



StahlbauDialog

EN 1090-2:2018

**Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken
Teil 2: Technische Regeln für die Ausführung von Stahltragwerken**

Änderungen

gegenüber der Ausgabe 2011
(EN 1090-2:2008+A1:2011)



12 Inspektion, Prüfung und Korrekturmaßnahmen

Abs. 12.1 Allgemeines

Dieser Abschnitt enthält nun zusätzlich folgende „neue“ Regelung:

*Im Falle von **Nichtkonformität** mit den Anforderungen dieser Europäischen Norm darf **jeder Fehler einzeln bewertet** werden. Eine solche Bewertung sollte auf der **Funktion des Bauteils**, in dem der Fehler auftritt, und den **Merkmale** der Unregelmäßigkeiten (**Typ, Größe, Ort**) basieren, um entscheiden zu können, **ob der Fehler akzeptabel ist oder repariert werden muss**.*

Diese Regelung war für die **Bewertung von Schweißnahtunregelmäßigkeiten** mit Bezug auf EN ISO 5817 schon in der Ausgabe 2011 unter Punkt 7.6 zu finden.

NEU: Die Möglichkeit zur „**Einzelbewertung**“ gilt nun **für alle Arten von Fehlern**, bzw. **Nichtkonformitäten mit den Anforderungen** von EN 1090-2:2018.



In der Praxis wird natürlich **abzuwägen** sein, ob eine ordnungsgemäße **Reparatur nicht doch schneller und kostengünstiger** ist, als eine **aufwendige Fehlerbewertung unter Einbeziehung relevanter Stellen** (z.B. Planer, Statiker, Auftraggeber, externe Prüfstellen).

- **Abweichungsbericht**, ggf. mit zeichnerischer Darstellung von Soll- und Istzustand
- **Bewertung der unmittelbaren und der langfristigen Auswirkungen**
- ggf. **statische Detailnachweise**
- Festlegung weiterer **Maßnahmen**:
 - **Nacharbeit** (Verbesserung der Situation)
 - **Erhöhung des Prüfumfanges bzw. zusätzliche Prüfungen**
 - **Inspektionen während des Betriebes** (ggf. mit kürzeren Intervallen)
 - etc.

Diese Regelung ist eindeutig **nicht für leicht korrigierbare Fehler** gedacht, sondern eher für **Nichtkonformitäten**, die aus **technischer Sicht** oder wegen **wirtschaftlichen** oder **terminbezogenen Betrachtungen** praktisch als „**irreparabel**“ einzustufen sind.

Abs. 12.2 **Ausgangsprodukte** und Bauteile

Die alte Bezeichnung „**Konstruktionsmaterialien**“ wurde auf „**Ausgangsprodukte**“ geändert.

Abs. 12.3 **Fertigung: geometrische Abmessungen von hergestellten Bauteilen**

Im Fall von festgestellten **Nichtkonformitäten** in Bezug auf Abs. 11.2 (**grundlegende Toleranzen**), wurden zu treffenden die **Maßnahmen neu formuliert**.

Neben der Möglichkeit zur **Korrektur des Bauteils (falls durchführbar)**, findet sich hier nun auch der Hinweis, dass die **Nichtkonformität alternativ** nach Abs. 12.1 dieser Norm **auf Annehmbarkeit überprüft** werden darf.

*Anmerkung: In Abs. 12.3 wird zweimal fälschlicherweise der alte Begriff „**Kontroll- und Prüfplan**“ anstelle der neuen Bezeichnung „**Inspektions- und Prüfplan**“ gebraucht.*



12.4 Schweißen

Abs. 12.4.1 Allgemeines

Der **Inspektions- und Prüfplan** muss (bezogen auf das Schweißen) Angaben zu folgenden Punkten enthalten:

- **Musterprüfung** (siehe 12.4.2.2)
- **Routinemäßige Inspektion und Prüfung** (siehe 12.4.2.3)
- **Projektspezifische Inspektion und Prüfung** (siehe 12.4.2.4)

Sofern Schweißverbindungen identifiziert werden, bei denen sich **Schwierigkeiten mit dem Erreichen der festgelegten Passgenauigkeit** ergeben können, muss der **Inspektions- und Prüfplan** eine **spezifische Inspektion der Passung** ausweisen.

Diese Regel könnte **beispielsweise für geschweißten Rohrabzweigungen** gelten (wie in der Ausgabe 2011 hier ausdrücklich angeführt).



