

DIN EN ISO 3581



ICS 25.160.20

Ersatz für
DIN EN ISO 3581:2016-12

**Schweißzusätze –
Umhüllte Stabelektroden zum Lichtbogenhandschweißen von
nichtrostenden und hitzebeständigen Stählen –
Einteilung (ISO 3581:2016, korrigierte Fassung 2017-11-01);
Deutsche Fassung EN ISO 3581:2016**

Welding consumables –
Covered electrodes for manual metal arc welding of stainless and heat-resisting steels –
Classification (ISO 3581:2016, Corrected version 2017-11-01);
German version EN ISO 3581:2016

Produits consommables pour le soudage –
Électrodes enrobées pour le soudage manuel à l'arc des aciers inoxydables et résistant aux
températures élevées –
Classification (ISO 3581:2016, Version corrigée 2017-11-01);
Version allemande EN ISO 3581:2016

Gesamtumfang 37 Seiten

DIN-Normenausschuss Schweißen und verwandte Verfahren (NAS)



Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 3581:2016) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 44 „Welding and allied processes“ (Sekretariat AFNOR, Frankreich) in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 121 „Schweißen und verwandte Verfahren“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 092-00-03 AA „Schweißzusätze (DVS AG W 5)“ 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 544	siehe DIN EN ISO 544
ISO 2401	siehe DIN EN 22401
ISO 6847	siehe DIN EN ISO 6847
ISO 6947:2011	siehe DIN EN ISO 6947:2011-08
ISO 8249:2000	siehe DIN EN ISO 8249:2000-10
ISO 13916	siehe DIN EN ISO 13916
ISO 14344	siehe DIN EN ISO 14344
ISO 15792-1:2000	siehe DIN EN ISO 15792-1:2012-01
ISO 15792-3	siehe DIN EN ISO 15792-3
ISO 80000-1:2009	siehe DIN EN ISO 80000-1:2013-08

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 3581:2012-04 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Aufnahme neuer Legierungen (siehe Tabellen 1 bis 3);
- b) Löschung der Anforderung der Kehlnahtprüfung für die A-Seite;
- c) Aufnahme des Abschnittes 8 „Verfahren zum Runden“;
- d) redaktionelle Anpassung an die aktuellen Gestaltungsregeln.

Gegenüber DIN EN ISO 3581:2016-12 wurden folgende Korrekturen vorgenommen:

- a) in der A-Spalte in Tabelle 3 wurde die Nennzusammensetzung zum Legierungskurzzeichen 2209 zu “22 9 3 NL” berichtigt;
- b) Tabelle 6B „Vorwärm- und Zwischenlagentemperaturen (Einteilung nach Legierungstyp)“ wurde berichtigt.

Frühere Ausgaben

DIN 8556-1: 1965-04, 1976-03, 1986-05
DIN EN 1600: 1997-10
DIN EN ISO 3581: 2012-04, 2016-12

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 22401, *Umhüllte Stabelektroden — Bestimmung der Ausbringung, der Gesamtausbringung und des Abschmelzkoeffizienten (ISO 2401)*

DIN EN ISO 544, *Schweißzusätze — Technische Lieferbedingungen für Schweißzusätze und Pulver — Art des Produktes, Maße, Grenzabmaße und Kennzeichnung*

DIN EN ISO 6847, *Schweißzusätze — Auftragung von Schweißgut zur Bestimmung der chemischen Zusammensetzung*

DIN EN ISO 6947:2011-08, *Schweißen und verwandte Prozesse — Schweißpositionen (ISO 6947:2011); Deutsche Fassung EN ISO 6947:2011*

DIN EN ISO 8249:2000-10, *Schweißen — Bestimmung der Ferrit-Nummer (FN) in austenitischem und ferritisch-austenitischem (Duplex-)Schweißgut von Cr-Ni-Stählen (ISO 8249:2000); Deutsche Fassung EN ISO 8249:2000*

DIN EN ISO 13916, *Schweißen — Anleitung zur Messung der Vorwärm-, Zwischenlagen- und Haltetemperatur*

DIN EN ISO 14344, *Schweißzusätze — Beschaffung von Schweißzusätzen*

DIN EN ISO 15792-1:2012-01, *Schweißzusätze — Prüfverfahren — Teil 1: Prüfverfahren für Prüfstücke zur Entnahme von Schweißgutproben an Stahl, Nickel und Nickellegierungen (ISO 15792-1:2000 + Amd 1:2011); Deutsche Fassung EN ISO 15792-1:2008 + A1:2011*

DIN EN ISO 15792-3, *Schweißzusätze — Prüfverfahren — Teil 3: Prüfung zur Einteilung der Schweißzusätze nach ihrer Eignung für Schweißpositionen und Wurzeleinbrand an Kehlnähten*

DIN EN ISO 80000-1:2013-08, *Größen und Einheiten — Teil 1: Allgemeines (ISO 80000-1:2009 + Cor 1:2011); Deutsche Fassung EN ISO 80000-1:2013*

— Leerseite —

Deutsche Fassung

Schweißzusätze —
Umhüllte Stabelektroden zum Lichtbogenhandschweißen von
nichtrostenden und hitzebeständigen Stählen —
Einteilung
(ISO 3581:2016, korrigierte Fassung 2017-11-01)

Welding consumables —
Covered electrodes for manual metal arc welding of
stainless and heat-resisting steels —
Classification
(ISO 3581:2016, Corrected version 2017-11-01)

Produits consommables pour le soudage —
Électrodes enrobées pour le soudage manuel à l'arc des
aciers inoxydables et résistant aux températures
élevées —
Classification
(ISO 3581:2016, Version corrigée 2017-11-01)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 15. April 2016 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 CEN-CENELEC-Management-Zentrum 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, Serbien, 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 Centre: Rue de la Science 23, B-1040 Brussels

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	3
Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich.....	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Einteilung	7
4 Kennzeichen und Anforderungen	10
4.1 Kurzzeichen für das Produkt/den Schweißprozess	10
4.2 Kurzzeichen für die chemische Zusammensetzung des reinen Schweißgutes	11
4.3 Kurzzeichen für den Umhüllungstyp.....	11
4.4 Kennziffer für die effektive Ausbringung und Stromart	23
4.5 Kennziffer für die Schweißposition	24
5 Chemische Analyse.....	24
6 Mechanische Prüfungen	24
6.1 Allgemeines	24
6.2 Vorwärm- und Zwischenlagentemperaturen.....	25
6.3 Lagenfolge	25
7 Kehlnahtprüfung.....	26
8 Verfahren zum Runden	27
9 Wiederholungsprüfung	27
10 Technische Lieferbedingungen	27
11 Beispiele für die Bezeichnung.....	27
Anhang A (informativ) Umhüllungstypen	29
A.1 Allgemeines	29
Anhang B (informativ) Hinweise zum Deltaferritgehalt im Schweißgut	30
B.1 Allgemeines	30
B.2 Wirkungen des Deltaferrits	30
B.3 Zusammenhang zwischen Zusammensetzung und Gefüge	30
B.4 Entstehen von Deltaferrit	30
B.5 Einflüsse der Schweißbedingungen.....	31
B.6 Einflüsse der Wärmebehandlung	31
B.7 Ermitteln des Deltaferrit-Gehaltes.....	31
B.8 Ausführen der FN-Messung.....	32
Literaturhinweise.....	33

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 3581:2016) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 44 „Welding and allied processes“ 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 Januar 2017, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Januar 2017 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 3581:2012.

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 3581:2016, korrigierte Fassung 2017-11-01, wurde vom CEN als EN ISO 3581:2016 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung von Nationalen Normungsorganisationen (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird normalerweise von ISO Technischen Komitees durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale Organisationen, staatlich und nicht-staatlich, in Liaison mit ISO, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) bei allen elektrotechnischen Themen zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Im Besonderen sollten die für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten notwendigen Annahmekriterien beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der empfangenen Patentklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname wird als Information zum Nutzen der Anwender angegeben und stellt keine Anerkennung dar.

Eine Erläuterung der Bedeutung ISO-spezifischer Benennungen und Ausdrücke, die sich auf Konformitätsbewertung beziehen, sowie Informationen über die Beachtung der Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO) zu technischen Handelshemmnissen (TBT, en: Technical Barriers to Trade) durch ISO enthält der folgende Link: www.iso.org/iso/foreword.html.

Das für dieses Dokument verantwortliche Komitee ist ISO/TC 44, *Welding an allied processes*, Unterkomitee SC 3, *Welding consumables*.

Diese dritte Ausgabe ersetzt die zweite Ausgabe (ISO 3581:2003), die technisch überarbeitet wurde. Sie beinhaltet auch die Technische Berichtigung ISO 3581:2003/Cor 1:2008 und die Änderung ISO 3581:2003/Amd 1:2011.

Anfragen zur offiziellen Auslegung der Aspekte dieser Internationalen Norm sollten über das nationale Normungsinstitut an das Sekretariat des ISO/TC 44/SC 3 gerichtet werden. Eine Übersicht der nationalen Normungsinstitute kann auf www.iso.org eingesehen werden.

Diese berichtigte Version von ISO 3581:2016 beinhaltet folgende Änderungen:

- in der A-Spalte in Tabelle 3 wurde die Nennzusammensetzung zum Legierungskurzzeichen 2209 zu “22 9 3 NL” geändert;
- Tabelle 6B wurde berichtigt.

Einleitung

Diese Internationale Norm liefert ein Einteilungssystem zur Bezeichnung von umhüllten Stabelektroden für nichtrostende Stähle nach der chemischen Zusammensetzung des reinen Schweißgutes und der Art der Elektrodenumhüllung. Andere Eigenschaften der Elektroden sind durch Verweisung auf Tabellen festgelegt.

Diese Internationale Norm berücksichtigt zwei auf dem Weltmarkt bestehende, leicht voneinander abweichende Herangehensweisen zur Einteilung einer gegebenen umhüllten Stabelektrode für nichtrostenden Stahl und ermöglicht die Anwendung einer oder beider Einteilungsarten zur Erfüllung einer bestimmten Marktanforderung. Die Anwendung einer Einteilungsart (oder beider, falls zutreffend) zur Bezeichnung identifiziert ein Produkt als eingeteilt nach dieser Internationalen Norm. Es sollte beachtet werden, dass die beiden Systeme nicht vollständig gleich sind; daher muss jedes System unabhängig voneinander und ohne übergreifende Bezeichnungselemente angewendet werden.

Die Einteilung nach System A in ISO 3581 beruht überwiegend auf EN 1600, während die Einteilung nach System B in ISO 3581 überwiegend auf Normen beruht, die rund um den Pazifikraum angewendet werden.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm legt Anforderungen für die Einteilung von umhüllten Stabelektroden basierend auf der chemischen Zusammensetzung des reinen Schweißgutes, dem Umhüllungstyp und anderen Elektrodeneigenschaften sowie die mechanischen Eigenschaften des reinen Schweißgutes, im Schweißzustand oder nach Wärmebehandlung, für das Lichtbogenhandschweißen von nichtrostenden und hitzebeständigen Stählen fest.

