

Schadensfälle aus der Sicht eines Sachverständigen

Referent: Peter Gerster ö.b.u.v. Sachverständiger für Schweißtechnik

**Pfuschen wir schon,
oder schweißen wir noch?**

**Aus Fehlern lernen – aus der Sicht eines
Sachverständigen**

- **Typische Schadensfälle verursacht durch Handfertigkeitsfehler**
- **Schadensfälle aufgrund ungenügender Vorgaben**
- **Geeignete Wärmeführung beim Schweißen hochfester Feinkornstähle**
- **Typische Ermüdungsschäden und deren Vermeidung**

Obwohl das technische Wissen über die von vielen Einflüssen geprägte Eigenschaft „*Tragfähigkeit*“ von geschweißten Metallkonstruktionen heute im wesentlichen als gesichert gilt, nehmen Schäden an geschweißten Konstruktionen in fast allen Anwendungsbereichen leider nicht ab. Die Ursachen dafür sind vielfältig.

Es nehmen Schäden zu, die vor allem durch ungenügende schweißtechnische Vorgaben der Konstruktion entstanden sind. Solche unzureichenden Vorgaben ziehen häufig eine mangelhafte Ausführung nach sich.

An Beispielen aus der Praxis wird gezeigt, dass viele Schäden an Schweißkonstruktionen auf banale Ursachen zurückzuführen sind.

Mögliche Versagensursachen:

Das Versagen von geschweißten Bauteilen kann auf verschiedene Ursachen zurückgeführt werden:

- **falsche Belastungsannahmen**
- **falsche Werkstoffauswahl**
- **unzureichende Berücksichtigung des Kraftlinienverlaufes**
- **falsche Werkstoffauswahl bei Beanspruchung in Dickenrichtung**
- **unzureichende Güte der Schweißverbindung**
- **Nichtberücksichtigung der Einsatztemperatur**
- **Fehler bei der Aufbringung der Beschichtungsstoffe**
- **Fehleinschätzung der Bauteilstabilität**
- **Fehleinschätzung der Ermüdungsbelastung**

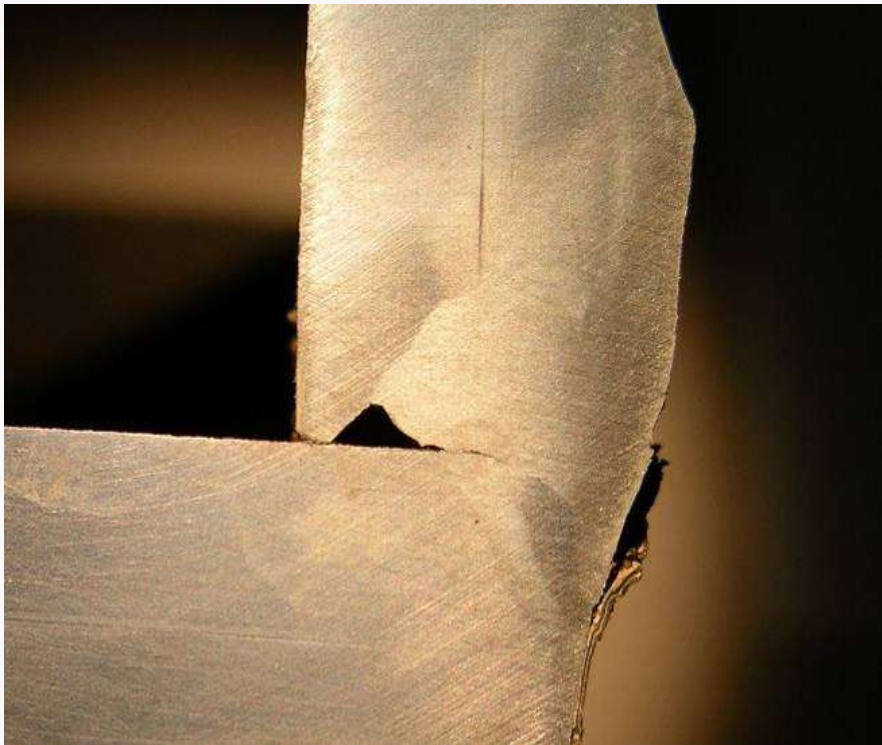
Was waren die häufigsten Fehler?

- **Bindefehler (Flanken-, Wurzel-, Lagen-)**
- **schlechte Schweißnahtvorbereitung**
- **ungenügende Durchschweißung**
- **Ermüdungsrisse**
- **Konstruktive Fehler**

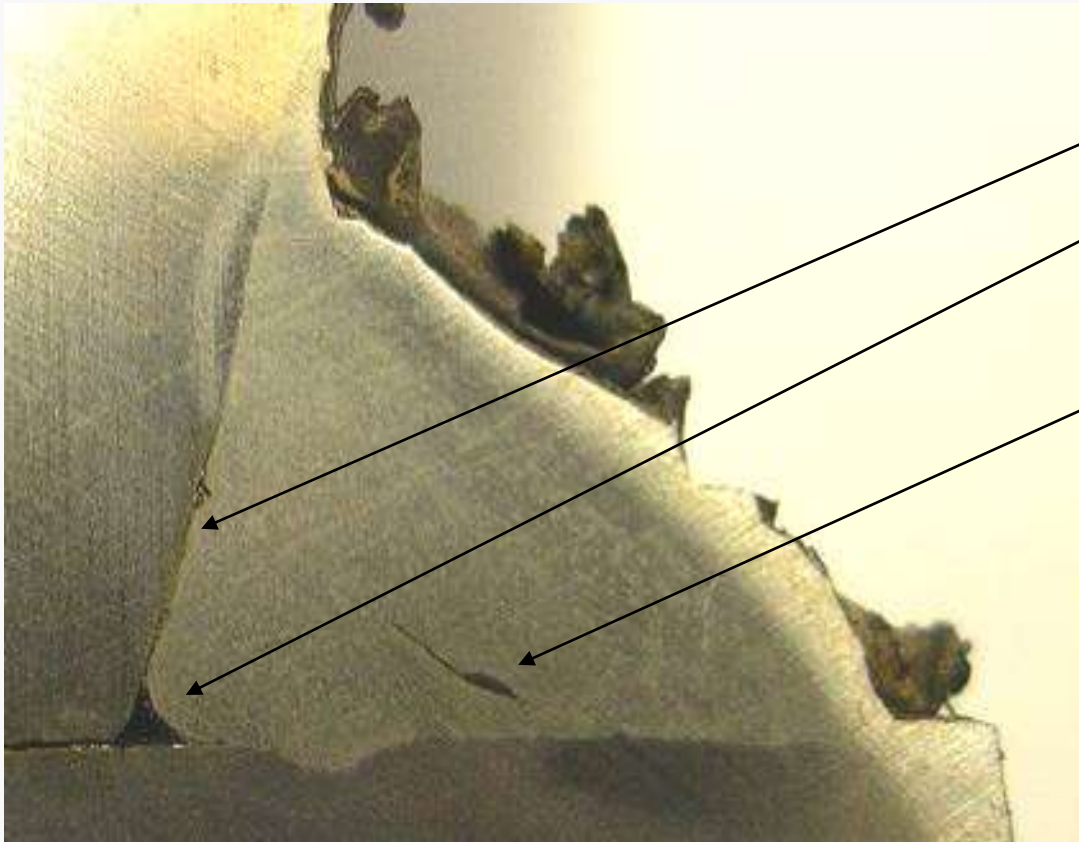
Was waren die häufigsten Ursachen?

- **Handfertigungsfehler der Schweißer**
- **ungenügende Zeichnungsangaben**
- **konstruktive Ausführungsfehler**

