 Werkstoffe	7
8.2 Abmessungen	7
8.3 Elektrodenkühlung	10
9 Beurteilung der Schweißqualität	10
9.1 Allgemeines	10
9.2 Prüfverfahren zur Beurteilung der Schweißbeignung	10
9.3 Fertigungsprüfungen	10
9.4 Prüfungshäufigkeit	10
10 Anforderungen an die Schweißqualität	11
10.1 Punktdurchmesser	11
10.2 Einbrand und Elektrodeneindruck	11
10.3 Fehlerbeschreibung der Schweißverbindung	11
10.4 Scherzugfestigkeit	11
10.5 Aussehen der Schweißverbindung	12
10.5.1 Oberflächenbeschaffenheit	12
10.5.2 Deformation	12
11 Verbindungen mit mehreren Schweißpunkten	13
Anhang A (informativ) Empfehlungen für Punktschweißeinrichtungen	15
Anhang B (informativ) Typische Punktschweißbedingungen	16
Anhang C (informativ) Unvollständige Liste der Stahlsorten im Geltungsbereich dieser Internationalen Norm	18
C.1 Stahl ohne Überzug	18
C.2 Feuerverzinkter Stahl bzw. Stahl mit Fe-Zn-Legierungsüberzug	18
C.3 Elektrolytisch verzinkter Stahl	18
C.4 Stahl mit elektrolytisch aufgebrachtem Zn-Ni- oder Zn-Fe-Überzug	18
C.5 Stahl mit Aluminiumüberzug	18
C.6 Stähle mit einem Überzug aus Zink und 50 % bis 55 % Aluminiumanteil	18
C.7 Stähle mit einem Überzug aus Zink und 5 % Aluminium	18
Literaturhinweise	19

Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 14373:2015) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC IIW „International Institute of Welding“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 121 „Schweißen und verwandte Verfahren“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis September 2015, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis September 2015 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt EN ISO 14373:2007.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 14373:2015 wurde vom CEN als EN ISO 14373:2015 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Einleitung

Diese Internationale Norm enthält keine Bilder mehr, in denen die Brucharten und die Verfahren für den Scherzugprüfung und den Kopfzugprüfung nach ISO 14329 dargestellt sind.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm legt die Anforderungen an das Widerstandspunktschweißen bei der Fertigung von Bauteilen aus niedriglegiertem Stahl mit oder ohne metallischem Überzug fest, die aus zwei oder drei verschiedenen Blechdicken bestehen können, wobei die maximale Dicke eines Einzelbleches der zu schweißenden Bauteile im Bereich von 0,4 mm bis 3 mm aus folgenden Werkstoffen liegt:

- Stahl ohne Überzug;
- Stahl mit Feuerverzinkung oder Fe-Zn-Legierung (Galvannealed);
- Stahl mit elektrolytisch aufgebrachtem Zn- oder Zn-Ni-Überzug;
- Stahl mit Aluminiumüberzug;
- Stahl mit Zn-Al-Legierungsüberzug.

Diese Internationale Norm gilt für das Schweißen von Blechen gleicher oder unterschiedlicher Dicke mit einem Dickenverhältnis von nicht mehr als 3:1. Sie gilt auch für die Dreiblechschweißung mit einer Gesamtdicke von bis zu 9 mm.

Die folgenden Schweißeinrichtungen liegen im Anwendungsbereich dieser Internationalen Norm:

- a) Ständerschweißmaschinen;
- b) Schweißpistolen;
- c) automatische Schweißeinrichtungen, bei denen die Bauteile durch Roboter oder automatische Zuführungen zugeführt werden;
- d) Vielpunktschweißanlagen;
- e) Roboterschweißanlagen.

Anhang A enthält Angaben über geeignete Schweißeinrichtungen und Anhang B informiert über die Punktschweißbedingungen. Diese Informationen dienen jedoch nur als Anhalt.

In Abhängigkeit von den Fertigungsbedingungen, der Schweißeinrichtung, den Eigenschaften des Sekundärkreises, dem Elektrodenwerkstoff und der Elektrodengeometrie sind gegebenenfalls Anpassungen erforderlich. Falls eine entsprechende Anwendungsnorm hierzu existiert, können weiterführende Informationen daraus entnommen werden.

Das Schweißen von organisch oder mit Primern beschichteten Stählen liegt nicht im Anwendungsbereich dieser Internationalen Norm.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ISO 5182, *Resistance welding — Materials for electrodes and ancillary equipment*

ISO 10447, *Resistance welding — Peel and chisel testing of resistance spot and projection welds*

ISO 14270, *Resistance welding — Specimen dimensions and procedure for mechanized peel testing resistance spot, seam and embossed projection welds*

ISO 15609-5, *Specification and qualification of welding procedures for metallic materials — Welding procedure specification — Part 5: Resistance welding*

ISO 15614-12, *Specification and qualification of welding procedures for metallic materials — Welding procedure test — Part 12: Spot, seam and projection welding*

ISO 17677-1, *Resistance welding — Vocabulary — Part 1: Spot, projection and seam welding*

ISO 18278-1, *Resistance welding — Weldability — Part 1: Assessment of weldability for resistance spot, seam and projection welding of metallic materials*

ISO 18272-2, *Resistance welding — Weldability — Part 2: Alternative procedures for the assessment of sheet steels for spot welding*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 17677-1 und die folgenden Begriffe.

**3.1
Kopfzugprüfung**
Prüfverfahren zur Bestimmung der von der Schweißverbindung unter Kopfzugbeanspruchung übertragbaren Kraft

**3.2
Scherzugprüfung
Scherprüfung**
Prüfverfahren zur Bestimmung der von der Schweißverbindung unter Scherbeanspruchung übertragbaren Kraft

**3.3
Schweißlinse**
linsenförmige Zone einer Widerstandspunktschweißung, in der das Metall beider (aller) Bleche geschmolzen und wieder erstarrt ist

**3.4
Punktabstand**
Mittenabstand zwischen zwei benachbarten Punktschweißungen

**3.5
Randabstand**
Abstand vom Rand des Bauteils bis zur Mitte des Schweißpunktes

4 Symbole und Abkürzungen

Siehe Tabelle 1.

