



ZENTRALVERBAND
SANITÄR
HEIZUNG KLIMA



Zerstörungsfreie Schweißnahtprüfung

Dipl.-Ing. SFI Frank Kania
technischer Berater, Bundesverband Metall



Übersicht

Welche zerstörungsfreien Prüfungen werden bei Schweißnähten angewendet?

- Sichtprüfung/Visual Testing (VT)
- Farbeindringprüfung/Penetration Testing (PT)
- Magnetpulverprüfung/Magnetic Testing (MT)
- Ultraschallprüfung/Ultrasonic Testing (UT)
- Durchstrahlungsprüfung/Radiographic Testing (RT)
- (Druckprobe nach DVGW/Druckgeräterichtlinie)

Personalqualifizierung

Qualifizierung und Zertifizierung

- DIN EN ISO 9712:2012-12 „Qualifizierung und Zertifizierung von Personal der zerstörungsfreien Prüfung“
 - Drei Qualifizierungsstufen
 - gilt für alle Prüfungsverfahren (VT, PT, MT, RT, ...)

Personalqualifizierung

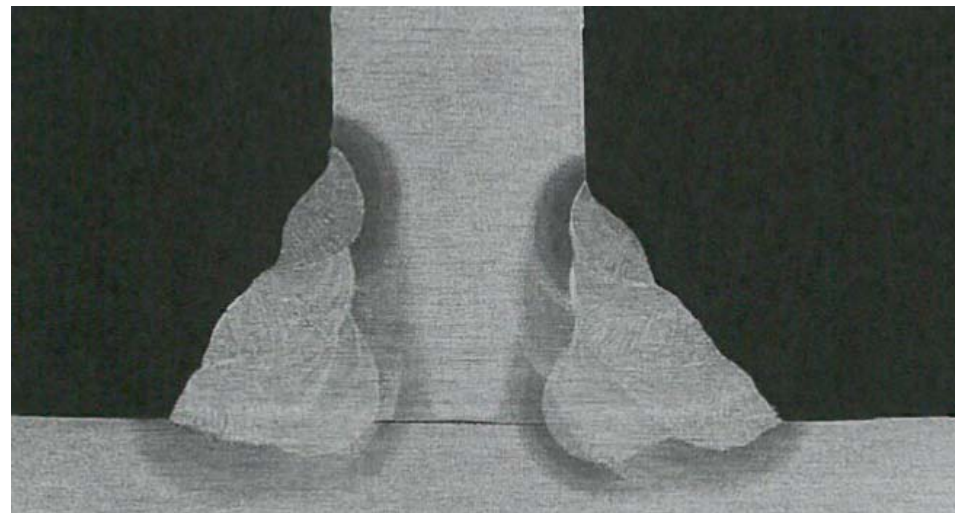
ZfP-Verfahren	Abkürzung
Schallemissionsprüfung	AT
Wirbelstromprüfung	ET
Infrarotthermografieprüfung	TT
Dichtheitsprüfung	LT
Magnetpulverprüfung	MT
Eindringprüfung	PT
Durchstrahlungsprüfung	RT
Dehnungsmessstreifenprüfung	ST
Ultraschallprüfung	UT
Sichtprüfung	VT

Bildquelle: DIN EN ISO 9712:2012-12

Zerstörungsfreie Prüfverfahren

Wann werden welche Prüfverfahren angewendet?

- In der Regel wird bei
 - Kehlnähten eine Oberflächenrissprüfung mittels PT oder MT durchgeführt