Beispiel Bindefehler an einem Fahrzeugrahmen



Beispiel Bindefehler an einem Fahrzeugrahmen



- Flankenbindefehler
- Nicht durchgeschweißte Wurzel
- Lagenbindefehler

Gerissene Schweißnaht an einem Hydraulikzylinder eines Kranes



Gerissene Schweißnaht an einem Hydraulikzylinder eines Kranes





Bruchfläche auf der Zylinderaugenseite

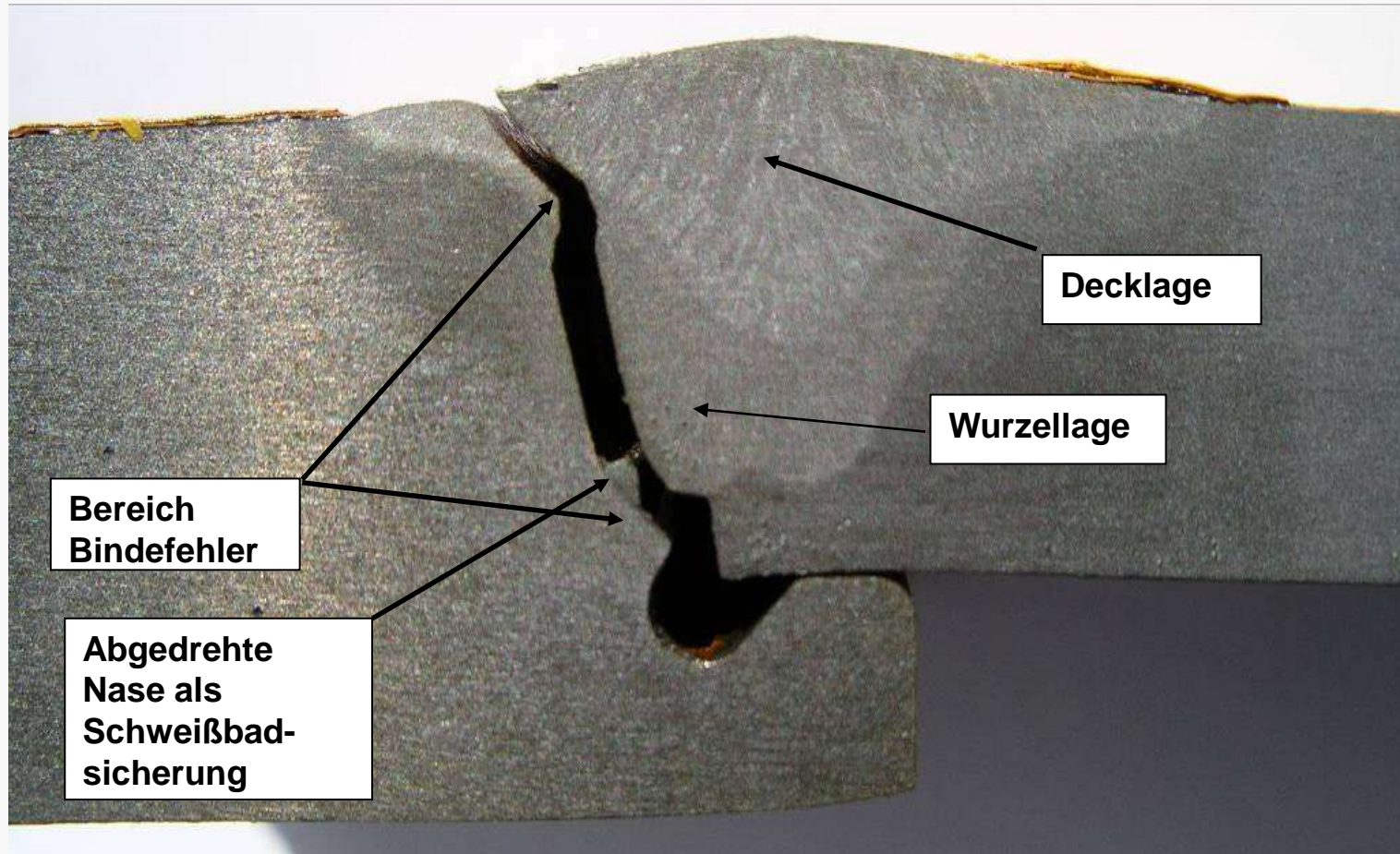


Bruchfläche auf der Rohrseite mit Drehriefen auf der Schweißnaht



**Nicht durchgeschweißte Wurzel
mit Ansatzfehler**

**Beginn – Ende des Dauerbruches mit
Rastlinien**

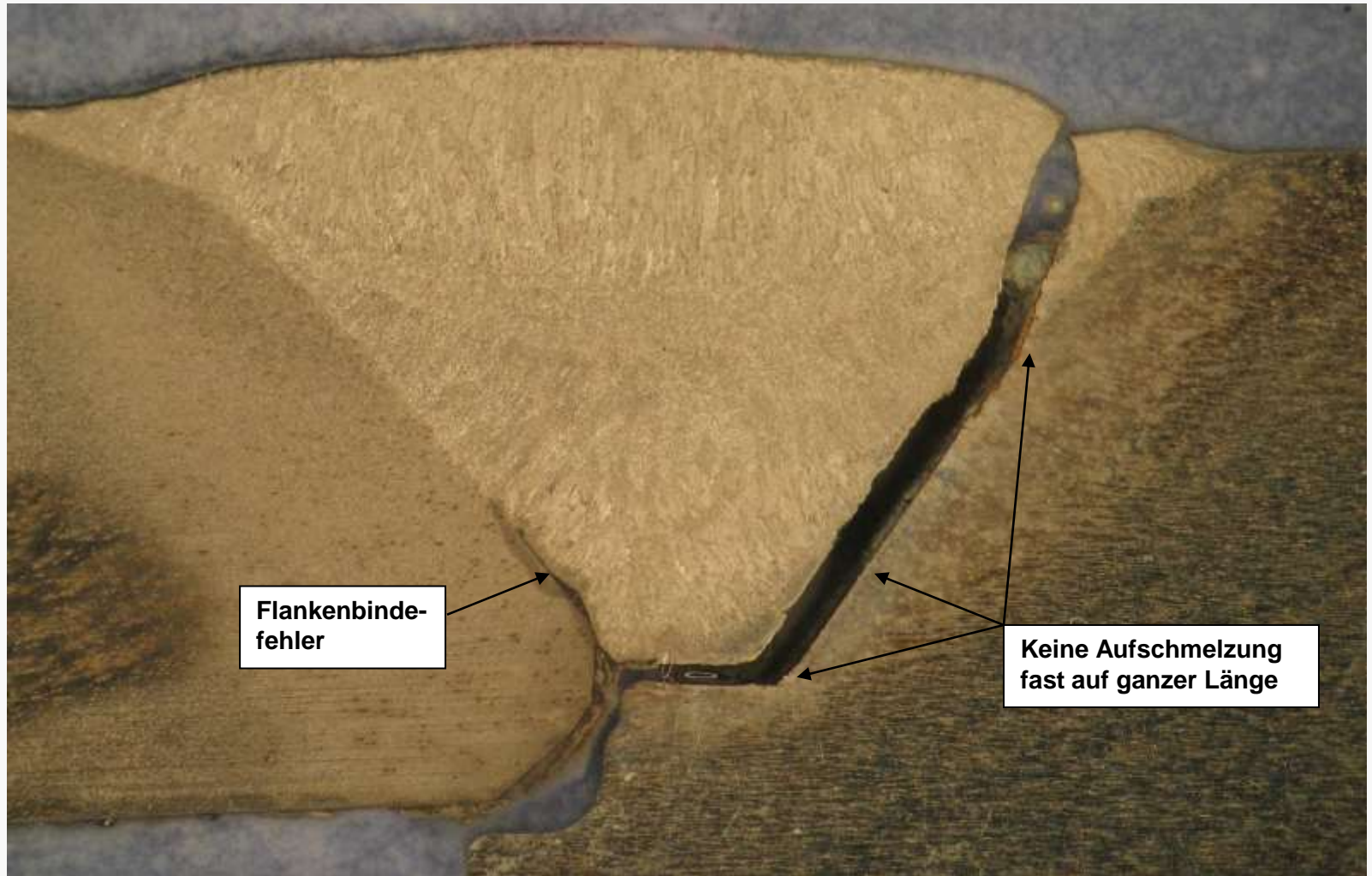


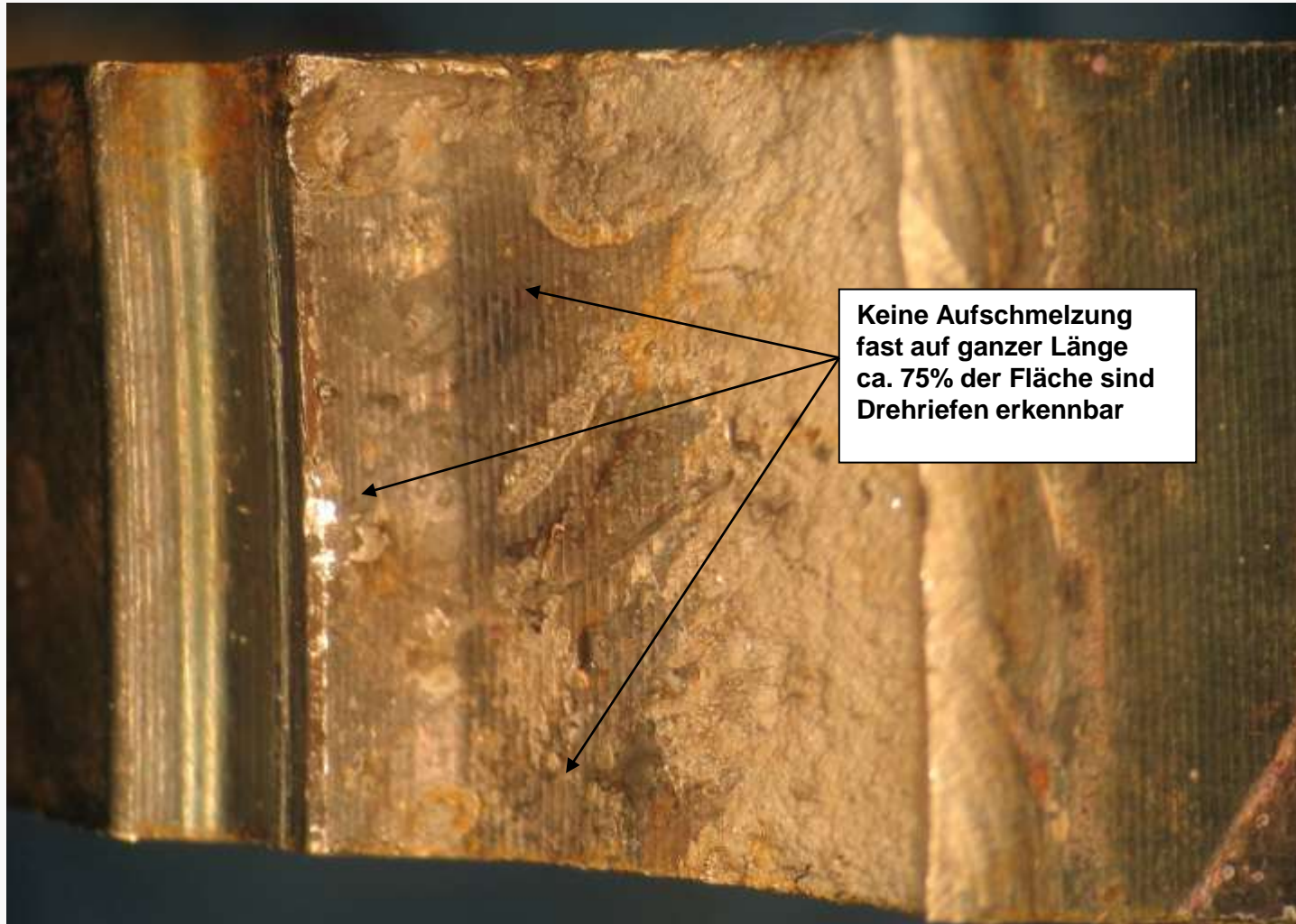
Makroschliff der gerissenen Schweißverbindung mit Bindefehler





2.Zylinder
gleicher
Firma





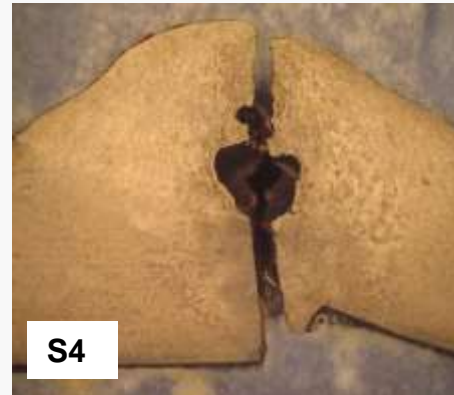
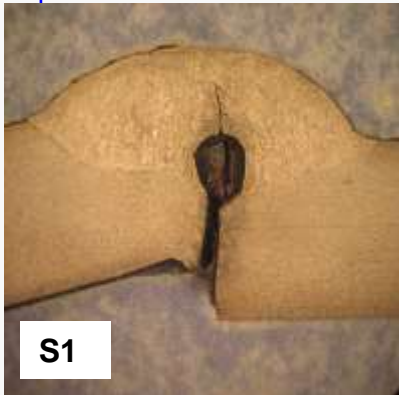
Beispiel gerissener Warmwasserboiler