Diese Internationale Norm ist eine kombinierte Einteilungsnorm und benutzt zur Einteilung ein System auf Grundlage der Nennzusammensetzung oder ein System auf Grundlage des Legierungstyps.

- a) Abschnitte und Tabellen mit der Bezeichnung „Einteilung nach der Nennzusammensetzung“ oder „ISO 3581-A“ sind nur für solche Produkte anwendbar, die nach diesem System eingeteilt sind.
- b) Abschnitte und Tabellen mit der Bezeichnung „Einteilung nach dem Legierungstyp“ oder „ISO 3581-B“ sind nur für solche Produkte anwendbar, die nach diesem System eingeteilt sind.
- c) Abschnitte und Tabellen, die keine dieser Bezeichnungen enthalten, sind für Produkte eines der beiden oder beider Systeme anwendbar.

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 544, *Welding consumables — Technical delivery conditions for filler materials and fluxes — Type of product, dimensions, tolerances and markings*

ISO 2401, *Covered electrodes — Determination of the efficiency, metal recovery and deposition coefficient*

ISO 6847, *Welding consumables — Deposition of a weld metal pad for chemical analysis*

ISO 6947:2011, *Welding and allied processes — Welding positions*

ISO 13916, *Welding — Guidance on the measurement of preheating temperature, interpass temperature and preheat maintenance temperature*

ISO 14344, *Welding consumables — Procurement of filler materials and fluxes*

ISO 15792-1:2000, *Welding consumables — Test methods — Part 1: Test methods for all-weld metal test specimens in steel, nickel and nickel alloys*. geändert durch ISO 15792-1:2000/Amd 1:2011

ISO 15792-3, *Welding consumables — Test methods — Part 3: Classification testing of positional capacity and root penetration of welding consumables in a fillet weld*

ISO 80000-1:2009, *Quantities and units — Part 1: General*. berichtigt durch ISO 80000-1:2009/Cor 1:2011

3 Einteilung

Die Bezeichnungen der Einteilung beruhen auf zwei Möglichkeiten, die chemische Zusammensetzung des reinen Schweißgutes anzugeben, das mit einer gegebenen Stabelektrode erhalten wurde.

Die Bezeichnung nach der „Nennzusammensetzung“ gibt unmittelbar die Nennwerte bestimmter Legierungselemente in einer definierten Reihenfolge an, gefolgt von Kurzzeichen für weitere Legierungselemente mit niedrigen, aber wichtigen Gehalten, die nicht in ganzen Zahlen angegeben werden können. Die Bezeichnung nach dem „Legierungstyp“ verwendet für die Legierungsfamilien traditionelle drei- oder vierstellige Bezeichnungen; gelegentlich werden zusätzliche Zeichen bei Modifikationen in der chemischen Zusammensetzung jeder Originallegierung innerhalb der Familie angefügt. Beide Bezeichnungssysteme enthalten zusätzliche Bezeichnungselemente für einige weitere, jedoch nicht vollständig gleichwertige, Anforderungen an die Einteilung, wie in den folgenden Abschnitten verdeutlicht wird.

Tabelle 1 führt die zur Einteilung einer Stabelektrode geforderten Prüfungen für beide Systeme auf.

In vielen Fällen kann ein Handelsprodukt nach beiden Systemen eingeteilt werden. Dann können eine der beiden oder beide Einteilungsbezeichnungen für das Produkt verwendet werden.

Tabelle 1 — Überblick über die Prüfungsanforderungen

Stabelektroden- bezeichnung		Größe ^a mm	Schweißposition ^b					
			Prüfung der chemischen Analyse		Mechanische Prüfung des reinen Schweißgutes		Kehlnahtprüfung	
ISO 3581-A	ISO 3581-B		ISO 3581-A	ISO 3581-B	ISO 3581-A	ISO 3581-B	ISO 3581-A	ISO 3581-B
Umhüllungs- typkurz- zeichen B und Positions- kennziffern 1 und 2	Positions- und Umhüllungs- typkenn- ziffer –15	2,5 (oder 2,4 oder 2,6)	Nicht gefordert	PA	Nicht gefordert	Nicht gefordert	Nicht gefordert	Nicht gefordert
		3,2 oder 3,0	PA	PA	Nicht gefordert	Nicht gefordert	Nicht gefordert	Nicht gefordert
		4,0	PA	PA	PA	PA	Nicht gefordert	PB, PF, PD
		5,0 oder 4,8	Nicht gefordert	PA	Nicht gefordert	Nicht gefordert	Nicht gefordert	PB
		6,0 (oder 5,6 oder 6,4)	Nicht gefordert	PA	Nicht gefordert	Nicht gefordert	Nicht gefordert	PB
Alle Umhüllungs- typen und Positions- kennziffer 3	Nicht zutreffend	3,2 oder 3,0	PA	Nicht zutreffend	Nicht gefordert	Nicht zutreffend	Nicht gefordert	Nicht zutreffend
		4,0	PA		PA		Nicht gefordert	
		5,0 oder 4,8	Nicht gefordert		Nicht gefordert		Nicht gefordert	

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Stabelektroden- bezeichnung		Größe ^a mm	Schweißposition ^b					
			Prüfung der chemischen Analyse		Mechanische Prüfung des reinen Schweißgutes		Kehlnahtprüfung	
ISO 3581-A	ISO 3581-B		ISO 3581-A	ISO 3581-B	ISO 3581-A	ISO 3581-B	ISO 3581-A	ISO 3581-B
Alle Umhüllungs- typen und Positions- kennziffer 4	Positions- kenn- ziffer –4 und alle Umhüllungs- typen	2,5 (oder 2,4 oder 2,6)	Nicht gefordert	PA	Nicht gefordert	Nicht gefordert	Nicht gefordert	PG
		3,2 oder 3,0	PA	PA	Nicht gefordert	Nicht gefordert	Nicht gefordert	PG
		4,0	PA	PA	PA	PA	Nicht gefordert	PG
		5,0 oder 4,8	Nicht gefordert	PA	Nicht gefordert	Nicht gefordert	Nicht gefordert	PG
Alle Umhüllungs- typen und Positions- kennziffer 5	Nicht zutreffend	3,2 (oder 3,0)	PA	Nicht zutreffend	Nicht gefordert	Nicht zutreffend	Nicht gefordert	Nicht zutreffend
		4,0	PA		PA		Nicht gefordert	
		5,0 (oder 4,8)	Nicht gefordert		Nicht gefordert		Nicht gefordert	
Umhüllungs- typkurz- zeichen R und Positions- kennziffern 1 und 2	Positions- und Umhüllungs- tykenn- ziffern –16 und –17	2,5 (oder 2,4 oder 2,6)	Nicht gefordert	PA	Nicht gefordert	Nicht gefordert	Nicht gefordert	Nicht gefordert
		3,2 (oder 3,0)	PA	PA	Nicht gefordert	Nicht gefordert	Nicht gefordert	Nicht gefordert
		4,0	PA	PA	PA	PA	Nicht gefordert	PB, PF, PD
		5,0 (oder 4,8)	Nicht gefordert	PA	Nicht gefordert	Nicht gefordert	Nicht gefordert	PB
		6,0 (oder 5,6 oder 6,4)	Nicht gefordert	PA	Nicht gefordert	Nicht gefordert	Nicht gefordert	PB

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Stabelektroden- bezeichnung		Größe ^a mm	Schweißposition ^b					
			Prüfung der chemischen Analyse		Mechanische Prüfung des reinen Schweißgutes		Kehlnahtprüfung	
ISO 3581-A	ISO 3581-B		ISO 3581-A	ISO 3581-B	ISO 3581-A	ISO 3581-B	ISO 3581-A	ISO 3581-B
Nicht zutreffend	Positions- und Umhüllungs- typkenn- ziffern –26 und –27	2,5 (oder 2,4 oder 2,6)	Nicht zutreffend	PA	Nicht zutreffend	Nicht gefordert	Nicht zutreffend	Nicht gefordert
		3,2 (oder 3,0)		PA		Nicht gefordert		Nicht gefordert
		4,0		PA		PA		PB
		5,0 (oder 4,8)		PA		Nicht gefordert		PB
		6,0 (oder 5,6 oder 6,4)		PA		Nicht gefordert		PB

^a Wenn der Durchmesser nicht hergestellt wird, darf er durch den nächstgrößeren Durchmesser ersetzt werden (unter der Voraussetzung, dass er sich von den in der Tabelle festgelegten unterscheidet).

^b Die Abkürzungen PA, PB, PD, PF und PG geben die Schweißpositionen nach ISO 6947 wie folgt an:
PA = Wannenposition;
PB = Horizontalposition;
PD = Horizontal-Überkopfposition;
PF = Steigposition;
PG = Fallposition.

3A Einteilung nach der Nennzusammensetzung

Die Einteilung umfasst die Eigenschaften des reinen Schweißgutes, die mit einer umhüllten Stabelektrode erreicht werden, wie nachstehend beschrieben. Der Einteilung liegt ein Stabelektroden-durchmesser von 4 mm zugrunde, mit Ausnahme der Prüfung für die Schweißposition. Wenn keine Stabelektroden mit einem Durchmesser von 4 mm hergestellt werden, muss der nächstgrößere Durchmesser geprüft werden.

Die Einteilung besteht aus fünf Merkmalen:

- 1) das erste Merkmal besteht aus dem Kurzzeichen für das Produkt/den Schweißprozess (siehe 4.1A);
- 2) das zweite Merkmal enthält das Kurzzeichen für die chemische Zusammensetzung des reinen Schweißgutes (siehe Tabelle 2);

3B Einteilung nach dem Legierungstyp

Die Einteilung umfasst die Eigenschaften des reinen Schweißgutes, die mit einer umhüllten Stabelektrode erreicht werden, wie nachstehend beschrieben. Der Einteilung liegt ein Stabelektroden-durchmesser von 4 mm für die mechanischen Eigenschaften, mit Ausnahme der Prüfung für die Schweißposition und der chemischen Analyse des Schweißgutes, zugrunde. Wenn keine Stabelektroden mit einem Durchmesser von 4 mm hergestellt werden, muss der nächstgrößere Durchmesser geprüft werden.

Die Einteilung besteht aus vier Merkmalen:

- 1) das erste Merkmal besteht aus dem Kurzzeichen für das Produkt/den Schweißprozess (siehe 4.1B);
- 2) das zweite Merkmal enthält das Kurzzeichen für die chemische Zusammensetzung des reinen Schweißgutes (siehe Tabelle 2);

- 3) das dritte Merkmal besteht aus dem Kurzzeichen für den Umhüllungstyp (siehe 4.3A);
- 4) das vierte Merkmal besteht aus einer Kennziffer für die effektive Ausbringung und die Stromart (siehe Tabelle 4A);
- 5) das fünfte Merkmal besteht aus der Kennziffer für die Schweißposition (siehe Tabelle 5A).

