



FAKULTÄT FÜR
MASCHINENBAU

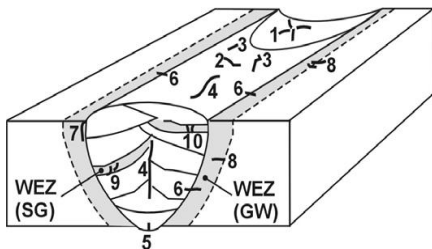
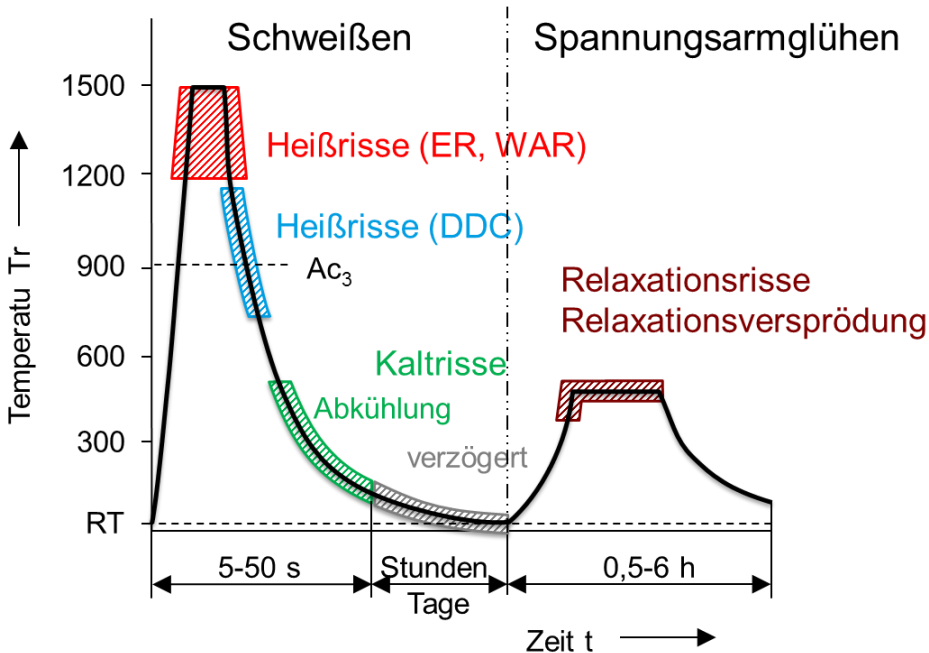
Heißrissuntersuchungen mit dem Programmierten Verformungs-Riss-(PVR-)Test

INSTITUT FÜR WERKSTOFF- UND FÜGETECHNIK
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
Universitätsplatz 2
39106 Magdeburg
iwf@uni-magdeburg.de

Ansprechpartner:
Dr.-Ing. Manuela Zinke
E-Mail: manuela.zinke@ovgu.de
Tel. +49/391/6718513
Fax. +49/391/6712037

Was sind Heißrisse

Heißrisse sind interkristalline Werkstofftrennungen, die bei hohen Temperaturen längs der Korngrenzen (Dendritengrenzen) auftreten können, wenn die Größe der Dehnungen und die Dehngeschwindigkeit ein bestimmtes Niveau überschreiten.



Ursachen:

Mangel an Verformungsvermögen infolge mikrostruktureller Merkmale und Orientierungen (in Bezug auf die Dehnungen) und infolge des Vorhandenseins spröder Verunreinigungen und niedrig schmelzender oder geseigerter Zonen

Einflussfaktoren:

- Werkstoff
- Konstruktion
- Technologie

Arten von Heißrissen

Typ 1: Seigerungsrisssbildung

(Mikroseigerungen, niedrig
schmelzende Eutektika)

Typ 1A: beim Erstarren im Schweißgut (ER)

Typ 1B: durch Aufschmelzen in der WEZ
(WAR)

Typ 1C: durch Aufschmelzen im mehrlagigen
Schweißgut (WAR)

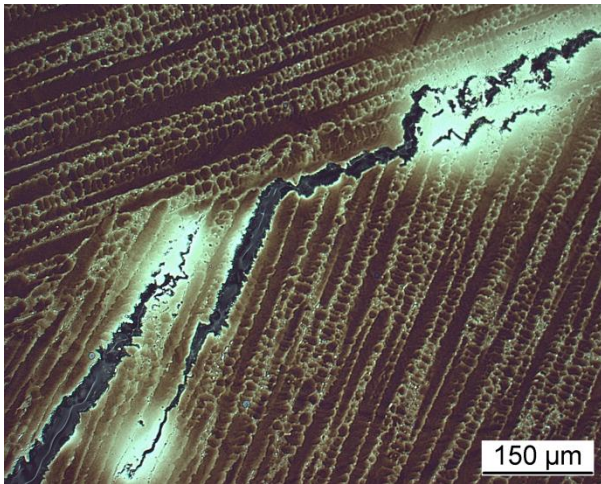
Typ 2: Risse durch Abfall der Verformbarkeit

(an Korngrenzen, die frei von
Mikroseigerungen sind)