Tabelle 1 — Symbole und Benennungen

Symbol	Benennung	Einheit
d_w	Punktdurchmesser (siehe ISO 17677-1)	mm
d_c	Haftzonendurchmesser	mm
d_e	Durchmesser der Elektrodenarbeitsfläche	mm
d_n	Linsendurchmesser	mm
t	Blechdicke	mm
P_s	Scherzugfestigkeit der Schweißung	kN
R_m	Zugfestigkeit des zu schweißenden Stahls	MPa

5 Werkstoffe

5.1 Form

Der Stahl muss als flachgewalztes Material vorliegen, als Coil oder auf Maß geschnitten, und frei von schädlichen Fehlstellen sein.

5.2 Stahlsorten

Anhang C enthält eine unvollständige Liste der Stahlsorten, die im Geltungsbereich dieser Internationalen Norm liegen.

6 Oberflächenbeschaffenheit

Für das Schweißen müssen die Oberflächen der zu schweißenden Bauteile frei von Fett, Zunder, Rost, Farbe, Schmutz oder übermäßiger Rauheit sein. Warmgewalzter Stahl ohne Überzug muss gebeizt sein. Stähle mit Überzug können mit einer Passivierungsbehandlung durch Chromatierung bzw. Phosphatierung geliefert werden. Bei bestimmten Anwendungen können phosphatierte weiche Stähle zum Einsatz kommen. Diese Werkstoffe können punktgeschweißt werden, allerdings kann die Anpassung der in Anhang B genannten Richtwerte erforderlich sein. Allgemein kann gesagt werden, dass nur dünn phosphatierte Stähle für das Punktschweißen geeignet sind.

ANMERKUNG Vor dem Schweißen darf der Stahl mit Primern, Rosthemmern und Ölen unter der Voraussetzung behandelt werden, dass die Schichtdicke gleichmäßig ist und erwiesenermaßen Schweißverbindungen mit gleich bleibender, der vorliegenden Internationalen Norm entsprechenden Qualität erzielt werden können. Der übermäßige Einsatz zusätzlicher Oberflächenvorbehandlungen reduziert die Standzeit der Elektroden.

7 Randabstand, Form der zu schweißenden Bauteile und Schweißpunktabstand

Die zu schweißenden Bauteile müssen frei von Grat oder anderen Mängeln sein, die die Berührung in der Kontaktebene beeinflussen oder die eine übermäßig große Kraft für das Zusammenpressen der Teile notwendig machen können.

Das zu schweißende Bauteil sollte so geformt sein, dass innerhalb des Bereichs, in dem die Schweißpunkte zu setzen sind, ein ausreichender Berührungskontakt besteht. Der Randabstand sollte nicht weniger als $1,25d_w$ betragen (siehe Bild 1), wobei d_w der in 8.2 festgelegte Punktdurchmesser ist. Randabstände, die kleiner sind als die entsprechende Empfehlung, wirken sich nachteilig auf die Qualität der Schweißverbindung aus. In diesen Fällen kann der nominale Punktdurchmesser kleiner sein als in 8.2 angegeben und die sich daraus ergebende geringere Schweißpunktfestigkeit ist entsprechend zu berücksichtigen (siehe 10.4).

Der Abstand benachbarter Schweißpunkte (siehe Bild 1) sollte nicht weniger als $16t$ betragen, vorzugsweise jedoch mehr. Die Toleranz für den Punktabstand sollte $\pm 10\%$ nicht überschreiten, wobei der Punktabstand nicht unter dem Mindestwert liegen darf.

8 Elektroden

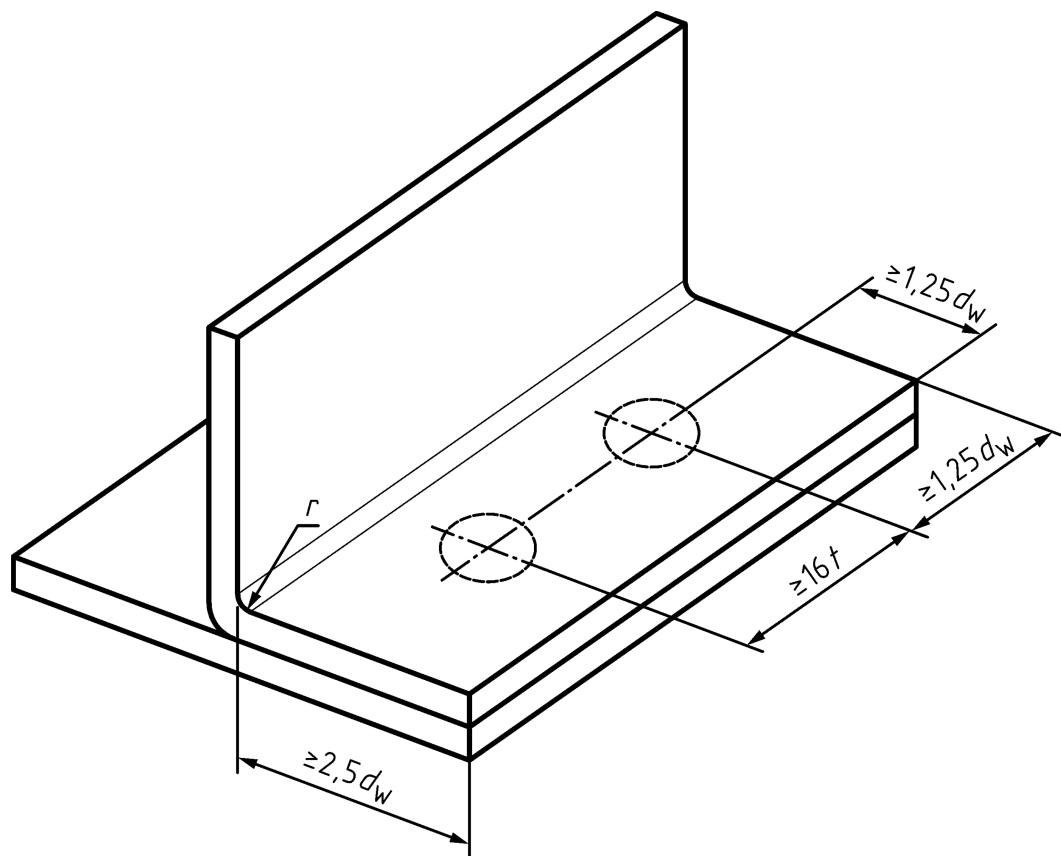
8.1 Werkstoffe

Die Elektrodenwerkstoffe müssen Kupferlegierungen sein und sollten eine hohe Wärme- und elektrische Leitfähigkeit besitzen. Sie sollten ISO 5182 entsprechen und auch dementsprechend eingesetzt werden.