Die Einteilung nach ISO 3581-A ist in zwei Teile gegliedert, um die Anwendung dieser Internationalen Norm zu erleichtern:

— **Verbindlicher Teil**

Dieser Teil enthält die Kennzeichen für die Art des Produktes, die chemische Zusammensetzung und den Umhüllungstyp, d. h. die Kennzeichen, die in 4.1A, 4.2 und 4.3A definiert sind.

— **Nicht verbindlicher Teil**

Dieser Teil enthält die Kennziffern für die Gesamtausbringung, die Stromart und die Schweißpositionen, für die die Stabelektrode geeignet ist, d. h. die Kennziffern, die in 4.4A und Tabelle 5A beschrieben sind.

Die vollständige Normbezeichnung (verbindlicher und nicht verbindlicher Teil) muss auf Verpackungen sowie in den Unterlagen und Datenblättern des Herstellers angegeben werden.

ANMERKUNG Die Zusammensetzung des Kernstabes, die erheblich von der Zusammensetzung des Schweißguts abweichen kann, wird nicht als Einteilungsmerkmal berücksichtigt.

4 Kennzeichen und Anforderungen

4.1 Kurzzeichen für das Produkt/den Schweißprozess

4.1A Einteilung nach der Nennzusammensetzung

Das Kurzzeichen für die umhüllte Stabelektrode zum Lichtbogenhandschweißen von nichtrostenden und hitzebeständigen Stählen muss nach ISO 3581-A der Buchstabe E sein.

- 3) das dritte Merkmal besteht aus der Kennziffer für die Schweißposition (siehe Tabelle 5B);
- 4) das vierte Merkmal besteht aus dem Kurzzeichen für den Umhüllungstyp. Dieses dient auch zur Festlegung der Stromart, die mit der eingelegten Stabelektrode verwendet werden kann (siehe 4.3B).

Bei der Einteilung von Stabelektroden nach ISO 3581-B sind die Kennzeichen für alle vier Teile (Produkt/Prozess, Legierungstyp, Schweißposition und Umhüllungstyp), wie in 4.1B, 4.2, 4.3 und Tabelle 5B festgelegt, verbindlich.

Die vollständige Normbezeichnung muss auf Verpackungen und in den Unterlagen sowie Datenblättern des Herstellers angegeben werden.

4.1B Einteilung nach dem Legierungstyp

Das Kurzzeichen für die umhüllte Stabelektrode zum Lichtbogenhandschweißen von nichtrostenden und hitzebeständigen Stählen muss nach ISO 3581-B die Buchstabenfolge ES sein. Der erste Buchstabe „E“ bezeichnet eine umhüllte Stabelektrode, während der Buchstabe „S“ nichtrostende und hitzebeständige Stähle bezeichnet.

4.2 Kurzzeichen für die chemische Zusammensetzung des reinen Schweißgutes

Das Kurzzeichen in Tabelle 2 erfasst die nach Abschnitt 5 bestimmte chemische Zusammensetzung des reinen Schweißgutes. Das reine Schweißgut, das mit den umhüllten Stabelektroden in Tabelle 2 erhalten wurde, muss unter den in Abschnitt 6 enthaltenen Bedingungen auch die Anforderungen an die mechanischen Eigenschaften dieser Elektrode nach Tabelle 3 erfüllen.

4.3 Kurzzeichen für den Umhüllungstyp

Der Umhüllungstyp einer Stabelektrode bestimmt maßgeblich die Gebrauchseigenschaften der Stabelektrode und die Eigenschaften des Schweißgutes. Siehe Anhang A für Angaben zu Umhüllungstypen.

4.3A Einteilung nach der Nennzusammensetzung

Folgende zwei Kurzzeichen werden zur Beschreibung des Umhüllungstyps verwendet:

- B basisch umhüllt;
- R rutilumhüllt.

4.3B Einteilung nach dem Legierungstyp

Folgende drei Kurzzeichen werden zur Beschreibung des Umhüllungstyps verwendet:

- 5 basisch umhüllt, vorgesehen zum Schweißen mit Gleichstrom;
- 6 rutilumhüllt, vorgesehen zum Schweißen mit Gleichstrom oder Wechselstrom (Ausnahme: Gleichstrom für Position und Umhüllungstyp –46);
- 7 rutilumhüllt mit Abwandlungen, die Umhüllung enthält einen bedeutenden Kiesel säureanteil, vorgesehen zum Schweißen mit Gleichstrom oder Wechselstrom (Ausnahme: Gleichstrom für Position und Umhüllungstyp –47).

Tabelle 2 — Anforderungen an die chemische Zusammensetzung

Kurzzeichen für Einteilung nach Nennzusammensetzung ^{b, c, d} (ISO 3581-A)		Chemische Zusammensetzung ^{a, e, f} % (Massenanteil)											
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	Nb + Ta	N	Andere
Martensitische/ferritische Typen													
—	409Nb	0,12	1,00	1,00	0,040	0,030	11,0 bis 14,0	0,60	0,75	0,75	0,50 bis 1,50	—	—
13	(410)	0,12	1,0	1,5	0,030	0,025	11,0 bis 14,0	0,60	0,75	0,75	—	—	—
(13)	410	0,12	0,90	1,0	0,04	0,03	11,0 bis 14,0	0,70	0,75	0,75	—	—	—
13 4	(410NiMo)	0,06	1,0	1,5	0,030	0,025	11,0 bis 14,5	3,0 bis 5,0	0,4 bis 1,0	0,75	—	—	—
(13 4)	410NiMo	0,06	0,90	1,0	0,04	0,03	11,0 bis 12,5	4,0 bis 5,0	0,40 bis 0,70	0,75	—	—	—
17	(430)	0,12	1,0	1,5	0,030	0,025	16,0 bis 18,0	0,60	0,75	0,75	—	—	—
(17)	430	0,10	0,90	1,0	0,04	0,03	15,0 bis 18,0	0,6	0,75	0,75	—	—	—
—	430Nb	0,10	1,00	1,00	0,040	0,030	15,0 bis 18,0	0,60	0,75	0,75	0,50 bis 1,50	—	—
Austenitische Typen													
—	209	0,06	1,00	4,0 bis 7,0	0,04	0,03	20,5 bis 24,0	9,5 bis 12,0	1,5 bis 3,0	0,75	—	0,10 bis 0,30	V 0,10 bis 0,30
—	219	0,06	1,00	8,0 bis 10,0	0,04	0,03	19,0 bis 21,5	5,5 bis 7,0	0,75	0,75	—	0,10 bis 0,30	—
—	240	0,06	1,00	10,5 bis 13,5	0,04	0,03	17,0 bis 19,0	4,0 bis 6,0	0,75	0,75	—	0,10 bis 0,30	—

Kurzzzeichen für Einteilung nach		Chemische Zusammensetzung ^{a, e, f} % (Massenanteil)											
Nennzusammensetzung ^{b, c, d} (ISO 3581-A)	Legierungstyp ^d (ISO 3581-B)	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	Nb + Ta	N	Andere
19 9	(308)	0,08	1,2	2,0	0,030	0,025	18,0 bis 21,0	9,0 bis 11,0	0,75	0,75	—	—	—
(19 9)	308	0,08	1,00	0,5 bis 2,5	0,04	0,03	18,0 bis 21,0	9,0 bis 11,0	0,75	0,75	—	—	—
19 9 H	(308H)	0,04 bis 0,08	1,2	2,0	0,03	0,025	18,0 bis 21,0	9,0 bis 11,0	0,75	0,75	—	—	—
(19 9 H)	308H	0,04 bis 0,08	1,00	0,5 bis 2,5	0,04	0,03	18,0 bis 21,0	9,0 bis 11,0	0,75	0,75	—	—	—
19 9 L	(308L)	0,04	1,2	2,0	0,030	0,025	18,0 bis 21,0	9,0 bis 11,0	0,75	0,75	—	—	—
(19 9 L)	308L	0,04	1,00	0,5 bis 2,5	0,04	0,03	18,0 bis 21,0	9,0 bis 12,0	0,75	0,75	—	—	—
19 9 L	308LN	0,035	0,90	0,5 bis 2,0	0,025	0,025	18,0 bis 21,00	9,0 bis 11,00	0,50	0,75	—	0,06 bis 0,10	—
(20 10 3)	308Mo	0,08	1,00	0,5 bis 2,5	0,04	0,03	18,0 bis 21,0	9,0 bis 12,0	2,0 bis 3,0	0,75	—	—	—
—	308LMo	0,04	1,00	0,5 bis 2,5	0,04	0,03	18,0 bis 21,0	9,0 bis 12,0	2,0 bis 3,0	0,75	—	—	—
—	308N	0,10	0,90	1,0 bis 4,0	0,04	0,03	21,0 bis 25,0	7,0 bis 10,0	—	—	—	0,12 bis 0,30	—
—	349	0,13	1,00	0,5 bis 2,5	0,04	0,03	18,0 bis 21,0	8,0 bis 10,0	0,35 bis 0,65	0,75	0,75 bis 1,20	—	V 0,10 bis 0,30 Ti 0,15 W 1,25 bis 1,75

Kurzzzeichen für Einteilung nach		Chemische Zusammensetzung ^{a, e, f} % (Massenanteil)											
Nennzusammensetzung ^{b, c, d} (ISO 3581-A)	Legierungstyp ^d (ISO 3581-B)	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	Nb + Ta	N	Andere
19 9 Nb	(347)	0,08	1,2	2,0	0,030	0,025	18,0 bis 21,0	9,0 bis 11,0	0,75	0,75	8 × C bis 1,1	—	—
(19 9 Nb)	347	0,08	1,00	0,5 bis 2,5	0,04	0,03	18,0 bis 21,0	9,0 bis 11,0	0,75	0,75	8 × C bis 1,00	—	—
—	347L	0,04	1,00	0,5 bis 2,5	0,040	0,030	18,0 bis 21,0	9,0 bis 11,0	0,75	0,75	8 × C bis 1,00	—	—
19 12 2	(316)	0,08	1,2	2,0	0,030	0,025	17,0 bis 20,0	10,0 bis 13,0	2,0 bis 3,0	0,75	—	—	—
(19 12 2)	316	0,08	1,00	0,5 bis 2,5	0,04	0,03	17,0 bis 20,0	11,0 bis 14,0	2,0 bis 3,0	0,75	—	—	—
(19 12 2)	316H	0,04 bis 0,08	1,00	0,5 bis 2,5	0,04	0,03	17,0 bis 20,0	11,0 bis 14,0	2,0 bis 3,0	0,75	—	—	—
(19 12 3 L)	316L	0,04	1,00	0,5 bis 2,5	0,04	0,03	17,0 bis 20,0	11,0 bis 14,0	2,0 bis 3,0	0,75	—	—	—
19 12 3 L	(316L)	0,04	1,2	2,0	0,030	0,025	17,0 bis 20,0	10,0 bis 13,0	2,5 bis 3,0	0,75	—	—	—
19 12 3 L	316LN	0,035	0,90	0,5 bis 2,0	0,025	0,025	18,00 bis 20,00	12,00 bis 13,0	2,50 bis 3,00	0,75	—	0,06 bis 0,10	Co 0,20
—	316LCu	0,04	1,00	0,5 bis 2,5	0,040	0,030	17,0 bis 20,0	11,0 bis 16,0	1,20 bis 2,75	1,00 bis 2,50	—	—	—
—	317	0,08	1,00	0,5 bis 2,5	0,04	0,03	18,0 bis 21,0	12,0 bis 14,0	3,0 bis 4,0	0,75	—	—	—
—	317L	0,04	1,00	0,5 bis 2,5	0,04	0,03	18,0 bis 21,0	12,0 bis 14,0	3,0 bis 4,0	0,75	—	—	—

