

ICS 27.180

**Tragstrukturen für Windenergieanlagen und Plattformen –
Teil 13: Ausführung von Offshore-Stahlbauten;
Text Deutsch und Englisch**

Structures for wind turbines and platforms –
Part 13: Execution of Offshore Steel structures;
Text in German and English

Structures des éoliennes et des plateformes –
Partie 13: Exécution des structures offshore en acier;
Texte en allemand et anglais

Zur Erstellung einer DIN SPEC können verschiedene Verfahrensweisen herangezogen werden:
Das vorliegende Dokument wurde nach den Verfahrensregeln einer Vornorm erstellt.

Gesamtumfang 64 Seiten

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	9
4 Ausführungsunterlagen und Dokumentation	9
4.1 Ausführungsunterlagen	9
4.1.2 Ausführungsklassen	9
5 Ausgangsprodukte	10
5.2 Identifizierbarkeit, Prüfbescheinigungen und Rückverfolgbarkeit.....	10
5.3 Stahlprodukte	10
5.4 Stahlguss	11
5.4.1 Mechanisch-technologische Eigenschaften.....	11
5.4.2 Zerstörungsfreie Prüfung	13
5.6 Mechanische Verbindungsmittel	15
5.6.4 Garnituren für vorgespannte Schraubenverbindungen	15
5.9 Vergussmaterial.....	15
6 Vorbereitung und Zusammenbau	15
6.2 Identifizierbarkeit.....	15
6.4 Schneiden	15
6.4.1 Allgemeines	15
6.5 Formgebung.....	15
6.5.3 Flammrichten.....	15
6.5.4 Kaltumformen.....	16
6.6 Lochen.....	16
6.6.1 Maße von Löchern	16
6.6.3 Ausführung von Löchern.....	16
7 Schweißen	16
7.1 Allgemeines	16
7.5.5 Vorwärmen	17
7.5.18 Shear Keys (Schubrippen).....	17
7.6 Abnahmekriterien.....	17
7.6.2 Anforderungen bezüglich Ermüdung.....	17
8 Mechanisches Verbinden	18
8.5 Anziehen vorgespannter Schraubengarnituren.....	18
8.5.1 Allgemeines	18
8.5.7 Toleranzen und Klaffungen bei ermüdungsbeanspruchten Verbindungen	18
10 Oberflächenbehandlung	19
10.2 Vorbereitung von Stahloberflächen für organische Beschichtungen	19
11 Geometrische Toleranzen	20
11.2 Grundlegende Toleranzen.....	20
11.2.2 Herstelltoleranzen	20
12 Inspektion, Prüfung und Korrekturmaßnahmen	21

12.4	Schweißen	21
12.4.1	Allgemeines	21
12.4.2	Inspektion nach dem Schweißen.....	21
12.5	Mechanisches Verbinden.....	24
12.5.2	Inspektion und Prüfung vorgespannter Schraubverbindungen.....	24
Anhang B (normativ)	Geometrische Toleranzen.....	25
B.2	Herstelltoleranzen	25
Anhang E (informativ)	Geschweißte Hohlprofilverbindungen	26
E.1	Allgemeines	26
E.2	Regeln für Nahtanfangs- und Endstellen	26
E.3	Schweißnahtvorbereitung	27
E.4	Zusammenbau für das Schweißen	30
Anhang F (normativ)	Korrosionsschutz.....	31
F.4	Oberflächen bei vorgespannten Verbindungen	31
F.6.2	Metallspritzen	31
Literaturhinweise.....		32

Vorwort

Dieses Dokument wurde im Arbeitsausschuss NA 005-08-14 AA „Stahlbauten; Herstellung (SpA zu CEN/TC 135 und ISO/TC 167)“ im DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau) erstellt.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. DIN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

DIN SPEC sind nicht Bestandteil des Deutschen Normenwerks.

Eine DIN SPEC nach dem Vornorm-Verfahren ist das Ergebnis einer Normungsarbeit, das wegen bestimmter Vorbehalte zum Inhalt oder wegen des gegenüber einer Norm abweichenden Aufstellungsverfahrens von DIN noch nicht als Norm herausgegeben wird.

Zur vorliegenden DIN SPEC wurde kein Entwurf veröffentlicht.

Erfahrungen mit dieser DIN SPEC sind erbeten.

- vorzugsweise als Datei per E-Mail an nabau@din.de in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter <http://www.din.de/de/mitwirken/norm-entwurfs-portal> abgerufen werden;
- oder in Papierform an DIN-Normungsausschuss Bauwesen, Deutsches Institut für Normung e. V., 10772 Berlin (Hausanschrift: Saatwinkler Damm 42/43, 13267 Berlin).

Einleitung

Dieses Dokument stellt eine anwendungsspezifische Ergänzung der DIN EN 1090-2:2018-09 für Stahlbauten zur Nutzung der Offshore-Windenergie dar. Es trägt den konstruktiven und fertigungstechnischen Besonderheiten dieser Produkte Rechnung. Alle übrigen Festlegungen von EN 1090-2 bleiben vollumfänglich gültig, sofern sie in diesem Dokument nicht im Einzelnen ausgeschlossen oder eingeschränkt sind.

Zur vereinfachten Zuordnung der neuen Inhalte dieser Spezifikation zur bestehenden Norm wurde die Gliederung der DIN EN 1090-2:2018-09 beibehalten. Für ergänzende Abschnitte wurde die Nummerierung der DIN EN 1090-2:2018-09 fortgesetzt.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Anforderungen an die Ausführung von Tragwerken, einschließlich der Gründungselemente aus Stahl, zur Nutzung der Windenergie im Offshore-Bereich fest.

Dieses Dokument gilt ergänzend zu den Festlegungen von DIN EN 1090-2:2018-09.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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).