Verfahren der zerstörungsfreien Prüfung (ZfP) sind in Übereinstimmung mit **EN ISO 17635** auszuwählen.

Die Ausgabe 2011 enthielt mehrfach (datierte) Verweise auf die bereits im Jahr 2010 zurückgezogene **EN 12062:1997**, was teilweise zu Diskussionen über die Anwendbarkeit der aktuellen ZfP-Normen führte. Diese Unklarheiten sind hiermit ausgeräumt.

Das **Personal für zerstörungsfreie Prüfungen**, mit Ausnahme von Sichtprüfungen, muss nach **EN ISO 9712 qualifiziert** sein.

Einerseits wurde hier der **Normenverweis** (EN ISO 9712 statt EN 473) **aktualisiert**, andererseits ist die **direkte Forderung nach der Stufe 2 entfallen**.

Die nachgewiesenen **Fähigkeiten** und damit die **Aufgaben zu denen Prüfer der einzelnen Stufen autorisiert werden können** sind in EN ISO 9712 geregelt.

Es ist also weiterhin **unmöglich**, die ZfP durch einen **Prüfer der Stufe 1 ohne Aufsicht** von Stufe 2- oder Stufe 3-Personal durchführen zu lassen.

12.4.2 Inspektion nach dem Schweißen

12.4.2.1 Zeitpunkt

Tabelle 23 — Mindestwartezeiten

		Wartezeit (Stunden) ^a	
Bei Vorwärmen nach Verfahren A von EN 1011-2:2001, Anhang C			
Nahtgröße ^b mm	Wärme- einbringen Q kJ/mm	S275 – S460	Über S460
a oder $s \leq 6$	Alle	Nur Abkühlzeit	24
6 < a oder $s \leq 12$	≤ 3	8	24
	> 3	16	40
a oder $s > 12$	≤ 3	16	40
	> 3	24	48
Bei Vorwärmen nach Verfahren B von EN 1011-2:2001, Anhang C			
Nahtgröße ^b mm		S275 – S690	Über S690
a oder $s \leq 20$		Nur Abkühlzeit	24
a oder $s > 20$		24	48

^a Die Zeit zwischen Fertigstellung der Schweißnaht und dem Beginn der ZfP muss im ZfP-Bericht festgehalten werden. Im Falle von „Nur Abkühlzeit“ dauert dies solange, bis die Schweißnaht genügend abgekühlt ist, um mit der ZfP zu beginnen.

^b Die Größe gilt für die Sollnahtdicke a einer Kehlnaht oder für die Nenndicke des Grundwerkstoffs s einer durchgeschweißten Naht. Bei einzelnen, teilweise durchgeschweißten Stumpfnähten ist das entscheidende Merkmal das Nennmaß der Nahtdicke a , jedoch bei paarweisen, teilweise durchgeschweißten Stumpfnähten, die gleichzeitig beidseitig geschweißt werden, ist es die Summe der Nahtdicken a .

Die **Grenzdicke**, bis zu der nur die **Abkühlzeit als Mindestwartezeit** einzuhalten ist, wurde **von 6 mm auf 20 mm**. Bei Anwendung des **Verfahrens B** ist nun bis einschließlich der **Stahlsorte S690** die **Mindestwartezeit** nur mehr **24 Stunden** und **24 Stunden** bis einschließlich der **Stahlsorte S460** die **Mindestwartezeit** nur mehr **16 Stunden**. Die **Mindestwartezeit** ist nun **abhängig von der Sollnahtdicke bei Kehlnähten bzw. von der Nenndicke des Grundwerkstoffs bei durchgeschweißten Nähten**. Bei Anwendung des **Verfahrens A** (wobei alle Prüfverfahren in EN 1011-2:2011 (dort als Methoden bezeichnet) **Wärmeeinbringung $Q \leq 3$ kJ/mm** nur **maximal 16 Stunden**).



Die Tabelle mit den **Mindestwartezeiten nach dem Schweißen** wurde unterteilt nach den beiden **Verfahren zur Festlegung der Vorwärmtemperatur gemäß EN 1011-2:2011** (dort als Methoden bezeichnet).

In **Österreich und Deutschland** wird bevorzugt das **Verfahren B** angewendet. Das **Verfahren A** ist vor allem in **Großbritannien** üblich.

