

**DIN EN 4632-003**

ICS 49.025.01

**Luft- und Raumfahrt –  
Schweißbarkeit und Lötbarkeit von Werkstoffen im Luft- und  
Raumfahrzeugbau –  
Teil 003: Schweißen und Löten gleichartiger Verbindungen aus  
unlegierten und niedriglegierten Stählen;  
Deutsche und Englische Fassung EN 4632-003:2010**

Aerospace series –

Weldability and brazeability of materials in aerospace constructions –

Part 003: Welding and brazing of homogeneous assemblies of unalloyed and low alloy steels;

German and English version EN 4632-003:2010

Série aérospatiale –

Soudabilité et brasabilité des matériaux pour constructions aérospatiales –

Partie 003: Assemblages homogènes des aciers non alliés et faiblement alliés;

Version allemande et anglaise EN 4632-003:2010

Gesamtumfang 58 Seiten

Normenausschuss Schweißtechnik (NAS) im DIN  
Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL) im DIN

## Nationales Vorwort

Der Verband der Europäischen Luft-, Raumfahrt- und Verteidigungsindustrie — Normung (ASD-STAN) ist vom Europäischen Komitee für Normung (CEN) für zuständig erklärt worden, Europäische Normen (EN) für das Gebiet der Luft- und Raumfahrt auszuarbeiten. Durch die Vereinbarung vom 3. Oktober 1986 wurde ASD Assoziierte Organisation (ASB) des CEN.

Die vorliegende Norm EN 4632-003:2010 wurde von ASD-STAN, Fachbereich Metallische Werkstoffe, erarbeitet.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitssausschuss NA 092-00-17 AA „Schweißen im Luft- und Raumfahrzeugbau (DVS AG A 9)“ im Normenausschuss Schweißtechnik (NAS).

Entsprechend Beschluss 57/9 des Technischen Ausschusses des Beirats des Normenausschusses Luft- und Raumfahrt (NL) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. sind die europäischen Luft- und Raumfahrt-Normungsergebnisse zweisprachig, in Deutsch und Englisch, in das Deutsche Normenwerk zu überführen. Aus diesem Grund wurde der Deutschen Fassung dieser Europäischen Norm die Englische Fassung hinzugefügt.

Deutsche Fassung

Luft- und Raumfahrt —  
Schweißbarkeit und Lötbarkeit von Werkstoffen im  
Luft- und Raumfahrzeugbau —  
Teil 003: Schweißen und Löten gleichartiger Verbindungen aus  
unlegierten und niedriglegierten Stählen

Aerospace series —  
Weldability and brazeability of materials in aerospace  
constructions —  
Part 003: Welding and brazing of homogeneous  
assemblies of unalloyed and low alloy steels

Série aérospatiale —  
Soudabilité et brasabilité des matériaux pour constructions  
aérospatiales —  
Partie 003: Assemblages homogènes des aciers non alliés  
et faiblement alliés

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 15. August 2009 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 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, 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, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



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

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

Inhalt

|                                    | Seite |
|------------------------------------|-------|
| Vorwort .....                      | 3     |
| 1 Anwendungsbereich .....          | 4     |
| 2 Normative Verweisungen .....     | 4     |
| 3 Begriffe .....                   | 7     |
| 4 Anwendung dieser Norm .....      | 7     |
| 5 Aktualisierung dieser Norm ..... | 8     |
| 6 Werkstoffe .....                 | 8     |
| 6.1 Unlegierte Stähle.....         | 8     |
| 6.2 Niedriglegierte Stähle.....    | 17    |
| Literaturhinweise .....            | 27    |

## Vorwort

Dieses Dokument (EN 4632-003:2010) wurde vom Verband der Europäischen Luft-, Raumfahrt- und Verteidigungsindustrie — Normung (ASD-STAN) erstellt.

Nachdem Umfragen und Abstimmungen entsprechend den Regeln dieses Verbandes durchgeführt wurden, hat diese Norm die Zustimmung der nationalen Verbände und offiziellen Behörden der Mitgliedsländer der ASD erhalten, bevor sie CEN vorgelegt wurde.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis September 2010, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis September 2010 zurückgezogen werden.

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

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, 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, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

## 1 Anwendungsbereich

Diese Norm legt den Schweißbarkeits- und Lötbarkeitsgrad für in der Luft- und Raumfahrtindustrie verwendete Werkstoffe oder Werkstofffamilien fest.

Sie enthält eine Serie von Datenblättern, klassifiziert nach Werkstoffen und Werkstofffamilien, die:

- a) die Haupttitel, die typische chemische Zusammensetzung und die Haupteigenschaften angeben;
- b) Empfehlungen zum Schweißen und Hartlöten enthalten;
- c) den Schweißbarkeits- oder Lötbarkeitsgrad für einen bestimmten Prozess unter festgelegten Bedingungen angeben;
- d) einen Wert für den Faktor der mechanischen Festigkeit der Schweißnaht für jeden Schweißprozess angeben, wenn er Literaturhinweisen entnommen werden kann, die Bezug auf diesen nehmen. Der Verbindungsfaktor wird als Verhältnis der Zugfestigkeit der Schweißnaht zur Zugfestigkeit der Basislegierung angegeben.

Zur Festlegung der Vorwärmbedingungen wird auf die Empfehlungen nach EN 1011-2 verwiesen. Diese Bedingungen sind von der Berechnung des Kohlenstoffgehaltes, der Schweißenergie je Längeneinheit, der Dicke, dem Prozess des Lichtbogenschweißens und dem Wasserstoffanteil des Zusatzwerkstoffes abhängig.