DIN 18088-3:2019-01, *Tragstrukturen für Windenergieanlagen und Plattformen — Teil 3: Stahlbauten*

DIN EN 1011-2:2001-05, *Schweißen — Empfehlungen zum Schweißen metallischer Werkstoffe — Teil 2: Lichtbogenschweißen von ferritischen Stählen; Deutsche Fassung EN 1011-2:2001*

DIN EN 1090-2:2018-09, *Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken — Teil 2: Technische Regeln für die Ausführung von Stahltragwerken; Deutsche Fassung EN 1090-2:2018*

DIN EN 1369, *Gießereiwesen — Magnetpulverprüfung*

DIN EN 1370, *Gießereiwesen — Bewertung des Oberflächenzustandes*

DIN EN 1559-1, *Gießereiwesen — Technische Lieferbedingungen — Teil 1: Allgemeines*

DIN EN 1559-2, *Gießereiwesen — Technische Lieferbedingungen — Teil 2: Zusätzliche Anforderungen an Stahlgussstücke*

DIN EN 1993-1-1, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau*

DIN EN 1993-1-8:2010-12, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen; Deutsche Fassung EN 1993-1-8:2005 + AC:2009*

DIN EN 1993-1-8/NA, *Nationaler Anhang — National festgelegte Parameter — Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen*

DIN EN 1993-1-10:2010-12, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-10: Stahlsortenauswahl im Hinblick auf Bruchzähigkeit und Eigenschaften in Dickenrichtung; Deutsche Fassung EN 1993-1-10:2005 + AC:2009*

DIN EN 10025-1, *Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen — Teil 1: Allgemeine technische Lieferbedingungen*

DIN EN 10025-3, *Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen — Teil 3: Technische Lieferbedingungen für normalgeglühte/normalisierend gewalzte schweißgeeignete Feinkornbaustähle*

DIN EN 10025-4, *Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen — Teil 4: Technische Lieferbedingungen für thermomechanisch gewalzte schweißgeeignete Feinkornbaustähle*

DIN EN 10029, *Warmgewalztes Stahlblech von 3 mm Dicke an — Grenzabmaße und Formtoleranzen*

DIN EN 10051, *Kontinuierlich warmgewalztes Band und Blech abgelängt aus Warmbreitband aus unlegierten und legierten Stählen — Grenzabmaße und Formtoleranzen*

DIN EN 10067, *Warmgewalzter Wulstflachstahl — Maße, Grenzabmaße und Formtoleranzen*

DIN EN 10130, *Kaltgewalzte Flacherzeugnisse aus weichen Stählen zum Kaltumformen — Technische Lieferbedingungen*

DIN EN 10131, *Kaltgewalzte Flacherzeugnisse ohne Überzug und mit elektrolytischem Zink- oder Zink-Nickel-Überzug aus weichen Stählen sowie aus Stählen mit höherer Streckgrenze zum Kaltumformen — Grenzabmaße und Formtoleranzen*

DIN EN 10160, *Ultraschallprüfung von Flacherzeugnissen aus Stahl mit einer Dicke größer oder gleich 6 mm (Reflexionsverfahren)*

DIN EN 10163-2, *Lieferbedingungen für die Oberflächenbeschaffenheit von warmgewalzten Stahlerzeugnissen (Blech, Breitflachstahl und Profile) — Teil 2: Blech und Breitflachstahl*

DIN EN 10164, *Stahlerzeugnisse mit verbesserten Verformungseigenschaften senkrecht zur Erzeugnisoberfläche — Technische Lieferbedingungen*

DIN EN 10204, *Metallische Erzeugnisse — Arten von Prüfbescheinigungen*

DIN EN 10210-2, *Warmgefertigte Hohlprofile für den Stahlbau — Teil 2: Grenzabmaße, Maße und statische Werte*

DIN EN 10219-1, *Kaltgefertigte geschweißte Hohlprofile für den Stahlbau aus unlegierten Baustählen und aus Feinkornbaustählen — Teil 1: Technische Lieferbedingungen*

DIN EN 10219-2, *Kaltgefertigte geschweißte Hohlprofile für den Stahlbau aus unlegierten Baustählen und aus Feinkornbaustählen — Teil 2: Grenzabmaße, Maße und statische Werte*

DIN EN 10225, *Schweißgeeignete Baustähle für feststehende Offshore-Konstruktionen — Technische Lieferbedingungen*

DIN EN 10306, *Eisen und Stahl — Ultraschallprüfung von H-Profilen mit parallelen Flanschen und IPE-Profilen*

DIN EN 10340, *Stahlguss für das Bauwesen*

DIN EN 12668-1, *Zerstörungsfreie Prüfung— Charakterisierung und Verifizierung der Ultraschall-Prüfausrüstung— Teil 1: Prüfgeräte*

DIN EN 12668-2, *Zerstörungsfreie Prüfung— Charakterisierung und Verifizierung der Ultraschall-Prüfausrüstung— Teil 2: Prüfköpfe*

DIN EN 12668-3, *Zerstörungsfreie Prüfung— Charakterisierung und Verifizierung der Ultraschall-Prüfausrüstung— Teil 3: Komplette Prüfausrüstung*

DIN EN 12681-1, *Gießereiwesen — Durchstrahlungsprüfung — Teil 1: Filmtechniken*

DIN EN 14399-4, *Hochfeste vorspannbare Garnituren für Schraubverbindungen im Metallbau — Teil 4: System HV — Garnituren aus Sechskantschrauben und -muttern*

DIN EN 14399-6, *Hochfeste vorspannbare Garnituren für Schraubverbindungen im Metallbau — Teil 6: Flache Scheiben mit Fase*

DIN EN 14399-8, *Hochfeste planmäßig vorspannbare Schraubenverbindungen für den Metallbau — Teil 8: System HV — Garnituren aus Sechskant-Passschrauben und Muttern*

DIN EN ISO 2063, *Thermisches Spritzen — Zink, Aluminium und ihre Legierungen*

DIN EN ISO 5579, *Zerstörungsfreie Prüfung — Durchstrahlungsprüfung von metallischen Werkstoffen mit Film und Röntgen- oder Gammastrahlen — Grundlagen*

