

	PA 82-3 Zerstörungsfreie Schweißnahtprüfung	
+++++	+++++	+++++
Erstellt/Geändert von: Name/Datum	Geprüft/Freigegeben von: Name/Datum	Version: 0
Geers-DL / 04.09.2019		in Arbeit

PA 82-03 "Zerstörungsfreie Schweißnahtprüfung"

1. Stahl-Bauteile und -Tragwerke



Ergänzende zFP erst nach Ende der nachfolgend genannten Mindestwartezeiten durchführen.

Diese sollten auch eingehalten werden, wenn der Grundwerkstoff neben einer Schweißzone nach dem Schweißen auf Werkstofftrennung zu untersuchen ist.

		Wartezeit (in Stunden) ^{a)}	
Bei Vorwärmen nach Verfahren A von EN 1011-2:2001, Anhang C			
Nahtgröße ^{b)} (in mm)	Wärmeeinbringung Q (in kJ/mm)	S275 - S460	über S460
a oder s ≤ 6	Alle	Nur Abkühlzeit	24
6 < a oder s ≤ 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)} (in mm)		S275 - S690	über S690
a oder s ≤ 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.

Hinweis: Bei Schweißnähten, die ein Vorwärmen erfordern, dürfen diese Zeiten reduziert werden, sofern nach Beendigung des Schweißens eine gewisse Zeit nachgewärmt wird.

1.1 Musterprüfung

Nach der Qualifikation eines Schweißverfahren (WPQR) sind die ersten fünf Anschlüsse, die auf der Basis einer daraus resultierenden WPS geschweißt werden, einer Musterprüfung zu unterziehen, die folgende Anforderungen erfüllen muss:

- Bewertungsgruppe B (zum Nachweis der WPS unter Fertigungsbedingungen)
- zu inspizierende Mindestlänge 900 mm

Wenn die Inspektion fehlerhafte Ergebnisse liefert, müssen die Gründe dafür untersucht werden (entspr. Anleitung ISO 17635)

1.2 Routinekontrolle

1.2.1 Umfang der zfP

Nach erfolgreicher Musterprüfung sind Routinekontrollen an weiteren Anschlüssen, die nach derselben WPS geschweißt werden, in folgendem Umfang durchzuführen.

Art der Schweißnaht	Werkstatt- und Baustelle		
	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 in T- Stößen	0% ^{b)} 0%	10% 5%	20% 10%
Querverlaufende Kehlnähte ^{c)} mit $a > 12$ mm oder $t > 30$ mm mit $a \leq 12$ mm oder $t \leq 30$ mm	0% 0%	5% 0%	10% 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%	15%

^{a)} Für EXC4 ist der individuelle Prüfumfang für jede einzelne Naht festzulegen. Dieser muss 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

Der angegebene Prüfumfang ist als Teil eines Prüfloses definiert und unterliegt folgenden Regeln

- jede Schweißnaht im Prüflos muss über mindestens den angegebenen Prozentsatz ihrer individuellen Länge geprüft werden.
Der zu prüfende Bereich ist zufällig auszuwählen
- ist die Gesamtlänge aller Schweißnähte innerhalb eines Prüfloses < 900 mm, muss mindestens eine Naht über ihre gesamte Länge geprüft werden.
- besteht ein Prüflos aus mehreren identischen Schweißnähten < 900 mm, müssen zufällig ausgewählte Nähte, deren zusammenaddierte Gesamtlänge mindestens dem geforderten Prüfanteil an der Gesamtlänge aller Nähte im Prüflos entspricht, über ihre komplette Länge geprüft werden.

Bei der Auswahl der Proben für die Prüflose sind folgende Variablen weitmöglichst abzudecken: Anschlussart, Stahlsorte der Ausgangsprodukte, Schweißausrüstung und Arbeitsweise der Schweißer

1.2.2 Art der zFP

Geeignete Verfahren für die ergänzenden zFP sind in Übereinstimmung mit ISO 17635 auszuwählen und festzulegen. Dabei muss, falls anwendbar, sowohl auf Oberflächenunregelmäßigkeiten wie auch auf innere Unregelmäßigkeiten hin überwacht werden.