Kurzzzeichen für Einteilung nach		Chemische Zusammensetzung ^{a, e, f} % (Massenanteil)											
Nennzusammensetzung ^{b, c, d} (ISO 3581-A)	Legierungstyp ^d (ISO 3581-B)	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	Nb + Ta	N	Andere
19 12 3 Nb	(318)	0,08	1,2	2,0	0,030	0,025	17,0 bis 20,0	10,0 bis 13,0	2,5 bis 3,0	0,75	8 × C bis 1,1	—	—
(19 12 3 Nb)	318	0,08	1,00	0,5 bis 2,5	0,04	0,03	17,0 bis 20,0	11,0 bis 14,0	2,0 bis 3,0	0,75	6 × C bis 1,00	—	—
19 13 4 L	—	0,04	1,2	1,0 bis 5,0	0,030	0,025	17,0 bis 20,0	12,0 bis 15,0	3,0 bis 4,5	0,75	—	0,20	—
—	320	0,07	0,60	0,5 bis 2,5	0,04	0,03	19,0 bis 21,0	32,0 bis 36,0	2,0 bis 3,0	3,0 bis 4,0	8 × C bis 1,00	—	—
—	320LR	0,03	0,30	1,5 bis 2,5	0,020	0,015	19,0 bis 21,0	32,0 bis 36,0	2,0 bis 3,0	3,0 bis 4,0	8 × C bis 0,40	—	—
Ferritisch-austenitische Typen (mitunter auch als austenitisch-ferritische Typen bezeichnet)													
22 9 3 N L	(2209)	0,04	1,2	2,5	0,030	0,025	21,0 bis 24,0	7,5 bis 10,5	2,5 bis 4,0	0,75	—	0,08 bis 0,20	—
(22 9 3 N L)	2209	0,04	1,00	0,5 bis 2,0	0,04	0,03	21,5 bis 23,5	7,5 bis 10,5	2,5 bis 3,5	0,75	—	0,08 bis 0,20	—
23 7 N L	—	0,04	1,0	0,4 bis 1,5	0,030	0,020	22,5 bis 25,5	6,5 bis 10,0	0,8	0,5	—	0,10 bis 0,20	—
25 7 2 N L ^c	—	0,04	1,2	2,0	0,035	0,025	24,0 bis 28,0	6,0 bis 8,0	1,0 bis 3,0	0,75	—	0,20	—
25 9 3 Cu N L	(2593)	0,04	1,2	2,5	0,030	0,025	24,0 bis 27,0	7,5 bis 10,5	2,5 bis 4,0	1,5 bis 3,5	—	0,10 bis 0,25	—
25 9 4 N L ^c	(2593)	0,04	1,2	2,5	0,030	0,025	24,0 bis 27,0	8,0 bis 11,0	2,5 bis 4,5	1,5	—	0,20 bis 0,30	W 1,0
25 9 4 W N L	2594W	0,04	1,0	0,5 bis 2,5	0,04	0,03	23,0 bis 27,0	8,0 bis 11,0	3,0 bis 4,5	1,0	—	0,08 bis 0,30	W 2,5

Kurzzzeichen für Einteilung nach		Chemische Zusammensetzung ^{a, e, f} % (Massenanteil)											
Nennzusammensetzung ^{b, c, d} (ISO 3581-A)	Legierungstyp ^d (ISO 3581-B)	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	Nb + Ta	N	Andere
—	2553	0,06	1,0	0,5 bis 1,5	0,04	0,03	24,0 bis 27,0	6,5 bis 8,5	2,9 bis 3,9	1,5 bis 2,5	—	0,10 bis 0,25	—
(25 9 3 Cu N L)	2593	0,04	1,0	0,5 bis 1,5	0,04	0,03	24,0 bis 27,0	8,5 bis 10,5	2,9 bis 3,9	1,5 bis 3,0	—	0,08 bis 0,25	—
Vollaustenitische Typen													
—	383	0,03	0,90	0,5 bis 2,5	0,02	0,02	26,5 bis 29,0	30,0 bis 33,0	3,2 bis 4,2	0,6 bis 1,5	—	—	—
(20 25 5 Cu N L)	385	0,03	0,90	1,0 bis 2,5	0,03	0,02	19,5 bis 21,5	24,0 bis 26,0	4,2 bis 5,2	1,2 bis 2,0	—	—	—
18 15 3 L	—	0,04	1,2	1,0 bis 4,0	0,030	0,025	16,5 bis 19,5	14,0 bis 17,0	2,5 bis 3,5	0,75	—	—	—
18 16 5 N L ^c	—	0,04	1,2	1,0 bis 4,0	0,035	0,025	17,0 bis 20,0	15,5 bis 19,0	3,5 bis 5,0	0,75	—	0,20	—
20 25 5 Cu N L	(385)	0,04	1,2	1,0 bis 4,0	0,030	0,025	19,0 bis 22,0	24,0 bis 27,0	4,0 bis 7,0	1,0 bis 2,0	—	0,25	—
20 16 3 Mn N L ^c	—	0,04	1,2	5,0 bis 8,0	0,035	0,025	18,0 bis 21,0	15,0 bis 18,0	2,5 bis 3,5	0,75	—	0,20	—
21 10 N	—	0,06 bis 0,09	1,0 bis 2,0	0,3 bis 1,0	0,02	0,01	20,5 bis 22,5	9,5 bis 11,0	0,5	0,3	—	0,10 bis 0,20	Ce 0,05
25 22 2 N L	—	0,04	1,2	1,0 bis 5,0	0,030	0,025	24,0 bis 27,0	20,0 bis 23,0	2,0 bis 3,0	0,75	—	0,20	—
27 31 4 Cu L	—	0,04	1,2	2,5	0,030	0,025	26,0 bis 29,0	30,0 bis 33,0	3,0 bis 4,5	0,6 bis 1,5	—	—	—

Kurzzzeichen für Einteilung nach		Chemische Zusammensetzung ^{a, e, f} % (Massenanteil)											
Nennzusammensetzung ^{b, c, d} (ISO 3581-A)	Legierungstyp ^d (ISO 3581-B)	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	Nb + Ta	N	Andere
Spezielle Typen – Oftmals zum Schweißen von Mischverbindungen verwendet													
18 8 Mn ^c	—	0,20	1,2	4,5 bis 7,5	0,035	0,025	17,0 bis 20,0	7,0 bis 10,0	0,75	0,75	—	—	—
18 9 Mn Mo ^c	(307)	0,04 bis 0,14	1,2	3,0 bis 5,0	0,035	0,025	18,0 bis 21,5	9,0 bis 11,0	0,5 bis 1,5	0,75	—	—	—
(18 9 Mn Mo)	307	0,04 bis 0,14	1,00	3,30 bis 4,75	0,04	0,03	18,0 bis 21,5	9,0 bis 10,7	0,5 bis 1,5	0,75	—	—	—
20 10 3	(308Mo)	0,10	1,2	2,5	0,030	0,025	18,0 bis 21,0	9,0 bis 12,0	1,5 bis 3,5	0,75	—	—	—
23 12 L	(309L)	0,04	1,2	2,5	0,030	0,025	22,0 bis 25,0	11,0 bis 14,0	0,75	0,75	—	—	—
(23 12 L)	309L	0,04	1,00	0,5 bis 2,5	0,04	0,03	22,0 bis 25,0	12,0 bis 14,0	0,75	0,75	—	—	—
(22 12)	309	0,15	1,00	0,5 bis 2,5	0,04	0,03	22,0 bis 25,0	12,0 bis 14,0	0,75	0,75	—	—	—
23 12 Nb	(309Nb)	0,10	1,2	2,5	0,030	0,025	22,0 bis 25,0	11,0 bis 14,0	0,75	0,75	8 × C bis 1,1	—	—
—	309LNb	0,04	1,00	0,5 bis 2,5	0,040	0,030	22,0 bis 25,0	12,0 bis 14,0	0,75	0,75	0,70 bis 1,00	—	—
(23 12 Nb)	309Nb	0,12	1,00	0,5 bis 2,5	0,04	0,03	22,0 bis 25,0	12,0 bis 14,0	0,75	0,75	0,70 bis 1,00	—	—
—	309Mo	0,12	1,00	0,5 bis 2,5	0,04	0,03	22,0 bis 25,0	12,0 bis 14,0	2,0 bis 3,0	0,75	—	—	—
23 12 2 L	(309LMo)	0,04	1,2	2,5	0,030	0,025	22,0 bis 25,0	11,0 bis 14,0	2,0 bis 3,0	0,75	—	—	—