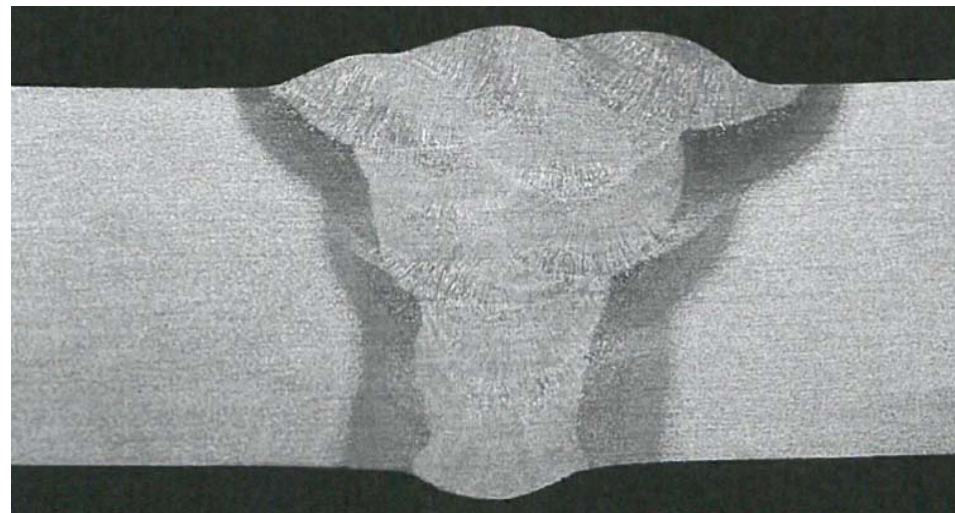


Bildquelle: Frank Kania, BVM

Zerstörungsfreie Prüfverfahren

Wann werden welche Prüfverfahren angewendet?

- In der Regel wird bei
 - Stumpfnähten eine volumenartige Prüfung mittels UT oder RT durchgeführt

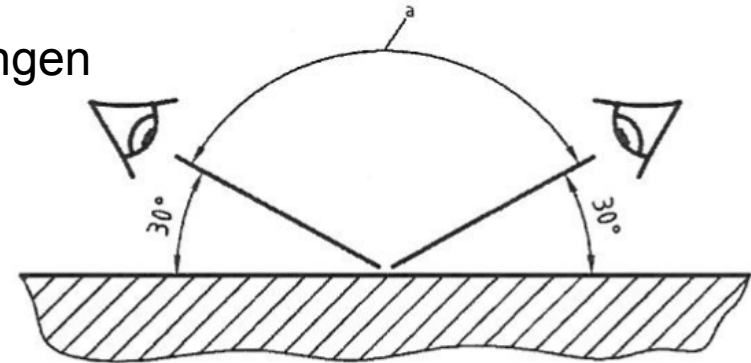


Bildquelle: Frank Kania, BVM

Sichtprüfung/Visual Testing (VT)

Sichtprüfung

- DIN EN ISO 17637:2017-04 „Sichtprüfungen von Schmelzschweißverbindungen“
 - Beleuchtungsstärke mind. 350 lx
 - max. Abstand 600 mm
 - mit dem unbewaffneten Auge
- Bewertungskriterien der Schweißnähte in Abhängigkeit des Werkstoffes:
 - für Stahl, Nickel, Titan und deren Legierungen gilt die DIN EN ISO 5817:2014-06 „Bewertungsgruppen für Unregelmäßigkeiten“
 - für Aluminium gilt die DIN EN ISO 10042:2006-02 „Bewertungsgruppen für Unregelmäßigkeiten“
 - für Kupfer gilt auch die DIN EN ISO 10042