DIN EN ISO 5817:2014-06, *Schweißen — Schmelzschweißverbindungen an Stahl, Nickel, Titan und deren Legierungen (ohne Strahlschweißen) — Bewertungsgruppen von Unregelmäßigkeiten (ISO 5817:2014); Deutsche Fassung EN ISO 5817:2014*

DIN EN ISO 6520-1, *Schweißen und verwandte Prozesse — Einteilung von geometrischen Unregelmäßigkeiten an metallischen Werkstoffen — Teil 1: Schmelzschweißen*

DIN EN ISO 8501-3, *Vorbereitung von Stahloberflächen vor dem Auftragen von Beschichtungsstoffen — Visuelle Beurteilung der Oberflächenreinheit — Teil 3: Vorbereitungsgrade von Schweißnähten, Kanten und anderen Flächen mit Oberflächenunregelmäßigkeiten*

DIN EN ISO 9712, *Zerstörungsfreie Prüfung — Qualifizierung und Zertifizierung von Personal der zerstörungsfreien Prüfung*

DIN EN ISO 9934-1, *Zerstörungsfreie Prüfung — Magnetpulverprüfung — Teil 1: Allgemeine Grundlagen*

DIN EN ISO 10863, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Ultraschallprüfung — Anwendung der Beugungslaufzeittechnik (TOFD)*

DIN EN ISO 10893-2, *Zerstörungsfreie Prüfung von Stahlrohren — Teil 2: Automatisierte Wirbelstromprüfung nahtloser und geschweißter (ausgenommen unterpulvergeschweißter) Stahlrohre zum Nachweis von Unvollkommenheiten*

DIN EN ISO 10893-3, *Zerstörungsfreie Prüfung von Stahlrohren — Teil 3: Automatisierte Streuflussprüfung nahtloser und geschweißter (ausgenommen unterpulvergeschweißter) ferromagnetischer Stahlrohre über den gesamten Rohrumfang zum Nachweis von Unvollkommenheiten in Längs- und/oder Querrichtung*

DIN EN ISO 10893-8, *Zerstörungsfreie Prüfung von Stahlrohren — Teil 8: Automatisierte Ultraschallprüfung nahtloser und geschweißter Stahlrohre zum Nachweis von Dopplungen*

DIN EN ISO 10893-10, *Zerstörungsfreie Prüfung von Stahlrohren — Teil 10: Automatisierte Ultraschallprüfung nahtloser und geschweißter (ausgenommen unterpulvergeschweißter) Stahlrohre über den gesamten Rohrumfang zum Nachweis von Unvollkommenheiten in Längs- und/oder Querrichtung*

DIN EN ISO 10893-11, *Zerstörungsfreie Prüfung von Stahlrohren — Teil 11: Automatisierte Ultraschallprüfung der Schweißnaht geschweißter Stahlrohre zum Nachweis von Unvollkommenheiten in Längs- und/oder Querrichtung*

DIN EN ISO 11666, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Ultraschallprüfung — Zulässigkeitsgrenzen*

DIN EN ISO 13588, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Ultraschallprüfung — Anwendung von automatisierter phasengesteuerter Array-Technologie*

DIN EN ISO 13920, *Schweißen — Allgmeintoleranzen für Schweißkonstruktionen — Längen- und Winkelmaße; Form und Lage*

DIN EN ISO 15613, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Qualifizierung aufgrund einer vorgezogenen Arbeitsprüfung*

DIN EN ISO 15614-1, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Schweißverfahrensprüfung — Teil 1: Lichtbogen- und Gasschweißen von Stählen und Lichtbogenschweißen von Nickel und Nickellegierungen*

DIN EN ISO 15626, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Beugungslaufzeittechnik (TOFD) — Zulässigkeitsgrenzen*

DIN EN ISO 16810, *Zerstörungsfreie Prüfung — Ultraschallprüfung — Allgemeine Grundsätze*

DIN EN ISO 17640:2018-03, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Ultraschallprüfung — Techniken, Prüfklassen und Bewertung (ISO 17640:2017); Deutsche Fassung EN ISO 17640:2017*

DIN EN ISO 19232-3, *Zerstörungsfreie Prüfung — Bildgüte von Durchstrahlungsaufnahmen — Teil 3: Bildgüteklassen*

ASTM E 446, *Standard Reference Radiographs for Steel Castings Up to 2 in. (50.8 mm) in Thickness*

DAST 021:2013-09, *DAST-Richtlinie — Schraubenverbindungen aus feuerverzinkten Garnituren M39 bis M72 entsprechend DIN EN 14399-4, DIN EN 14399-6*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach DIN EN 1090-2 und die folgenden Begriffe.

DIN und DKE stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- DIN-TERMinologieportal: verfügbar unter <https://www.din.de/go/din-term>
- DKE-IEV: verfügbar unter <http://www.dke.de/DKE-IEV>

3.16

shear key

Schubrippe

rippenartiges Tragelement auf Oberflächen zur Übertragung von Schubspannungen

Anmerkung 1 zum Begriff: Shear Keys dienen bei Grout-Verbindungen der Krafteinleitung in den Betonkörper.

3.17

Konstruktionsrohr

kaltgefertigtes Rundhohlprofil aus Baustählen, die als Schweißbauteil nach dieser Norm hergestellt werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Konstruktionsrohre können Rund- und Längsnähte enthalten. Die Form kann zylindrisch oder konisch sein.

4 Ausführungsunterlagen und Dokumentation

4.1 Ausführungsunterlagen

4.1.2 Ausführungsklassen

Die folgenden Regeln gelten ergänzend zu DIN EN 1090-2:2018-09, 4.1.2.

Die Ausführungsklassen sind im Rahmen der Bemessung nach DIN EN 1993-1-1 und DIN 18088-3 festzulegen und zu dokumentieren.