8.2 Abmessungen

Die Schweißelektroden sollten eine ausreichend große Querschnittsfläche und Festigkeit aufweisen, um den Schweißstrom und die Elektrodenkraft ohne Überhitzung, übermäßige Verformung oder übermäßig starkes Verbiegen übertragen zu können.

Die Elektrodenabmessungen sollten den Anforderungen nach ISO 5184 für gerade Elektroden, ISO 5830 für Elektrodenkappen mit Außenkegel und ISO 5821 für Elektrodenkappen mit Innenkegel entsprechen.



Legende

d_w Punktdurchmesser
 t Blechdicke
 r Eckenradius

ANMERKUNG Ein Eckenradius r des einfachen bis dreifachen der Blechdicke t wird empfohlen.

Bild 1 — Empfohlener Rand- und Punktabstand

Werden zwei Bleche mit einer Dicke von maximal 3 mm unter Verwendung von kegelstumpfförmigen Elektroden geschweißt, dann sollte der Kontaktflächendurchmesser der Elektrode entsprechend der nachfolgenden Gleichung (1) aus genormten Größen gewählt werden:

$$d_e = 5\sqrt{t} \quad (1)$$

Dabei ist

- d_e der Durchmesser der Elektrodenarbeitsfläche, in mm;
- t die Dicke des elektrodenseitig angeordneten Bleches, in mm.

Bei Verwendung von kegelstumpfförmigen Elektroden sollte der Anfangs- bzw. Einrichtdurchmesser des Schweißpunktes gleich dem Kontaktflächendurchmesser der Elektrode sein, d. h.

$$d_w = d_e = 5\sqrt{t} \quad (2)$$

Dabei ist

- d_w der Punktdurchmesser, in mm.

ACHTUNG — Wenn kleinere Punktdurchmesser verwendet werden als sie in Gleichung (2) vorgegeben sind, so kann das zu einer geringeren Scherzugfestigkeit (en: tensile shear strenght (*TSS*)) führen. Das muss bei allen Konstruktionsberechnungen berücksichtigt werden (siehe Tabelle 2).

Bei Verwendung von balligen Elektroden mit kleinem Radius oder Elektroden mit sehr kleiner Arbeitsfläche gilt Gleichung (1) nicht immer, die Elektrodenabmessungen werden hierbei von der Zugänglichkeit und der Flanschbreite bestimmt. In diesen Fällen sind die Abmessungen der Elektroden Spitze und die Schweißbedingungen so zu wählen, dass ein Punktdurchmesser gemäß Gleichung (2) erreicht wird und die Mindestanforderungen nach Abschnitt 10 erfüllt werden.

Beim Schweißen von Blechen mit zwei unterschiedlichen Dicken, sollten die Elektrodenabmessungen und die erforderlichen Punktdurchmesser entsprechend der kleineren Blechdicke festgelegt werden. Bei drei verschiedenen Blechdicken sollte das dünnere Blech einer jeden Kombination maßgebend sein.

Wird als zweite Elektrode eine großflächige Gegenelektrode (Unterkupfer) oder ein Dorn verwendet, muss dessen Oberfläche der Werkstückkontur angepasst werden.

Im normalen Produktionseinsatz neigen die Elektroden zur Abplattung, wodurch sich die Elektrodenarbeitsfläche vergrößert. Der Durchmesser wenigstens einer der Elektroden sollte nicht so groß werden dürfen, dass der Punktdurchmesser unter eine akzeptable Mindestgrenze von z. B. $3,5\sqrt{t}$ fällt. Spätestens, wenn dieser Durchmesser erreicht wird, sollte die Elektrode entweder ausgewechselt oder auf die Anfangsgröße und -form nachgearbeitet werden.

Tabelle 2 — Typische Mindestwerte der Scherzugfestigkeit für niedriglegierten Stahl

Blech- dicke mm	Nennwert $3,5\sqrt{t}$		Nennwert $4\sqrt{t}$		Nennwert $5\sqrt{t}$		Nennwert $6\sqrt{t}$	
	Punkt- durch- messer mm	Schweiß- festigkeit <i>TSS</i> kN	Punkt- durch- messer mm	Schweiß- festigkeit <i>TSS</i> kN	Punkt- durch- messer mm	Schweiß- festigkeit <i>TSS</i> kN	Punkt- durch- messer mm	Schweiß- festigkeit <i>TSS</i> kN
0,6	2,7	1,3	3,1	1,6	3,9	2,0	4,6	2,3
0,8	3,1	2,3	3,6	3,0	4,5	3,6	5,4	4,2
1,0	3,5	3,2	4,0	3,7	5,0	4,3	6,0	5,1
1,2	3,8	4,1	4,4	4,6	5,5	5,4	6,6	6,2
1,6	4,4	5,5	5,1	6,0	6,3	7,4	7,6	8,3
2,0	5,0	7,2	5,7	8,4	7,1	10,8	8,5	13,5
2,5	5,5	10,6	6,3	11,8	7,9	14,5	9,5	17,3
3,0	6,0	12,0	6,9	14,0	8,6	17,8	10,4	22,0

ANMERKUNG Diese Werte können für Konstruktionsberechnungen herangezogen werden. Im Allgemeinen ergeben sich in der Praxis höhere Werte. Auch mit höher festem Stahl werden höhere Scherzugfestigkeiten erreicht.

Wenn mit zwei Elektroden unterschiedlichen Durchmessers gearbeitet wird, gilt die zulässige Zunahme des Anfangsdurchmessers für die kleinere der beiden Elektroden Spitzen.

Eine größere Zunahme des Elektroden Spitzendurchmessers ist nur dann zulässig, wenn entsprechende Untersuchungen ergeben haben, dass die Festigkeit der Schweißverbindung nicht unter die geforderten Anforderungen fällt.