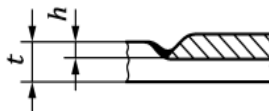


Bildquelle: DIN EN ISO 17637:2017-04

Bewertungsgruppen für Unregelmäßigkeiten

Beispiel DIN EN ISO 5817 für Stahl

Tabelle 1 — Grenzen für Unregelmäßigkeiten

Nr.	Ordnungs-Nr. nach ISO 6520-1	Unregelmäßigkeit Benennung	Bemerkungen	t mm	Grenzwerte für Unregelmäßigkeiten bei Bewertungsgruppen		
					D	C	B
1 Oberflächenunregelmäßigkeiten							
1.1	100	Riss	—	≥ 0,5	Nicht zulässig	Nicht zulässig	Nicht zulässig
1.2	104	Endkraterriss	—	≥ 0,5	Nicht zulässig	Nicht zulässig	Nicht zulässig
1.3	2017	Oberflächenpore	Größtmaß einer Einzelpore für — Stumpfnähte — Kehlnähte	0,5 bis 3	$d \leq 0,3 s$ $d \leq 0,3 a$	Nicht zulässig	Nicht zulässig
			Größtmaß einer Einzelpore für — Stumpfnähte — Kehlnähte	> 3	$d \leq 0,3 s$, aber max. 3 mm $d \leq 0,3 a$, aber max. 3 mm	$d \leq 0,2 s$, aber max. 2 mm $d \leq 0,2 a$, aber max. 2 mm	Nicht zulässig
1.4	2025	Offener Endkraterlunker		0,5 bis 3	$h \leq 0,2 t$	Nicht zulässig	Nicht zulässig
				> 3	$h \leq 0,2 t$, aber max. 2 mm	$h \leq 0,1 t$, aber max. 1 mm	Nicht zulässig

Bildquelle: DIN EN ISO 5817:2014-06

Sichtprüfung/Visual Testing (VT)

Sichtprüfung

- Es werden nur äußere (bis nach außen ragende) Fehler erkannt.
- Die Sichtprüfung ist die günstigste und schnellste Methode.
- In vielen Regelwerken reicht eine Qualifizierung der Mitarbeiter, z. B. durch Unterweisung zur Durchführung von Sichtproben. Für alle anderen Methoden benötigt man zertifiziertes Personal (Stufe 2).

Farbeindringprüfung/Penetration Testing (PT)

Farbeindringprüfung

- Durchführung von Farbeindringprüfungen
 - DIN EN ISO 3452-1:2014-09 „PT“



1. Verschmutzter Riss



2. Ideal vorgereinigt



3. Auftrag Prüfmittel



4. Zwischenreinigung



5. Entwicklerauftrag



6. Rissanzeige

Bildquelle: Karl Deutsch GmbH & Co. KG

Farbeindringprüfung/Penetration Testing (PT)

Farbeindringprüfung

- Bewertungskriterien der Schweißnähte nach DIN EN ISO 23277:2015-06 „Zulässigkeitsgrenzen“

Tabelle 1 — Zulässigkeitsgrenzen für Anzeigen

Maße in Millimeter

Anzeigentyp	Zulässigkeitsgrenzen ^a		
	1	2	3
Linienartige Anzeige <i>l</i> = Länge der Anzeige	$l \leq 2$	$l \leq 4$	$l \leq 8$
Nichtlinienartige Anzeige <i>d</i> = größter Achsendurchmesser	$d \leq 4$	$d \leq 6$	$d \leq 8$
^a Zulässigkeitsgrenzen 2 und 3 können mit einer Bindung „X“ versehen werden, wenn die nachgewiesenen linienartigen Anzeigen nach der Zulässigkeitsgrenze 1 beurteilt werden müssen. Im Vergleich zu den ursprünglichen Zulässigkeitsgrenzen kann die Nachweiswahrscheinlichkeit jedoch niedrig sein.			

Bildquelle: DIN EN ISO 17277:2015-06

Farbeindringprüfung/Penetration Testing (PT)

Farbeindringprüfung

- Zusammenhang zwischen Bewertungsgruppe nach VT und Zulässigkeitsgrenze nach PT zeigt die DIN EN ISO 17635:2017-04 „Allg. Regeln für metallische Werkstoffe“ auf

Tabelle A.2 — Eindringprüfung (PT)

Bewertungsgruppen nach ISO 5817 oder ISO 10042	Prüftechniken und -klassen nach ISO 3452-1	Zulässigkeitsgrenzen nach ISO 23277
B	Prüfklasse nicht festgelegt	2 X
C	Prüfklasse nicht festgelegt	2 X
D	Prüfklasse nicht festgelegt	3 X

Bildquelle: DIN EN ISO 17635:2017-04

Farbeindringprüfung/Penetration Testing (PT)