Riss



Beispiel gerissener Warmwasserboiler



S1

S2

S4

S5

Beispiel gerissener Warmwasserboiler



S3



**Undichte
Kühlergehäuse
infolge
ungenügender
Zeichnungsangaben**

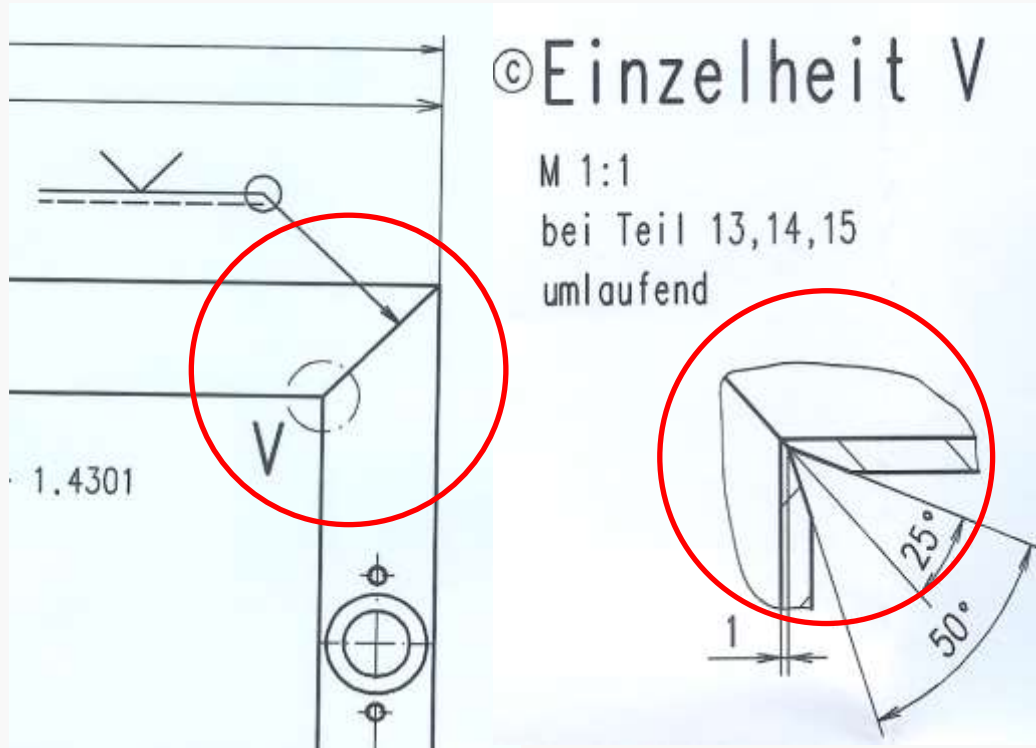
Risse an den Quernähten bei den aufgeschweißten Verstärkungen



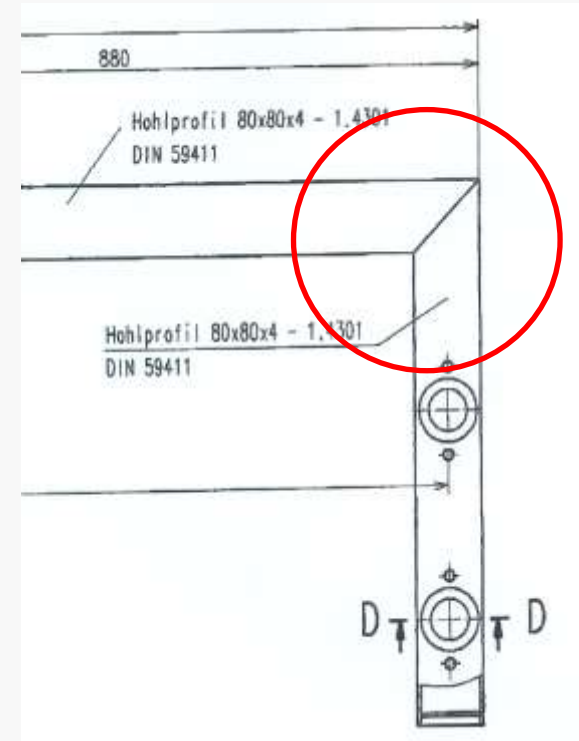
ungenügende
Durchschweißung



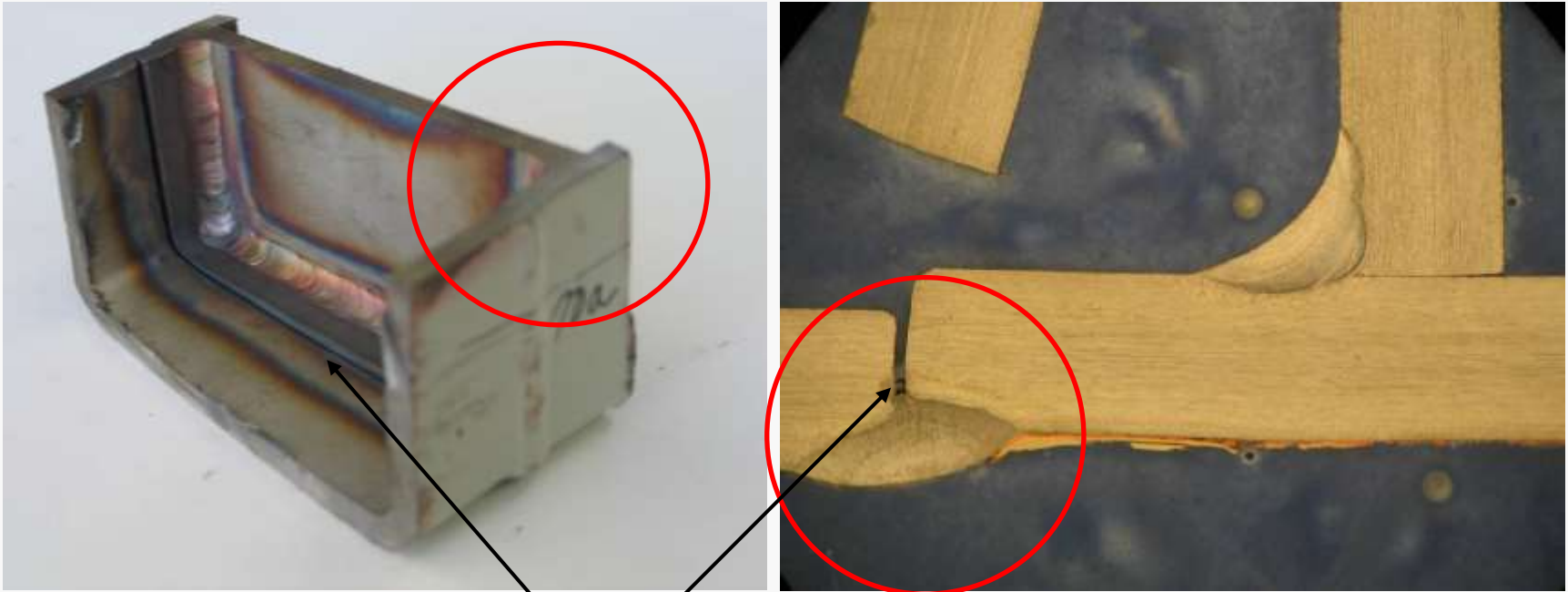
Schaden an Kühlleitungen durch ungenügende Schweißnahtangaben