Typ 2A: durch Verformbarkeitsabfall in der WEZ
(DDC)

Typ 1B: Rissbildung durch Verformbarkeitsabfall
im unbehandelten Schweißgut (DDC)

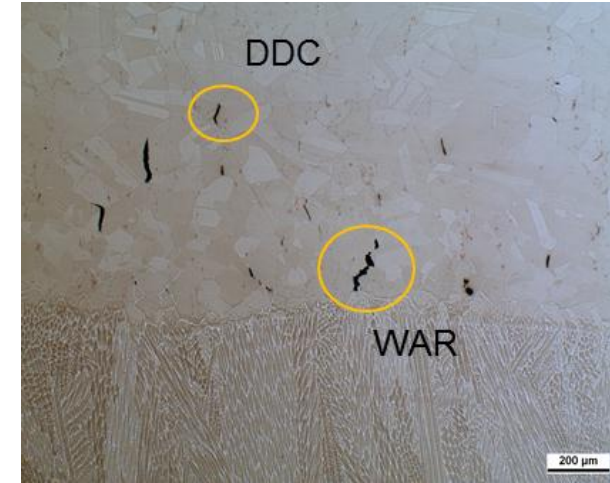
Typ 1C: Rissbildung durch Verformbarkeitsabfall
im wiedererwärmten mehrlagigen
Schweißgut (DDC)



Erstarrungsrisss Typ 1A

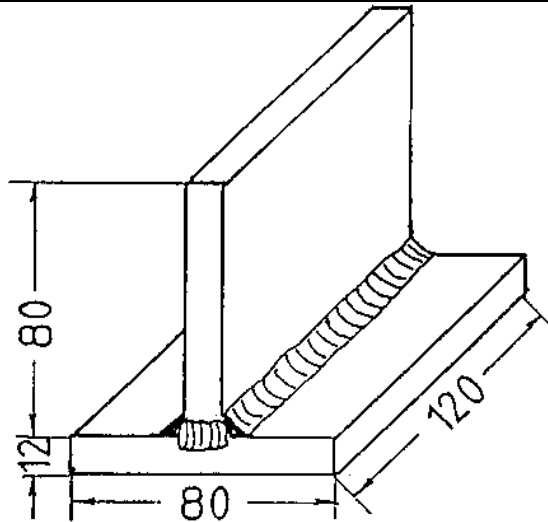


Wiederaufschmelzrisss Typ 1B



DDC Typ 2A

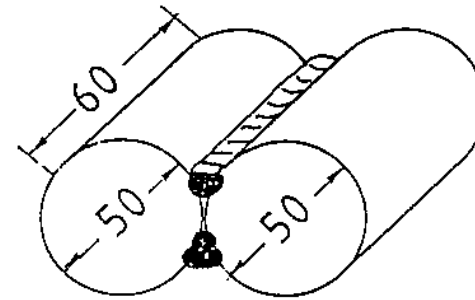
Heißrissprüfung – Selbstbeanspruchung (VdTÜV-Merkblatt 1153)