Sie gilt ohne Einschränkung für die Fertigung von neuen Teilen oder für die Instandsetzung.

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente 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).

EN 1011-2, *Schweißen — Empfehlungen zum Schweißen metallischer Werkstoffe — Teil 2: Lichtbogenschweißen von ferritischen Stählen*

EN 2135, *Luft- und Raumfahrt — Stahl FE-PL61 — Aufgekohlt, gehärtet und angelassen — Stangen  $D_e \leq 40 \text{ mm}$ <sup>1)</sup>*

EN 2213, *Luft- und Raumfahrt — Stahl FE-PL 52 S —  $980 \text{ MPa} \leq R_m \leq 1\,180 \text{ MPa}$ , Stangen  $D_e \leq 16 \text{ mm}$ <sup>2)</sup>*

EN 2218, *Luft- und Raumfahrt — Stahl FE-PL 52 S —  $980 \text{ MPa} \leq R_m \leq 1\,180 \text{ MPa}$ , Konstruktionsrohre  $a \leq 4 \text{ mm}$   $d \geq 5 \text{ mm}$ <sup>2)</sup>*

EN 2220, *Luft- und Raumfahrt — Stahl FE-PL 52 S —  $1\,080 \text{ MPa} \leq R_m \leq 1\,250 \text{ MPa}$ , Konstruktionsrohre  $2 \text{ mm} \leq a \leq 20 \text{ mm}$   $d \geq 5 \text{ mm}$ <sup>2)</sup>*

EN 2767, *Luft- und Raumfahrt — Stahl FE-PL79 — Aufgekohlt, gehärtet und angelassen —  $1\,180 \text{ MPa} \leq R_m \leq 1\,550 \text{ MPa}$ , Stangen zur spanenden Bearbeitung  $D_e \leq 150 \text{ mm}$ <sup>1)</sup>*

EN 2768, *Luft- und Raumfahrt — Stahl FE-PL79 — Aufgekohlt, gehärtet und angelassen —  $1\,180 \text{ MPa} \leq R_m \leq 1\,550 \text{ MPa}$ , Gesenk- und Freiformschmiedestücke  $D_e \leq 150 \text{ mm}$ <sup>1)</sup>*

---

1) Veröffentlicht als ASD-STAN-Vornorm zum Zeitpunkt der Herausgabe dieser Norm.

2) Veröffentlicht als ASD-STAN-Norm zum Zeitpunkt der Herausgabe dieser Norm.

EN 2779, Luft- und Raumfahrt — Stahl FE-PL56 — Gehärtet und angelassen —  $1\,250\text{ MPa} \leq R_m \leq 1\,400\text{ MPa}$ , Stangen  $D_e \leq 70\text{ mm}^3$ )

EN 2780, Luft- und Raumfahrt — Stahl FE-PL56 — Gehärtet und angelassen —  $1\,250\text{ MPa} \leq R_m \leq 1\,400\text{ MPa}$ , Gesenk- und Freiformschmiedestücke  $D_e \leq 70\text{ mm}^3$ )

EN 3522, Luft- und Raumfahrt — Stahl FE-PL79 — Weichgeglüht — Verweisung Wärmebehandlung: aufgekühlt, gehärtet und angelassen — Schmiedevormaterial  $D_e \leq 200\text{ mm}^3$ )

EN 3523, Luft- und Raumfahrt — Stahl FE-PL1505 (15CrMoV6) — Lufterschmolzen — Gehärtet und angelassen — Stangen zur spanenden Bearbeitung  $D_e \leq 100\text{ mm}$  —  $1\,080\text{ MPa} \leq R_m \leq 1\,280\text{ MPa}$

EN 3524, Luft- und Raumfahrt — Stahl FE-PL1505 (15CrMoV6) — Lufterschmolzen — Gehärtet und angelassen — Bleche und Bänder  $2\text{ mm} \leq a \leq 6\text{ mm}$  —  $1\,080\text{ MPa} \leq R_m \leq 1\,280\text{ MPa}$

EN 3525, Luft- und Raumfahrt — Stahl FE-PL1505 (15CrMoV6) — Lufterschmolzen — Gehärtet und angelassen — Platten  $6\text{ mm} < a \leq 20\text{ mm}$  —  $1\,080\text{ MPa} \leq R_m \leq 1\,280\text{ MPa}$

EN 3526, Luft- und Raumfahrt — Stahl FE-PL1505 (15CrMoV6) — Lufterschmolzen — Gehärtet und angelassen — Bleche und Bänder  $0,5\text{ mm} \leq a \leq 6\text{ mm}$  —  $980\text{ MPa} \leq R_m \leq 1\,180\text{ MPa}$

EN 3969, Luft- und Raumfahrt — Stahl FE-PL1507 (40CrMoV12) — Lufterschmolzen — Geglüht — Schmiedevormaterial  $a$  oder  $D \leq 350\text{ mm}$

EN 3971, Luft- und Raumfahrt — Stahl FE-PL1507 (40CrMoV12) — Mit selbstverzehrender Elektrode umgeschmolzen — Geglüht — Schmiedevormaterial  $a$  oder  $D \leq 350\text{ mm}$