Zeichnung mit exakten Angaben

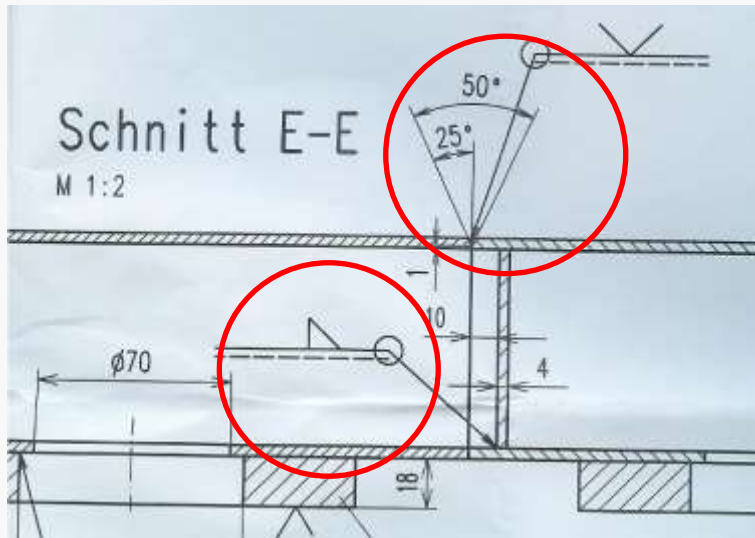


Zeichnung ohne Angaben

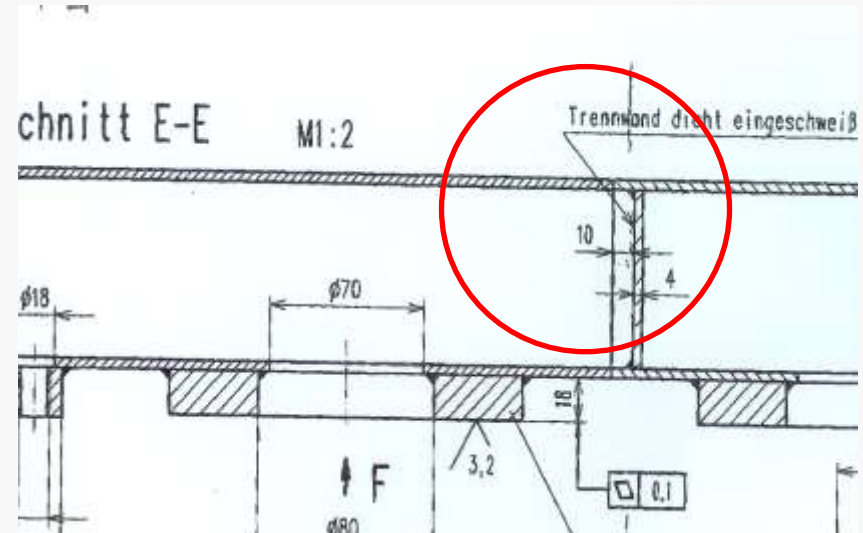


Stumpfstoß nicht durchgeschweißt

Schaden an Kühlleitungen durch ungenügende Schweißnahtangaben



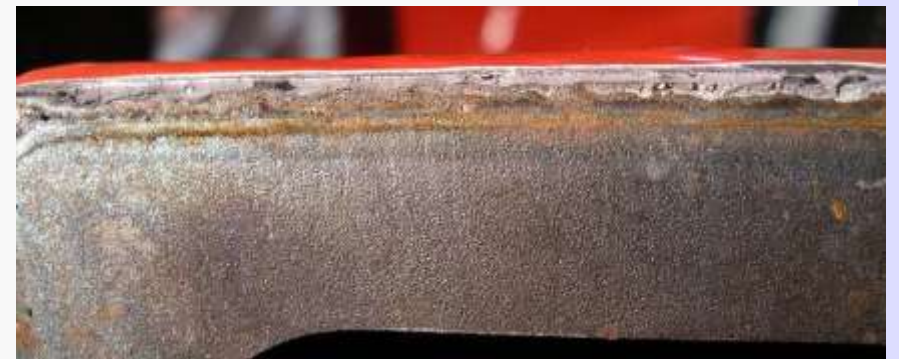
Zeichnung mit exakten Angaben



Zeichnung ohne näheren Angaben

Umgekipptes Fahrzeug bringt gravierende Schweißnahtfehler zur Ansicht





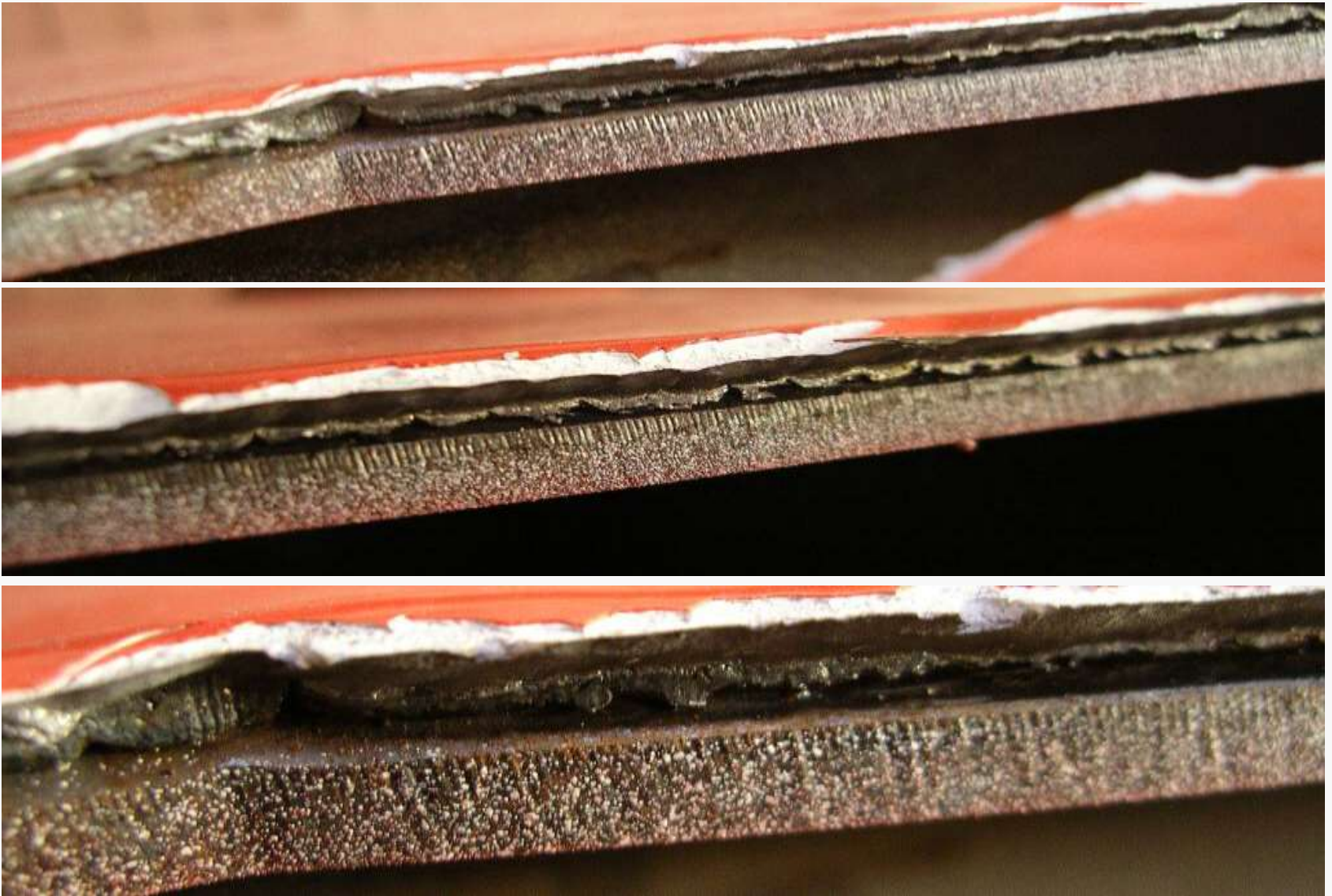
Gerissenes Tragrohr

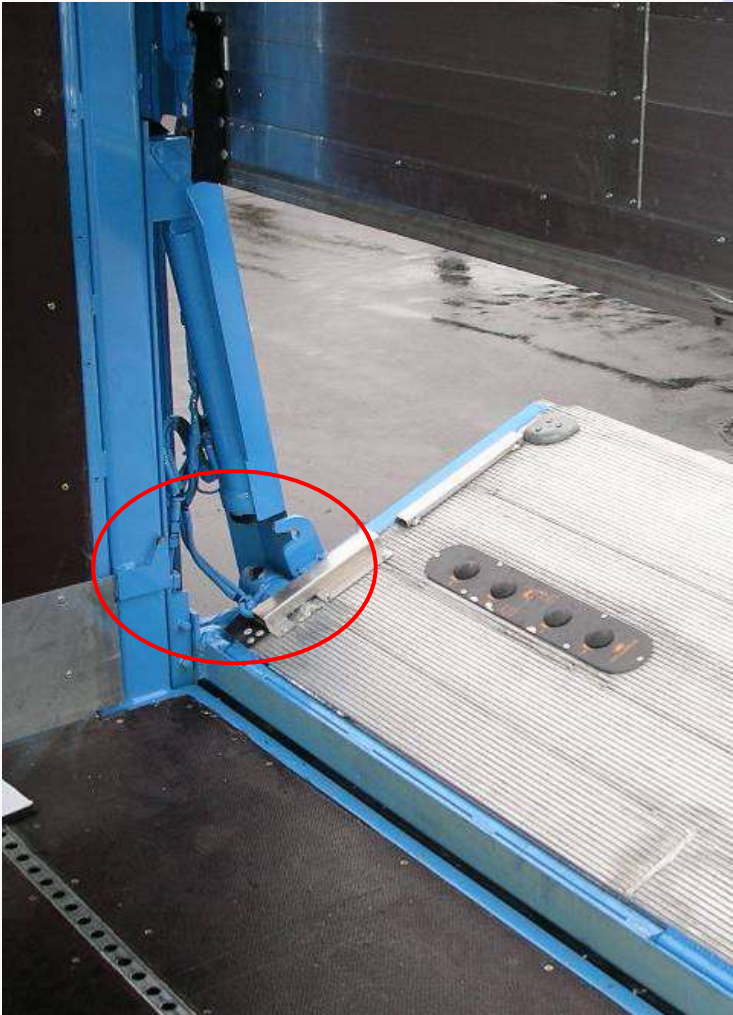


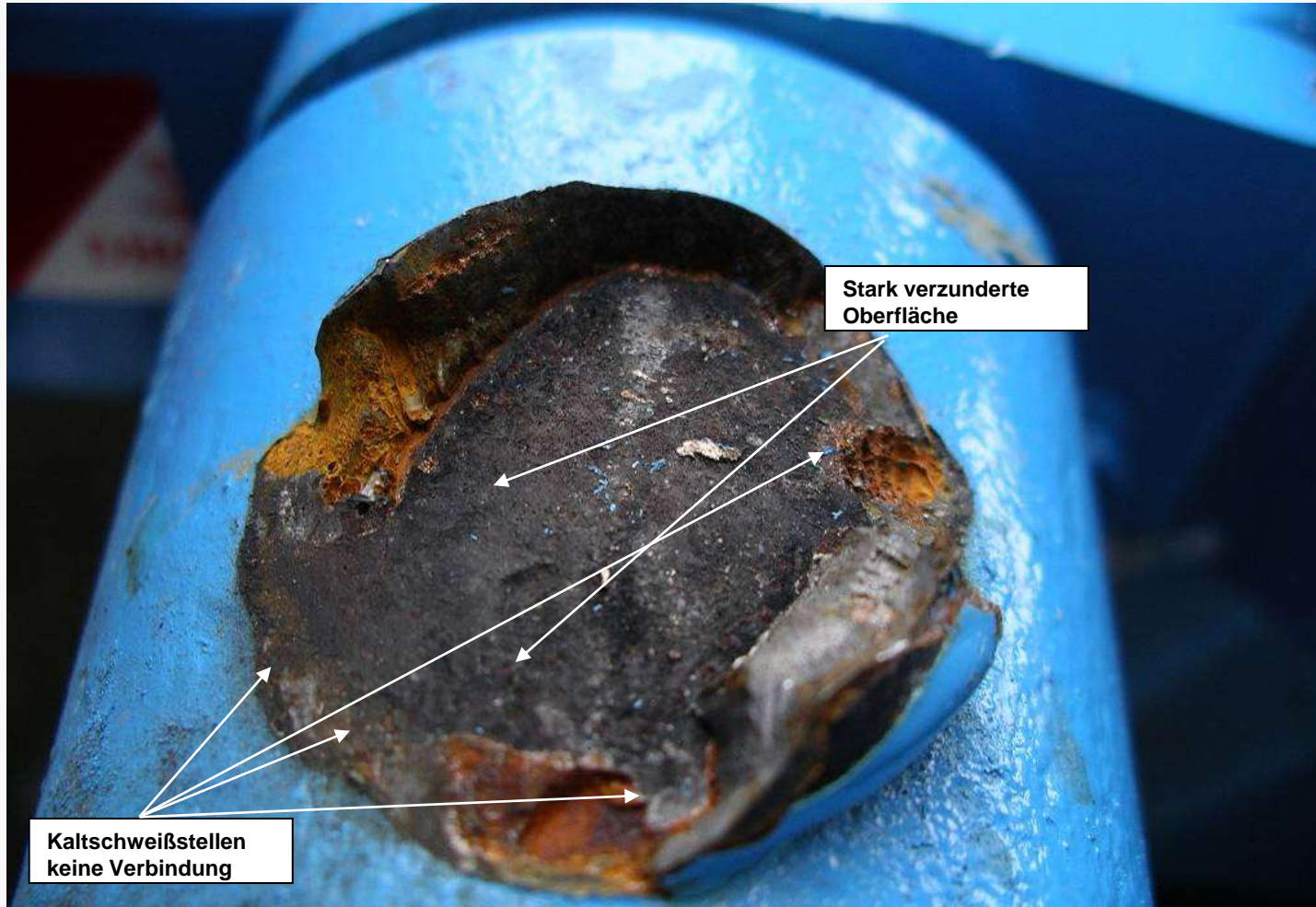
**Fast komplette Schweißkantenvorbereitung
noch sichtbar, sowie Porennester**