Kurzzzeichen für Einteilung nach		Chemische Zusammensetzung ^{a, e, f}											
		% (Massenanteil)											
Nennzusammensetzung ^{b, c, d} (ISO 3581-A)	Legierungstyp ^d (ISO 3581-B)	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	Nb + Ta	N	Andere
		(23 12 2 L)	309LMo	0,04	1,00	0,5 bis 2,5	0,04	0,03	22,0 bis 25,0	12,0 bis 14,0	2,0 bis 3,0	0,75	—
29 9 ^c	(312)	0,15	1,2	2,5	0,035	0,025	27,0 bis 31,0	8,0 bis 12,0	0,75	0,75	—	—	—
(29 9)	312	0,15	1,00	0,5 bis 2,5	0,04	0,03	28,0 bis 32,0	8,0 bis 10,5	0,75	0,75	—	—	—
Hitzebeständige Typen													
16 8 2	(16-8-2)	0,08	0,60	2,5	0,030	0,025	14,5 bis 16,5	7,5 bis 9,5	1,5 bis 2,5	0,75	—	—	—
(16 8 2)	16-8-2	0,10	0,60	0,5 bis 2,5	0,03	0,03	14,5 bis 16,5	7,5 bis 9,5	1,0 bis 2,0	0,75	—	—	—
25 4	—	0,15	1,2	2,5	0,030	0,025	24,0 bis 27,0	4,0 bis 6,0	0,75	0,75	—	—	—
22 12	(309)	0,15	1,2	2,5	0,030	0,025	20,0 bis 23,0	10,0 bis 13,0	0,75	0,75	—	—	—
25 20	(310)	0,06 bis 0,20	1,2	1,0 bis 5,0	0,030	0,025	23,0 bis 27,0	18,0 bis 22,0	0,75	0,75	—	—	—
(25 20)	310	0,08 bis 0,20	0,75	1,0 bis 2,5	0,03	0,03	25,0 bis 28,0	20,0 bis 22,5	0,75	0,75	—	—	—
25 20 H	(310H)	0,35 bis 0,45	1,2	2,5	0,030	0,025	23,0 bis 27,0	18,0 bis 22,0	0,75	0,75	—	—	—
(25 20 H)	310H	0,35 bis 0,45	0,75	1,0 bis 2,5	0,03	0,03	25,0 bis 28,0	20,0 bis 22,5	0,75	0,75	—	—	—
—	310Nb	0,12	0,75	1,0 bis 2,5	0,03	0,03	25,0 bis 28,0	20,0 bis 22,0	0,75	0,75	0,70 bis 1,00	—	—

Kurzzzeichen für Einteilung nach		Chemische Zusammensetzung ^{a, e, f} % (Massenanteil)											
Nennzusammensetzung ^{b, c, d} (ISO 3581-A)	Legierungstyp ^d (ISO 3581-B)	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	Nb + Ta	N	Andere
—	310Mo	0,12	0,75	1,0 bis 2,5	0,03	0,03	25,0 bis 28,0	20,0 bis 22,0	2,0 bis 3,0	0,75	—	—	—
18 36	(330)	0,25	1,2	2,5	0,030	0,025	14,0 bis 18,0	33,0 bis 37,0	0,75	0,75	—	—	—
(18 36)	330	0,18 bis 0,25	1,00	1,0 bis 2,5	0,04	0,03	14,0 bis 17,0	33,0 bis 37,0	0,75	0,75	—	—	—
—	330H	0,35 bis 0,45	1,00	1,0 bis 2,5	0,04	0,03	14,0 bis 17,0	33,0 bis 37,0	0,75	0,75	—	—	—
Ausscheidungshärtender Typ													
—	630	0,05	0,75	0,25 bis 0,75	0,04	0,03	16,00 bis 16,75	4,5 bis 5,0	0,75	3,25 bis 4,00	0,15 bis 0,30	—	—
<p>^a Die in dieser Tabelle angegebenen Einzelwerte sind Höchstwerte.</p> <p>^b Zusätze, für die die chemische Zusammensetzung in der Tabelle nicht enthalten ist, sind in gleicher Weise und mit dem vorangestellten Buchstaben Z zu kennzeichnen. Da die Bereiche der chemischen Zusammensetzung nicht vergeben sind, können zwei Elektroden mit derselben Z-Einteilung nicht gegeneinander ausgetauscht werden.</p> <p>^c Die Summe von P und S darf einen Massenanteil von 0,050 % nicht überschreiten, ausgenommen sind 25 7 2 N L; 18 16 5 N L; 20 16 3 Mn N L; 18 8 Mn; 18 9 Mn Mo und 29 9.</p> <p>^d Eine Bezeichnung in Klammern [z. B. (308L) oder (19 9 L)] zeigt eine annähernde, jedoch nicht vollständige Übereinstimmung mit dem anderen Bezeichnungssystem an. Die richtige Bezeichnung für einen gegebenen Zusammensetzungsbereich ist die Bezeichnung ohne Klammern. Liegt ein Produkt vor, das eine eingeschränkte chemische Zusammensetzung hat, die beiden Bezeichnungssystemen entspricht, darf es mit beiden Bezeichnungen versehen werden.</p> <p>^e Für Elemente, deren festgelegte Werte in dieser Tabelle angegeben sind, ist eine Analyse durchzuführen. Falls jedoch im Verlauf der Analyse das Vorhandensein anderer Elemente angezeigt wird, muss der Massenanteil dieser Elemente durch eine weitere Analyse ermittelt werden, um sicherzustellen, dass ihre Gesamtsumme, ausgenommen Eisen, einen Massenanteil von 0,50 % nicht überschreitet.</p> <p>^f Bei Legierungen, die für hohe Temperaturen vorgesehen sind, sollte der Bi-Anteil auf höchstens 20 ppm begrenzt werden.</p>													

Tabelle 3 — Anforderungen an die mechanischen Eigenschaften

Nennzusammensetzung (ISO 3581-A)	Legierungs- kurzzeichen (ISO 3581-B)	Mindest- dehngrenze	Mindest- zugfestigkeit	Mindest- bruch- dehnung ^a	Wärme- nachbehandlung
		$R_{p0,2}$ MPa	R_m MPa	%	
—	409Nb	—	450	13	760 °C bis 790 °C für 2 h ^b
13	(410)	250	450	15	840 °C bis 870 °C für 2 h ^c
(13)	410	—	520	15	730 °C bis 760 °C für 1 h ^d
13 4	(410NiMo)	500	750	15	580 °C bis 620 °C für 2 h ^e
(13 4)	410NiMo	—	760	10	595 °C bis 620 °C für 1 h ^e
17	(430)	300	450	15	760 °C bis 790 °C für 2 h ^c
(17)	430	—	450	15	760 °C bis 790 °C für 2 h ^b
—	430Nb	—	450	13	760 °C bis 790 °C für 2 h ^b
19 9	(308)	350	550	30	ohne
(19 9)	308	—	550	25	ohne
19 9 H	(308H)	350	550	30	ohne
(19 9 H)	308H	—	550	25	ohne
19 9 L	(308L)	320	510	30	ohne
(19 9 L)	308L	—	520	25	ohne
19 9 N L	308LN	210	520 bis 670	30	ohne
—	308Mo	—	550	25	ohne
—	308LMo	—	520	25	ohne
—	308N	—	690	20	ohne
—	349	—	690	23	ohne
19 9 Nb	(347)	350	550	25	ohne
(19 9 Nb)	347	—	520	25	ohne
—	347L	—	510	25	ohne
19 12 2	(316)	350	550	25	ohne
(19 12 2)	316	—	520	25	ohne
—	316H	—	520	25	ohne
19 12 3 L	(316L)	320	510	25	ohne
(19 12 3 L)	316L	—	490	25	ohne
19 12 3 N L	316LN	210	520 bis 670	30	ohne

Nennzusammen- setzung (ISO 3581-A)	Legierungs- kurzzeichen (ISO 3581-B)	Mindest- dehngrenze	Mindest- zugfestigkeit	Mindest- bruch- dehnung ^a	Wärme- nachbehandlung
		$R_{p0,2}$ MPa	R_m MPa	%	
—	316LCu	—	510	25	ohne
—	317	—	550	20	ohne
—	317L	—	520	20	ohne
19 12 3 Nb	(318)	350	550	25	ohne
(19 12 3 Nb)	318	—	550	20	ohne
19 13 4 N L	—	350	550	25	ohne
—	320	—	550	28	ohne
—	320LR	—	520	28	ohne
22 9 3 N L	(2209)	450	550	20	ohne
(22 9 3 N L)	2209	—	690	15	ohne
23 7 N L	—	450	570	20	ohne
25 7 2 N L	—	500	700	15	ohne
25 9 3 Cu N L	—	550	620	18	ohne
25 9 4 N L	—	550	620	18	ohne
25 9 4 W N L	2594W	—	690	15	ohne
—	2553	—	760	13	ohne
—	2593	—	760	13	ohne
18 15 3 L	—	300	480	25	ohne
18 16 5 N L	—	300	480	25	ohne
20 25 5 Cu N L	—	320	510	25	ohne
20 16 3 Mn N L	—	320	510	25	ohne
21 10 N	—	350	550	30	ohne
25 22 2 N L	—	320	510	25	ohne
27 31 4 Cu L	—	240	500	25	ohne
18 8 Mn	—	350	500	25	ohne
18 9 Mn Mo	(307)	350	500	25	ohne
(18 9 Mn Mo)	307	—	590	25	ohne
20 10 3	—	400	620	20	ohne
—	309	—	550	25	ohne
23 12 L	(309L)	320	510	25	ohne
(23 12 L)	309L	—	520	25	ohne
23 12 Nb	(309Nb)	350	550	25	ohne
(23 12 Nb)	309Nb	—	550	25	ohne
—	309Mo	—	550	25	ohne

Nennzusammen- setzung (ISO 3581-A)	Legierungs- kurzzeichen (ISO 3581-B)	Mindest- dehngrenze	Mindest- zugfestigkeit	Mindest- bruch- dehnung ^a	Wärme- nachbehandlung
		$R_{p0,2}$ MPa	R_m MPa	%	
23 12 2 L	(309LMo)	350	550	25	ohne
(23 12 2 L)	309LMo	—	520	25	ohne
—	309LNb	—	510	25	ohne
29 9	(312)	450	650	15	ohne
(29 9)	312	—	660	15	ohne
16 8 2	(16-8-2)	320	510	25	ohne
(16 8 2)	16-8-2	—	550	25	ohne
25 4	—	400	600	15	ohne
—	209	—	690	15	ohne
—	219	—	620	15	ohne
—	240	—	690	15	ohne
22 12	—	350	550	25	ohne
25 20	(310)	350	550	20	ohne
(25 20)	310	—	550	25	ohne
25 20 H	(310H)	350	550	10 ^f	ohne
(25 20 H)	310H	—	620	8	ohne
—	310Nb	—	550	23	ohne
—	310Mo	—	550	28	ohne
18 36	(330)	350	510	10 ^f	ohne
(18 36)	330	—	520	23	ohne
—	330H	—	620	8	ohne
—	383	—	520	28	ohne
—	385	—	520	28	ohne
—	630	—	930	6	1 025 °C bis 1 050 °C für 1 h ^g

ANMERKUNG Das Schweißgut kann geringere Dehnung und Festigkeit als der Grundwerkstoff aufweisen.

- ^a Die Messlänge entspricht dem Fünffachen des Probendurchmessers.
- ^b Ofenabkühlung nicht schneller als 55 °C/h bis auf 595 °C, anschließend Luftabkühlung bis auf Umgebungstemperatur.
- ^c Ofenabkühlung bis auf 600 °C, mit anschließender Luftabkühlung.
- ^d Ofenabkühlung nicht schneller als 110 °C/h bis auf 315 °C, anschließend Luftabkühlung bis auf Umgebungstemperatur.
- ^e Luftabkühlung.
- ^f Diese Stabelektroden haben im Schweißgut einen hohen Kohlenstoffanteil für den Einsatz bei hohen Temperaturen. Die Dehnung bei Raumtemperatur ist von geringer Bedeutung für solche Anwendungen.
- ^g Luftabkühlung bis auf Umgebungstemperatur, mit anschließender Ausscheidungshärtung bei 610 °C bis 630 °C für 4 h, anschließend Luftabkühlung bis auf Umgebungstemperatur.