EN 3972, Luft- und Raumfahrt — Stahl FE-PL1507 (40CrMoV12) — Mit selbstverzehrender Elektrode umgeschmolzen — Gehärtet und angelassen — Stangen zur spanenden Bearbeitung  $D \leq 50\text{ mm}$  —  $1\,250\text{ MPa} \leq R_m \leq 1\,400\text{ MPa}$

EN 4098, Luft- und Raumfahrt — Stahl FE-PL1507 (40CrMoV12) — Umgeschmolzen — Gehärtet und angelassen — Gesenk- und Freiformschmiedestücke  $D_e \leq 50\text{ mm}$  —  $1\,250\text{ MPa} \leq R_m \leq 1\,400\text{ MPa}$

EN 4331, Luft- und Raumfahrt — Stahl FE-WL1804 (25CrMnMo4-2-2) — Schweißzusatz — Draht und Stäbe

EN 4332, Luft- und Raumfahrt — Stahl FE-WL1805 (8CrMnMo12-4-9) — Schweißzusatz — Draht und Stäbe

EN 4334, Luft- und Raumfahrt — Stahl FE-WL1806 (15CrMnMoV5-4-9-3) — Schweißzusatz — Draht und Stäbe

EN 4632-001:2008, Luft- und Raumfahrt — Schweiß- und Lötverbindungen für die Luft- und Raumfahrt — Schweißbarkeitsgrad und Lötbarkeitsgrad von Werkstoffen — Teil 001: Allgemeines

EN 10025 (alle Teile), Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen

EN 10027-1, Bezeichnungssysteme für Stähle — Teil 1: Kurznamen

EN 10028-1, Flacherzeugnisse aus Druckbehälterstählen — Teil 1: Allgemeine Anforderungen

EN 10028-2, Flacherzeugnisse aus Druckbehälterstählen — Teil 2: Unlegierte und legierte Stähle mit festgelegten Eigenschaften bei erhöhten Temperaturen

---

3) Veröffentlicht als ASD-STAN-Vornorm zum Zeitpunkt der Herausgabe dieser Norm.

EN 10028-3, *Flacherzeugnisse aus Druckbehälterstählen — Teil 3: Schweißgeeignete Feinkornbaustähle, normalgeglüht*

EN 10052, *Begriffe der Wärmebehandlung von Eisenwerkstoffen*

EN 10083-1, *Vergütungsstähle — Teil 1: Allgemeine technische Lieferbedingungen*

EN 10084, *Einsatzstähle — Technische Lieferbedingungen*

EN 10222-1, *Schmiedestücke aus Stahl für Druckbehälter — Teil 1: Allgemeine Anforderungen an Freiformschmiedestücke*

EN 10222-2, *Schmiedestücke aus Stahl für Druckbehälter — Teil 2: Ferritische und martensitische Stähle mit festgelegten Eigenschaften bei erhöhten Temperaturen*

EN 10222-3, *Schmiedestücke aus Stahl für Druckbehälter — Teil 3: Nickelstähle mit festgelegten Eigenschaften bei tiefen Temperaturen*

EN 10222-4, *Schmiedestücke aus Stahl für Druckbehälter — Teil 4: Schweißgeeignete Feinkornbaustähle mit hoher Dehngrenze*

EN ISO 636, *Schweißzusätze — Stäbe, Drähte und Schweißgut zum Wolfram-Inertgasschweißen von unlegierten Stählen und Feinkornstählen — Einteilung*

EN ISO 2560, *Schweißzusätze — Umhüllte Stabelektroden zum Lichtbogenhandschweißen von unlegierten Stählen und Feinkornstählen — Einteilung (ISO 2560:2009)*

EN ISO 3580, *Schweißzusätze — Umhüllte Stabelektroden zum Lichtbogenhandschweißen von warmfesten Stählen — Einteilung (ISO 3580:2004)*

EN ISO 4063:2009, *Schweißen und verwandte Prozesse — Liste der Prozesse und Ordnungsnummern (ISO 4063:2009)*

EN ISO 14175, *Schweißzusätze — Gase und Mischgase für das Lichtbogenschweißen und verwandte Prozesse (ISO 14175:2008)*

EN ISO 14341, *Schweißzusätze — Drahtelektroden und Schweißgut zum Metall-Schutzgasschweißen von unlegierten Stählen und Feinkornstählen — Einteilung (ISO 14341:2002)*

EN ISO 17632, *Schweißzusätze — Fülldrahtelektroden zum Metall-Lichtbogenschweißen mit und ohne Schutzgas von unlegierten Stählen und Feinkornstählen — Einteilung (ISO 17632:2004)*

ANSI/AWS A5.28, *Specification for low-alloy steel electrodes and rods for gas shielded arc welding*<sup>4)</sup>

ANSI/AWS 5.5, *Specification for low alloy steel covered arc welding electrodes*<sup>4)</sup>

ASTM A516, *Standard specification for pressure vessel plates, carbon steel, for moderate- and lower-temperature service*<sup>5)</sup>

---

4) Veröffentlicht durch: Society of Automotive Engineers, Inc. (SAE), 400 Commonwealth Drive, Warrendale, PA 15096-0001, USA.

5) Veröffentlicht durch: American Society for Testing and Materials (ASTM), 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, USA.

### 3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokumentes gelten die folgenden Begriffe und Ordnungsnummern nach EN ISO 4063:2009 und die Begriffe nach EN 4632-001:2008.