Bei Anwendung des **Verfahrens B** ist nun bis einschließlich der **Stahlsorte S690** die **Mindestwartezeit** nur mehr abhängig von der **Sollnahtdicke bei Kehlnähten** bzw. von der **Nennstärke des Grundwerkstoffs bei durchgeschweißten Nähten**.

Die **Grenzstärke**, bis zu der **nur die Abkühlzeit als Mindestwartezeit** einzuhalten ist, wurde **von 6 mm auf 20 mm** angehoben, allerdings bei Naht- bzw.

Wandstärken **> 20 mm** beträgt die Mindestwartezeit nun **24 Stunden**.

(In der **Ausgabe 2011** betrug die Mindestwartezeit bei Stahlsorten **bis S460** und bei „normaler“ **Wärmeeinbringung** $Q \leq 3 \text{ kJ/mm}$ nur **maximal 16 Stunden**).

Der **Abs. 12.4.2.2 „Kontrollumfang“** der Ausgabe 2011 wurde auf folgende Abschnitte aufgeteilt:

- 12.4.2.2 **Musterprüfung**
- 12.4.2.3 **Routinemäßige Inspektion und Prüfung**
- 12.4.2.4 **Projektspezifische Inspektion und Prüfung**



Abs. 12.4.2.2 Musterprüfung

Für **die ersten fünf Anschlüsse**, die nach **einer WPS** geschweißt werden, welche aus einem **neuen WPQR** (Bericht zur Qualifizierung des Schweißverfahrens) oder aus einem **beim Hersteller neu eingeführten WPQR** erstellt wurde, müssen die folgenden Anforderungen erfüllt sein:

- a) zum Nachweis der WPS unter Fertigungsbedingungen ist die **Bewertungsgruppe B** erforderlich;
- b) die zu inspizierende **Mindestlänge** beträgt **900 mm**.

Eine Musterprüfung ist somit **nicht** mehr für jede **neue WPS** gefordert!

Die gemäß Ausgabe 2011 geforderte **Verdoppelung des Prüfumfanges ist entfallen**.



Abs. 12.4.2.3 Routinemäßige Inspektion und Prüfung

~~EXC 14~~ 0???

Tabelle 24 — Umfang der routinemäßigen ergänzenden ZfP

Schweißnahtart	Werkstatt- und Baustellennähte		
	EXC1	EXC2	EXC3 ^a
Querverlaufende Stumpfnähte und teilweise durchgeschweißte Nähte in Stumpfstößen:	0 % ^b	10 %	20 %
Querverlaufende Stumpfnähte und teilweise durchgeschweißte Nähte:			
— in Doppel-T-Stößen	0 % ^b	10 %	20 %
— in T-Stößen	0 %	5 %	10 %
Querverlaufende Kehlnähte ^c :			
mit $a > 12$ mm oder $t > 30$ mm	0 %	5 %	10 %
mit $a \leq 12$ mm und $t \leq 30$ mm	0 %	0 %	5 %
Vollständig durchgeschweißte Längsnähte ^d zwischen Steg und Obergurt bei Kranbahnträgern	0 %	10 %	20 %
Andere Längsnähte ^d , Nähte angeschweißter Steifen und Nähte, die in den Ausführungsunterlagen als druckbeansprucht spezifiziert sind	0 %	0 %	5 %

^a Bei EXC4 muss der prozentuale Umfang mindestens dem von EXC3 entsprechen.
^b 10 % für Nähte, die in Stahl \geq S420 ausgeführt werden.
^c Die Bezeichnungen a bzw. t beziehen sich auf die Kehlnahtdicke und den dicksten verbundenen Grundwerkstoff.
^d Längsnähte verlaufen parallel zur Bauteilachse. Alle anderen Nähte werden als querverlaufende Nähte betrachtet.

Die Nähterreichungsgrade EXC1, EXC2 und EXC3 sind der Umfang der ergänzenden ZfP in Tabelle 24 festgelegt.

Bei einer Ausführung in Stahl \geq S420 sind die Werte für EXC1, EXC2 und EXC3 nach dem Ausnutzungsgrad U für die Nähte der Ausführungsklasse EXC4 zu bestimmen. Der Umfang der ergänzenden ZfP für jede einzelne Naht ($U \geq 0,5$ bzw. $U < 0,5$) ist individuell festgelegt werden (mindestens gleicher Umfang wie EXC3).



Für Nähte in den **Ausführungsklassen EXC1, EXC2 und EXC3** ist der Umfang der ergänzenden **ZfP in Tabelle 24** festgelegt.