4.4 Kennziffer für die effektive Ausbringung und Stromart

4.4A Einteilung nach der Nennzusammensetzung

Die Kennziffer in Tabelle 4A erfasst die nach ISO 2401 bestimmte effektive Ausbringung und die entsprechende Stromart.

4.4B Einteilung nach dem Legierungstyp

In diesem Einteilungssystem wird keine spezielle Kennziffer zur Angabe der effektiven Ausbringung verwendet. Die Stromart ist im Umhüllungstyp in 4.3B enthalten.

Tabelle 4A — Kennziffer für die effektive Ausbringung und Stromart (Einteilung nach der Nennzusammensetzung)

Kennziffer	Effektive Ausbringung %	Stromart ^a
1	≤ 105	Wechselstrom und Gleichstrom
2	≤ 105	Gleichstrom
3	> 105, jedoch ≤ 125	Wechselstrom und Gleichstrom
4	> 105, jedoch ≤ 125	Gleichstrom
5	> 125, jedoch ≤ 160	Wechselstrom und Gleichstrom
6	> 125, jedoch ≤ 160	Gleichstrom
7	> 160	Wechselstrom und Gleichstrom
8	> 160	Gleichstrom

a Um die Eignung für Wechselstrom nachzuweisen, sind die Prüfungen mit Arbeitsspannungen über 65 V durchzuführen.

4.5 Kennziffer für die Schweißposition

Die Kennziffern für die Schweißposition müssen Tabelle 5A oder Tabelle 5B entsprechen. Die Kennziffer in Tabelle 5B muss entsprechend Abschnitt 7 bestimmt werden.

Tabelle 5A — Kennziffer für die Schweißposition (Einteilung nach der Nennzusammensetzung)

Kennziffer	Schweißpositionen ^a
1	PA, PB, PD, PF, PG
2	PA, PB, PD, PF
3	PA, PB
4	PA
5	PA, PB, PG
a Die Positionen sind in ISO 6947 festgelegt. PA = Wannenposition PB = Horizontalposition PD = Horizontal-Überkopfposition PF = Steigposition PG = Fallposition	

Tabelle 5B — Kennziffer für die Schweißposition (Einteilung nach dem Legierungstyp)

Kennziffer	Schweißpositionen ^a
-1	PA, PB, PD, PF
-2	PA, PB
-4	PA, PB, PD, PF, PG
a Die Positionen sind in ISO 6947 festgelegt. PA = Wannenposition PB = Horizontalposition PD = Horizontal-Überkopfposition PF = Steigposition PG = Fallposition	

5 Chemische Analyse

Die chemische Analyse wird an geeigneten Proben des reinen Schweißgutes durchgeführt. Im Zweifelsfall sind die in ISO 6847 festgelegten Proben zu verwenden. Die Prüfergebnisse müssen die Anforderungen nach Tabelle 2 für die zu prüfende Einteilung erfüllen.

Jedes Analysenverfahren darf angewendet werden, im Zweifelsfall muss die Analyse jedoch nach eingeführten, veröffentlichten Verfahren durchgeführt werden.

6 Mechanische Prüfungen

6.1 Allgemeines

Zugversuche sowie alle erforderlichen Wiederholungsprüfungen müssen mit dem in Tabelle 3 angegebenen Zustand (Schweißzustand oder wärmebehandelter Zustand) durchgeführt werden. Eine Schweißgutprobe der Form 1.3 nach ISO 15792-1:2000 muss unter Berücksichtigung der in 6.2 und 6.3 beschriebenen Schweißbedingungen hergestellt werden.

6.2 Vorwärm- und Zwischenlagentemperaturen

Vorwärm- und Zwischenlagentemperaturen müssen für den entsprechenden Schweißguttyp nach den Tabellen 6A oder 6B ausgewählt werden.

Tabelle 6A — Vorwärm- und Zwischenlagentemperaturen (Einteilung nach Nennzusammensetzung)

Legierungskurzzeichen	Schweißguttyp	Vorwärm- und Zwischenlagentemperatur °C
13 17	martensitischer und ferritischer nichtrostender Chrom-Stahl	200 bis 300
13 4	weichmartensitischer nichtrostender Stahl	100 bis 180
Alle anderen	austenitischer und austenitisch-ferritischer nichtrostender (Duplex-)Stahl	max. 150

Tabelle 6B — Vorwärm- und Zwischenlagentemperaturen (Einteilung nach Legierungstyp)

Legierungskurzzeichen	Schweißguttyp	Vorwärm- und Zwischenlagentemperatur °C
410	martensitischer und ferritischer nichtrostender Chrom-Stahl	200 bis 300
409 Nb 430 430 Nb		150 bis 260
410 NiMo 630	weichmartensitischer nichtrostender Stahl	100 bis 260
Alle anderen	austenitischer und austenitisch-ferritischer nichtrostender (Duplex-)Stahl	max. 150

Die Zwischenlagentemperatur muss mit Temperaturmessfarbstiften, Oberflächenthermometern oder Thermoelementen (siehe ISO 13916) am Mittelpunkt des Prüfstücks, ungefähr 25 mm von der Schweißfugenlängskante entfernt gemessen werden.

Die Zwischenlagentemperatur darf die in den Tabellen 6A oder 6B angegebene Temperatur nicht überschreiten. Wenn nach einer Schweißraupe die Zwischenlagentemperatur überschritten wird, muss das Prüfstück an der Luft bis zu einer Temperatur unterhalb dieser Grenze abgekühlt werden.

6.3 Lagenfolge

Für eine Stabelektrode mit einem Durchmesser von 4 mm und Prüfblech Form 1.3 (siehe ISO 15792-1:2000) muss die Lagenfolge aus zwei Raupen je Lage bestehen. Die Zahl der Lagen muss auf einen Bereich von 7 bis 9 beschränkt sein.

Die Schweißrichtung zur Herstellung einer Lage darf nicht geändert werden. Jede Lage muss mit einem Schweißstrom von 70 % bis 90 % der höchsten vom Hersteller empfohlenen Stromstärke geschweißt werden.

Unabhängig vom Umhüllungstyp muss mit Wechselstrom geschweißt werden, wenn sowohl Wechsel- als auch Gleichstrom empfohlen wird, und mit Gleichstrom mit der Elektrode am Pluspol, wenn nur Gleichstrom empfohlen wird.

7 Kehlnahtprüfung

7A Einteilung nach der Nennzusammensetzung

Nicht erforderlich.

7B Einteilung nach dem Legierungstyp

Das Prüfstück für die Kehlnahtprüfung muss wie in ISO 15792-3 dargestellt beschaffen sein. Die Prüfblechdicke t und die geforderten Prüfergebnisse sind in Tabelle 7B festgelegt. Die Prüfblechlänge l muss 250 mm und die Prüfblechbreite w muss 50 mm betragen.

Tabelle 7B — Prüfblechdicke und geforderte Prüfergebnisse für die Kehlnahtprüfung (Einteilung nach dem Legierungstyp)

ISO 3581-B Kennziffern für Position und Um- hüllungstyp	Elektroden- durch- messer mm	Stromart	Neundicke des Blechs t mm	Prüf- position	Kehlnaht (Schenkel- länge) (max.) mm	Größter Unterschied der Schenkel- länge mm	Größte Naht- über- höhung mm
-15	4,0	Gleichstrom, Elektrode am Pluspol	6 oder 8 oder 10	PF	8,0	Nicht festgelegt	2,0
	4,0		6 oder 8 oder 10	PB und PD	6,0	1,5	1,5
	4,8 oder 5,0		10	PB	8,0	1,5	2,0
	5,6 oder 6,0 oder 6,4		10	PB	10,0	2,0	2,0
-16	4,0	Wechsel- strom	6 oder 8 oder 10	PF	8,0	Nicht festgelegt	2,0
	4,0		6 oder 8 oder 10	PB und PD	6,0	1,5	1,5
	4,8 oder 5,0		10	PB	8,0	1,5	2,0
	5,6 oder 6,0 oder 6,4		10	PB	10,0	2,0	2,0
-17	4,0	Wechsel- strom	6 oder 8 oder 10	PF	12,0	Nicht festgelegt	2,0
	4,0		6 oder 8 oder 10	PB und PD	8,0	1,5	1,5
	4,8 oder 5,0		10	PB	8,0	1,5	2,0
	5,6 oder 6,0 oder 6,4		10	PB	10,0	2,0	2,0
-25	4,0	Gleichstrom, Elektrode am Pluspol	10 oder 12	PB	8,0	1,5	1,5
	4,8 oder 5,0				8,0	1,5	2,0
	5,6 oder 6,0 oder 6,4				10,0	2,0	2,0
-26 oder -27	4,0	Wechsel- strom	10 oder 12	PB	8,0	1,5	1,5
	4,8 oder 5,0				8,0	1,5	2,0
	5,6 oder 6,0 oder 6,4				10,0	2,0	2,0
-45, -46 oder -47	2,4 oder 2,5	Gleichstrom, Elektrode am Pluspol	6 oder 8 oder 10	PG	5,0	Nicht festgelegt	2,0 ^a
	3,0 oder 3,2			PG	6,0		3,0 ^a
	4,0			PG	8,0		4,0 ^a
	4,8 oder 5,0			PG	10,0		5,0 ^a

^a Größte Konkavität.

8 Verfahren zum Runden

Um Übereinstimmung mit den Anforderungen dieser Internationalen Norm nachzuweisen, müssen die vorliegenden Messwerte nach ISO 80000-1:2009, B.3, Regel A, gerundet werden. Werden die Messwerte mit einem Gerät ermittelt, das nach anderen Einheiten als nach dieser Internationalen Norm kalibriert wurde, müssen die Messwerte vor dem Runden in die Einheiten nach dieser Internationalen Norm umgewandelt werden. Falls ein arithmetischer Mittelwert mit den Anforderungen dieser Internationalen Norm verglichen werden muss, darf erst nach der Berechnung des arithmetischen Mittelwertes gerundet werden. Die gerundeten Prüfergebnisse müssen die Anforderungen der entsprechenden Tabelle zur Einteilung erfüllen.