Schweißnähte, die Bauwerksabschnitte/Bauteile unterschiedlicher Ausführungsklassen miteinander verbinden, müssen der höheren Ausführungsklasse zugeordnet werden. Können diese der niedrigeren Ausführungsklasse zugeordnet werden, ist dies vom Tragwerksplaner festzulegen und zu dokumentieren.

5 Ausgangsprodukte

5.2 Identifizierbarkeit, Prüfbescheinigungen und Rückverfolgbarkeit

Die folgende Regel gilt ergänzend zu DIN EN 1090-2:2018-09, 5.2.

Für alle Baustähle, für die ein Abnahmeprüfzeugnis 3.1 vorgeschrieben ist, wird eine 15er Analyse der chemischen Zusammensetzung gefordert (C, Mn, Si, S, P, Al, N, Cu, Cr, Nb, V, Ti, Mo, Ni, B).

5.3 Stahlprodukte

5.3.1 Allgemeines

Die folgenden Regeln gelten ergänzend zu DIN EN 1090-2:2018-09, 5.3.1.

DIN EN 1090-2:2018-09, Tabelle 2 wird um folgende Zeilen ergänzt.

Tabelle 2 — Produktnormen für Baustähle

Produkte	Technische Lieferbedingungen	Maße	Abweichungen
Wulstflachstahl ^a	DIN EN 10025	DIN EN 10067	DIN EN 10067
Bleche, Flach- und Breitflacherzeugnisse	DIN EN 10225	Nicht anwendbar	DIN EN 10029 DIN EN 10051
Bleche, $t \leq 3\text{mm}$	DIN EN 10130	DIN EN 10130	DIN EN 10131
warmgeformte Hohlprofile	DIN EN 10225	DIN EN 10210-2	DIN EN 10210-2
kaltgeformte Hohlprofile	DIN EN 10225	DIN EN 10219-2	DIN EN 10219-2
^a Wenn nach anderen Technischen Lieferbedingungen produziert worden ist, ist Gleichwertigkeit darzulegen.			

Folgende Eigenschaften sind in der Bauteilspezifikation zu dokumentieren:

- Stahlsorte (Streckgrenze);
- Stahlgütegruppe (Kerbschlagarbeit /Probenlage/ Prüftemperatur);

ANMERKUNG Regeln zur Werkstoffauswahl bei Kaltverformung sind in DIN EN 1993-1-10 enthalten und durch DIN 18088-3:2019-01, 6.3, Bruchzähigkeit und Reckalterungsempfindlichkeit, ergänzt.

- Lieferzustand (AR, N, M, Q);
- Z-Güte nach DIN EN 10164;
- Reckalterungsprüfung nach DIN EN 10225 und in Übereinstimmung mit den zusätzlichen Anforderungen nach DIN 18088-3;
- Prüfklassen für Unvollkommenheiten für Hohlprofile nach DIN EN ISO 10893-8;
- Prüfklassen für Unvollkommenheiten für geschweißte Hohlprofile nach DIN EN ISO 10893-2 oder DIN EN ISO 10893-3 oder DIN EN ISO 10893-11;

- Prüfklassen für Unvollkommenheiten für nahtlose Hohlprofile nach DIN EN ISO 10893-10;
- Prüfklassen für Ungänzen nach DIN EN 10160 für Flacherzeugnisse. Bei Walzprofilen ist DIN EN 10306 gleichwertig anzuwenden.

Eine vorgesehene Kaltumformung ist bei der Festlegung der Stahlgütegruppen vom Tragwerksplaner zu berücksichtigen.

5.3.2 Grenzabmaße der Dicke

Abweichend von DIN EN 1090-2:2018-09, 5.3.2 müssen die Grenzabmaße der Dicke von Flacherzeugnissen aus Baustahl nach EN 10029, Klasse B eingehalten werden.

5.3.3 Oberflächenbeschaffenheit

Die folgende Regel gilt ergänzend zu DIN EN 1090-2:2018-09, 5.3.3, erster Aufzählungspunkt a).

Die Anforderungen an die Oberflächenbeschaffenheit gelten sowohl für die Bestellung und Lieferung der Ausgangsprodukte als auch für die fertiggestellten Bauteile nach Bearbeitung, siehe auch Festlegungen für Oberflächenvorbereitung zum Korrosionsschutz in 10.2.

Für unlegierte Stähle gilt Klasse B2 für Bleche und Breitflachstahl in Übereinstimmung mit den Anforderungen von DIN EN 10163-2.

5.4 Stahlguss

Die folgenden Unterabschnitte gelten ergänzend zu DIN EN 1090-2:2018-09, 5.4.

5.4.1 Mechanisch-technologische Eigenschaften

Die in Tabelle I und Tabelle II festgelegten Stahlsorten basieren auf genormten Stahlsorten (z. B. nach DIN EN 10340). Aufgrund der vorgesehenen Verwendung wurde gegenüber den ursprünglichen Sorten der maximal zulässige Phosphor- und Schwefelgehalt begrenzt und die Kerbschlagarbeit bei einer Temperatur von -40 °C festgelegt.

Die Werte nach Tabelle I und Tabelle II gelten für mitgegossene Proben entsprechend der maßgebenden Wanddicke, welche das Los qualifizieren, sofern nicht anders festgelegt.