Für Nähte in der **Ausführungsklasse EXC4** muss der **Umfang** der ergänzenden **ZfP für jede einzelne Naht individuell festgelegt** werden (mindestens gleicher Umfang wie EXC3).

Fußnote b: **10 %** für Nähte, die in **Stahl \geq S420** ausgeführt werden.

Die **Beschreibungen der Schweißnahtarten** sind einfacher und **eindeutiger** geworden.

Bei **querlaufenden Stumpfnähten** in **Stumpfstößen** ist die **Unterteilung** nach dem **Ausnutzungsgrad U** ($U \geq 0,5$ bzw. $U < 0,5$) **ist entfallen**.

Die **Grenzdicke** für **querlaufende Kehlnähte** wurde von **20 mm auf 30 mm** angehoben.



Der **prozentuale Prüfumfang** nach Tabelle 24 ist als **Teil eines Prüfloses** definiert.

Was unter „**Prüflos**“ zu verstehen ist, wird in **EN 1090-2:2018** **detailliert beschrieben**, wobei hier praktisch der Text aus **Anhang C** der (zurückgezogenen) **EN 12062:1997** übernommen wurde.

Bei der **Auswahl** der nach Tabelle 24 der **routinemäßigen Inspektion** zu unterziehenden **Schweißnähte** muss **sichergestellt** werden, dass die Probenahme die **folgenden Variablen** **soweit wie möglich abdeckt**:

die **Anschlussart**, die **Stahlsorte** der Ausgangsprodukte, die **Schweißausrüstung** und die **Arbeitsweise** der Schweißer.

Der **Prüfumfang** in Tabelle 24 bezieht sich auf die **laufende Schweißnahtfertigung** über einen **Jahreszeitraum**.



Die für die **ergänzende ZfP zu verwendenden Verfahren** müssen vom **zuständigen Schweißaufsichtspersonal** aus den in 12.4.2.6 aufgeführten Verfahren **ausgewählt** werden.

Wenn **in einer Werkstatt** die **routinemäßige Inspektion** der Schweißnahtfertigung **auf jährlicher Basis** oder **unter Anwendung elektronischer Verfahren zur Überwachung von Schweißparametern** kontinuierlich eine **annehmbare Qualität für Nähte eines bestimmten Typs** ergibt (d. h. Nahtart, Stahlsorte der Ausgangsprodukte und Schweißausrüstung), **darf der Umfang der routinemäßigen ergänzenden ZfP in dieser Werkstatt nach Ermessen des zuständigen Schweißaufsichtspersonals auf kleinere Prozentsätze als in Tabelle 24 reduziert** werden, vorausgesetzt, dass für die Fertigung ein Programm für regelmäßige **fertigungsbegleitende Probeschweißungen** im **Abstand von 3 Monaten** eingeführt und dokumentiert wird.



Wenn die **routinemäßige Inspektion fehlerbehaftete Ergebnisse** liefert, muss eine **Untersuchung** erfolgen, um die **Ursache** herauszufinden.

Die Anleitung in **EN ISO 17635:2016, Anhang C**, sollte befolgt werden.

Diese Norm enthält keinen Anhang C !

Bei fehlerbehafteten Ergebnissen muss trotzdem ein Weg gefunden werden, die gemäß **EUROCODE 0** (EN 1990) angestrebte **Zuverlässigkeit** für das Tragwerk zu erzielen.

Hier kann **keine Empfehlung** abgegeben werden, aber soviel sei verraten, **EN ISO 17635:2010** enthält noch einen **Anhang C** mit entsprechendem Inhalt und es bleibt **jedem Anwender überlassen**, diesem Anhang Beachtung zu schenken.



Abs. 12.4.2.4 Projektspezifische Inspektion und Prüfung

Bei **EXC1, EXC2 und EXC3** dürfen die **Ausführungsunterlagen** Anforderungen an **Prüfungen** während der Fertigung festlegen, sowie **bestimmte zu inspizierende Anschlüsse** einschließlich des **Prüfumfangs** benennen.

Bei **EXC4** müssen die **Ausführungsunterlagen** bestimmte **Anschlüsse** für die **Inspektion benennen**, zusammen mit dem **Prüfumfang**, der **mindestens dem für EXC3 festgelegten Umfang** entsprechen muss.