9 Wiederholungsprüfung

Wenn eine Prüfung den Anforderungen nicht genügt, dann ist diese Prüfung zweimal zu wiederholen. Die Ergebnisse beider Wiederholungsprüfungen müssen die Anforderungen erfüllen. Proben für die Wiederholungsprüfung dürfen dem ursprünglichen Prüfstück oder einem neuen Prüfstück entnommen werden. Für die chemische Analyse ist eine Wiederholung nur für diejenigen Elemente erforderlich, die den Anforderungen nicht genügten. Wenn die Ergebnisse einer oder beider Wiederholungsprüfungen den Anforderungen nicht genügen, dann gelten die Anforderungen dieser Festlegung zur Einteilung für den geprüften Schweißzusatz als nicht erfüllt.

Wird während der Durchführung oder nach Abschluss einer Prüfung eindeutig festgestellt, dass beim Herstellen des Prüfstücks, der Probe(n) oder bei der Versuchsdurchführung vorgeschriebene oder sachgemäße Vorgaben nicht eingehalten wurden, muss die Prüfung als ungültig betrachtet werden. Dabei wird keine Rücksicht darauf genommen, ob die Prüfung abgeschlossen wurde oder ob die Prüfergebnisse die Anforderung erfüllten oder nicht. Die Prüfung muss nach sachgemäßen vorgeschriebenen Vorgaben wiederholt werden. In diesem Fall entfällt die Forderung nach der doppelten Probenzahl.

10 Technische Lieferbedingungen

Die technischen Lieferbedingungen müssen die Anforderungen von ISO 544 und ISO 14344 erfüllen.

11 Beispiele für die Bezeichnung

Die Bezeichnung der umhüllten Stabelektroden muss den Grundsätzen in den jeweiligen Beispielen in 11.1A und 11.1B entsprechen.

11.1A Einteilung nach der Nennzusammensetzung

BEISPIEL 1A:

Eine umhüllte Stabelektrode (E) zum Lichtbogenhandschweißen liefert ein Schweißgut mit einer chemischen Zusammensetzung von 19 % Cr, 12 % Ni und 2 % Mo (19 12 2) nach Tabelle 2. Die Stabelektrode hat eine Rutil-Umhüllung (R) und kann mit Wechselstrom oder mit Gleichstrom und mit einer effektiven Ausbringung von 120 % (3) in Wannenposition bei Stumpf- und Kehlnähten (4) verschweißt werden; die Bezeichnung lautet wie folgt:

ISO 3581-A — E 19 12 2 R 3 4

Verbindlicher Teil:

ISO 3581-A — E 19 12 2 R

11.1B Einteilung nach dem Legierungstyp

BEISPIEL 1B:

Eine umhüllte Stabelektrode (E) zum Lichtbogenhandschweißen von nichtrostendem und hitzebeständigem Stahl (S) liefert ein Schweißgut mit einer chemischen Zusammensetzung von 19 % Cr, 12 % Ni und 2 % Mo (Typ 316) nach Tabelle 2. Die Stabelektrode hat eine Rutil-Umhüllung (6) und kann mit Wechselstrom oder mit Gleichstrom, Elektrode am Pluspol, verwendet werden und darf in Wannenposition bei Stumpf- und Kehlnähten (2) verschweißt werden; die Bezeichnung lautet wie folgt:

ISO 3581-B — ES316 - 26

Dabei ist

- ISO 3581 die Nummer dieser Norm, wobei A die Einteilung nach der Nennzusammensetzung angibt;
- E die umhüllte Stabelektrode zum Lichtbogenhandschweißen (siehe 4.1A);
- 19 12 2 die chemische Zusammensetzung des reinen Schweißgutes (siehe Tabelle 2);
- R der Umhüllungstyp der Stabelektrode (siehe 4.3A);
- 3 die Kennziffer bzgl. der Anwendung von Wechselstrom oder Gleichstrom und zur Angabe der effektiven Ausbringung von 120 % (siehe Tabelle 4);

Dabei ist

- ISO 3581 die Nummer dieser Norm, wobei B die Einteilung nach dem Legierungstyp angibt;
- ES die umhüllte Stabelektrode zum Lichtbogenhandschweißen von nichtrostendem und hitzebeständigem Stahl (siehe 4.1B);
- 316 die chemische Zusammensetzung des reinen Schweißgutes (siehe Tabelle 2);
- 2 die Positionen, in denen geschweißt werden darf (siehe Tabelle 5B);
- 6 der Umhüllungstyp der Stabelektrode (siehe 4.3B).

BEISPIEL 2A:

Eine umhüllte Stabelektrode (E) zum Lichtbogenhandschweißen liefert ein Schweißgut mit einer chemischen Nennzusammensetzung von 25 % Cr, 30 % Ni und 1,3 % Ti (21 30 Ti), die nicht in Tabelle 2 aufgeführt ist. Die Stabelektrode ist basisch umhüllt (B); die Bezeichnung lautet wie folgt:

ISO 3581-A — E Z 25 30 Ti B

Dabei ist

- ISO 3581 die Nummer dieser Norm, wobei A die Einteilung nach der Nennzusammensetzung angibt;
- E die umhüllte Stabelektrode zum Lichtbogenhandschweißen (siehe 4.1A);
- Z der Buchstabe zur Angabe, dass die chemische Zusammensetzung des reinen Schweißgutes nicht angegeben ist; (siehe Tabelle 2);
- 25 30 Ti die chemische Nennzusammensetzung des reinen Schweißgutes mit zwischen Hersteller und Kunde vereinbarten Grenzwerten;
- B der Umhüllungstyp der Stabelektrode (siehe 4.3A).

Anhang A (informativ)

Umhüllungstypen

A.1 Allgemeines

Die Umhüllung einer Stabelektrode zum Handschweißen, mitunter auch als „Beschichtung“ (en: coating) bezeichnet, kann sich je nach Einteilung in erheblicher Weise unterscheiden. Beide in dieser Internationalen Norm in Bezug genommenen Einteilungssysteme verwenden Kurzzeichen zur Angabe der in der Umhüllung vorhandenen Hauptbestandteile. Eine kurze Beschreibung mit den wesentlichen Merkmalen des jeweiligen Systems ist nachfolgend aufgeführt.

A.2A Einteilung nach der Nennzusammensetzung

Bei dieser Einteilungsart gibt es zwei Kurzzeichen zur Bezeichnung des Pulversystems der Umhüllung.

A.2.1A Basisch umhüllt, mit B gekennzeichnet

Dadurch wird angegeben, dass die Umhüllung große Mengen an basischen mineralischen oder chemischen Elementen enthält wie z. B. Kalk (Kalziumkarbonat), Dolomit (Kalziummagnesiumkarbonat) und Flussspat (Kalziumfluorid). Die Elektroden können im Allgemeinen nur mit Gleichstrom, Elektrode am Pluspol, verwendet werden.

A.2.2A Rutilumhüllt, mit R gekennzeichnet

Dadurch wird angegeben, dass die Umhüllung zu einem großen Teil aus dem Mineral Rutil, d. h. hauptsächlich Titandioxid, besteht. Andere chemische und mineralische Elemente, die leicht zu ionisieren sind, werden ebenfalls verwendet. Elektroden mit diesem Umhüllungssystem können mit Wechsel- und Gleichstrom verwendet werden.

A.2B Einteilung nach dem Legierungstyp

Bei dieser Einteilungsart gibt es drei Kurzzeichen zur Bezeichnung des Pulversystems der Umhüllung.

A.2.1B Basisch umhüllt, mit 5 gekennzeichnet

Dadurch wird angegeben, dass die Umhüllung große Mengen an basischen mineralischen oder chemischen Elementen enthält wie z. B. Kalk (Kalziumkarbonat), Dolomit (Kalziummagnesiumkarbonat) und Flussspat (Kalziumfluorid). Die Elektroden können im Allgemeinen nur mit Gleichstrom, Elektrode am Pluspol, verwendet werden.

A.2.2B Rutilumhüllt, mit 6 gekennzeichnet

Dadurch wird angegeben, dass die Umhüllung zu einem großen Teil aus dem Mineral Rutil, d. h. hauptsächlich Titandioxid, besteht. Andere chemische und mineralische Elemente, die leicht zu ionisieren sind, werden ebenfalls verwendet. Elektroden mit diesem Umhüllungssystem können mit Wechsel- und Gleichstrom verwendet werden.

A.2.3B Sauer umhüllt, mit 7 gekennzeichnet

Dadurch wird eine abgewandelte rutile Umhüllung angegeben, bei der Titandioxid zum Teil durch Kieselsäure ersetzt worden ist. Sie ist durch eine sehr flüssige Schlacke gekennzeichnet und erleichtert die Anwendung bei Schleppverfahren. Der Lichtbogen tendiert zu einem feintropfigen Werkstoffübergang. Ein Schweißen in der Steigposition kann bei dünneren Werkstoffen erschwert sein.

ANMERKUNG Im Einteilungssystem A (Einteilung nach der Nennzusammensetzung) wird nicht zwischen rutiler und saurer Umhüllung wie im Einteilungssystem B (Einteilung nach dem Legierungstyp) unterschieden.

Anhang B (informativ)

Hinweise zum Deltaferritgehalt im Schweißgut

B.1 Allgemeines

Siehe Literaturhinweis [3] als Grundlage für diesen Anhang.

Der Deltaferritgehalt im nichtrostenden Schweißgut spielt eine wichtige Rolle bei der Beurteilung der Fertigungs- und Betriebseigenschaften einer Schweißkonstruktion. Oft wird ein bestimmter Deltaferritgehalt vorgeschrieben, um Probleme zu vermeiden. Ursprünglich wurde der Deltaferritgehalt in Prozent angegeben, aktuell wird jedoch das Konzept der Ferrit-Nummer (FN) dafür verwendet, wie in ISO 8249 ausgeführt.

B.2 Wirkungen des Deltaferrits

Als wichtigste nützliche Auswirkung des Deltaferrits in Schweißungen nominell austenitischer nichtrostender Stähle gilt die fundierte Beziehung zwischen einer verminderten Empfindlichkeit gegenüber Heißrissen und dem Vorhandensein von Deltaferrit. Die Untergrenze des Deltaferritgehaltes zur Vermeidung von Heißrissen hängt, neben anderen Faktoren, von der Zusammensetzung des Schweißgutes ab. Die Obergrenze ergibt sich aus der möglichen Verschlechterung der mechanischen und/oder der Korrosionseigenschaften. Der erforderliche Gehalt an Deltaferrit kann über das Verhältnis zwischen ferritbildenden Elementen (wie z. B. Chrom) zu austenitbildenden (wie z. B. Nickel) innerhalb der durch die angewendete Norm erlaubten Grenzen eingestellt werden.