Eingerissenes Kopfstück







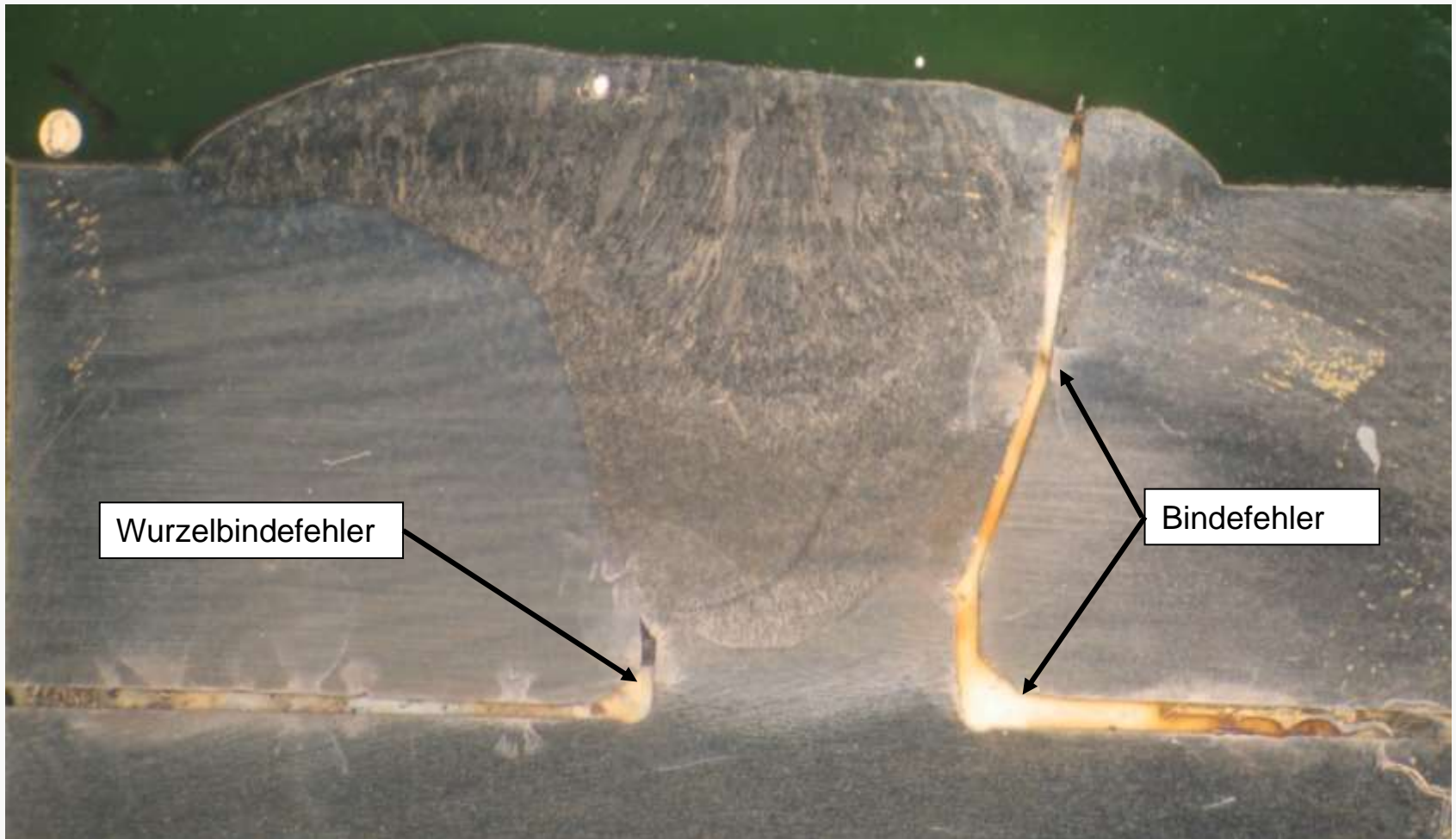








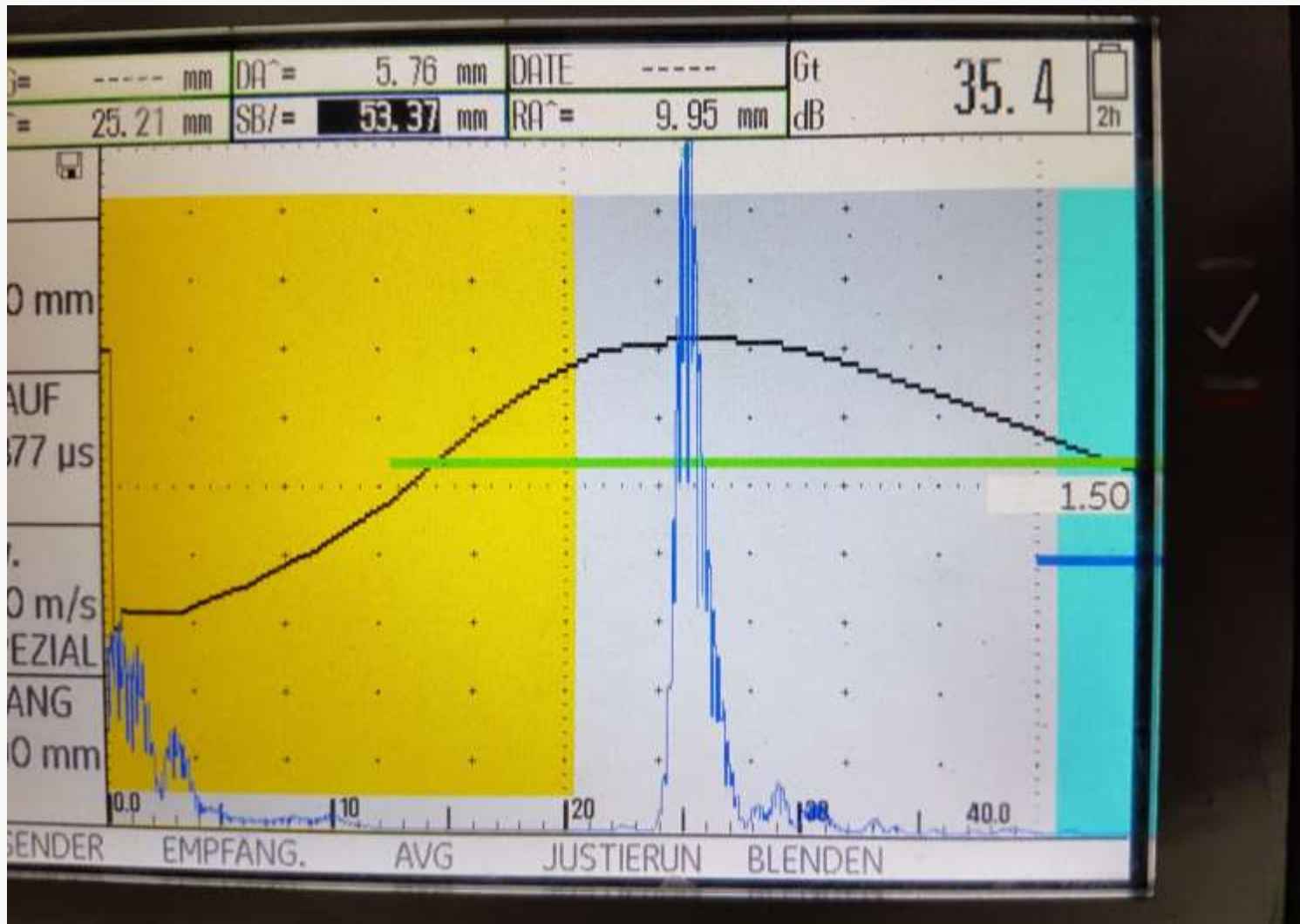
Blick auf die Bruchfläche



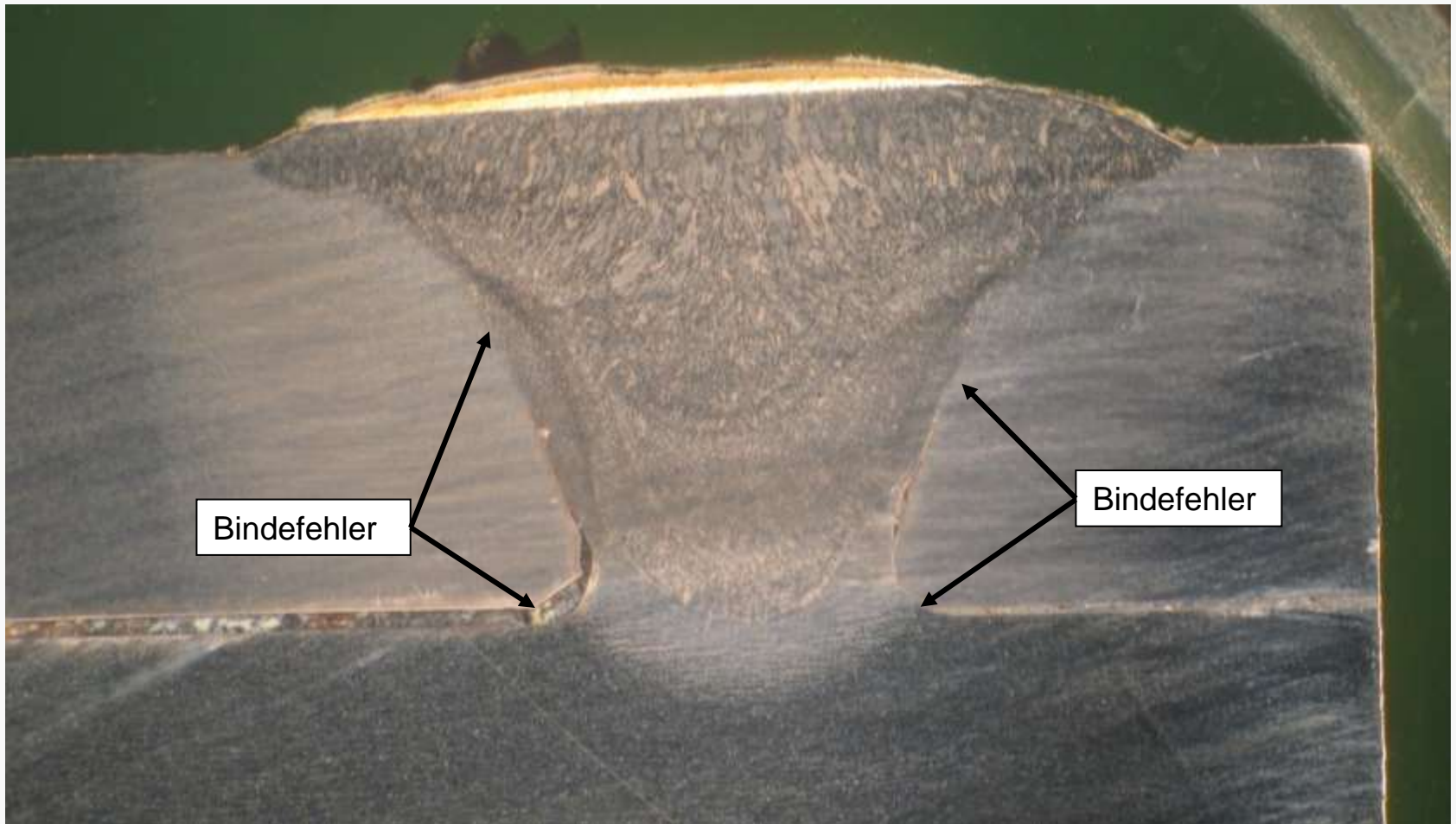
Makroschliff durch die gerissene Schweißnaht