Farbeindringprüfung

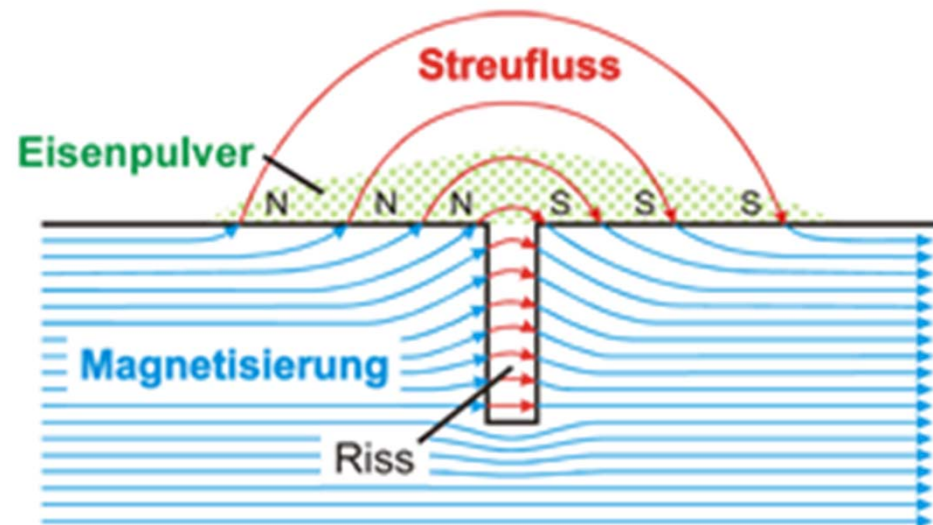


Bildquelle: Frank Kania, BVM

Magnetpulverprüfung/Magnetic Testing (MT)

Magnetpulverprüfung

- Durchführung von Magnetpulverprüfungen
 - DIN EN ISO 17638:2017-03 „MT“



Bildquelle: Karl Deutsch GmbH & Co. KG

Magnetpulverprüfung/Magnetic Testing (MT)

Magnetpulverprüfung

- Bewertungskriterien der Schweißnähte nach DIN EN ISO 23278:2015-06 „Zulässigkeitsgrenzen“

Tabelle 1 — Zulässigkeitsgrenzen für Anzeigen von Unregelmäßigkeiten

Maße in Millimeter

Anzeigentyp	Zulässigkeitsgrenzen ^a		
	1	2	3
Linienartige Anzeige <i>l</i> = Länge der Anzeige	$l \leq 1,5$	$l \leq 3$	$l \leq 6$
Nichtlinienartige Anzeige <i>d</i> = größter Achsendurchmesser	$d \leq 2$	$d \leq 3$	$d \leq 4$
^a Zulässigkeitsgrenzen 2 und 3 dürfen mit einer Endung „X“ versehen werden, wenn die nachgewiesenen linienartigen Anzeigen nach der Zulässigkeitsgrenze 1 beurteilt werden müssen. Im Vergleich zu den ursprünglichen Zulässigkeitsgrenzen kann die Nachweiswahrscheinlichkeit jedoch niedrig sein.			

Bildquelle: DIN EN ISO 17278:2015-06

Magnetpulverprüfung/Magnetic Testing (MT)

Magnetpulverprüfung

- Zusammenhang zwischen Bewertungsgruppe nach VT und Zulässigkeitsgrenze nach MT zeigt die DIN EN ISO 17637:2017-04 „Allg. Regeln für metallische Werkstoffe“ auf

Tabelle A.3 — Magnetpulverprüfung (MT)

Bewertungsgruppen nach ISO 5817	Prüftechniken und -klassen nach ISO 17638	Zulässigkeitsgrenzen nach ISO 23278
B	Prüfklasse nicht festgelegt	2 X
C	Prüfklasse nicht festgelegt	2 X
D	Prüfklasse nicht festgelegt	3 X