Zusätzlich gelten für die Anwendung dieses Dokumentes die folgenden fünf Begriffe:

|       |                                                    |
|-------|----------------------------------------------------|
| F:    | Folie                                              |
| tp:   | Transferband                                       |
| w     | Draht                                              |
| PJHT: | Wärmebehandlung nach dem Herstellen der Verbindung |
| PWHT: | Wärmebehandlung nach dem Schweißen                 |

**Tabelle 1 — In den USA üblicherweise verwendete Akronyme und Abkürzungen**

| Ordnungsnummer<br>nach EN ISO 4063 | Schweißprozess                                                                   | US-Akronym |
|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 21                                 | Widerstandspunktschweißen                                                        | RSW        |
| 22                                 | Rollennahtschweißen                                                              | RSEW       |
| 24                                 | Abbrennstumpfschweißen                                                           | FW         |
| 42                                 | Reibschweißen                                                                    | FRW        |
| 51                                 | Elektronenstrahlschweißen                                                        | EBW        |
| 91                                 | Hartlöten mit örtlich begrenzter Erwärmung                                       | —          |
| 97                                 | Fugenlöten                                                                       | —          |
| 111                                | Lichtbogenhandschweißen                                                          | SMAW       |
| 131                                | Metall-Inertgasschweißen mit Massivdrahtelektrode                                | —          |
| 135                                | Metall-Aktivgasschweißen mit Massivdrahtelektrode                                | —          |
| 136                                | Metall-Aktivgasschweißen mit schweißpulvergefüllter Drahtelektrode               | —          |
| 141                                | Wolfram-Inertgasschweißen mit Massivdraht- oder Massivstabszusatz; WIG-Schweißen | —          |
| 311                                | Gasschweißen mit Sauerstoff-Acetylen-Flamme                                      | OAW        |
| 422                                | Reibschweißen mit Schwungradantrieb                                              | FRW-I      |
| 522                                | Gas-Laserstrahlschweißen                                                         | —          |

### 4 Anwendung dieser Norm

Der in dieser Norm enthaltene Index von Werkstoff-Datenblättern, die nach Familien klassifiziert sind, wobei die Klassifizierung auf dem in der chemischen Zusammensetzung und im Gefüge von Legierungen verwendeten Hauptelement beruht, ist in Abschnitt 6 angegeben.

Der anzuwendende Schweißbarkeits- oder Lötbarkeitsgrad (siehe EN 4632-001) ist der Wert, der auf dem entsprechenden Werkstoff-Datenblatt für den gewählten Prozess angegeben ist. Im Arbeitsablauf sind (zur Sicherstellung höherer Schweiß- und Lötqualitäten) vorrangig die thermischen Zustände mit dem niedrigsten Grad auszuwählen.

## 5 Aktualisierung dieser Norm

Siehe EN 4632-001.

## 6 Werkstoffe

**Tabelle 2 — Stahlsorten**

| Datenblatt                                                                                                                                                                                                                                                           | Werkstoff                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 6.1.1                                                                                                                                                                                                                                                                | P265 GH                                       |
| 6.1.2                                                                                                                                                                                                                                                                | S235, S275                                    |
| 6.1.3                                                                                                                                                                                                                                                                | S355                                          |
| 6.1.4                                                                                                                                                                                                                                                                | C22E                                          |
| 6.2.1                                                                                                                                                                                                                                                                | 12NiCr12, 16NiCrMo17, 16NiCrMo13, 20NiCrMo6-4 |
| 6.2.2                                                                                                                                                                                                                                                                | 15CrMoV6                                      |
| 6.2.3                                                                                                                                                                                                                                                                | 25CrMo4, 4130 <sup>a</sup> , 16MnCr5          |
| 6.2.4                                                                                                                                                                                                                                                                | 35CrMo4, 4140 <sup>a</sup>                    |
| 6.2.5                                                                                                                                                                                                                                                                | 36NiCrMo16, E35NCD16, 4340 <sup>a</sup>       |
| 6.2.6                                                                                                                                                                                                                                                                | 40CrMoV20, 40 CDV 20, E 40 CDV 20             |
| <sup>a</sup> Nach AISI (American Iron and Steel Institute — Amerikanisches Institut für Eisen und Stahl). In dieser Tabelle aufgeführte Symbolbezeichnungen und Hauptsymbole entsprechen EN 10027-1. Die Bezeichnungen für die Wärmebehandlung entsprechen EN 10052. |                                               |

### 6.1 Unlegierte Stähle

#### 6.1.1 P265 GH

##### 6.1.1.1 Bezeichnung

EN 10028-2: P265 GH

Derzeitig: Kohlenstoffstahl für Kessel und Druckgeräte

ASD STAN: —

Weitere Normen: ASTM A516 gr. 60

##### 6.1.1.2 Typische chemische Zusammensetzung (Massenanteil in %)

**Tabelle 3 — Chemische Zusammensetzung**

| Stahlsorte | Fe    | C      | Si     | Mn            | P       | S       |
|------------|-------|--------|--------|---------------|---------|---------|
| P265 GH    | Basis | ≤ 0,20 | ≤ 0,40 | 0,50 bis 1,40 | ≤ 0,030 | ≤ 0,025 |

### 6.1.1.3 Gefüge

Keine Festlegung.

### 6.1.1.4 Besondere Eigenschaften:

Der Typ GH stellt die Kerbschlageigenschaften bei 0 °C sicher.

### 6.1.1.5 Formen

Bleche (EN 10028-1 bis EN 10028-3) — Schmiedevormaterial (EN 10222-1 bis EN 10222-4).