Tabelle I — Chemische Zusammensetzung nach der Schmelzanalyse für Stahlgussbauteile

Bezeichnung	Werkstoff- nummer	C		Si	Mn		P	S	Cr		Mo		Ni		V	
		min.	max.	max.	min.	max.	max.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
G20Mn5	1.6220	0,17	0,23	0,6	1	1,6	0,02	0,015	—	—	—	—	—	0,8	—	—
G10Mn7	1.5015	0,08	0,13	0,6	1,6	1,8	0,02	0,008	—	0,2	—	—	—	—	—	0,09
G10MnMoV6-3	1.5410	—	0,12	0,6	1,2	1,8	0,02	0,015	—	0,3	0,2	0,4	—	0,4	0,05	0,1

Tabelle II — Mechanische Eigenschaften für Gussorten

Bezeichnung	Werkstoff nummer	Wärmebehandlung (Temperatur nur zur Information)			Maßgebende Wanddicke <i>t</i> mm	Mechanische Eigenschaften				
		Symbol	Normalglühen oder Austenitisieren °C	Anlassen °C		Zugversuch bei Raumtemperatur			Kerbschlagbiegeversuch	
						R _{p0,2} MPa	R _m MPa	A %	KV J	Temperatur °C
G20Mn5	1.6220	+N	900 bis 980	—	<i>t</i> ≤ 30	≥ 300	480 bis 620	≥ 20	≥ 27	−40 °C
		+QT	900 bis 980	610 bis 660	<i>t</i> ≤ 50	≥ 350	500 bis 650	≥ 24	≥ 27	−40 °C
					50 < <i>t</i> ≤ 100	≥ 300	500 bis 650	≥ 24	≥ 27	−40 °C
G10Mn7	1.5015	+QT	900 bis 980	600 bis 640	<i>t</i> ≤ 100	≥ 550	650 bis 800	≥ 18	≥ 40	−40 °C
					100 < <i>t</i> ≤ 250	≥ 500	600 bis 750	≥ 16	≥ 40	−40 °C
G10MnMoV6-3	1.5410	0	950 bis 980	640 bis 660	<i>t</i> ≤ 50	≥ 380	500 bis 650	≥ 22	≥ 27	−40 °C
					50 < <i>t</i> ≤ 100	≥ 350	480 bis 630	≥ 22	≥ 27	−40 °C
					100 < <i>t</i> ≤ 150	≥ 330	480 bis 630	≥ 20	≥ 27	−40 °C

5.4.2 Zerstörungsfreie Prüfung

5.4.2.1 Allgemeines

Die Gussstücke sind entsprechend den Bedingungen in den nachfolgenden Abschnitten zerstörungsfrei zu prüfen.

5.4.2.2 Oberflächenprüfung

Die geforderte Oberflächenbeschaffenheit ist während der Bemessung in der Bauteilspezifikation festzulegen. Falls nicht anders festgelegt, gelten automatisch die nachfolgenden Qualitätsanforderungen.

Prüfverfahren:	DIN EN ISO 9934-1 (Magnetpulverprüfung)
Prüfbedingungen:	DIN EN 1369
Fertigungszustand:	nach Bestellung (z. B. roh, vorbearbeitet, fertigbearbeitet)
Oberflächenbeschaffenheit:	gestrahlt (ggf. mechanisch bearbeitet)
Prüfumfang:	100 % (alle Gussstücke)
Prüfbereich:	komplettes Gussstück
Annahmekriterien (Gütestufen):	DIN EN 1369 — SM3 - LM2 - AM2

5.4.2.3 Innere Prüfung

Die geforderte Oberflächenbeschaffenheit ist während der Bemessung in der Bauteilspezifikation festzulegen. Falls nicht anders festgelegt, gelten automatisch die nachfolgenden Qualitätsanforderungen.

Prüfverfahren:	DIN EN ISO 5579 (Durchstrahlungsprüfung)		
Prüfbedingungen:	DIN EN 12681-1		
Fertigungszustand:	nach Bestellung (z. B. roh, vorbearbeitet, fertigbearbeitet)		
Oberflächenbeschaffenheit:	gestrahlt (ggf. mechanisch bearbeitet)		
Prüfbereich:	Erstmuster Die Prüfung darf gemäß Bauteilspezifikation auf gieß- und funktionstechnisch kritische Stellen beschränkt werden. Die zeichnerische Festlegung der zu prüfenden Stellen erfolgt bei Fertigungsbeginn durch den Hersteller.		
Prüfklasse:	DIN EN ISO 5579 — A		
Bildgütezahl:	DIN EN ISO 19232-3		
Annahmekriterien (Gütestufen):	Fehlercode	Qualitätsklasse	
	A	Gasporosität	3

(nach ASTM E 446)	B	Sand- und Schlackeneinschluß	3
	Ca	Lunker	2
	Cb	Lunker	2
	Cc	Lunker	2
	Cd	Lunker	2
	D	Riss	unzulässig
	E	Warmriss	unzulässig
	F	Einsatz	unzulässig

Prüfverfahren: DIN EN ISO 16810 (Ultraschallprüfung)
DIN EN 12668 (alle Teile)

Prüfbedingungen: DIN EN 12680-1

Fertigungszustand: nach Bestellung (z. B. roh, vorbearbeitet, fertigbearbeitet)

Oberflächenbeschaffenheit: gestrahlt (ggf. mechanisch bearbeitet)

Prüfbereich: komplettes Gussstück am Erstmuster
In einer Serie jedes Gussstück, wobei die Prüfberichte in der Bauteilspezifikation auf gieß- und funktionstechnisch kritische Stellen beschränkt werden. Die zeichnerische Festlegung der zu prüfenden Stellen erfolgt bei Fertigungsbeginn durch den Hersteller.

Annahmekriterien (Gütestufen): Anschweißenden Gütestufe 1 auf einer Länge von $3 \times d$ (d = Wanddicke des Anschweißenden). Die Restbereiche des Gusskörpers Gütestufe 3.

5.4.2.4 Personal der zerstörungsfreien Prüfung

Die zerstörungsfreie Prüfung ist durch Personal auszuwerten, welches mindestens eine Qualifizierung der Stufe 2 in dem angewandten Verfahren nach DIN EN ISO 9712 besitzt.

5.4.2.5 Nacharbeit von Ungängen

Nacharbeitungspflichtige Oberflächenungängen, wie z. B. Blasen, Poren, Schülpen und Sandstellen, dürfen durch Überschleifen, sofern die Nenndicke nicht unterschritten wird, oder durch Fertigungsschweißen beseitigt werden. Fertigungsschweißen findet auch bei der Nacharbeit von innen liegenden Ungängen Anwendung.

Die Prozesse zum Fertigungsschweißen sind durch eine Verfahrensprüfung nach DIN EN ISO 15614-1 zu qualifizieren.