Bildquelle: DIN EN ISO 17635:2017-04

Magnetpulverprüfung/Magnetic Testing (MT)

Magnetpulverprüfung

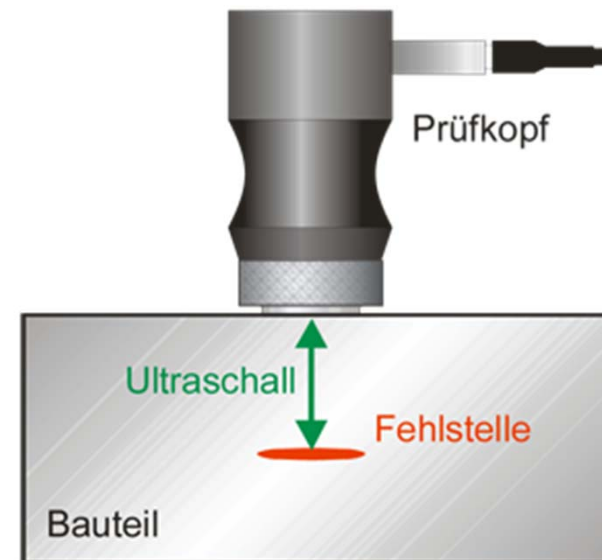
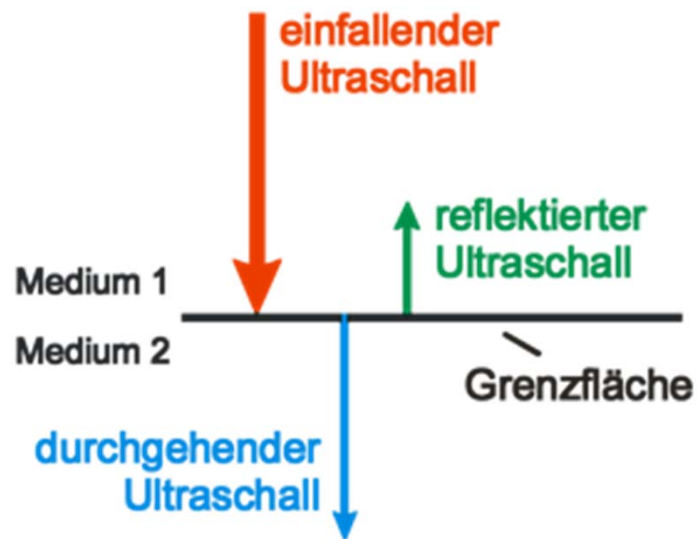


Bildquelle: Frank Kania, BVM

Ultraschallprüfung/ Ultrasonic Testing (UT)

Ultraschallprüfung

- Durchführung von Ultraschallprüfungen
 - DIN EN ISO 17640:2018-03 „UT“



Bildquelle: Karl Deutsch GmbH & Co. KG

Ultraschallprüfung/Ultrasonic Testing (UT)

Ultraschallprüfung

- Bewertungskriterien der Schweißnähte nach DIN EN ISO 17640:2018-03 „UT - Zulässigkeitsgrenzen“

Tabelle 5 — Empfohlene Prüfklassen

Prüfklasse	Bewertungsgruppe nach ISO 5817
A	C, D
B	B
C	zu vereinbaren
D	besondere Anwendung

Bildquelle: DIN EN ISO 17640:2018-03

Ultraschallprüfung/Ultrasonic Testing (UT)

Ultraschallprüfung

- Zusammenhang zwischen Bewertungsgruppe nach VT und Zulässigkeitsgrenze nach UT zeigt die DIN EN ISO 17635:2017-04 „Allg. Regeln für metallische Werkstoffe“ auf

Tabelle A.7 — Ultraschallprüfung nach dem Impuls-Echo-Verfahren (UT)

Bewertungsgruppen nach ISO 5817	Prüftechniken und -klassen nach ISO 17640 ^a	Zulässigkeitsgrenzen nach ISO 11666
B	mindestens B	2
C	mindestens A	3
D	nicht festgelegt	nicht erforderlich ^b
^a Wenn die Charakterisierung von Anzeigen gefordert ist, gilt ISO 23279. ^b UT wird nicht empfohlen, kann jedoch in einer Spezifikation festgelegt sein (mit den gleichen Anforderungen wie bei Bewertungsgruppe C).		