Wenn mit automatischer Schweißstromerhöhung gearbeitet wird (d. h. bei Verwendung von Schrittmotorensteuerungen), darf der Elektrodenkontaktdurchmesser stärker zunehmen. Die zulässige Zunahme kann empirisch bestimmt werden, wenn dieser nicht den in Gleichung (2) festgelegten Wert unterschreitet.

8.3 Elektrodenkühlung

Kühlbohrung und -röhrchen sollten ISO 5184, ISO 5830 oder ISO 5821 entsprechen, je nachdem, welche Norm anwendbar ist.

Für das Schweißen von zwei Stahlblechen ohne Überzug mit einer Dicke von höchstens 3,0 mm wird eine Kühlwassermenge von mindestens 4 l/min je Elektrode empfohlen. Für das Schweißen von Stählen mit Überzug werden höhere Durchflussmengen empfohlen. Das Kühlwasserröhrchen sollte so angeordnet sein, dass das Wasser in der Elektrode auf der Rückseite der Arbeitsfläche der Elektrode auftrifft. Der Abstand zwischen der Rückseite der Arbeitsfläche und der Elektrodenarbeitsfläche sollte die in der maßgeblichen Internationalen Norm angegebenen Werte nicht überschreiten.

9 Beurteilung der Schweißqualität

9.1 Allgemeines

Es muss eine Schweißanweisung nach ISO 15609-5 für die Schweißeinrichtung sowie die in dem zu schweißenden Bauteil verwendeten Blechdicken und Werkstoffe, oder Kombinationen davon, eingeführt werden. Die Schweißanweisung muss nach ISO 15614-12 qualifiziert sein.

9.2 Prüfverfahren zur Beurteilung der Schweißeignung

Die Schweißeignung eines bestimmten Stahls kann mithilfe von Schweißbereichsdiagrammen und der Elektrodenstandmenge nach ISO 18278-1 und ISO 18278-2 bestimmt werden. Diese Prüfungen werden auch verwendet, um abzuschätzen, ob eine bestimmte Schweißeinrichtung zur Herstellung eines bestimmten Bauteils geeignet ist.

Die Anhänge A und B enthalten Richtwerte für die Schweißeinrichtungen sowie Schweißbedingungen.

9.3 Fertigungsprüfungen

Zur Sicherstellung einer gleichbleibenden Qualität der Schweißpunkte unter Fertigungsbedingungen sind die folgenden Prüfungen durchzuführen:

- a) Sichtprüfung nach Abschnitt 10;
- b) entweder eine Schälprüfung oder eine Meißelprüfung (manuell oder mechanisiert) nach ISO 10447 oder ISO 14270. Alternativ dürfen gleichwertige nicht zerstörende Prüfungen durchgeführt werden.

Zusätzlich dürfen weitere Prüfungen, wie die Scherzugprüfung, durchgeführt werden.

9.4 Prüfungshäufigkeit

Sofern praktisch durchführbar, sind die Prüfungen an realen Bauteilen aus der Produktion durchzuführen. Stehen solche Bauteile nicht zur Verfügung, dann sind Prüflinge aus demselben Material mit den entsprechenden Flanschbreiten zu verwenden und der im Fenster der Schweißmaschine liegende Prüfling muss genauso groß sein wie jedes reale Bauteil in der Produktion, sodass die magnetische Wirkung des Werkstücks unter Produktionsbedingungen annähernd nachgestellt werden kann.

Die Prüfungen sollten nach folgenden Ereignissen durchgeführt werden:

- a) bei Beginn jeder neuen Schicht oder Tagesarbeitsperiode;
- b) unmittelbar vor und nach dem Einbau neuer oder aufbereiteter Elektroden in die Maschine;
- c) nach jedem der folgenden Anlässe:
größere Maschinenüberholung, Reparaturen, Wechsel von bedeutenden Maschinenkomponenten, Änderung der Einstellungen;
- d) unmittelbar nach Änderung der Bezugsquelle für die zu verschweißenden Teile oder Materialien.

Die Fertigung darf erst anlaufen, wenn zu Beginn jeder der oben festgelegten Gegebenheiten eine zufriedenstellende Prüfschweißung erhalten wurde. Versagt ein Prüfmuster am Ende einer Schicht oder Arbeitsperiode, müssen der Produktion, die seit der letzten erfolgreichen Prüfung an dieser Maschine geschweißt wurde, 2 % oder 10 Teile, je nachdem was mehr ist, entnommen und nach Abschnitt 10 geprüft werden. Sollte eines der ausgewählten Teile versagen, gilt für die gesamte in dieser Arbeitsperiode gefertigte Produktion, dass die vorliegende Internationale Norm nicht erfüllt wurde.

Bei der Sichtprüfung dürfen an den Schweißgruppen so lange keine die Untersuchung der Schweißzone beeinträchtigenden Arbeiten, wie Zurichten oder Lackieren, durchgeführt werden, bis die Prüfung der Schweißverbindung abgeschlossen ist. Die Oberflächengüte der Werkstücke soll mindestens ebenso gut sein wie bei den Prüflingen, die die Anforderungen nach 10.5.1 erfüllen.

10 Anforderungen an die Schweißqualität

10.1 Punktdurchmesser

Bei großen Flanschbreiten sollte der Punktdurchmesser etwa $5\sqrt{t}$ betragen und soll nicht kleiner als $3,5\sqrt{t}$ sein, mit t = Blechdicke in mm, es sei denn, die Anwendungsnorm lässt das zu.

Bei kleinen Flanschbreiten, bei denen das vorgeschriebene Verhältnis zwischen Punktdurchmesser und Randabstand (d. h. $1,25d_w$) nicht gegeben ist, sollte mit Verweisung auf die entsprechende Anwendungsnorm ein kleinerer Anfangsdurchmesser des Schweißpunktes festgelegt werden. Die geringere Festigkeit der kleineren Schweißpunkte ist dann bei den Konstruktionsberechnungen entsprechend zu berücksichtigen (siehe 10.3).

Bei diesen kleinen Punktdurchmessern können die zulässigen Toleranzen für die Schweißbedingungen und den Maschinenbetrieb geringer sein.