**Tabelle 4 — Empfehlungen zum Schweißen und Füllen mit P265 GH-Stahl**

| Prozess —<br>EN ISO 4063<br>Ordnungs-<br>nummer | Dicken-<br>bereich <sup>a</sup><br>mm | Zustand<br>vor dem<br>Schweißen       | PWHT                                      | Schweiß-<br>barkeits-<br>grad | Ver-<br>bindungs-<br>faktor | Bemerkungen                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| OAW 311                                         | ≤ 6                                   | normalisiert                          | keine                                     | 1                             |                             | Zusatzwerkstoff: G3Si1 nach<br>EN ISO 14341                                                                                                                                                                                                |
| SMAW 111                                        | ≤ 12                                  | normalisiert                          | keine                                     | 1                             | 1                           | Rutil-Stabelektroden<br>E 35...R...                                                                                                                                                                                                        |
|                                                 | > 12                                  |                                       | Ent-<br>spannung,<br>wenn<br>erforderlich | 1                             |                             | Basisch umhüllte<br>Stabelektroden<br>E 42...B...<br>nach EN ISO 2560                                                                                                                                                                      |
| 141                                             | ≤ 4                                   | normalisiert                          | keine                                     | 1                             | 1                           | Zusatzwerkstoff: Stahl für 141<br>mit Si + Mn (Typ G3Si1 nach<br>EN ISO 14341)                                                                                                                                                             |
|                                                 | > 4<br>(1. Schweiß-<br>lage)          | normalisiert                          |                                           | 1                             |                             | Ebenso                                                                                                                                                                                                                                     |
| 135<br>136                                      | alle                                  | normalisiert                          | keine                                     | 1                             | 1                           | Massivschweißdraht G3Si1<br>Sorte nach EN ISO 14341<br><br>Empfohlenes Gas: CO <sub>2</sub><br>(C1 nach EN ISO 14175) oder<br>CO <sub>2</sub> + Ar-Gemisch (M2-1 nach<br>EN ISO 14175) Fülldraht-<br>elektrode nach<br>EN ISO 17632 (T...) |
| RSEW 22,<br>RSW 21                              | alle                                  | normalisiert                          | keine                                     | 1                             | —                           | —                                                                                                                                                                                                                                          |
| FW 24                                           | alle                                  | normalisiert<br>oder Walz-<br>zustand | normali-<br>siert                         | 1                             | —                           | —                                                                                                                                                                                                                                          |

<sup>a</sup> Der Dickenbereich bezieht sich auf das Einlagenschweißen.

Tabelle 5 — Empfehlungen für durch Hart- und Diffusionslöt-/schweißen hergestellte Verbindungen

| Prozess —<br>EN ISO 4063<br>Ordnungs-<br>nummer | Zustand vor<br>dem Zusam-<br>menfügen | Temperatur<br>beim<br>Zusammen-<br>fügen<br>°C | PJHT | Zusatzwerkstoff |            | Fluss-<br>mittel | Löt- oder<br>Schweiß-<br>barkeits-<br>grad | Bemerkungen                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------------|------|-----------------|------------|------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                 |                                       |                                                |      | Familie         | Form       |                  |                                            |                                                                                                                                      |
| 91                                              | normalisiert                          | ≥ 1 083                                        | —    | Cu              | F, w<br>tp | *                | 1                                          | * Flussmittel:<br>dissoziiertes<br>Ammoniak                                                                                          |
|                                                 | normalisiert                          | 620                                            |      | Ag<br>(40 %)    | F, w<br>tp | **               | 1                                          | ** FH10 Flussmittel<br>nach EN 1045                                                                                                  |
|                                                 | normalisiert                          | 750                                            |      | Ag<br>(20 %)    | F, w<br>tp | ***              | 1                                          | *** FH10 Flussmittel<br>nach EN 1045                                                                                                 |
| 97                                              | normalisiert                          | 950                                            | —    | Cu + Zn         | F          | ****             | 1                                          | **** umhüllte Stäbe<br>oder FH20<br>Flussmittel nach<br>EN 1045 + nicht<br>umhüllte<br>Messingstäbe<br>(B/SB<br>Cu 59 Zn Si 870-890) |

## 6.1.2 S235, S275

### 6.1.2.1 Bezeichnung

EN 10025 (alle Teile): S235, S275

Derzeitig: Stahl für den allgemeinen Einsatz in Metallkonstruktionen

ASD STAN: —

Weitere Normen: —

### 6.1.2.2 Typische chemische Zusammensetzung (Massenanteil in %)

Tabelle 6 — Chemische Zusammensetzung

| Stahlsorte | Fe    | Si | Mn    |
|------------|-------|----|-------|
| S235       | Basis | —  | ≤ 1,5 |
| S275       | Basis | —  | ≤ 1,6 |

### 6.1.2.3 Gefüge

Keine Festlegung.