5.4.2.6 Oberflächenzustand

Die Beurteilung des Oberflächenzustands muss nach DIN EN 1370 erfolgen.

5.4.2.7 Wanddicke

Zusätzlich zu DIN EN 1559-2: Der Hersteller muss die Wanddicken der Gussstücke mit geeigneten Prüfmitteln ermitteln.

5.6 Mechanische Verbindungsmittel

5.6.4 Garnituren für vorgespannte Schraubenverbindungen

Die folgende Regel gilt ergänzend zu DIN EN 1090-2:2018-09, 5.6.4.

DAST-Richtlinie 021 darf ergänzend für HV-Garnituren in Stahlkonstruktionen (DIN EN 14399-4, DIN EN 14399-6 und DIN EN 14399-8) angewendet werden.

5.9 Vergussmaterial

Die folgende Regel ersetzt DIN EN 1090-2:2018-09, 5.9.

Für die Herstellung und Verwendung von Vergussbeton und Vergussmörtel für tragende Bauteile gilt die Bauteilspezifikation.

6 Vorbereitung und Zusammenbau

6.2 Identifizierbarkeit

Die folgenden Regeln ersetzen in DIN EN 1090-2:2018-09, 6.2 den dritten Absatz, die Aufzählung a) bis c) und den vierten Absatz.

Hartstempelung ist an überwiegend nichtruhend beanspruchten Bauteilen unzulässig. Die betroffenen Bereiche werden in der Bauteilspezifikation festgelegt. Weichstempelungen sind in diesen Bereichen zulässig.

Eine Stempelung gilt als Weichstempelung, wenn die Prägungen einen planmäßig runden Kerbgrund und eine auf 0,5 mm begrenzte Prägetiefe aufweisen. Zu den harten Kennzeichnungsverfahren zählen Harte Stempelungen (Schlagstempelungen) sowie Fräs- und Plasmamarkierungen. Nadelmarkierung wird als weiches Kennzeichnungsverfahren eingestuft.

6.4 Schneiden

6.4.1 Allgemeines

Die folgende Regel ersetzt in DIN EN 1090-2:2018-09, 6.4.1 den letzten Satz.

Die am Bauteil verbleibenden Kanten sind zu brechen.

6.5 Formgebung

6.5.3 Flammrichten

Die folgende Regel gilt ergänzend zu DIN EN 1090-2:2018-09, 6.5.3.

Für die nach DIN EN 1090-2 und diesem Dokument zulässigen, unlegierten Baustähle darf die Stahltemperatur beim Flammrichten 580 °C nicht überschreiten, um Veränderungen der mechanisch-technologischen Eigenschaften der Baustähle auszuschließen.

Sollen höhere Temperaturen angewendet werden, so ist der Nachweis der Nicht-Beeinflussung der Eigenschaften durch eine Verfahrensprüfung nachzuweisen (z. B. wie in DIN EN 1090-2).

6.5.4 Kaltumformen

Die folgenden Regeln ergänzen in DIN EN 1090-2:2018-09, 6.5.4 den ersten Absatz.

Formgebung durch Kaltumformen kann auch mittels Biegewalzen erfolgen.

Bei der Werkstoffwahl nach DIN 18088-3:2019-01, 6.3.1 kann bei Anwendung von DIN EN 1993-1-10:2010-12, Gleichung (2.4) der DCF (en: Degree of Cold-forming) nach der folgenden Gleichung ermittelt werden:

$$DCF = \frac{t}{2r_i + t} = \frac{t}{2r_n}$$

Dabei ist

- r_i der Biegeradius (Innenradius);
- t die Plattendicke;
- r_n der Radius der neutralen Faser.

6.6 Lochen

6.6.1 Maße von Löchern

Die folgende Regel ergänzt DIN EN 1090-2:2018-09, 6.6.1:

Das Lochspiel für Garnituren M39 bis M72 muss den Angaben in DAST 021 entsprechen.

6.6.3 Ausführung von Löchern

Abweichend zu DIN EN 1090-2:2018-09, 6.6.3 gilt:

Löcher für Verbindungsmittel der EXC3 dürfen durch Bohren, Laser-, Plasma- oder andere thermische Verfahren hergestellt werden. Stanzen ist unzulässig. Grate an Löchern sind zu entfernen.

7 Schweißen

7.1 Allgemeines

Die folgenden Regeln ergänzen DIN EN 1090-2:2018-09, 7.1:

Bedingungen für das Schweißen in kaltverformten Bereichen

Für kreisförmige Hohlprofile nach DIN EN 10219 und DIN EN 10225 mit einem $r_i/t \geq 6,2$ ($\leq 7,5\%$) und zylindrische und konische Schalen hergestellt nach DIN EN 1090-2 mit $r_i/t \geq 6,2$ ($\leq 7,5\%$) ist DIN EN 1993-1-8:2010-12, Tabelle 4.2 nicht anzuwenden, wenn eine erfolgreiche Reckalterungsprüfung nachgewiesen wurde. Die Anforderungen an die Reckalterungsprüfung werden in der Bauteilspezifikation festgelegt.

Für kaltgefertigte rechteckige und quadratische Hohlprofile nach DIN EN 10219 und DIN EN 10225 sind die Bedingungen für das Schweißen nach DIN EN 1993-1-8:2010-12, Tabelle 4.2 einzuhalten.

7.5.5 Vorwärmen

Die folgende Regel gilt ergänzend zu DIN EN 1090-2:2018-09, 7.5.5 erster Satz.

Vorwärmtemperaturen sollten nach DIN EN 1011-2:2001-05, Anhang C, Verfahren B bestimmt werden.

7.5.18 Shear Keys (Schubrippen)

Die folgenden Regeln gelten ergänzend zu DIN EN 1090-2:2018-09.

Shear Keys, sofern sie auftragsgeschweißt werden sollen, sind durch eine Mindestbreite auf dem Grundwerkstoff und eine Mindesthöhe spezifiziert. Das Profil des Nahtquerschnittes ergibt sich aus dem Schweißprozess und wird nicht näher spezifiziert.