Ultraschallprüfung an der Serienachse



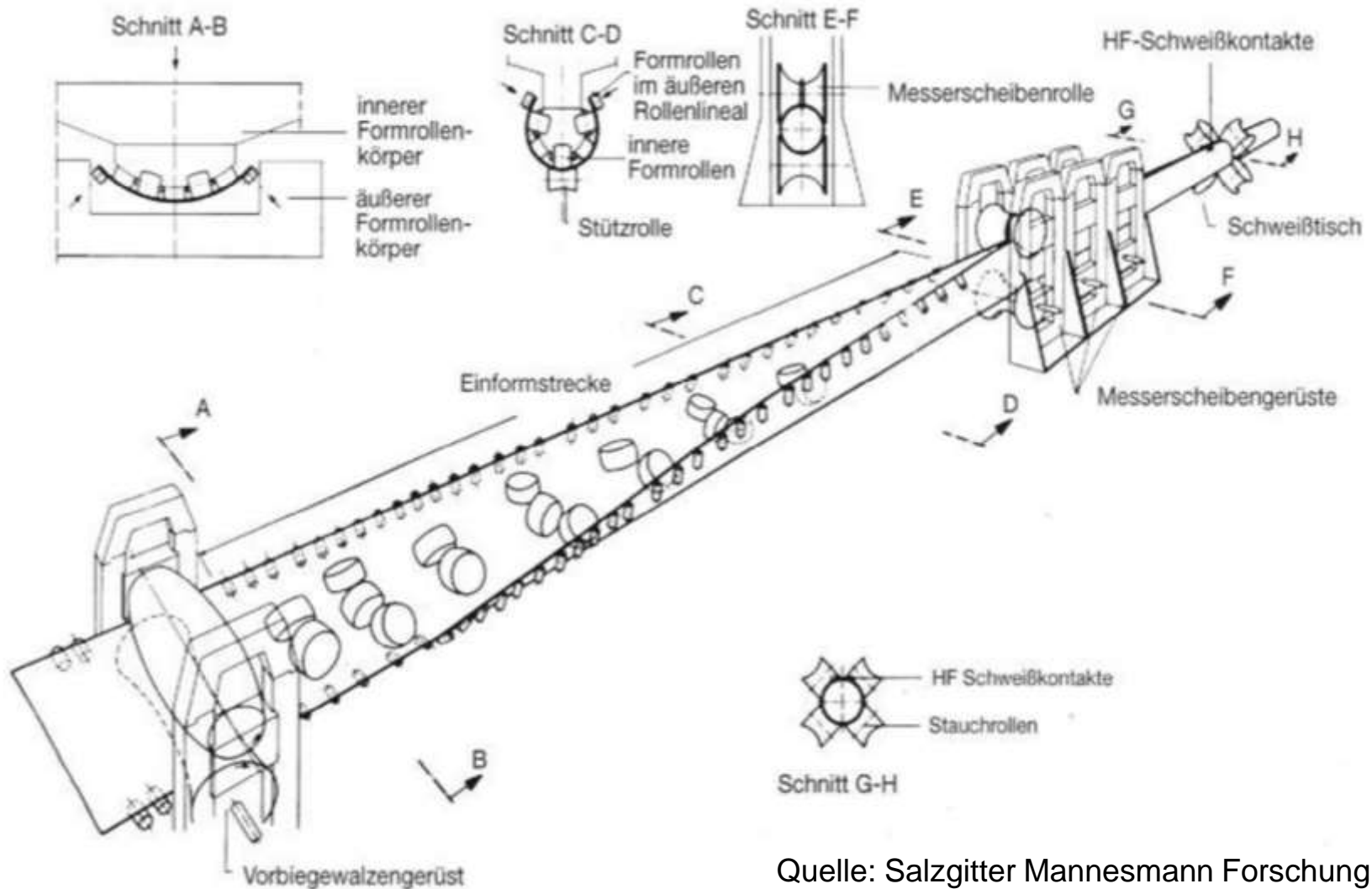
Bildschirmanzeige des US-Geräts deutet auf starken Bindefehler hin



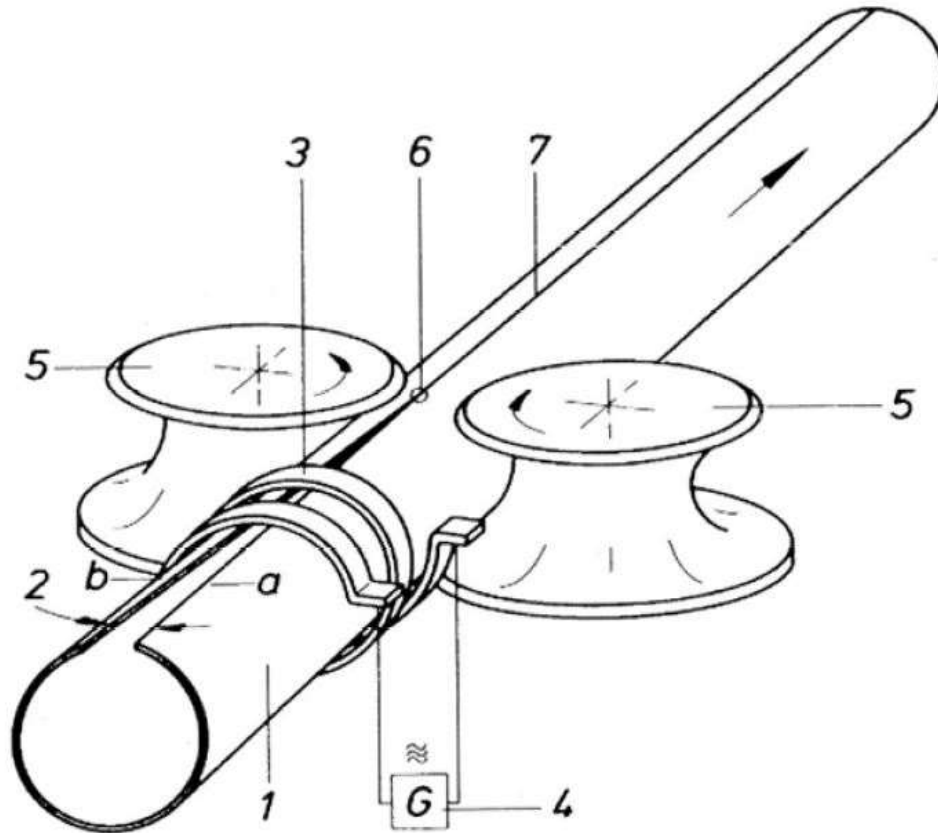
Flanken- und Wurzelbindefehler der Serienachse

HFI Schweißprozess – Einförmung zum Schlitzrohr

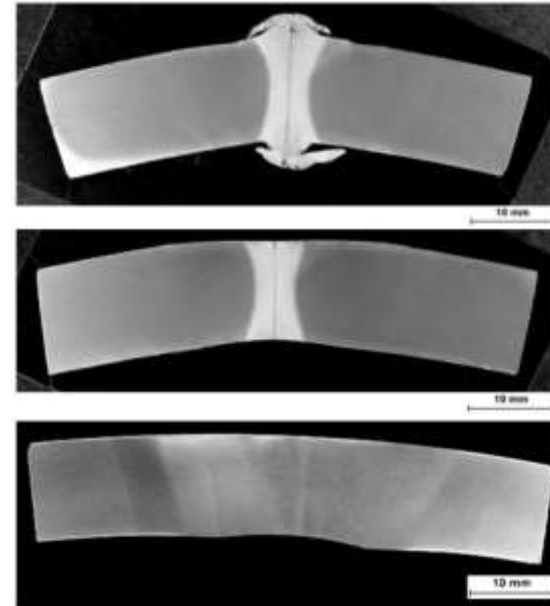
GEC



Quelle: Salzgitter Mannesmann Forschung



- 1 - Schlitzrohr
- 2 - Spalteinlaufwinkel
- 3 - Ringinduktor
- 4 - Schweißgenerator
- 5 - Stauchrollen
- 6 - Schweißpunkt
- 7 - Schweißnaht