Doppelkehlnahtprobe

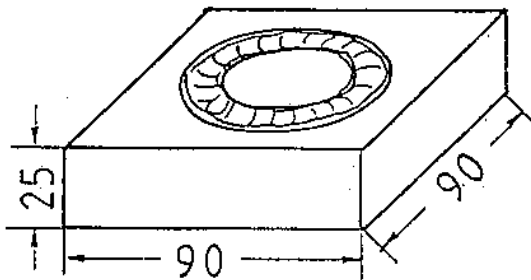
DIN 50129

DVS-Merkbl. 1004 Teil 3

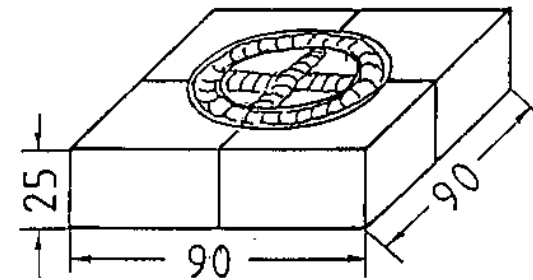


Zylinderprobe

DIN 50129



Ringnut-Probe



Ring-Segment-Probe

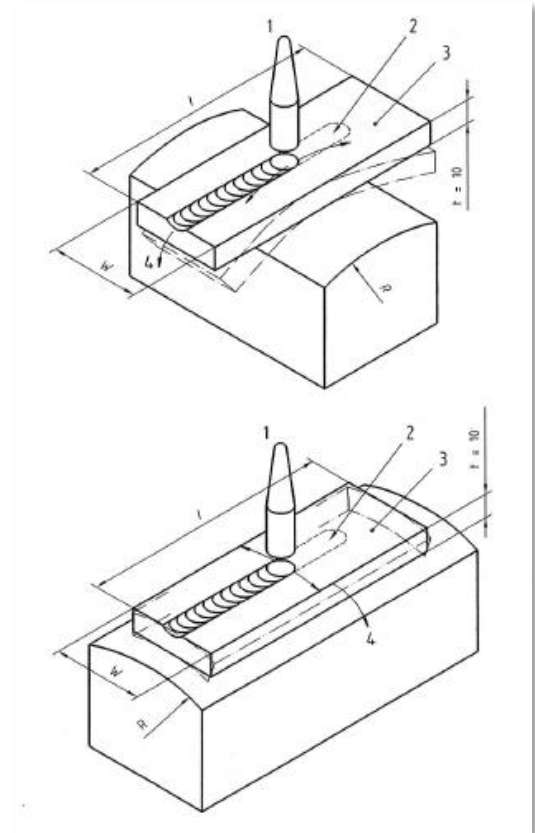
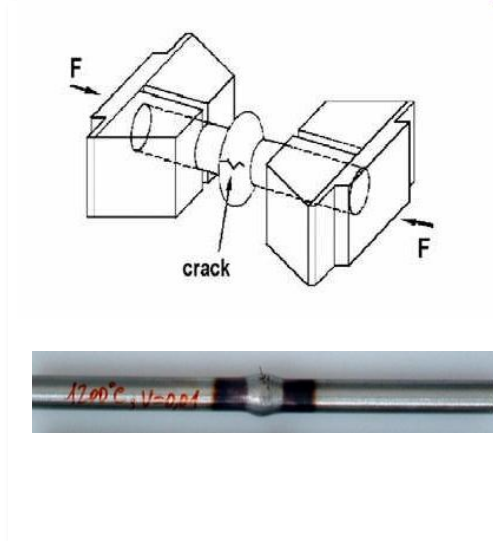
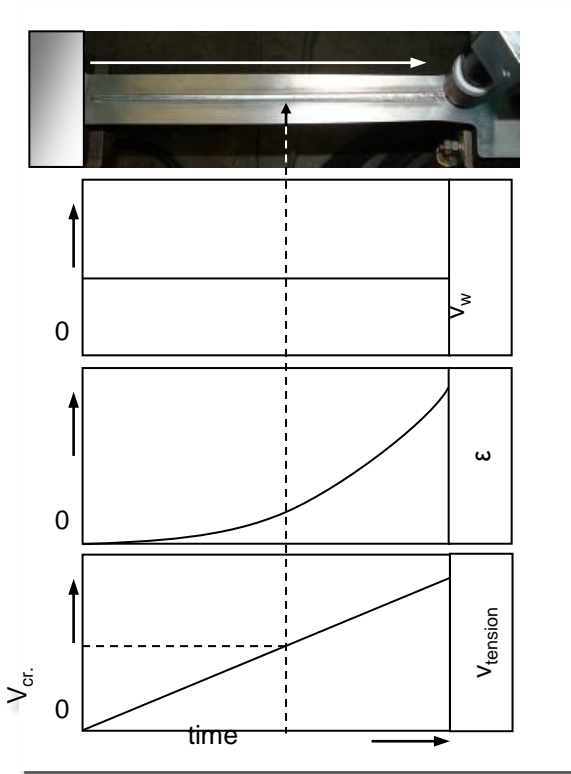
VdTÜV-Merkbl. 1153

Heißrissprüfung – Fremdbeanspruchung (ISO/TR 17641-3)

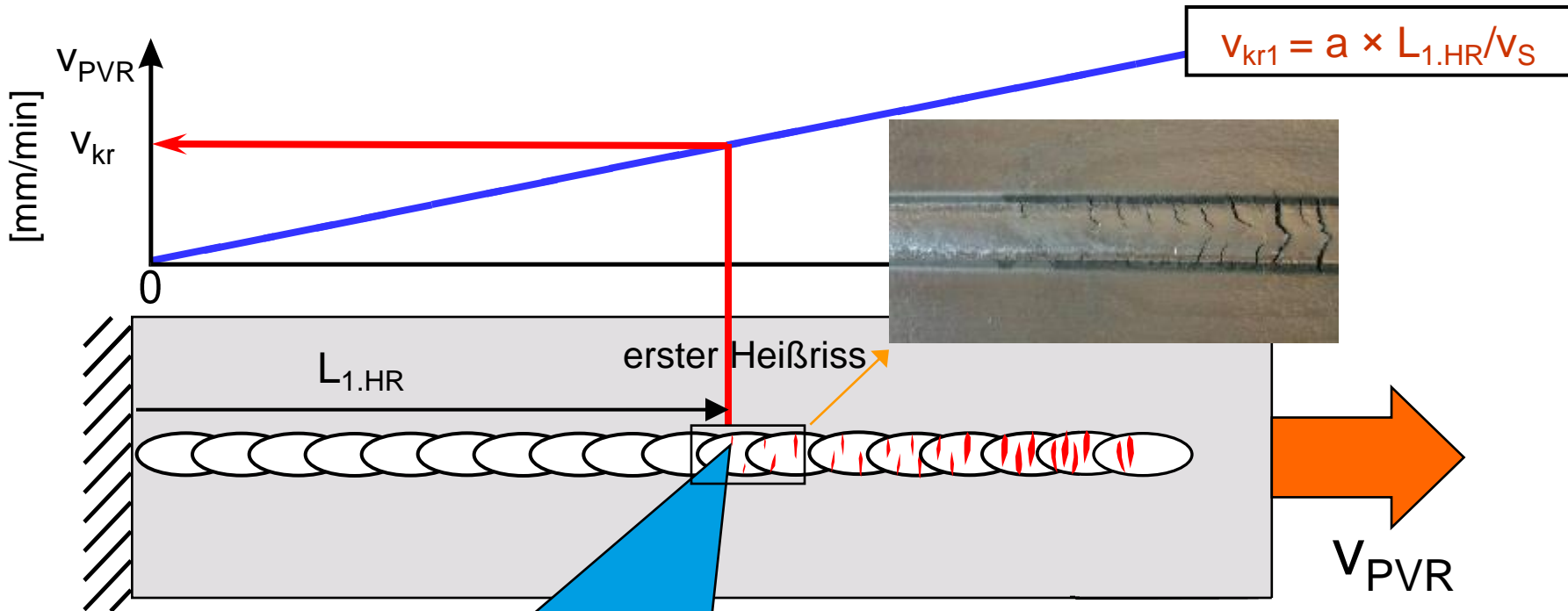
Flachzugprüfung (PVR)