10.2 Einbrand und Elektrodeneindruck

Beim Schweißen von zwei gleich dicken Blechen darf der Elektrodeneindruck in jedem Blech weniger als 20 % der Einzelblechdicke betragen. In Abhängigkeit von den Produkthanforderungen können auch kleinere Werte für den Elektrodeneindruck vereinbart werden. Der Einbrand der Schweißlinse in jedes Blech muss zwischen 20 % und 80 % der Blechdicke liegen.

Werden zwei Bleche unterschiedlicher Dicke geschweißt, dann sollte der Elektrodeneindruck im dünneren Blech nicht mehr als 20 % betragen. Bei einer eindruckfreien Schweißverbindung ist auf der Rückseite ein tieferer Elektrodeneindruck zulässig. Die Schweißlinse wird in diesen Fällen asymmetrisch in das Blech eindringen; die Eindringtiefe hängt dabei vom Dickenverhältnis der zu schweißenden Bleche ab.

10.3 Fehlerbeschreibung der Schweißverbindung

Bei geschweißten Prüfstücken, Proben und Bauteilen mit einer Einzelblechdicke von bis zu 1,5 mm wird die Schäl- bzw. Meißelprüfung üblicherweise zum Ausknöpfbruch führen. Scher- oder Mischbrüche sind zulässig, wenn die Anwendungsnorm diese zulässt. Zu diesen Brucharten kann es vor allem bei kleineren Punktdurchmessern in weichem Stahl oder bei allen Punktdurchmessern in einigen hochfesten Stahlsorten kommen. Der Punktdurchmesser kann durch Messen des Butzendurchmessers oder, im Falle von Scherbrüchen, des Durchmessers der Schmelzzone bestimmt werden. Die Fehlerbeschreibung und der Punktdurchmesser müssen nach ISO 17677-1 festgelegt werden.

10.4 Scherzugfestigkeit

Die Scherzugfestigkeit einer Schweißverbindung hängt von der Größe des Schweißpunktes, von der Blechdicke und der Festigkeit des Stahls ab. In Tabelle 1 sind typische Mindestwerte für die Scherzugprüfung von Einzelpunktproben aus niedriglegiertem Stahl aufgeführt. Angegeben sind die Werte für Schweißpunkte mit den Durchmessern $3,5\sqrt{t}$, $4\sqrt{t}$, $5\sqrt{t}$ und $6\sqrt{t}$, die an Scherproben bestimmt wurden, deren Abmessungen nach ISO 14273 entsprechen. Bei Verbindungen von Blechen unterschiedlicher Dicke sollte die geforderte Mindestscherzugfestigkeit einer Schweißverbindung auf Grundlage der Dicke des dünneren Bleches festgelegt werden.

Wenn Konstruktionsberechnungen für das Kriterium Komplettversagen unter statischer Last durchgeführt werden, dürfen die in Tabelle 1 für niedriglegierte Stahlsorten angegebenen Werte mit einem Sicherheitsfaktor von bis zu 20 % herangezogen werden. Mit hochfesten Stahlsorten werden grundsätzlich größere Festigkeitswerte erzielt, und die Mindestscherzugfestigkeit für eine bestimmte Schweißpunktgröße kann nach der folgenden Gleichung bestimmt werden:

$$P_s = 2,6 t d_w R_m \quad (3)$$

Dabei ist

d_w der Punktdurchmesser, in mm;

P_s die Scherzugfestigkeit der Schweißverbindung, in N;

R_m die Zugfestigkeit des Stahls, in MPa;

t die Blechdicke, in mm;

10.5 Aussehen der Schweißverbindung

10.5.1 Oberflächenbeschaffenheit

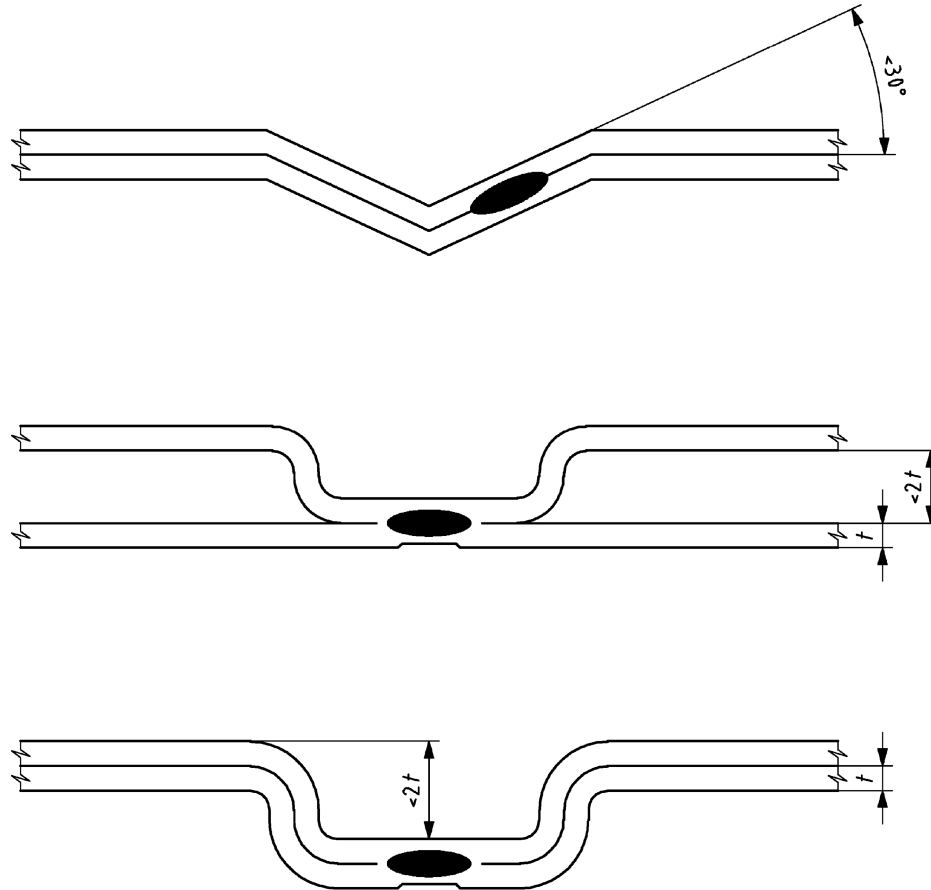
Die Oberfläche der Schweißverbindung sollte keinerlei Oberflächenrisse oder Anzeichen von Porosität aufweisen. Stark anhaftender Elektrodenwerkstoff an der geschweißten Oberfläche sollte bei verzinkten Stählen vermieden werden.