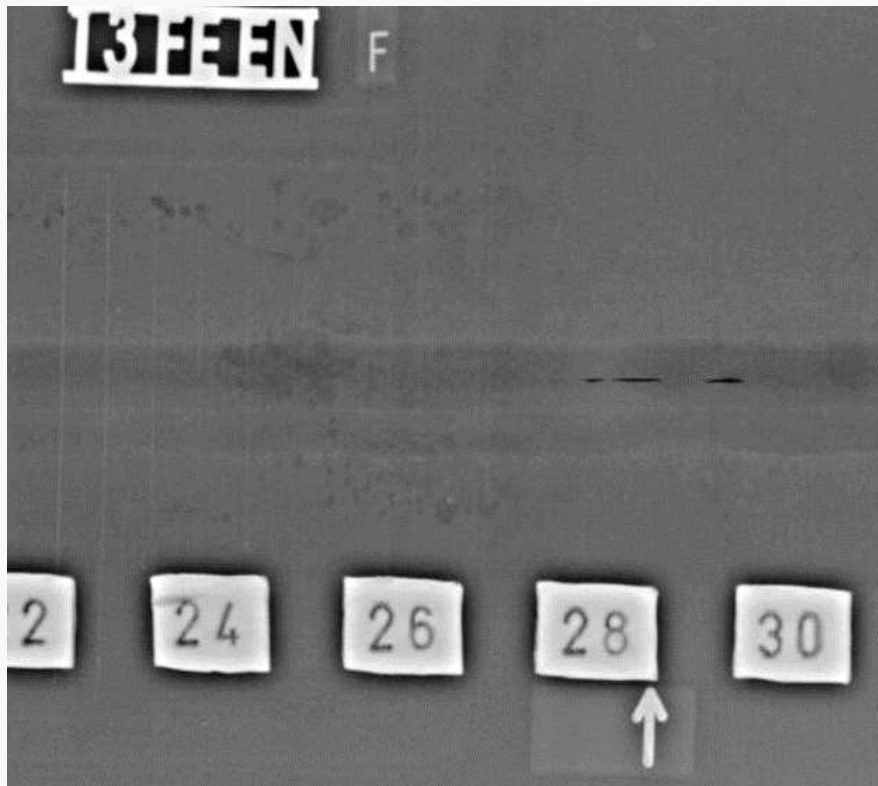


Quelle: Salzgitter Mannesmann Forschung

Herstellungsprozess Hochfrequenz-Induktions (HFI)-Schweißen



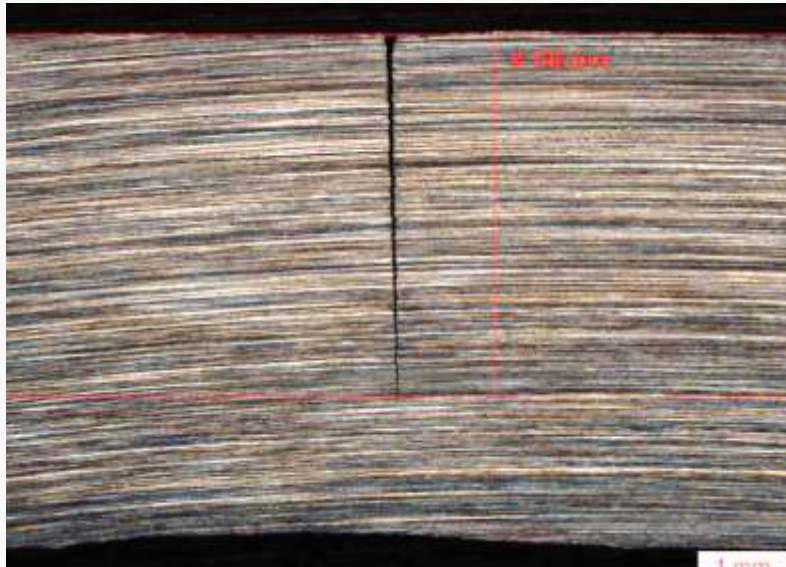
Isoliertes Stahlrohr Nennweite DN 400,
12 m Länge; Werkstoff P235 GH TC1



**Fehler in RT bei Aufnahme und auch bei der MT-Prüfung gut erkennbar
Es wurden drei undichten Stellen gefunden**

Schadensfall – HFI geschweißte Längsnaht an Fernwärme-Rohrleitung

GEC







Schadensfall – HFI geschweißte Längsnaht an Fernwärme-Rohrleitung

GEC





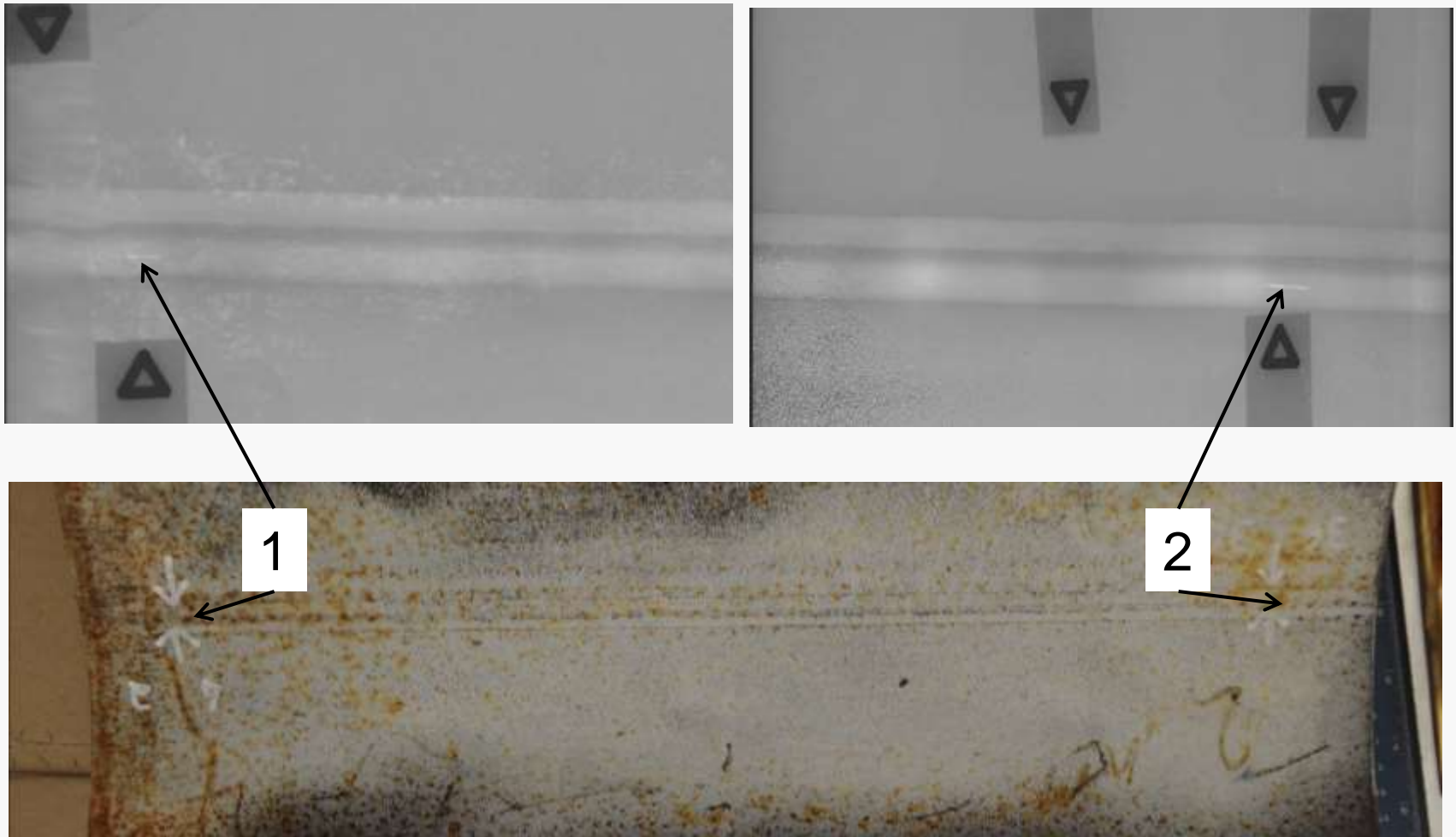
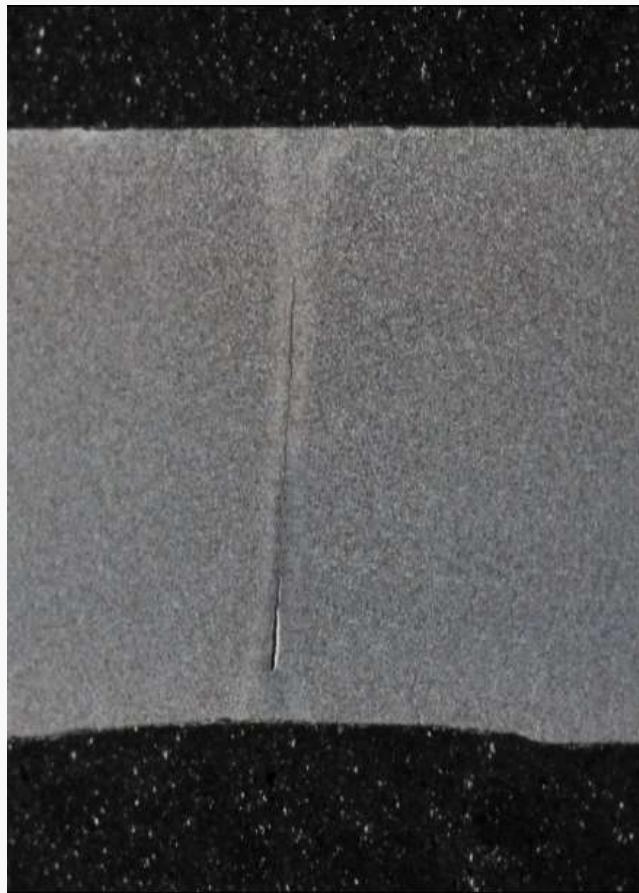
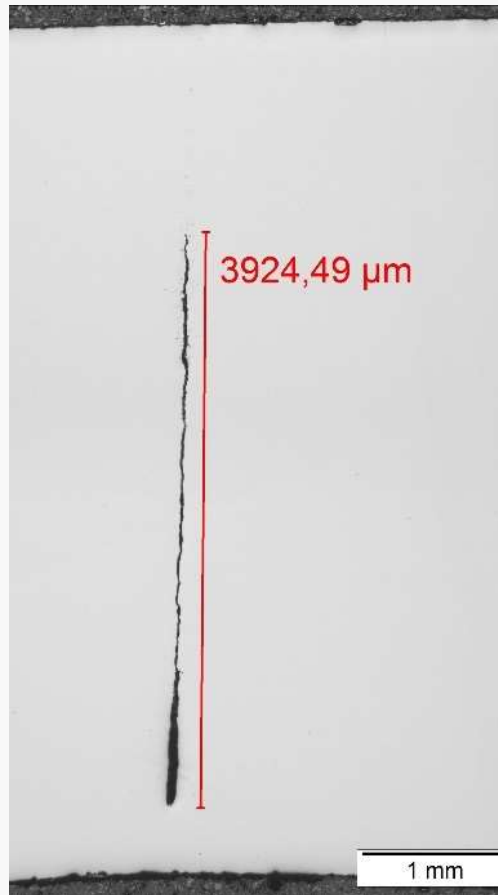


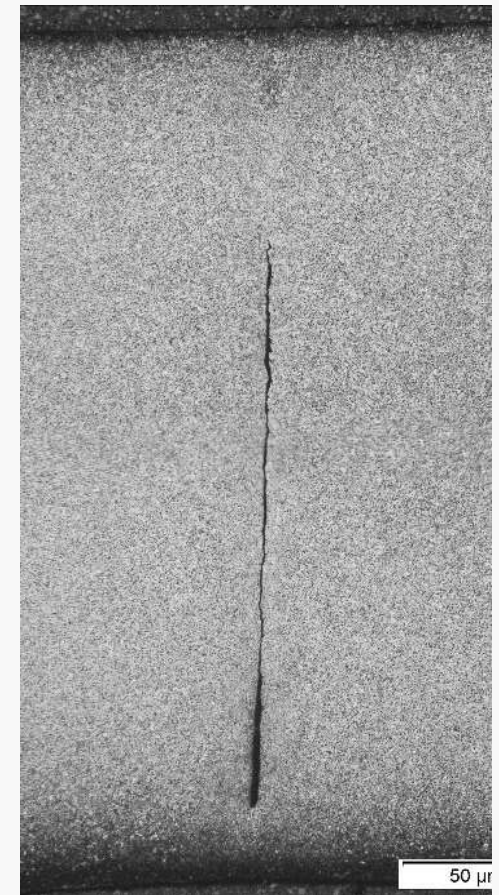
Abb. 43: Röntgenbilder der US-Fehleranzeigen 1 und 2