Heißzugprüfung (Gleeble)

Varestraint- and Transvarestraint-Test (MVT)

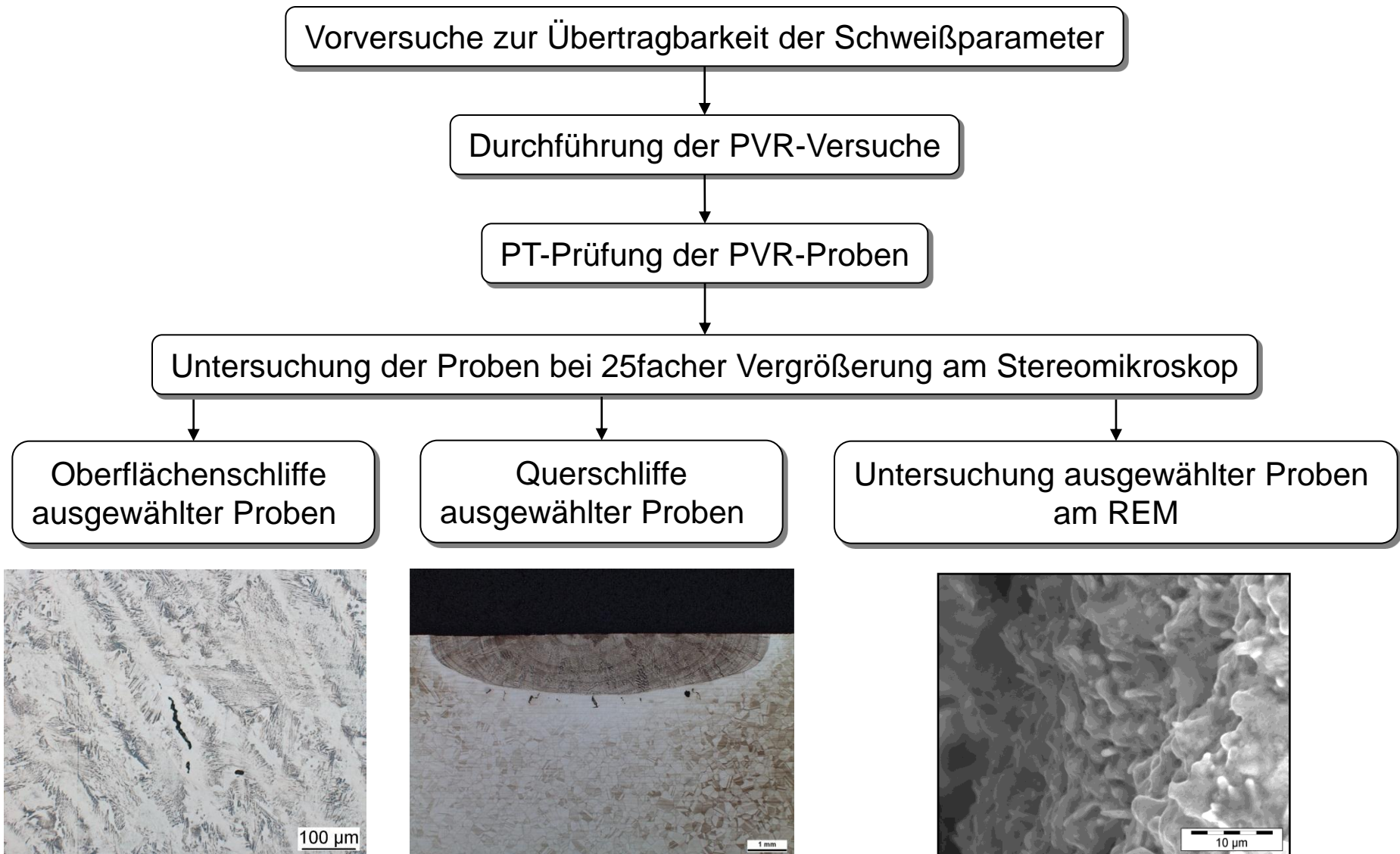


Prinzip des PVR-Heißrisstests



Die Sensibilität gegenüber dem Auftreten von Heißrissen wird durch die kritische Verformungsgeschwindigkeit v_{kr} quantifiziert und kann für alle Heißrissarten (ER, WAR, DDC) bestimmt werden