Oberflächliche Ausscheidungen, manchmal als Schweißspritzer (Whisker) bezeichnet, sollten nicht zugelassen werden.

10.5.2 Deformation

Eine Schweißverbindung gilt als fehlerhaft, wenn

- a) der Grundwerkstoff sich so stark deformiert hat, dass die Oberfläche der Schweißverbindung um mehr als 30° zur Ebene des Grundwerkstoffes steht, oder
- b) ein Blech um mehr als seine doppelte Dicke unmittelbar um den Schweißpunkt herum aus der Richtung gezogen wurde (siehe Bild 2).



Legende

t Blechdicke

Bild 2 — Maximal zulässige Deformation des Bleches

11 Verbindungen mit mehreren Schweißpunkten

Bei den meisten Anwendungen bestehen Punktschweißverbindungen aus einer Reihe aufeinander folgender Schweißpunkte oder aus mehreren solcher Reihen. Wenn nichts anderes angegeben wird, müssen alle Schweißpunkte eines bestimmten Schweißmusters mit einer Toleranz von $\pm 10\%$ im festgelegten Punktabstand zueinander liegen. Bei Schweißverbindungen, die mit handgeführten Schweißzangen erzeugt wurden, darf der Abstand zwischen den Punkten um nicht mehr als 20 % über dem festgelegten Punktabstand liegen. Bei Mehrpunkt-Schweißeinrichtungen oder Schweißrobotern darf der Abstand zwischen zwei benachbarten Schweißpunkten den durchschnittlichen Schweißpunktabstand um nicht mehr als 10 % bzw. 20 % überschreiten und der Abstand nicht unter den in Abschnitt 7 angegebenen Mindestwert fallen.

Unter bestimmten Umständen können einzelne Schweißpunkte in Mehrpunkt-Schweißverbindungen wie folgt eingeteilt werden.

- Kritische Schweißpunkte:** Unter diese Gruppe fallen alle konstruktiv wichtigen bzw. tragenden Schweißpunkte; sie müssen alle Anforderungen der vorliegenden Internationalen Norm erfüllen.
- Unkritische Schweißpunkte:** Unter diese Gruppe fallen alle konstruktiv nicht bedeutenden oder nicht tragenden Schweißpunkte. Zu dieser Gruppe gehören auch Heftschweißpunkte. Die Qualitätsanforderungen an derartige Schweißpunkte können zwischen Lieferant und Kunden vereinbart werden; Abweichungen von der vorliegenden Internationalen Norm sind jedoch nur hinsichtlich Lage oder Aussehen der Oberfläche zulässig.

Zwischen nicht der Norm entsprechenden Schweißpunkten müssen mindestens drei Schweißpunkte liegen, die den in Abschnitt 10 zusammengefassten Anforderungen genügen. Alle Endschweißpunkte einer beliebigen Mehrpunkt-Schweißverbindung müssen mindestens $1,25d_w$ vom Flanschende entfernt liegen (siehe Bild 1). Eckschweißpunkte gelten als Endpunkte, wobei jede Änderung der Flanschrichtung um mehr als 30° als Ecke gilt. Schweißpunkte zu beiden Seiten einer Schweißmusterunterbrechung oder am Übergang zwischen zwei Panels oder Flanschen gelten ebenfalls als Endschweißpunkte. Alle Endschweißpunkte müssen die Anforderungen der vorliegenden Internationalen Norm erfüllen.

Im Allgemeinen sind bei Mehrpunkt-Schweißeinrichtungen und Schweißrobotern großzügigere Schweißpunkt-abstände und Elektrodenabstände erforderlich. Die Positionen der Einzelschweißpunkte dürfen im Falle von Mehrpunkt-Schweißeinrichtungen um nicht mehr als 10 % von der in der jeweiligen Konstruktionszeichnung angegebenen Lage abweichen. Sowohl bei Mehrpunkt-Schweißeinrichtungen als auch bei Schweißrobotern sollte der Anstellwinkel der Elektrode bei Einsetzen des Schweißstroms nicht größer als 10° zur Senkrechten sein. Es sollte beachtet werden, dass schiefstehende Elektroden elliptische Schweißlinsen erzeugen, und die Elektrodenstandzeit mit zunehmendem Anstellwinkel abnimmt.

Anhang A (informativ)

Empfehlungen für Punktschweißeinrichtungen

Die Schweißeinrichtung sollte nach Möglichkeit mit einer automatischen Ablaufsteuerung ausgestattet sein, die mindestens die folgenden Abläufe in der festgelegten Reihenfolge ausführt:

- a) Herstellen des Kontakts zwischen Elektrode und zu schweißendem Bauteil und Übertragen der Schweißkraft (Kraft zwischen den Elektroden) auf das Werkstück;
- b) Auslösen des Schweißstroms nach Erreichen der voreingestellten Schweißkraft;
- c) Aufrechterhalten des Schweißstroms über eine vorgegebene Zeit, während der auch die Schweißkraft beibehalten wird;
- d) Unterbrechen oder Beenden des Schweißstromflusses nach Ablauf der voreingestellten Zeit;
- e) Aufrechterhalten der Schweißkraft für eine eingestellte Zeit, die Nachhaltezeit, nach Beenden des Stromflusses; und
- f) Aufheben der Schweißkraft nach Ablauf der Nachhaltezeit und Rückbewegung der Schweißmaschine in einen Zustand, in dem der beschriebene Arbeitsablauf wieder von vorne beginnen kann.

Schweißkraft, Schweißstrom, Schweißdauer und ggf. Vor- und Nachhaltezeit sollten innerhalb eines Bereichs variierbar sein, der groß genug ist, um optimale Schweißbedingungen einstellen zu können.

Es sollten leistungsfähige Werkzeuge festgelegt werden, und Positionier- und Spannvorrichtungen sollten das Schweißen nicht stören oder Nebenschlussstrom durch die Vorrichtungen leiten.