#### 6.1.2.4 Besondere Eigenschaften

**Tabelle 7 — Schmelzanalysen für S235-StahlSorten mit einer Dicke von weniger als 16 mm**

| Bezeichnung                         | C %    | P %     | S %     | Minimale Kerbschlagarbeit <sup>a</sup><br>bei |
|-------------------------------------|--------|---------|---------|-----------------------------------------------|
| S235JRG2                            | ≤ 0,17 | ≤ 0,045 | ≤ 0,045 | 20 °C                                         |
| S235J0                              | ≤ 0,17 | ≤ 0,040 | ≤ 0,040 | 0 °C                                          |
| S235J2G3                            | ≤ 0,17 | ≤ 0,035 | ≤ 0,030 | –20 °C                                        |
| <sup>a</sup> Kerbschlag an V-Kerbe. |        |         |         |                                               |

**Tabelle 8 — Schmelzanalysen für S275-StahlSorten mit einer Dicke von weniger als 16 mm**

| Bezeichnung                         | C %    | P %     | S %     | Minimale Kerbschlagarbeit <sup>a</sup><br>bei |
|-------------------------------------|--------|---------|---------|-----------------------------------------------|
| S275JR                              | ≤ 0,21 | ≤ 0,045 | ≤ 0,045 | 20 °C                                         |
| S275J0                              | ≤ 0,18 | ≤ 0,040 | ≤ 0,040 | 0 °C                                          |
| S275J2G3                            | ≤ 0,18 | ≤ 0,035 | ≤ 0,035 | –20 °C                                        |
| <sup>a</sup> Kerbschlag an V-Kerbe. |        |         |         |                                               |

#### 6.1.2.5 Formen

Bleche, handelsüblich aufgerollt, Träger, breite Flachstähle, Folien, warmgewalzt.

#### 6.1.2.6 Besondere Bemerkungen

Das Schweißen von unruhigtem Stahl, insbesondere der StahlSorten S235JR und S235JRG1, muss vermieden werden.

**Tabelle 9 — Empfehlungen zum Schweißen und Füllen mit S235- und S275-Stählen**

| Prozess —<br>EN ISO 4063<br>Ordnungs-<br>nummer | Dicken-<br>bereich <sup>a</sup><br>mm | Zustand<br>vor dem<br>Schweißen                         | PWHT                                            | Schweiß-<br>barkeits-<br>grad | Ver-<br>bindungs-<br>faktor | Bemerkungen                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| OAW 311                                         | ≤ 6                                   | —                                                       | keine                                           | 1                             | —                           | Zusatzwerkstoff: G3Si1 nach<br>EN ISO 14341                                                                                                                                                                                            |
| SMAW 111                                        | ≤ 12                                  | —                                                       | keine Ent-<br>spannung,<br>wenn<br>erforderlich | 1                             | 1                           | Rutil-Stabelektroden<br>E 35...R...nach EN ISO 2560                                                                                                                                                                                    |
|                                                 | > 12                                  | —                                                       |                                                 | 1                             |                             | Basisch umhüllte<br>Stabelektroden<br>E 42...B...nach EN ISO 2560                                                                                                                                                                      |
| 141                                             | ≤ 4                                   | —                                                       | keine                                           | 1                             | 1                           | Zusatzwerkstoff: Stahl für 141<br>mit Si + Mn (Typ G3Si1 nach<br>EN ISO 14341)                                                                                                                                                         |
|                                                 | > 4<br>(1. Schweiß-<br>lage)          | —                                                       | keine                                           | 1                             | 1                           | Ebenso                                                                                                                                                                                                                                 |
| 135<br>136                                      | alle                                  | Vorwärmen<br>nach<br>EN 1011-2<br>für Dicken<br>> 15 mm | keine                                           | 1                             | 1                           | Massivschweißdraht G3Si1<br>Sorte nach EN ISO 14341<br>Empfohlenes Gas: CO <sub>2</sub><br>(C1 nach EN ISO 14175) oder<br>CO <sub>2</sub> + Ar-Gemisch (M2-1 nach<br>EN ISO 14175) Fülldraht-<br>elektrode nach<br>EN ISO 17632 (T...) |
| RSEW 22,<br>RSW 21                              | alle                                  | normalisiert                                            | keine                                           | 1                             | —                           | —                                                                                                                                                                                                                                      |
| FW 24                                           | alle                                  | normalisiert                                            | normali-<br>siert                               | 1                             | —                           | —                                                                                                                                                                                                                                      |

<sup>a</sup> Der Dickenbereich bezieht sich auf das Einlagenschweißen.

**Tabelle 10 — Empfehlungen für durch Hart- und Diffusionslöt-/schweißen hergestellte Verbindungen**

| Prozess —<br>EN ISO 4063<br>Ordnungs-<br>nummer | Zustand vor<br>dem Zusam-<br>menfügen | Temperatur<br>beim<br>Zusammen-<br>fügen<br>°C | PJHT | Zusatz-<br>werkstoff |            | Flussmittel                                                                                                               | Löt- oder<br>Schweißbar-<br>keitsgrad |
|-------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------------|------|----------------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
|                                                 |                                       |                                                |      | Familie              | Form       |                                                                                                                           |                                       |
| 91                                              | —                                     | ≥ 1 083                                        | —    | Cu                   | F, w<br>tp | Flussmittel: dissoziiertes<br>Ammoniak                                                                                    | 1                                     |
|                                                 | —                                     | 620                                            | —    | Ag<br>(40 %)         | F, w<br>tp | FH10 Flussmittel nach<br>EN 1045                                                                                          | 1                                     |
|                                                 | —                                     | 750                                            | —    | Ag<br>(20 %)         | F, w<br>tp | FH10 Flussmittel nach<br>EN 1045                                                                                          | 1                                     |
| 97                                              | —                                     | 950                                            | —    | Cu + Zn              | F          | umhüllte Stäbe oder FH20<br>Flussmittel nach EN 1045<br>+ nicht umhüllte<br>Messingstäbe (B/SB<br>Cu 59 Zn<br>if 870-890) | 1                                     |

### 6.1.3 S355

#### 6.1.3.1 Bezeichnung

EN 10025 (alle Teile): S355  
Derzeitig: Stahl für den allgemeinen Einsatz in Metallkonstruktionen  
ASD STAN: —  
Weitere Normen: —

#### 6.1.3.2 Typische chemische Zusammensetzung (Massenanteil in %)

Tabelle 11 — Chemische Zusammensetzung

| Stahlsorte | Fe    | Si     | Mn     |
|------------|-------|--------|--------|
| S355       | Basis | ≤ 0,55 | ≤ 1,60 |

#### 6.1.3.3 Gefüge

Keine Festlegung.