B.3 Zusammenhang zwischen Zusammensetzung und Gefüge

Wie im Folgenden ausgeführt, wird der Deltaferrit üblicherweise mit Hilfe magnetischer Verfahren gemessen und mit der Ferrit-Nummer (FN) angegeben. Deltaferrit kann auch mittels Zustandsdiagrammen ermittelt werden. Die genaueste empfohlene Version ist das Diagramm des Welding Research Council (WRC-Diagramm) [4]. Die Verknüpfung zwischen Zusammensetzung und Gefüge erfolgt durch das Zusammenfassen der ferritbildenden Elemente zum sogenannten „Chromäquivalent“ und der austenitisierenden Elemente zum „Nickeläquivalent“. Mit dem WRC-1992-Diagramm kann das Gefüge mit einer Genauigkeit von annähernd ± 4 FN vorausgesagt werden, bei einem berechneten Gehalt bis zu 18 FN. Das Diagramm kann bis zu 100 FN angewendet werden (d. h., es kann für Duplexstähle angewendet werden).

B.4 Entstehen von Deltaferrit

Es ist allgemein anerkannt, dass das Entstehen von Heißrissen durch die Erstarrungsart bestimmt wird. Der endgültige Deltaferritgehalt und die Ausbildungsform hängen von Reaktionen während des Erstarrens und im nachfolgenden festen Zustand ab. Die Neigung zu Heißrissen nimmt in folgender Reihenfolge der Erstarrungsart ab: einphasige austenitische Erstarrung, primär austenitische Erstarrung, gemischte und einphasige ferritische Erstarrung, primär ferritische Erstarrung. Obwohl sowohl die Ferrit-Nummer als auch die Erstarrungsart hauptsächlich von der Zusammensetzung abhängen, ist der Zusammenhang nicht immer eindeutig. Das Verfahren ist jedoch genormt und es ist zweckmäßiger, Deltaferrit auf dieser Grundlage festzulegen und zu messen.

B.5 Einflüsse der Schweißbedingungen

Der Gehalt an Deltaferrit im Schweißgut wird nicht nur vom gewählten Schweißzusatz bestimmt. Neben der Aufmischung durch den Grundwerkstoff können die Schweißbedingungen in erheblichem Maß den Deltaferritgehalt beeinflussen. Verschiedene Umstände können die chemische Zusammensetzung des Schweißgutes verändern. Die größte Wirkung besitzt Stickstoff, der über den Lichtbogen in das Schweißgut gelangen kann. Eine hohe Lichtbogenspannung kann zu einer beträchtlichen Verminderung der Ferrit-Nummer führen. Ein weiterer Faktor ist die Verminderung des Chromgehaltes durch oxidierende Bestandteile in der Umhüllung oder die Zunahme des Kohlenstoffgehaltes durch Kohlendioxid. Sehr hohes Wärmeeinbringen kann sich ebenfalls auswirken, besonders bei Duplexstählen. Weicht der Deltaferritgehalt im unvermischten Schweißgut beträchtlich von dem im Herstellerzeugnis angegebenen ab, können einer oder mehrere der oben angegebenen Faktoren die wahrscheinlichste Ursache für den Unterschied sein.

B.6 Einflüsse der Wärmebehandlung

Nichtrostende Stähle werden im Allgemeinen im Zustand lösungsgeglüht und abgeschreckt geliefert. Im Gegensatz dazu werden die meisten Schweißverbindungen im Schweißzustand in Betrieb genommen. In einigen Fällen kann oder sollte jedoch eine Wärmenachbehandlung angewendet werden. Dadurch kann die mit einem magnetischen Verfahren ermittelte FN in gewissem Grad vermindert werden, sogar bis auf null. Die Auswirkungen der Wärmebehandlung auf mechanische und korrosive Eigenschaften können beträchtlich sein, sie können im Rahmen dieses kurzen Anhangs jedoch nicht behandelt werden.

B.7 Ermitteln des Deltaferrit-Gehaltes

B.7.1 Die unterschiedlichen an der Unversehrtheit einer Schweißung aus nichtrostendem Stahl interessierten Parteien sollten sich über den Deltaferritgehalt einigen können. Das kann den Hersteller des Schweißzusatzes, den Hersteller der Schweißung, Behörden für Kodizes oder Regulierungsbehörden sowie die Versicherungsgesellschaft betreffen. Deshalb ist es wichtig, dass das Verfahren zur Deltaferritbestimmung reproduzierbar ist. Die ersten Betrachtungen des Deltaferrits in nichtrostendem Schweißgut erfolgten überwiegend metallographisch. Je nach Ätzmittel wird entweder überwiegend der Deltaferrit oder das Austenit angegriffen, wodurch der Deltaferrit von der Austenitmatrix unterschieden wird. Unglücklicherweise ist die Deltaferritphase sehr fein und in sehr unregelmäßiger Form ausgebildet und auch nicht gleichförmig in der Matrix verteilt. Zuverlässigkeit und Reproduzierbarkeit dieses Bestimmungsverfahrens waren schlecht. Darüber hinaus ist die metallographische Überprüfung zerstörend, was für eine Qualitätsüberwachung in der Fertigung nicht geeignet ist.

B.7.2 Deltaferrit ist ferromagnetisch und daher leicht vom Austenit zu unterscheiden. Die magnetische Reaktion eines überwiegend austenitischen Schweißgutes ist annähernd proportional zum Gehalt an vorhandenem Deltaferrit. Die magnetische Reaktion wird auch von der Zusammensetzung des Deltaferrits beeinflusst (ein höher legierter Deltaferrit zeigt eine geringere magnetische Reaktion als eine gleiche Menge niedriger legierten Deltaferrits). Diese Eigenschaft kann daher zur Deltaferritbestimmung verwendet werden, wenn es möglich ist, ein Verfahren zum Kalibrieren magnetischer Messgeräte festzulegen.

Wünschenswert wäre natürlich ein Verfahren zur magnetischen Kalibrierung, nach dem die Ergebnisse direkt in „Prozent Ferrit“ umgerechnet werden könnten. Wegen des oben erwähnten Einflusses der Zusammensetzung und weil eine Vereinbarung des wahren „Prozent Ferrits“ sich als nicht erreichbar erwies, wurde ein willkürlicher „Ferrit-Nummer“-Maßstab geschaffen. Ursprünglich wurde die Ferrit-Nummer als eine annehmbare Näherung für „Prozent Ferrit“ im Schweißgut des Typs 19 9 bzw. 308 angesehen, aber spätere Untersuchungen zeigten, dass FN merklich über dem Wert „Prozent Ferrit“ in einem Schweißgut liegt. Vom praktischen Standpunkt aus ist das jedoch nicht maßgeblich. Von viel größerer Bedeutung ist, dass zahlreiche Prüfstellen in einer gegebenen Schweißung den gleichen Gehalt des Deltaferrits reproduzierbar innerhalb eines kleinen Streubandes ermitteln können, was mit dem Messsystem der Ferrit-Nummer erreicht werden kann.

B.7.3 Beim System mit der Ferrit-Nummer werden bestimmte Labor-Messgeräte mit Kalibrierstücken, bestehend aus Kohlenstoffstahl mit unterschiedlich dicken nichtmagnetischen Überzügen, als Primärnormale kalibriert. Diese Kalibrierstücke sind beim US National Institute for Standards and Technology (NIST) erhältlich. Jedem Kalibrierstück ist eine Ferrit-Nummer nach ISO 8249:2000, Tabelle 1, zugeordnet. Ferner können im Ferrit-Nummer-System die mittels Primärnormal kalibrierten Messgeräte dazu verwendet werden, Schweißgutproben Ferrit-Nummern zuzuordnen, die dann als Sekundärnormale zum Kalibrieren zahlreicher anderer Messgeräte benutzt werden können, die besser für einen Werkstatt- oder Baustellenbetrieb geeignet sind.

B.7.4 Ringversuche mit Primär- oder Sekundärkalibrierung ergaben für vorgegebene Schweißgutproben eine Reproduzierbarkeit für die Bestimmung der Ferrit-Nummer von ± 1 FN oder weniger über den Bereich 0 FN bis 28 FN nach ISO 8249. Das ist eine weit bessere Reproduzierbarkeit als sie mit metallographischen Verfahren erreicht werden könnte. Es wurden Grundsätze zur Erweiterung des Systems auf Deltaferritgehalte für Duplexstähle geschaffen; diese Erweiterung wurde in ISO 8249 veröffentlicht. Mittlerweile sind auch Sekundärnormale beim US National Institute for Standards and Technology (NIST, Gaithersburg, MD, 20899, USA) erhältlich. Früher konnten Sekundärnormale vom The Welding Institute (TWI, Abington Hall, Abington, Cambridge, CB1 6AL, UK) bezogen werden.

B.8 Ausführen der FN-Messung

Sowohl für die Festlegung als auch für die Bestimmung von Deltaferrit ist es wichtig, eine realistische Vorstellung davon zu haben, was in einer Schweißung zu erwarten ist. Es ist nicht wirklichkeitsnah, für ein nominell vollaustenitisches Schweißgut 0 FN vorzuschreiben und diesen Messwert zu erwarten. Eine Festlegung von höchstens 0,5 FN ist realistisch und erreichbar. Es ist nicht realistisch, eine Ferrit-Nummer innerhalb eines Bereiches festzulegen und beim Messen zu erwarten, der an die Reproduzierbarkeit des Schweißprozesses und der Messung herankommt. So ist die Festlegung von 5 FN bis 10 FN oder 40 FN bis 70 FN realistisch und erreichbar. Dagegen ist eine Forderung von 5 FN bis 6 FN oder von 45 FN bis 55 FN nicht realistisch.

Es ist nicht realistisch, einen engen Bereich der Ferrit-Nummer für alle Stellen im Schweißgut zu fordern und bei der Messung zu erwarten, weil das Wiedererwärmen der überlappenden Bereiche zwischen den Raupen eine Wärmebehandlung bedeutet und im Allgemeinen den örtlichen Deltaferritgehalt vermindert; noch ist es realistisch, den gleichen Bereich der Ferrit-Nummer auf gekrümmten Oberflächen, auf Oberflächen sehr nahe an Kanten oder stark magnetischen Werkstoffen oder auf rauen Oberflächen (einschließlich der Schuppung normaler Schweißraupen) vorzugeben und beim Messen zu erwarten, wie er entlang der Mittellinie einer Schweißraupe gemessen würde, die nach dem Schweißen sorgfältig geglättet und abgeflacht wurde.

Literaturhinweise

- [1] ISO 8249:2000, *Welding — Determination of Ferrite Number (FN) in austenitic and duplex ferritic-austenitic Cr-Ni stainless steel weld metals*
- [2] EN 1600, *Schweißzusätze — Umhüllte Stabelektroden zum Lichtbogenhandschweißen von nichtrostenden und hitzebeständigen Stählen — Einteilung*
- [3] LEFEBVRE J. Guidance on specifications of ferrite in stainless steel weld metal. *Welding in the World*. 1993, 31 (6), S. 390-406
- [4] KOTECKI, D.J. & SIEWERT, T.A. WRC-1992 Constitution diagram for stainless steel weld metals: A modification of the WRC-1988 diagram. *Weld. J.* 1992, 71 (5), S. 171-178