Nahtübergänge, Nahtanfang- und Nahtende werden nicht beschliffen, sofern nicht anderes in der Bauteilspezifikation verlangt wird.

Für die Herstellung von Shear Keys ist eine Arbeitsprobe nach DIN EN ISO 15613 zu erstellen. Mindestanforderungen sind:

- Härte in Schweißgut und Wärmeeinflusszone ≤ 350 HV 10,
- Bewertungsgruppe B nach DIN EN ISO 5817 für die erste Lage, sofern Merkmal zutreffend, insbesondere bezüglich Einbrandkerben, ausgenommen jedoch Merkmal 505, schroffer Nahtübergang. Für alle weiteren Lagen Bewertungsgruppe C nach DIN EN ISO 5817. Nahtüberhang/-überlauf ist zulässig, solange Sicherheit gegen Bindefehler sichergestellt bleibt und solange kein neuer Nahtübergang zum Grundwerkstoff entsteht.

Ein Kerbschlagbiegeversuch wird zur Qualifizierung von Schweißprozessen zur Herstellung von Shear Keys nicht verlangt.

7.6 Abnahmekriterien

7.6.2 Anforderungen bezüglich Ermüdung

Die folgende Regel ersetzt in DIN EN 1090-2:2018-09, 7.6.2 den ersten Satz.

Die Angabe der Kerbfälle bzw. Schwingfestigkeitsklasse auf den Ausführungsunterlagen ist nicht erforderlich. Die in der Nachweisführung vorausgesetzten Ausführungsanforderungen einschließlich der Bewertungsgruppe nach DIN EN ISO 5817 sowie erweiterte Anforderungen an die Bewertungsgruppe sind im Einzelfall in der Bauteilspezifikation festzulegen.

Die folgenden Regeln ergänzen DIN EN 1090-2:2018-09, 7.6.2:

Für die Anwendung von DIN EN ISO 5817 gelten die Festlegungen nach Tabelle III. DIN EN ISO 5817:2014-06, Anhang C gilt nicht. Schweißnahtnachbehandlungen, wie z.B. Schleifen, sind, sofern vorgesehen, in der Bauteilspezifikation festzulegen.

Tabelle III — Prüfung nach DIN EN ISO 5817

Ordnungs-Nr. nach DIN EN ISO 6520-1	Unregelmäßigkeit Benennung	Anforderung für Bewertungsgruppe B
5071	Kantenversatz bei Blechen	$h \leq 0,1 t$, aber max. 6 mm oder nach Bauteilspezifikation, an der Wurzelseite von Einseitenschweißungen max. 2 mm oder $\frac{1}{4}$ der Nahtbreite, wenn diese für die ganze Nahtlänge sichergestellt werden kann.
5072	Kantenversatz bei Rohren und Hohlprofilen	$h \leq 0,1 t$, aber max. 6 mm bzw. nach Bauteilspezifikation, an der Wurzelseite von Einseitenschweißungen max. 2 mm oder $\frac{1}{4}$ der Nahtbreite, wenn diese für die ganze Nahtlänge sichergestellt werden kann.
505	schröder Nahtübergang	Das Merkmal ist anzuwenden.

Der in einer Stumpfnah durch die Naht selbst einseitig auszugleichende Kantenversatz (planmäßig und unplanmäßig) darf in keinem Fall größer sein als $\frac{1}{4}$ der Nahtbreite. Planmäßige Kantenversätze infolge von Wanddickensprüngen an Stumpfstoßen verlangen die Anarbeitung des dickeren Bleches zum dünneren mit einer Neigung von 1 : 4, wenn die Nahtbreite nicht ausreicht, um den Gesamtversatz aus planmäßigem und ungünstigsten unplanmäßigem Versatz mit einer Neigung von 1 : 4 auszugleichen.

8 Mechanisches Verbinden

8.5 Anziehen vorgespannter Schraubengarnituren

8.5.1 Allgemeines

Die folgenden Regeln ergänzen DIN EN 1090-2:2018-09, 8.5.1:

Für die HV-Garnituren M39 bis M72 in der k-Klasse K1 gelten analog DIN EN 1993-1-8/NA die Regelvorspannkkräfte $F_{p,C}^*$ und als Vorspannverfahren das modifizierte Drehmoment-Verfahren.

Die Werte für das aufzubringende Anziehmoment M_A zum Erreichen der Regelvorspannkraft $F_{p,C}^*$ sind in DASt 021:2013-09, Tabelle 6 angegeben.

Für andere Vorspannverfahren sind die jeweiligen Anwendungsparameter durch eine Verfahrensprüfung zu ermitteln.

Folgende Regel ersetzt den vorletzten Absatzes in DIN EN 1090-2:2018-09, 8.5.1 durch:

Entsprechen die Schmierungsbedingungen einer Garnitur nicht mehr dem Lieferzustand, ist diese Garnitur nicht einzubauen.

8.5.7 Toleranzen und Klaffungen bei ermüdungsbeanspruchten Verbindungen

Die folgende Regel ergänzt DIN EN 1090-2:2018-09, 8.5:

In der Bauteilspezifikation ist für Flanschfertigungs- und Montagetoleranzen ein Toleranzmanagementplan zu erstellen, der baustellenseitig das Einhalten der Bemessungsrandbedingungen vorgibt.

10 Oberflächenbehandlung

10.2 Vorbereitung von Stahloberflächen für organische Beschichtungen

Die folgenden Regeln ergänzen DIN EN 1090-2:2018-09, 10.2:

Für Schutzdauern größer 15 Jahre und Korrosivitätskategorien größer C3 müssen die Vorbereitungsgrade P2 oder P3 entsprechen (siehe Tabelle IV).