Ablaufschema bei der PVR-Prüfung



Vor- und Nachteile des PVR-Test

Vorteile

- geringer Proben-/Versuchsaufwand um die Heißrissneigung eines Werkstoffes zu quantifizieren (theoretisch reicht eine Probe)
- Möglichkeit verschiedene Schweißprozesse (WIG, MSG, E-Hand), Grundwerkstoffe, Schweißzusatzwerkstoffe und Schweißhilfsstoffe (Schutzgase, Umhüllungen, Füllstoffe) zu überprüfen
- Prüfung und Unterscheidung zwischen den drei Heißrissarten (ER, WAR, DDC)
- einfache Probengeometrie
- hohe Reproduzierbarkeit der Prüfergebnisse (v_{kr})
- Möglichkeit der Übertragung der Ergebnisse auf reale Bauteilgeometrien durch nachfolgende FEM-Simulation

Nachteile

- Schwierigkeiten beim Prüfen von Werkstoffen mit geringer Duktilität

Mögliche Varianten des PVR-Tests

PVR-Probe aus:

- Grundwerkstoff
- reinem Schweißgut
- Grundwerkstoff mit Schweißnaht



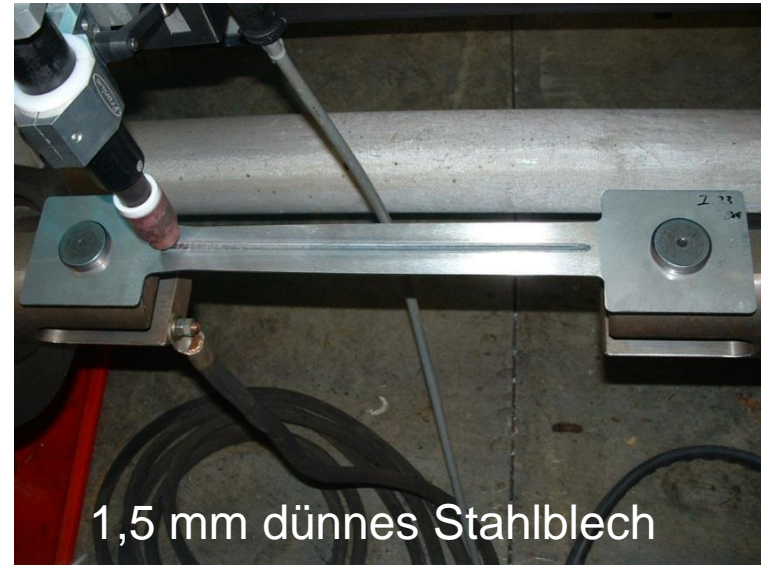
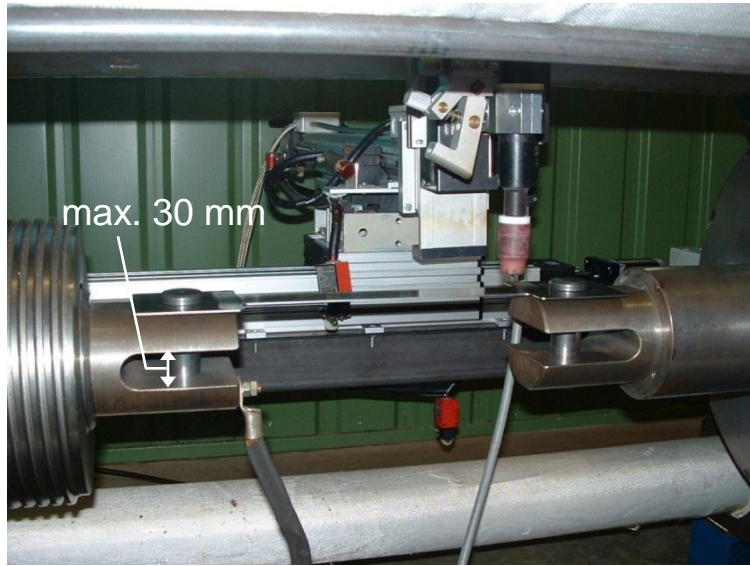
Varianten:

- WIG-Umschmelzung (Blindraupe) der PVR-Probe
- WIG-Auftragschweißraupe (Kalt- oder Heißdraht) auf PVR-Probe
- MAG-Auftragschweißraupe auf PVR-Probe