#### 6.1.3.4 Besondere Eigenschaften

Tabelle 12 — Schmelzanalysen für S355-Stahlsorten mit einer Dicke von weniger als 16 mm

| Bezeichnung                         | C %    | P %     | S %     | Minimale Kerbschlagarbeit <sup>a</sup><br>bei |
|-------------------------------------|--------|---------|---------|-----------------------------------------------|
| S355JR                              | ≤ 0,24 | ≤ 0,045 | ≤ 0,045 | 20 °C                                         |
| S355J0                              | ≤ 0,20 | ≤ 0,040 | ≤ 0,040 | 0 °C                                          |
| S275K2G3                            | ≤ 0,20 | ≤ 0,035 | ≤ 0,035 | –20 °C                                        |
| <sup>a</sup> Kerbschlag an V-Kerbe. |        |         |         |                                               |

#### 6.1.3.5 Formen

Bleche, handelsüblich aufgerollt, Träger, breite Flachstähle, Folien, warmgewalzt.

Tabelle 13 — Empfehlungen zum Schweißen und Füllen mit S355-Stählen

| Prozess —<br>EN ISO 4063<br>Ordnungs-<br>nummer | Dicken-<br>bereich <sup>a</sup><br>mm | Zustand<br>vor dem<br>Schweißen                         | PWHT                                                    | Schweiß-<br>barkeits-<br>grad | Ver-<br>bindungs-<br>faktor | Bemerkungen                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| OAW 311                                         | ≤ 6                                   | normalisiert                                            | keine                                                   | 1                             | —                           | Zusatzwerkstoff: G3Si1 nach<br>EN ISO 14341                                                                                                                                                                                            |
| SMAW 111                                        | alle                                  | normalisiert                                            | Entspan-<br>nung,<br>wenn<br>erforderlich               | 1                             | 1                           | Basisch umhüllte<br>Stabelektroden<br>E 42 4 B nach EN ISO 2560                                                                                                                                                                        |
| 141                                             | ≤ 4                                   | normalisiert                                            | keine                                                   | 1                             | 1                           | Zusatzwerkstoff: 141 mit<br>Si + Mn (G3Si1 Sorte nach<br>EN ISO 14341)                                                                                                                                                                 |
|                                                 | > 4<br>(1. Schweiß-<br>lage)          | normalisiert                                            | keine                                                   | 1                             |                             | Ebenso                                                                                                                                                                                                                                 |
| 135<br>136                                      | alle                                  | Vorwärmen<br>nach<br>EN 1011-2<br>für Dicken<br>> 15 mm | Entspan-<br>nung bei<br>590 °C,<br>wenn<br>erforderlich | 1                             | 1                           | Massivschweißdraht G3Si1<br>Sorte nach EN ISO 14341<br>Empfohlenes Gas: CO <sub>2</sub><br>(C1 nach EN ISO 14175) oder<br>CO <sub>2</sub> + Ar-Gemisch (M2-1 nach<br>EN ISO 14175) Fülldraht-<br>elektrode nach<br>EN ISO 17632 (T...) |
| RSEW 22,<br>RSW 21                              | alle                                  | normalisiert                                            | keine                                                   | 1                             | —                           | —                                                                                                                                                                                                                                      |
| FW 24                                           | alle                                  | normalisiert                                            | normali-<br>siert                                       | 1                             | —                           | —                                                                                                                                                                                                                                      |

<sup>a</sup> Der Dickenbereich bezieht sich auf das Einlagenschweißen.

Tabelle 14 — Empfehlungen für durch Hart- und Diffusionslöt-/schweißen hergestellte Verbindungen

| Prozess —<br>EN ISO 4063<br>Ordnungs-<br>nummer | Zustand vor<br>dem Zusam-<br>menfügen | Temperatur<br>beim<br>Zusammen-<br>fügen<br>°C | PJHT | Zusatzwerkstoff |            | Flussmittel                                                                                                               | Löt- oder<br>Schweißbar-<br>keitsgrad |
|-------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------------|------|-----------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
|                                                 |                                       |                                                |      | Familie         | Form       |                                                                                                                           |                                       |
| 91                                              | normalisiert                          | ≥ 1 083                                        | —    | Cu              | F, w<br>tp | Flussmittel: dissoziiertes<br>Ammoniak                                                                                    | 1                                     |
|                                                 | normalisiert                          | 620                                            |      | Ag<br>(40 %)    | F, w<br>tp | FH10 Flussmittel nach<br>EN 1045                                                                                          | 1                                     |
|                                                 | normalisiert                          | 750                                            |      | Ag<br>(20 %)    | F, w<br>tp | FH10 Flussmittel nach<br>EN 1045                                                                                          | 1                                     |
| 97                                              | normalisiert                          | 950                                            | —    | Cu + Zn         | F          | umhüllte Stäbe oder FH20<br>Flussmittel nach EN 1045<br>+ nicht umhüllte<br>Messingstäbe (B/SB<br>Cu 59 Zn<br>Si 870-890) | 1                                     |