In der Regel sind folgende Prüfverfahren anwendbar:

- Prüfung auf Oberflächenunregelmäßigkeiten:
 - Eindringprüfung (PT) nach ISO 3452-1 oder
 - Magnetpulverprüfung (MT) nach ISO 17638
- Prüfung auf innere Inhomogenitäten¹⁾:
 - Ultraschallprüfung (UT) nach ISO 17640 und ISO 23279 oder nach ISO 13588
 - Durchstrahlungsprüfung (RT) nach ISO 17636

Alle ergänzenden zF-Prüfverfahren dürfen nur durch **qualifiziertes Personal** (gem. EN ISO 9712) durchgeführt werden.

1.3 Projektspez. Kontrollen

Bei EXC1 bis EXC3 dürfen die Auftragsunterlagen Anforderungen an Prüfungen während der Fertigung (Arbeitsprüfungen) festlegen sowie bestimmte Anschlüsse und deren Prüfumfang benennen.

In EXC 4 müssen die Auftragsunterlagen zu inspizierende Anschlüsse und deren Prüfumfang benennen. Dieser muss mindestens EXC3 entsprechen.

Sofern festgelegt dürfen Schweißnahtklassen (WIC, en: weld inspection classes) verwendet werden um die Schweißnähte entsprechend ihrer Kritikalität zu klassifizieren. Art und Umfang der ergänzenden projektspezifischen Kontrollen können so an verschiedenen Schweißnahtklassen angepasst werden. (Siehe Hinweise EN 1090-2, Anhang L)

Bei der Verwendung von Schweißnahtklassen muss diese Einteilung für jede relevante Schweißnaht anhand der Ausführungsunterlagen erkennbar sein.

Prüfungen im Rahmen projektspezifischer Kontrollen dürfen entsprechend auf den Umfang der erforderlichen routinemäßigen Inspektionen angerechnet werden

1.4 Sonstiges

Die 100%ige Sichtprüfung (VT) erfolgt vor allen anderen zF-Prüfungen und muss folgende Prüfkriterien beinhalten:

- Überprüfung auf Vollständigkeit und Lage der Schweißnähte
- Kontrolle der Schweißnahtqualität entspr. ISO 17637 (z.B. a-Maß, Poren etc., siehe auch [VT-Prüfanweisung](#))
Werden bei einer inspizierten Naht oberflächenoffene Unregelmäßigkeiten erkannt, muss an dieser eine Oberflächenprüfung mittels PT oder MT durchgeführt werden.
- Zündstellen und Bereiche mit Schweißspritzern
- Bei Rohrabzweigungen von Hohlprofilen ist auf folgende Stellen besonders zu achten:
 - Kreisprofile: vordere und hintere Achsposition und die zwei seitlichen Flankenmitten
 - Quadrat- und Rechteckprofile: alle vier Ecken

- Wird eine Schweißnaht durch nachfolgende Arbeiten unzugänglich, muss sie vor der Durchführung nach dieser Arbeiten inspiziert werden.
- Nach Korrektur unzulässiger Verformungen sind alle Schweißnähte in diesen Bereichen erneut zu inspizieren.
- Durchgeführte Reparaturen an Schweißnähten sind zu überprüfen. Sie müssen die Anforderung an die ursprünglichen Schweißnähte erfüllen.

2. Aluminium-Bauteile und -Tragwerke

Hinweis

Beim Einsatz des Rührreibschweißens (FSW) sind für diese Schweißnähte, anstelle der ergänzenden zFP, zerstörende Biegeprüfungen in Übereinstimmung mit EN ISO 25239-5 von entsprechend qualifiziertem Personal durchzuführen.

- Für EXC2 (alle Ausnutzungsklassen): Beginn oder Ende der jeweils 10. Schweißnaht
- Für EXC3 (alle Ausnutzungsklassen): Beginn oder Ende der jeweils 5. Schweißnaht
- Für EXC4 (alle Ausnutzungsklassen): Festzulegen

2.1 Prüfumfang

Zusätzlich zur 100% Sichtprüfung aller Schweißnähte sind mindestens die in Tabelle 1 bzw. Tabelle 2 genannten zusätzlichen zF-Prüfungen²⁾ festzulegen und durchzuführen.

Die %- Angaben beziehen sich dabei auf die Nahtlänge(n), gelten für jedes Bauteil bzw. Tragwerk und sind für jede Schweißanweisung zu berücksichtigen.

Tabelle 1: Aluminium-Bauteile und Tragwerken der Beanspruchungskategorie SC1

Nahtart	Ausnutzungs- klasse	Ausführungsklasse			
		EXC1	EXC2	EXC3	EXC4
Stumpfnähte unter Querkzug- und Scherbeanspruchung	UR3	-	10	20	festzulegen, aber nicht weniger als für EXC3
	UR2	-	-	10	
Alle anderen Nähte	UR3	-	5 ^{a)}	10	
	UR2	-	-	5	

^{a)} Keine zFP für Anschlüsse unter reiner Druckbeanspruchung.