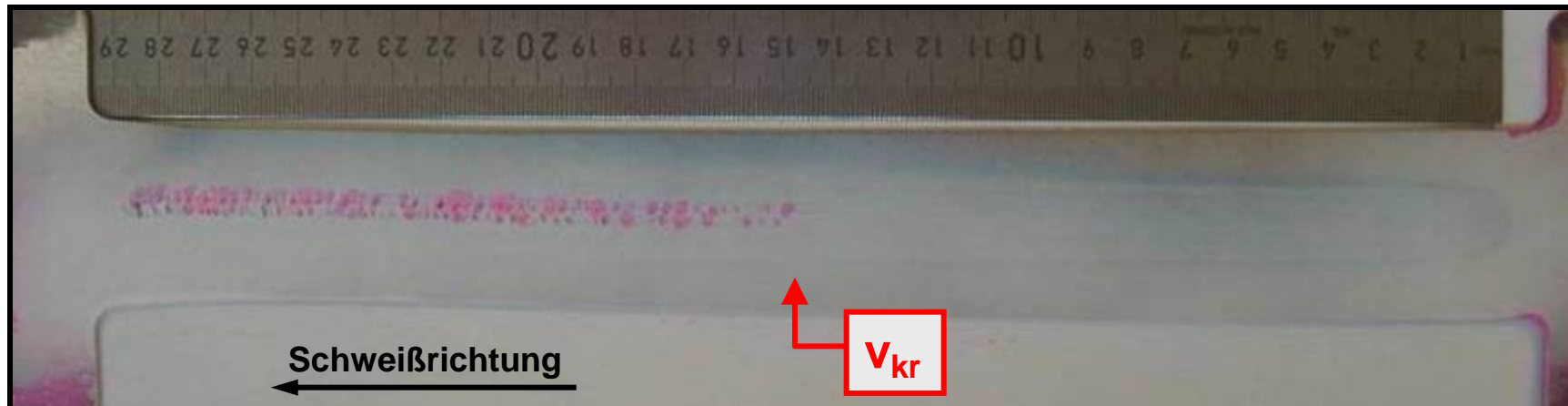
Variable Parameter

- Grundwerkstoff
- Zusatzwerkstoff
- Hilfsstoff (Schutzgas)
- Schweißparameter (I_S , U_S , v_S)

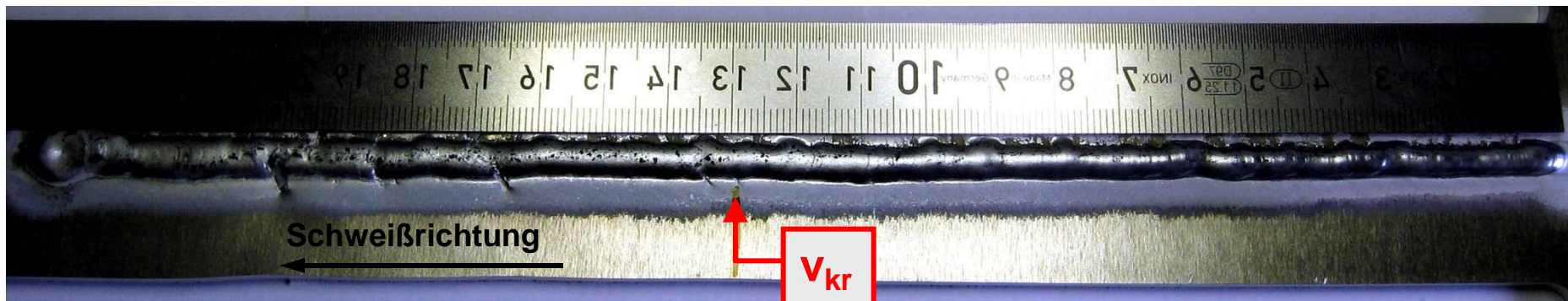
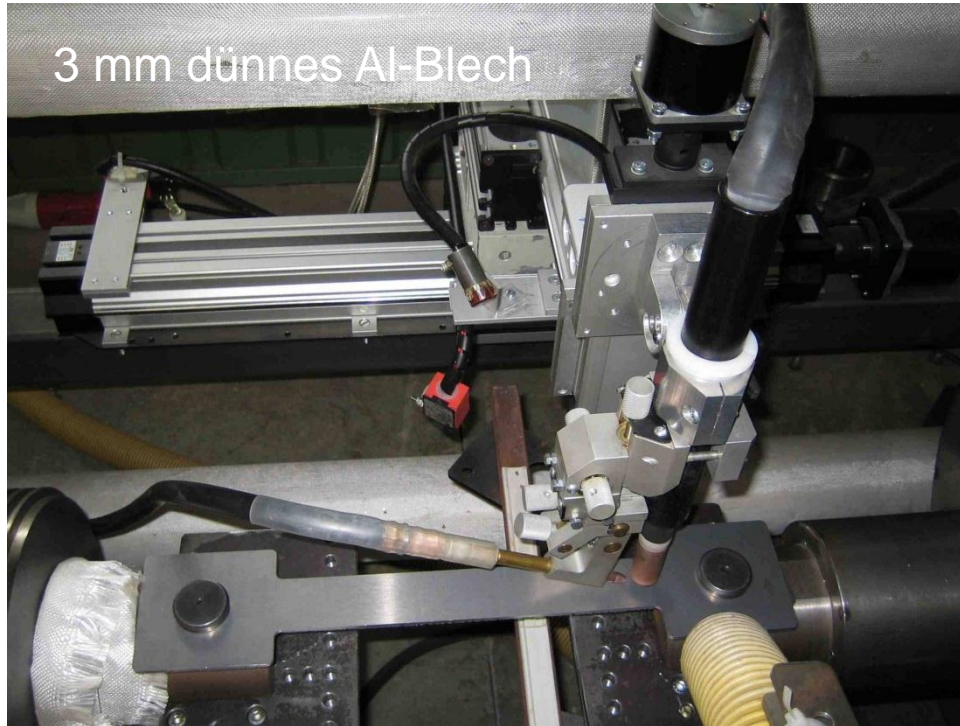
Beispiel für Variante 1: WIG-Umschmelzung