Bildquelle: DIN EN ISO 17635:2017-04

Ultraschallprüfung/Ultrasonic Testing (UT)

Ultraschallprüfung



Bildquelle: B&I Betriebstechnik Instandhaltung

Durchstrahlungsprüfung/Radiographic Testing (RT)

Durchstrahlungsprüfung

- Durchführung von Durchstrahlungsprüfungen
 - DIN EN ISO 17636-1:2013-05 „RT“



Bildquelle: Uni Service GmbH

Durchstrahlungsprüfung/Radiographic Testing (RT)

Durchstrahlungsprüfung

- Bewertungskriterien der Schweißnähte nach DIN EN ISO 17675-1:2017-04 „RT - Zulässigkeitsgrenzen“

Tabelle 2 — Zulässigkeitsgrenzen für innere Anzeigen in Stumpfschweißnähten

Nr.	Art der inneren Unregelmäßigkeit nach ISO 6520-1	Zulässigkeitsgrenze 3 ^a	Zulässigkeitsgrenze 2 ^a	Zulässigkeitsgrenze 1
1	Risse (100)	Nicht zulässig	Nicht zulässig	Nicht zulässig
2a	Porosität und Poren (2012, 2011) einlagig	$A \leq 2,5 \%$ $d \leq 0,4s$, max. 5 mm $L = 100$ mm	$A \leq 1,5 \%$ $d \leq 0,3s$, max. 4 mm $L = 100$ mm	$A \leq 1 \%$ $d \leq 0,2s$, max. 3 mm $L = 100$ mm
2b	Porosität und Poren (2012, 2011) mehrlagig	$A \leq 5 \%$ $d \leq 0,4s$, max. 5 mm $L = 100$ mm	$A \leq 3 \%$ $d \leq 0,3s$, max. 4 mm $L = 100$ mm	$A \leq 2 \%$ $d \leq 0,2s$, max. 3 mm $L = 100$ mm
3 ^b	Porenanhäufung (örtlich), Porosität (2013)	$d_A \leq w_p$, max. 25 mm $L = 100$ mm	$d_A \leq w_p$, max. 20 mm $L = 100$ mm	$d_A \leq w_p/2$, max. 15 mm $L = 100$ mm

Bildquelle: DIN EN ISO 17675-1:2017-04

Durchstrahlungsprüfung/Radiographic Testing (RT)

Durchstrahlungsprüfung

- Zusammenhang zwischen Bewertungsgruppe nach VT und Zulässigkeitsgrenze nach RT zeigt die DIN EN ISO 17635:2017-04 „Allg. Regeln für metallische Werkstoffe“ auf

Tabelle A.5 — Durchstrahlungsprüfung mit Filmen (RT-F)

Bewertungsgruppen nach ISO 5817 oder ISO 10042	Prüftechniken und -klassen nach ISO 17636-1	Zulässigkeitsgrenzen nach ISO 10675-1 oder ISO 10675-2
B	B	1
C	B ^a	2
D	mindestens A	3

^a Die Mindestanzahl der Durchstrahlungsaufnahmen bei der Prüfung von Rundschweißnähten darf den Anforderungen nach ISO 17636-1:2013, Klasse A, entsprechen.

Bildquelle: DIN EN ISO 17635:2017-04

Durchstrahlungsprüfung/Radiographic Testing (RT)

Durchstrahlungsprüfung



Bildquelle: ISW Technik



ZENTRALVERBAND
SANITÄR
HEIZUNG KLIMA



**VIELEN DANK FÜR
IHRE AUFMERKSAMKEIT!**

Dipl.-Ing. SFI Frank Kania
technischer Berater, Bundesverband Metall