Tabelle 2: Aluminium-Bauteile und Tragwerken der Beanspruchungskategorie SC2

Nahtart	Ausnutzungs- klasse	Ausführungsklasse			
		EXC1	EXC2	EXC3	EXC4
Stumpfnähte ^{a)} aller Bewertungsgruppen und Kehlnähte der Bewertungsgruppe B ^{b)} unter Zug ^{c)} - oder Scherbeanspruchung - (ausgenommen Kerbfälle 3.5 und 3.6 nach EN 1999-1-3:2007, Tabelle J.3)	UR3	-	20	50	100
	UR2	-	10	20	50
Kehlnähte unter Zug- und Scherbeanspruchung	UR3	-	10	20	50
	UR2	-	5	10	20

Nahtart	Ausnutzungs- klasse	Ausführungs-kategorie			
		EXC1	EXC2	EXC3	EXC4
Alle anderen Nähte	UR3	-	5	10	10
	UR2	-	-	5	5

a) Stumpfnähte mit teilweiser Durchschweißung (siehe einschlägigen Kerbfall in EN 1999-1-3) sind EN 1999-1-1 bei Ermüdung nicht erlaubt.

b) Betrifft nur Kehlnähte bei denen EN 1999-1-3 für innere Fehler die Bewertungsgruppe B fordert.

c) Eingeschlossen sind damit auch jene Nähte, die durch die über sie angeschlossenen Bauteile in Längsrichtung beansprucht (gedehnt) werden.

2.2. Art der zFP

Zur Durchführung der zerstörungsfreien Prüfverfahren^{3), 4), 5)} ist qualifiziertes Personal nach DIN EN ISO 9712 einzusetzen.

- **Stumpfnähte:**
 - EXC1 - Eindringprüfung (PT)
 - EXC2 - Eindring- (PT) oder Durchstrahlungs- (RT) oder Ultraschallprüfung (UT)
 - EXC3 - Eindring- (PT) und Durchstrahlungs- (RT) oder Ultraschallprüfung (UT)
 - EXC4 - Eindring- (PT) und Durchstrahlungs- (RT) oder Ultraschallprüfung (UT)
- **Teilweise durchgeschweißte Nähte:**
 - EXC1 - nicht erforderlich
 - EXC2 - Eindring- (PT)²⁾ und Ultraschallprüfung (UT)⁶⁾
 - EXC3 - Eindring- (PT)²⁾ und Ultraschallprüfung (UT)⁶⁾
 - EXC4 - Eindring- (PT)²⁾ und Ultraschallprüfung (UT)⁶⁾
- **Kehlnähte:**
 - EXC1 - nicht erforderlich
 - EXC2, EXC3 und EXC4 - Eindringprüfung (PT)

2.3 Sonstiges

- Sichtprüfung (100%) entsprechend DIN EN ISO 17637,
 - alle Schweißnähte vorhanden,
 - Form und Oberfläche (a-Maß, Poren etc.) i.O., ...
- Bei Anwendung der Durchstrahlungsprüfung muss Prüfklasse B nach DIN EN ISO 17636 erreicht werden (vgl. EN 1090-3, Pkt. 12.4.2.1)
- Für die Ultraschallprüfung von Bauteilen unter vorwiegend ruhender Belastung (SC1) gilt Prüfklasse B nach DIN EN ISO 17640.
- Zusätzliche Prüfungen bei Nichtkonformität

Falls Stichprobenprüfungen festgelegt wurden, sind diese an den Schweißnähten durchzuführen bei denen die höchsten Zugspannungen auftreten. Die Prüfergebnisse sind zu dokumentieren und in die Ausführungsunterlagen aufzunehmen. Werden bei den Stichprobenprüfungen nicht zulässige Unregelmäßigkeiten gefunden, muss der Prüfumfang folgendermaßen erhöht werden:

 - > 4% der geprüften Schweißnaht müssen repariert werden
 - ⇒ Untersuchung einer zusätzliche Prüflänge von doppeltem Umfang der ursprünglichen Prüflänge
 - > 4% der zusätzlichen Prüflänge reparaturbedürftig
 - ⇒ Prüfung der Schweißnaht über die komplette Länge

Durchgeführte Reparaturen an Schweißnähten sind erneut zu überprüfen. Sie müssen die