Anhang B (informativ)

Typische Punktschweißbedingungen

Die Tabellen B.1 bis B.3 bieten eine Orientierungshilfe für das Punktschweißen von Stählen mit und ohne Überzug in den gebräuchlichsten Blechdicken, auf die sich die vorliegende Internationale Norm bezieht. Je nach den mechanischen und elektrischen Eigenschaften der Schweißeinrichtung (siehe ISO 669) können Änderungen erforderlich sein.

Die angegebenen Schweißbedingungen gelten für Kegelstumpfelektroden aus dem Werkstoff der Gruppe A2/2 nach ISO 5182 und können bei Verwendung anderer Elektrodenformen und -werkstoffe eine Anpassung der Werte erfordern.

Es sollte eine ausreichend lange Vorhaltezeit gewählt werden, um sicherzustellen, dass die Elektrodenkraft den eingestellten Wert erreicht hat.

Bei leichten Punktschweißungen mit begrenzter Elektrodenkraft sind die Tabellenwerte der Elektrodenkräfte bei Blechdicken von mehr als 1,6 mm um bis zu 30 % reduziert. Der Schweißstrom oder die Schweißdauer oder beide sollten entsprechend angepasst werden.

Beim Schweißen von Blechen unterschiedlicher Dicke sollten die Schweißbedingungen entsprechend des dünneren Blechs gewählt werden.

Beim Arbeiten mit hochfesten Stahlsorten kann eine höhere Elektrodenkraft erforderlich sein. Je nach Art der zu schweißenden hochfesten Stahlsorte ist mit einer Reduzierung des Schweißstroms zu rechnen. Bei Blechen mit einer Dicke von mehr als 2,0 mm und bei kohlenstoffreicheren Stahlsorten muss eventuell mit Strom-Kraft-Programmen gearbeitet werden.

Tabelle B.1 — Richtwerte zum Punktschweißen von niedriglegierten Stahlblechen ohne Überzug mit Dicken von 0,4 mm bis 3,0 mm

Einzelblechdicke		Durchmesser der Elektrodenarbeitsfläche	Schweißbedingungen					
			Geringe Elektrodenkraft, lange Schweißdauer			Hohe Elektrodenkraft, kurze Schweißzeiten		
			Elektrodenkraft	Schweißzeit ^a	Schweißstrom	Elektrodenkraft	Schweißzeit ^a	Schweißstrom
mm	mm	mm	kN	Zyklen	kA	kN	Zyklen	kA
> 0,4	≤ 0,6	4	0,9 bis 1,1	5 bis 7	4 bis 6	1,3 bis 1,8	4 bis 5	5 bis 8
> 0,6	≤ 0,8	4	1,2 bis 1,3	7 bis 10	5 bis 7	1,7 bis 2,0	6 bis 8	6 bis 9
> 0,8	≤ 1,0	5	1,4 bis 1,5	9 bis 12	6 bis 8	1,9 bis 2,6	7 bis 10	7 bis 10
> 1,0	≤ 1,2	5	1,6 bis 1,8	11 bis 15	7 bis 9	2,5 bis 3,2	8 bis 12	8 bis 12
> 1,2	≤ 1,6	6	1,9 bis 2,1	14 bis 18	8 bis 11	3,0 bis 4,0	9 bis 13	10 bis 13
> 1,6	≤ 2,0	7	2,6 bis 2,9	18 bis 22	9 bis 13	3,9 bis 5,2	10 bis 14	12 bis 15
> 2,0	≤ 2,5	8	3,4 bis 3,7	22 bis 28	10 bis 15	5,0 bis 6,2	12 bis 16	14 bis 18
> 2,5	≤ 3,0	9	4,4 bis 4,7	28 bis 35	12 bis 17	6,0 bis 7,5	15 bis 20	17 bis 20

^a 1 Zyklus = 20 ms.

Tabelle B.2 — Richtwerte zum Punktschweißen von verzinkten Stahlblechen mit Blechdicken von 0,4 mm bis 3,0 mm

Einzelblechdicke		Durchmesser der Elektrodenarbeitsfläche	Schweißbedingungen					
			Feuerverzinktes Blech ^a			Elektrolytisch verzinktes Blech ^b		
			Elektrodenkraft	Schweißzeit ^c	Schweißstrom	Kraft	Schweißzeit ^c	Schweißstrom
mm	mm	mm	kN	Zyklen	kA	kN	Zyklen	kA
> 0,4	≤ 0,6	4	1,5 bis 2,0	6 bis 8	7 bis 9	1,5 bis 2,0	6 bis 8	6 bis 8
> 0,6	≤ 0,8	4	1,9 bis 2,0	8 bis 10	8 bis 10	1,9 bis 2,2	8 bis 10	7 bis 9
> 0,8	≤ 1,0	5	2,2 bis 2,9	9 bis 12	9 bis 11	2,2 bis 2,9	9 bis 12	8 bis 10
> 1,0	≤ 1,2	5	2,8 bis 3,6	10 bis 13	10 bis 13	2,8 bis 3,6	10 bis 13	9 bis 13
> 1,2	≤ 1,6	6	3,4 bis 4,5	11 bis 15	14 bis 16	3,4 bis 4,5	11 bis 15	12 bis 15
> 1,6	≤ 2,0	7	4,4 bis 5,5	12 bis 16	18 bis 21	4,4 bis 5,5	12 bis 16	14 bis 17
> 2,0	≤ 2,5	8	5,4 bis 6,8	14 bis 18	22 bis 26	5,4 bis 6,8	14 bis 18	17 bis 22
> 2,5	≤ 3,0	9	6,6 bis 8,0	17 bis 21	26 bis 30	6,6 bis 8,0	17 bis 21	19 bis 24

^a Gültig für Dicke des Überzugs G275 (= 20 µm je Seite).

^b Gültig für Dicken des Überzugs von 7 µm je Seite.

^c 1 Zyklus = 20 ms.