#### 6.1.4 C22E

##### 6.1.4.1 Bezeichnung

EN 10083-1: C22E  
Derzeitig: Unlegierter Vergütungsstahl  
ASD STAN: —  
Weitere Normen: AISI: 1017-1020

##### 6.1.5 Typische chemische Zusammensetzung (Massenanteil in %)

(von Schmelze)

**Tabelle 15 — Chemische Zusammensetzung**

| Stahl-<br>sorte | Fe    | C                | Mn               | Si     | S       | P       | Cr     | Mo     | Ni     | Cr + Mo + Ni |
|-----------------|-------|------------------|------------------|--------|---------|---------|--------|--------|--------|--------------|
| C22E            | Basis | 0,17 bis<br>0,24 | 0,40 bis<br>0,70 | ≤ 0,40 | ≤ 0,035 | ≤ 0,035 | ≤ 0,40 | ≤ 0,10 | ≤ 0,40 | ≤ 0,63       |

##### 6.1.5.1 Gefüge

Keine Festlegung.

##### 6.1.5.2 Besondere Eigenschaften

Keine.

##### 6.1.5.3 Formen

Bleche, breite Flachstähle, Halbzeuge, Stangen, Draht.

Tabelle 16 — Empfehlungen zum Schweißen und Füllen mit C22E-Stählen

| Prozess —<br>EN ISO 4063<br>Ordnungs-<br>nummer | Dicken-<br>bereich <sup>a</sup><br>mm | Zustand<br>vor dem<br>Schweißen | PWHT             | Schweiß-<br>barkeits-<br>grad | Ver-<br>bindungs-<br>faktor | Bemerkungen                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|------------------|-------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| OAW 311                                         | ≤ 6                                   | geglüht                         | keine            | 1                             | —                           | Zusatzwerkstoff: G3Si1 nach<br>EN ISO 14341                                                                                                                                      |
| SMAW 111                                        | alle                                  | geglüht                         | Entspan-<br>nung | 1                             | —                           | Basisch umhüllte<br>Stabelektroden<br>E 42 4 B nach EN ISO 2560                                                                                                                  |
| 141                                             | ≤ 4                                   | geglüht                         | keine            | 1                             | —                           | Zusatzwerkstoff: 141 mit<br>Si + Mn (G3Si1 Sorte nach<br>EN ISO 14341)                                                                                                           |
|                                                 | > 4<br>(1. Schweiß-<br>lage)          | geglüht                         | keine            | 1                             | —                           |                                                                                                                                                                                  |
| 135<br>136                                      | alle                                  | geglüht                         | keine            | 1                             | —                           | Massivschweißdraht G3Si1<br>Sorte nach EN ISO 14341<br>Empfohlenes Gas:<br>CO <sub>2</sub> oder CO <sub>2</sub> + Ar-Gemisch<br>Fülldrahtelektrode nach<br>EN ISO 17632 (TGS...) |
| EBW 51                                          | —                                     | geglüht                         | keine            | 1                             | 1                           | —                                                                                                                                                                                |
| 522                                             | ≤ 6                                   | geglüht                         | keine            | 1                             | 1                           | —                                                                                                                                                                                |
| FRW 42                                          | ≤ 4                                   | Schmiede-<br>zustand            | keine            | 1                             | —                           | [1]                                                                                                                                                                              |
| RSEW 22,<br>RSW 21                              | alle                                  | normalisiert                    | keine            | 1                             | —                           | —                                                                                                                                                                                |
| FW 24                                           | alle                                  | normalisiert                    | normalisiert     | 1                             | —                           | —                                                                                                                                                                                |

<sup>a</sup> Der Dickenbereich bezieht sich auf das Einlagenschweißen.

Tabelle 17 — Empfehlungen für durch Hart- und Diffusionslöt-/schweißen hergestellte Verbindungen

| Prozess —<br>EN ISO 4063<br>Ordnungs-<br>nummer | Zustand vor<br>dem Zusam-<br>menfügen | Temperatur<br>beim<br>Zusammen-<br>fügen<br>°C | PJHT | Zusatzwerkstoff |            | Flussmittel                                                                                                             | Löt- oder<br>Schweißbar-<br>keitsgrad |
|-------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------------|------|-----------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
|                                                 |                                       |                                                |      | Familie         | Form       |                                                                                                                         |                                       |
| 91                                              | angelassen                            | ≥ 1 083                                        | —    | Cu              | F, w<br>tp | Flussmittel: dissoziiertes<br>Ammoniak                                                                                  | 1                                     |
|                                                 | angelassen                            | 620                                            | —    | Ag<br>(40 %)    | F, w<br>tp | FH 10 Flussmittel nach<br>EN 1045                                                                                       | 1                                     |
|                                                 | angelassen                            | 750                                            | —    | Ag<br>(20 %)    | F, w<br>tp | FH 10 Flussmittel nach<br>EN 1045                                                                                       | 1                                     |
| 97                                              | angelassen                            | 950                                            | —    | Cu + Zn         | F          | umhüllte Stäbe oder<br>FH 20 Flussmittel nach<br>EN 1045 + nicht umhüllte<br>Messingstäbe (B/SB<br>Cu 59 Zn Si 870-890) | 1                                     |