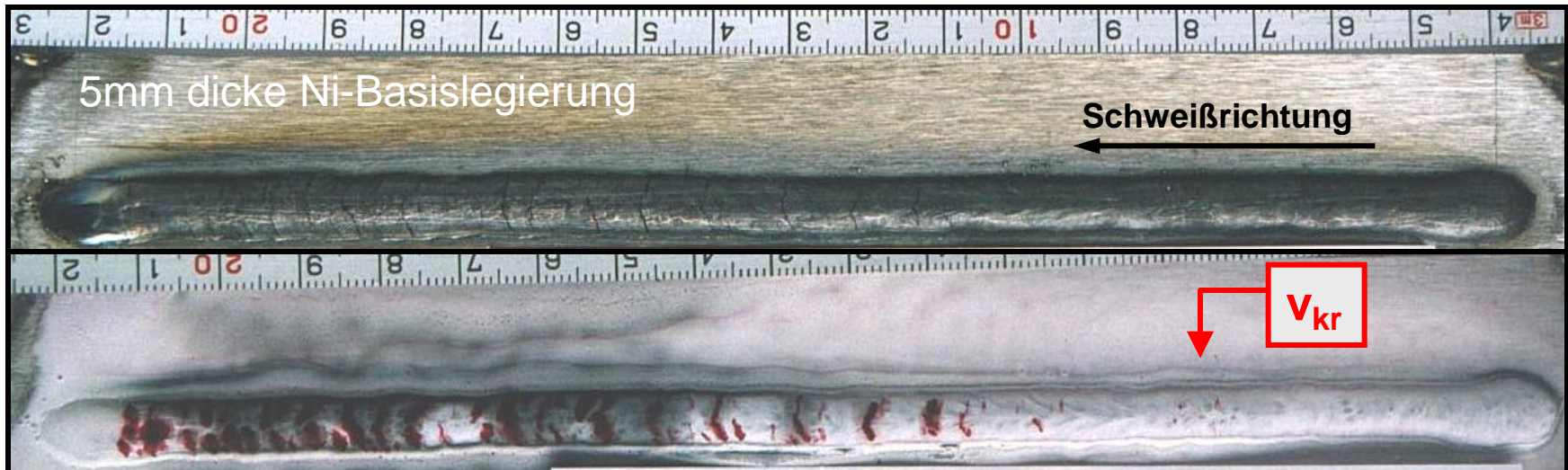
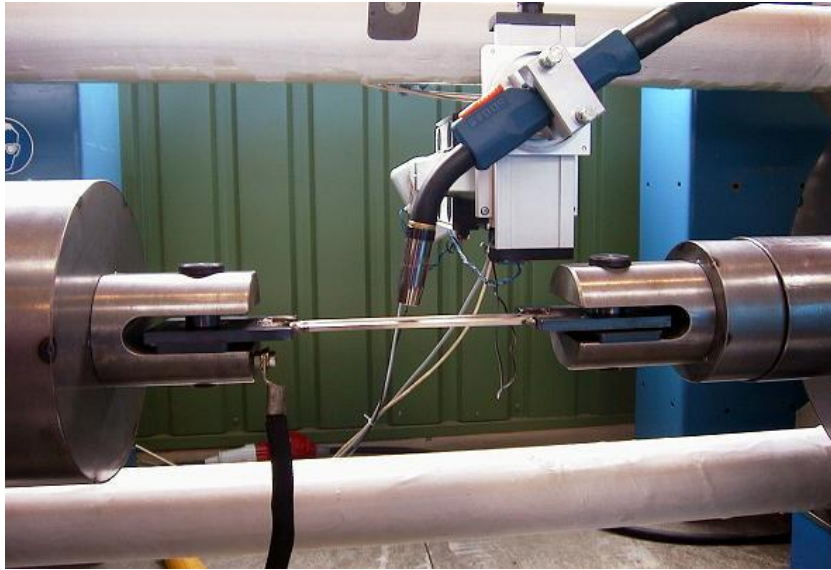
PT-Prüfung zum Nachweis des ersten Makrorisses