Tabelle B.3 — Richtwerte zum Punktschweißen von Stahlblechen mit beidseitigem Fe-Zn- oder Zn-Ni-Überzug mit Blechdicken von 0,4 mm bis 3,0 mm

Einzelblechdicke		Durchmesser der Elektrodenarbeitsfläche	Schweißbedingungen		
			Elektrodenkraft	Schweißzeit ^a	Schweißstrom
			kN	Zyklen	kA
mm	mm	mm	kN	Zyklen	kA
> 0,4	≤ 0,6	4	1,4 bis 1,9	4 bis 6	6,0 bis 8,5
> 0,6	≤ 0,8	4	1,8 bis 2,1	6 bis 8	7,0 bis 9,5
> 0,8	≤ 1,0	5	2,1 bis 2,8	7 bis 10	8,0 bis 10,5
> 1,0	≤ 1,2	5	2,7 bis 3,4	8 bis 12	9,0 bis 12
> 1,2	≤ 1,6	6	3,2 bis 4,3	9 bis 13	11,0 bis 14
> 1,6	≤ 2,0	7	4,2 bis 5,3	10 bis 14	13,0 bis 16,5
> 2,0	≤ 2,5	8	5,2 bis 6,5	12 bis 16	16,0 bis 21,0
> 2,5	≤ 3,0	9	6,4 bis 7,8	15 bis 20	18,0 bis 23

^a 1 Zyklus = 20 ms.

Anhang C (informativ)

Unvollständige Liste der Stahlsorten im Geltungsbereich dieser Internationalen Norm

C.1 Stahl ohne Überzug

Blech- und Bandware sollte den in ISO 3574 festgelegten allgemeinen Anforderungen und chemischen Zusammensetzungen entsprechen. Warmgewalzter Stahl sollte wegen der Schweißbarkeit im gebeizten Zustand verarbeitet werden und den in ISO 3573, ISO 4950-1 und ISO 4950-2 festgelegten Anforderungen entsprechen.

C.2 Feuerverzinkter Stahl bzw. Stahl mit Fe-Zn-Legierungsüberzug

Feuerverzinkter Stahl ist mit verschiedenen Überzugsarten, unterschiedlichen Grundwerkstoffen und Oberflächenbehandlungen erhältlich. Er sollte den Anforderungen von ISO 3575 und ISO 4998 für feuerverzinkte Stähle und Stähle mit Fe-Zn-Legierungsüberzug (galvannealed) als Coil- und Schnittware in Zieh- und Baugüte entsprechen. Überzugsart und -masse sollten die Anforderungen der genannten Internationalen Normen erfüllen; verzinkte Stähle und Stähle mit Zinklegierungsüberzug mit niedrigerer Überzugsmasse sind am besten schweißbar.

C.3 Elektrolytisch verzinkter Stahl

Elektrolytisch verzinkter Stahl sollte durch das elektrolytische Abscheiden von reinem Zink auf niedriglegiertem Stahlblech erzeugt werden. Die Dicke des Überzugs sollte bei besser schweißbaren Stahlsorten auf jeder Seite maximal 15 µm betragen (\equiv Überzugsmasse von 107 g/m²) und sollte für die besser schweißbaren Stähle den Anforderungen von ISO 5002 entsprechen.

C.4 Stahl mit elektrolytisch aufgebrachtem Zn-Ni- oder Zn-Fe-Überzug

Bei diesen Stählen mit elektrolytisch aufgebrachtem Überzug sollte die Dicke des Überzugs je Seite maximal 7 µm betragen (\equiv Überzugsmasse von 51 g/m²).

C.5 Stahl mit Aluminiumüberzug

Stahl mit Aluminiumüberzug, hergestellt im Schmelztauchverfahren mit einem Siliziumgehalt von 5 % bis 11 %, sollte den Anforderungen von ISO 5000 entsprechen. Stähle mit Aluminiumüberzug können auch mit der Walzplattier Technik überzogen worden sein. Am besten lassen sich Stähle schweißen, die auf beiden Seiten insgesamt eine Überzugsmasse von maximal 150 g/m² aufweisen.

C.6 Stähle mit einem Überzug aus Zink und 50 % bis 55 % Aluminiumanteil

Stähle, hergestellt im Schmelztauchverfahren mit einem Überzug aus Zink und 50 % bis 55 % Aluminiumanteil mit einer maximalen Überzugsmasse auf beiden Seiten von 185 g/m² für besser schweißbare Stähle, sollten die Anforderungen von ISO 9364 erfüllen. Stähle mit dickeren Überzügen können geschweißt werden, wenn geeignete Schweißbedingungen gewählt werden.

C.7 Stähle mit einem Überzug aus Zink und 5 % Aluminium

Stähle mit einem Überzug aus Zink und 5 % Aluminium sollten im Schmelztauchverfahren hergestellt werden. Die maximale Überzugsmasse auf beiden Seiten sollte für besser schweißbare Stähle nicht mehr als 180 g/m² betragen.

Literaturhinweise

- [1] ISO 669, *Resistance welding — Resistance welding equipment — Mechanical and electrical requirements*
- [2] ISO 3573, *Hot-rolled carbon steel sheet of commercial and drawing qualities*
- [3] ISO 3574, *Cold-reduced carbon steel sheet of commercial and drawing qualities*
- [4] ISO 3575, *Continuous hot-dip zinc-coated carbon steel sheet of commercial and drawing qualities*
- [5] ISO 4950-1, *High yield strength flat steel products — Part 1: General requirements*
- [6] ISO 4950-2, *High yield strength flat steel products — Part 2: Products supplied in the normalized or controlled rolled condition*
- [7] ISO 4998, *Continuous hot-dip zinc-coated and zinc-iron alloy-coated carbon steel sheet of structural quality*
- [8] ISO 5000, *Continuous hot-dip aluminium-silicon-coated cold-reduced carbon steel sheet of commercial and drawing qualities*
- [9] ISO 5002, *Hot-rolled and cold-reduced electrolytic zinc-coated carbon steel sheet of commercial and drawing qualities*
- [10] ISO 5184, *Straight resistance spot welding electrodes*
- [11] ISO 5821, *Resistance welding — Spot welding electrode caps*
- [12] ISO 5830, *Resistance spot welding — Male electrode caps*
- [13] ISO 9364, *Continuous hot-dip 55 % aluminium/zinc alloy-coated steel sheet of commercial, drawing and structural qualities*
- [14] ISO 14329, *Resistance welding — Destructive tests of welds — Failure types and geometric measurements for resistance spot, seam and projection welds*