Schweißnahtklassen WIC (weld inspection classes)

Tabelle L.1 — Hinweise für eine Vorgehensweise zur Auswahl der Schweißnahtklasse

Grad der Ermüdungsbeanspruchung ^a	Folgen des Versagens der Verbindung oder des Bauteils ^c	Spannung in der Schweißnaht ^b	Schweißnahtklasse (WIC)
Hohe Ermüdungsbeanspruchung	erheblich ^b	Schweißnähte mit dynamischer Hauptspannung quer zur Naht (zwischen 45° und 135°)	WIC5
		Schweißnähte mit dynamischer Hauptspannung in Richtung der Naht (zwischen -45° und +45°)	WIC4
	unerheblich ^c	Schweißnähte mit dynamischer Hauptspannung quer zur Naht (zwischen 45° und 135°)	WIC3
		Schweißnähte mit dynamischer Hauptspannung in Richtung der Naht (zwischen -45° und +45°)	WIC2
Keine Ermüdung (d. h. quasi-statisch) oder geringe Ermüdungsbeanspruchung	erheblich ^b	Schweißnähte mit hohen ^d Zugspannungen quer zur Naht	WIC5
		Schweißnähte mit niedrigen Zugspannungen quer zur Naht und/oder hohen ^d Schubspannungen	WIC4
	unerheblich ^c	Schweißnähte in EXC3 oder EXC4 mit hohen ^d Zugspannungen quer zur Naht	WIC3
		Alle anderen tragenden Schweißnähte mit Ausnahme derer in EXC1	WIC2
		Schweißnähte in EXC1 und nichttragende Schweißnähte	WIC1

Schweißnahtklassen WIC (weld inspection classes)

Tabelle L.2 — Umfang der ergänzenden Prüfungen entsprechend WIC

Schweißnahtklasse (WIC)	Art der Schweißverbindung	RT	UT	MT/PT
WIC5	Vollständig durchgeschweißte „Geradeaus“- Stumpfnah	10	100	100
	Vollständig durchgeschweißte T-Stumpfnah	0	100	100
	Teilweise durchgeschweißte Stumpfnähte mit einer Schweißtiefe von mehr als 12 mm	0	20	100
	Andere teilweise durchgeschweißte Stumpfnähte und alle Kehlnähte	0	0	100
WIC4	Vollständig durchgeschweißte „Geradeaus“- Stumpfnah	5	50	100
	Vollständig durchgeschweißte T-Stumpfnah	0	50	100
	Teilweise durchgeschweißte Stumpfnähte mit einer Schweißtiefe von mehr als 12 mm	0	10	100
	Andere teilweise durchgeschweißte Stumpfnähte und alle Kehlnähte	0	0	100



Schweißnahtklassen WIC (weld inspection classes)

Anmerkung: Der Begriff ist schlecht übersetzt.

*Es müsste eigentlich **Schweißnahtprüf**klassen heißen.*

Sofern festgelegt, dürfen Schweißnahtklassen zur Klassifizierung bestimmter Schweißnähte für die Inspektion und zum Festlegen des prozentualen **Umfangs** der ergänzenden ZfP **und** der anzuwendenden **Prüfverfahren**, je nach **Kritikalität** der **Schweißnaht**, verwendet werden (siehe in informativer Anhang L).

Sofern Schweißnahtklassen verwendet werden, muss die **Schweißnahtklasse für jede relevante Schweißnaht** anhand der **Ausführungsunterlagen** identifiziert werden können.

*Achtung: Schon der **Aufwand in der Berechnung/Planung dafür ist hoch** und erfordert zudem **eingehende Kenntnisse über die Verfahren der zerstörungsfreien Prüfung.***

*Da aufgrund von **erhöhte Prüfumfängen** und den zum Teil geforderten **Einsatz der Durchstrahlungsprüfung** („Röntgen“) der Aufwand und damit die **Kosten extrem hoch werden können**, wird **seitens des Stahlbauverbandes von einer Anwendung abgeraten!***



12.4.5 Inspektion und Prüfung beim Schweißen von Betonstahl

Inspektion und Prüfung bei **Verbindungen zwischen Betonstahl und anderen Stahlbauteilen** müssen nach **EN ISO 17660-1** (tragende Schweißverbindungen) bzw. **EN ISO 17660-2** (nichttragende Schweißverbindungen) durchgeführt werden.



Ende

Kapitel 12.4.2

Inspektion nach dem Schweißen