Tabelle IV — Vorbereitungsgrade für Offshore-Konstruktionen

Beschreibung	Vorbereitungsgrad nach DIN EN ISO 8501-3	
1. Schweißnähte		
1.1 Schweißspritzer	P3	Die Oberfläche muss frei von allen Schweißspritzern sein.
1.2 Geriffelte/profilierter Schweißnaht	P2	Die Oberfläche muss bearbeitet werden (z. B. durch Schleifen), um unregelmäßige und scharfe Profilierungen zu entfernen.
1.3 Schweißschlacke	P3	Die Oberfläche muss frei von Schweißschlacke sein.
1.4 Randkerbe	P2	Oberfläche wie erhalten
1.5 Schweißporosität	P3	Die Oberfläche muss frei von sichtbaren Poren sein.
1.6 Krater am Schweißnahtende	P3	Die Oberfläche muss frei von sichtbaren Endkratern sein
2. Kanten		
2.1 Gewalzte Kanten	P3	Die Kanten müssen mit einem Radius von min. 2 mm gerundet sein.
2.2 Kanten, hergestellt durch Stanzen, Schneiden oder Sägen	P3	Die Kanten müssen mit einem Radius von min. 2 mm gerundet sein.
2.3 Thermisch geschnittene Kanten	P3	Die Schnittfläche muss nachgearbeitet und die Kanten müssen mit einem Radius von min. 2 mm gerundet sein.
3. Oberflächen allgemein		
3.1 Löcher und Krater	P2	Löcher und Krater müssen ausreichend offen sein, um dem Beschichtungsstoff ein Eindringen zu erlauben.
3.2 Schuppen	P3	Die Oberfläche muss frei von sichtbaren Schuppen sein.
3.3 Überwalzungen/Trennungen	P3	Die Oberfläche muss frei von sichtbaren Überwalzungen/Trennungen sein.
3.4 Eingewalzte Fremdstoffe	P3	Die Oberfläche muss frei von eingewalzten Fremdstoffen sein.
3.5 Riefen und Furchen	P2	Der Radius von Riefen und Furchen muss mindestens 2 mm betragen.
3.6 Eindrücke und Markierungen vom Walzen	P2	Eindrücke und Markierungen vom Walzen müssen glatt sein.

Oberflächen von warmgewalzten Stahlerzeugnissen nach DIN EN 10163-2, Gütegruppe B oder besser, müssen auch bei Anforderung von P3 nach DIN EN ISO 8501-3 nicht nachgearbeitet werden, müssen aber hinsichtlich des Merkmals 3.1 aus Tabelle IV mindestens den Anforderungen von P2 entsprechen.

11 Geometrische Toleranzen

11.2 Grundlegende Toleranzen

11.2.2 Herstelltoleranzen

Die folgenden Regeln ergänzen DIN EN 1090-2:2018-09, 11.2.2:

11.2.2.6 Geschweißte Konstruktionsrohre

Für Konstruktionsrohre, für welche keine Toleranzanforderungen aus der Weiterverwendung in einer Schweißkonstruktion resultieren (wie z.B. Gründungspfähle), gelten die Toleranzklasse D für die Längenmaße sowie Klasse G für die Geradheit nach DIN EN ISO 13920, sofern nicht anders in der Bauteilspezifikation festgelegt.

Für Konstruktionsrohre mit einem r/t -Verhältnis < 15 ($> 3,2\%$ DCF) ist die Unrundheit nach DIN EN 1090-2:2018-09, Tabelle B.11, Merkmal 1 einzuhalten.

ANMERKUNG Wenn funktional erforderlich, können in der Bauteilspezifikation strengere Anforderungen gestellt werden. Die Messmöglichkeit für horizontal gelagerte dünnwandige Konstruktionsrohre kann durch Verformung unter Eigengewicht eingeschränkt sein.

Vorgaben für Exzentrizitäten der Schwerelinien nach DIN EN 1090-2:2018-09, Tabelle B.11, Merkmal 2 werden nicht gemacht. Maximale Exzentrizitäten, wie sie für die Gültigkeit etwaiger Stabilitätsrechnungen vorausgesetzt werden, werden durch die beidseitige Einhaltung der Kantenversätze nach Tabelle III geregelt. Werden diese Werte eingehalten, kann für Stabilitätsrechnungen nach DIN EN 1993-1-6 hinsichtlich Exzentrizität Qualitätsklasse A in Ansatz gebracht werden.

11.2.2.9 Ringflansche

Die in Tabelle V angegebenen Herstelltoleranzen für Ringflansche sind nach dem Schweißen im Werk einzuhalten. Ggf. abweichende oder zusätzliche Annahmen der Tragwerksbemessung sind entsprechend der Bauteilspezifikation zu beachten.

Tabelle V — Toleranzen für Ringflansche in der Fertigung nach dem Schweißen

Kriterium	zulässige Abweichung
Ebenheit	max 2,0 mm auf 360° und 1,0 mm auf 30°
Flanschdicke	$-2,0/+3,0$ mm
Wanddicke Anschweißhals	nach DIN EN 10029, Klasse B
Außen- und Innendurchmesser	$d - d_{\text{nom}} \leq \pm 3$ mm
Unrundheit	$d_{\text{max}} - d_{\text{min}} \leq 6$ mm
Lochkreisdurchmesser Ringflansch je Loch	$d_{\text{LK}} - d_{\text{nom}} \leq \pm 1$ mm
Position der Bohrlöcher in Umfangsrichtung	≤ 1 mm
Bohrlochdurchmesser	$d_{\text{L}} - d_{\text{nom}} = 0/+0,5$ mm

Die Passgenauigkeit der Flanschaare ist sicherzustellen. Es ist sicherzustellen, dass zwei gegenüberliegende Bohrlöcher mit der jeweils maximalen Toleranz weiterhin über eine Überdeckung in Größe des Schraubendurchmessers verfügen. Eine Reserve von 0,5 mm für Beschichtung und Dickentoleranz wird empfohlen. Es ist ein zwischen allen Beteiligten abgestimmtes Messverfahren umzusetzen. Bezugsflächen und Messmittel müssen festgelegt werden.