Beispiel für Variante 2: WIG-Kaltdraht-Auftragraupe



Beispiel für Variante 3: MAG-Auftragraupe



Stereomikroskopauswertung einer WIG-Umschmelzung

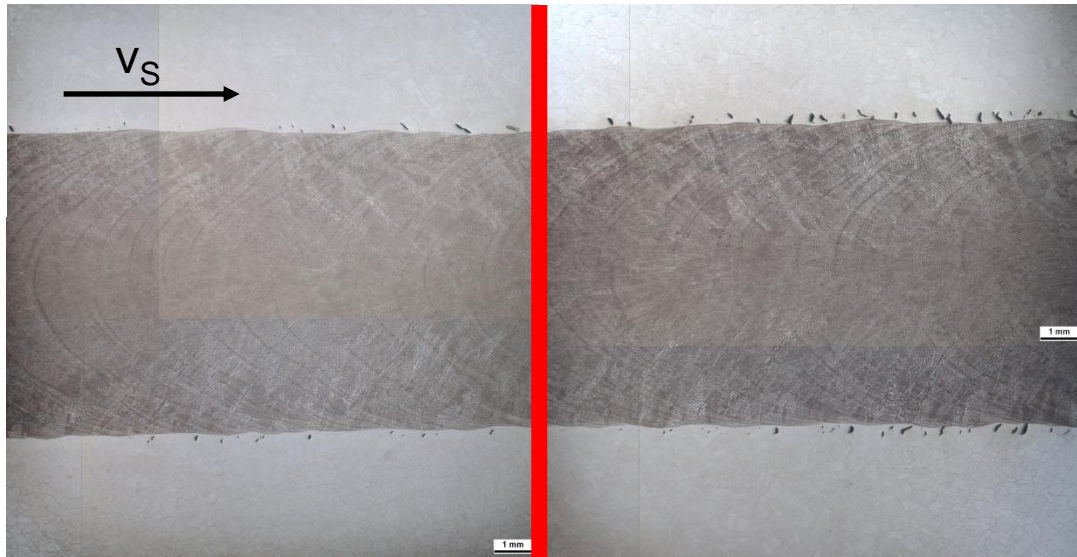


25fache Vergrößerung
ER Typ1A



25fache Vergrößerung
DDC Typ 2A

Oberflächen-Mikroschliffe zur Identifizierung der Art der ersten Heißrisse



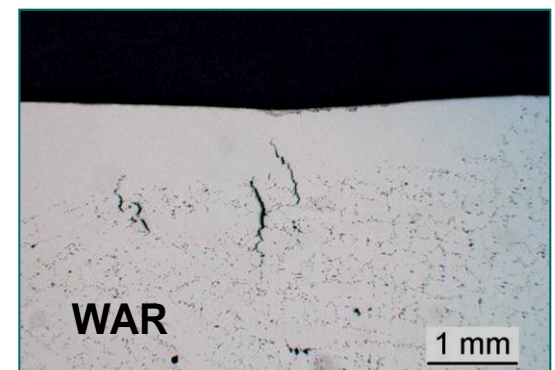
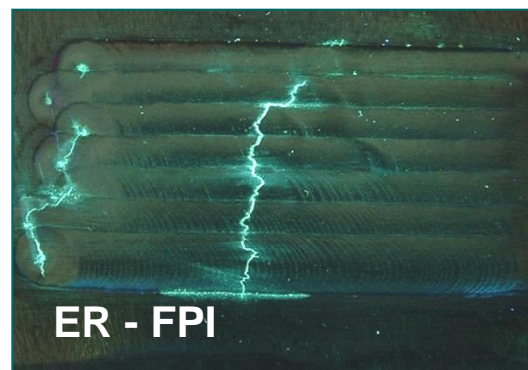
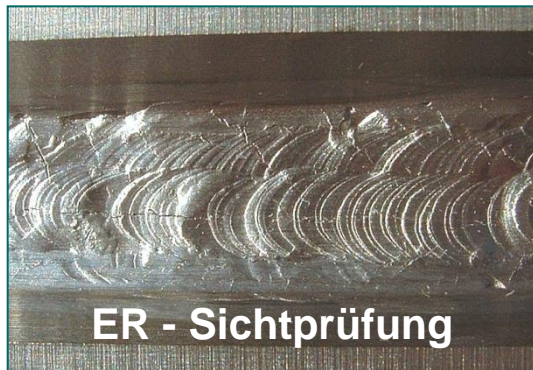
Diese Probe zeigt WAR als erste Heißrisse!



INSTITUT FÜR WERKSTOFF- UND FÜGETECHNIK
Lehrstuhl Fügetechnik

Bewertung von Rissen in Schweißungen nach ISO 5817:2003

Unregelmäßigkeit	Bemerkungen	Grenzwerte für Unregelmäßigkeiten bei		
		D (niedrig)	C (mittel)	B (hoch)
Oberflächenunregelmäßigkeiten				
Riss	-	nicht zulässig	nicht zulässig	nicht zulässig
Endkraterriss	-	nicht zulässig	nicht zulässig	nicht zulässig
Innere Unregelmäßigkeit				
Riss	alle Arten von Rissen, ausgenommen Mikro- und Endkraterrisse	nicht zulässig	nicht zulässig	nicht zulässig
Mikroriss	ein Riss gewöhnlich nur sichtbar unter dem Mikroskop (50fach)	zulässig	Zulässigkeit hängt ab von der Art des Grundwerkstoffes und von dessen Rissanfälligkeit	



www.ovgu.de/iwf