a) Ätzung: HNO_3



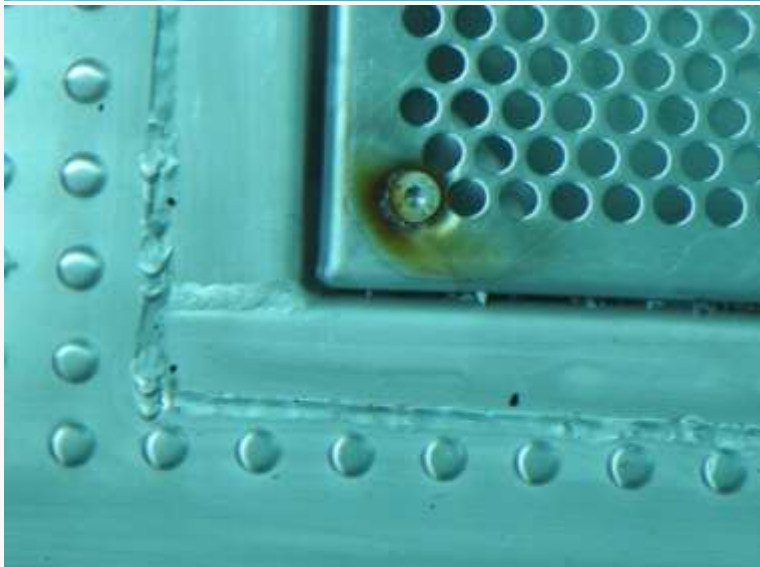
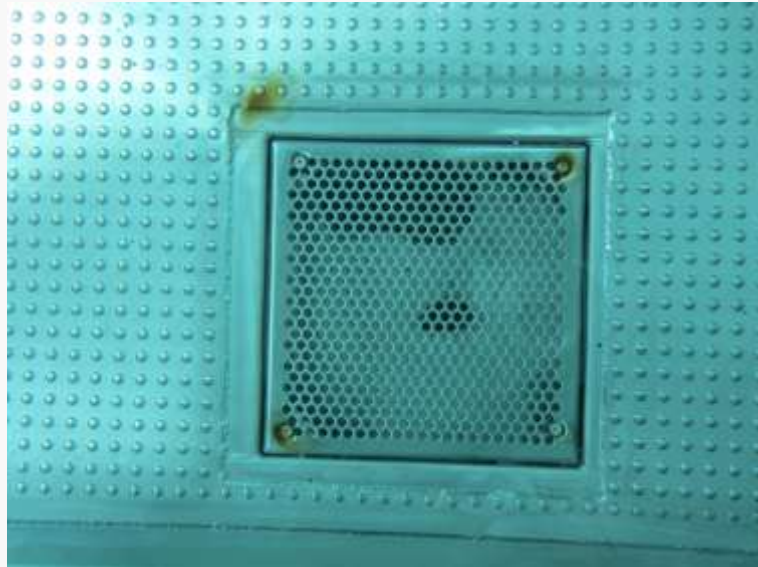
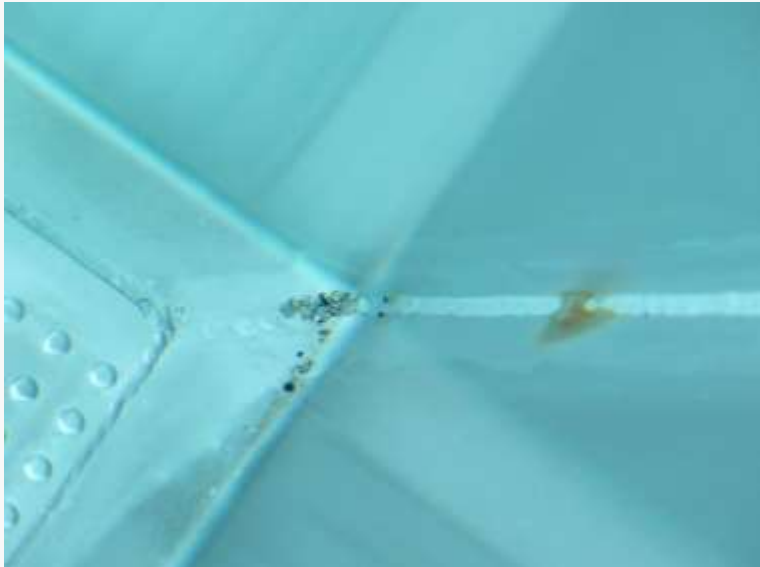
b) ungeätzt



c) Ätzung: Pikrin Vergrößerung

Makroschliff an Fehler 2













Auspuffendrohr aus 1.4301 – Anlassfarben mit Stahlbürste entfernt

Bedeutung für die schweißtechnische Fertigung:

- **Steigender Einsatz höherfester Stähle (S460,S690,S1100..)**
- **Neue Technologien der Stahlherstellung (TM-Stähle,...)**
- **Zunehmende Qualitätsanforderungen, speziell Offshore,WEA**
- **Zwang zur Kostensenkung in der Fertigung**
- **Vermehrter Einsatz von Schweißnahtnachbehandlungen zur Verbesserung der Ermüdungsfestigkeit und Lebensdauer Schweißkonstruktionen**

Tabelle 1. Mechanische Eigenschaften eines thermomechanisch gewalzten Feinkornbaustahls für den Nutzfahrzeug- und Mobilkranbau (Quelle: Werkstoffblätter der Stahlhersteller und DIN EN 10149)

Werkstoffnummer	Kurzname (neu)	Kurzname (alt)	Mindeststreckgrenze R_{eH} (N/mm ²)	Zugfestigkeit R_m (N/mm ²)	Mindestbruchdehnung A_5 (%)	Kerbschlagarbeit J
1.8974	S700MC	QStE690TM	700	750 bis 950	12	40 (-20°C) (längs)

Tabelle 2. Chemische Zusammensetzung (Schmelzenanalyse) in Prozent eines thermomechanisch gewalzten Feinkornbaustahls für den Nutzfahrzeug- und Mobilkranbau (Quelle: Werkstoffblätter der Stahlhersteller und DIN EN 10149)

Werkstoffnummer	Kurzname (neu)	Kurzname (alt)	C	Si	Mn	P	S	B	Mo	Nb	Ti	Al
1.8974	S700MC	QStE690TM	max. 0,12	max. 0,60	max. 2,10	max. 0,025	max. 0,015	max. 0,005	max. 0,50	max. 0,09	max. 0,22	min. 0,015

Nr.	Chemisches Element in Gewichts-%							
	Norm	C	Si	Mn	P	S	Al	Ni
Soll S700MC	Min.	---	---	---	---	---	0,015	---
	Max.	0,12	0,60	2,10	0,025	0,015	---	---
	1	0,08	0,04	1,90	0,009	0,001	0,049	0,027
Soll S700MC	Norm	Cr	Ti	Cu	Nb	Mo	B	V
	Min.	---	---	---	---	---	---	---
	Max.	---	0,22	---	0,09	0,500	0,005	0,200
1	0,027	0,136	0,02	0,07	0,01	0,0001	0,007	

Tabelle 1: Emissionsspektrometrische Vollanalyse

- Die chemische Zusammensetzung entspricht den Vorgaben der DIN EN 10149-2:2013-12 für die S700MC; eine Ca-Behandlung zur Sulfidform-Beeinflussung wurde vorgenommen



Analysenergebnisse Prozessanalytik Metallurgie

An: CTE - Ing. Mag. Rudolf Rauch
PSP-Nummer: F.030043

Erstellt am: 31-03-2017

GH-Schadensanalyse

Probe: GH08/CA

Bemerkung:

Labornr.: 247928SOST1

C	=	.059	SI	=	.037	MN	=	1.82	P	=	.010	S	=	.0006
AL	=	.047	CR	=	.032	NI	=	.037	MO	=	.006	CU	=	.017
V	=	.008	NB	=	.068	TI	=	.13	SN	=	<.002	ZR	=	<.002
AS	=	<.002	B	=	<.0002	CO	=	.008	SB	=	<.002	CA	=	.0020
W	=	<.020	TA	=	<.020	N	=	.0053						
CET	=	.25	CEV	=	.38									

voestalpine Stahl GmbH

4 | 05.05.2017 | S 700MC_Fa. Goldhofer

voestalpine

FINEN SCHRITT VORAUSS.



Probe	Probendicke (a) [mm]	Probenbreite (b) [mm]	Anfangsquerschnitt (A ₀) [mm ²]	Kraft Streckgrenze F _{0.2} [kN]	Zugfestigkeitskraft F _m [kN]	Sollwerte				
						Min.	700	750	---	12
						Max	---	950	---	---
1	10,0	30,0	300,0	215,94	245,49	100	720	818	121,4	21

Tabelle 2: Zugversuch nach DIN EN ISO 6892-1

Bruchbilder der Kerbschlagproben



Ergebnisse Kerbschlagarbeit

Werkstoff: S700MC
 Probenform: ISO-V Probenlage: längs
 Probenhöhe: 10 mm Höhe im Kerbgrund: 8 mm
 Arbeitsvermögen des Pendelschlagwerkes: 450 J

Probenkennzeichnung	Kerblage nach DIN EN 875	Probenbreite [mm]	Probenquerschnitt [cm ²]	Prüftemperatur [°C]	Kerbschlagarbeit		Verformungsbruchanteil ²⁾ [%]
					Sollwert [J]	KV ¹⁾ [J]	
1	---	10,0	0,8	-40	27	61	*
2	---	10,0	0,8	-40	27	57	*
3	---	10,0	0,8	-40	27	55	*

1) Probe 1 – 3: KV 450
 2) Bestimmung nach ISO 148-1 bzw. ASTM A 370-88a Bruchbild-Richtreihe

Tabelle 3: Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy DIN EN ISO 148-1

* Aufgrund der Splittingbildung bzw. Delaminierung nicht schätzbar

Zugversuche an Minizugproben in Dickenrichtung ergaben gute Z-Werte, die sicher der höchsten Anforderung nach DIN EN 10164: 2005-03 entsprechen

Prüfer/in.....Obermayr
MBezeichnung.....GH_685
Testdatum.....2017-05-03
ProbForm.....R52 verkürzt

Versuchsfreitext.....Hr. Ernst
MT.....007

Prüfmaschine.....Beta400/150-150
Vorspannung.....20 MPa
Einspannlänge.....136 mm
Geschwindigkeit 1.....0 % -> 1 mm/min
Geschwindigkeit 2.....Rmin -> 40 MPa/s
Geschwindigkeit 3.....2 % -> 60 %/min

Artikel / Projekt.....VASL
Parametersatz.....007

Legende

d.....Durchmesser
L0.....Messlänge
E.....E-Modul

Rm.....Zugfestigkeit
Z.....Brucheinschnürung

Test Nr.	d mm	L0 mm	E GPa	Rm MPa	Z %
GH_68301	4.000	5.000		738.8	52.22
GH_68401	3.990	5.000		771.9	62.76
GH_68501	3.990	5.000		771.5	54.21

Schweißen in Zwangspositionen – gelingt, weil es einfach ist.

Was ist Positionweld?:

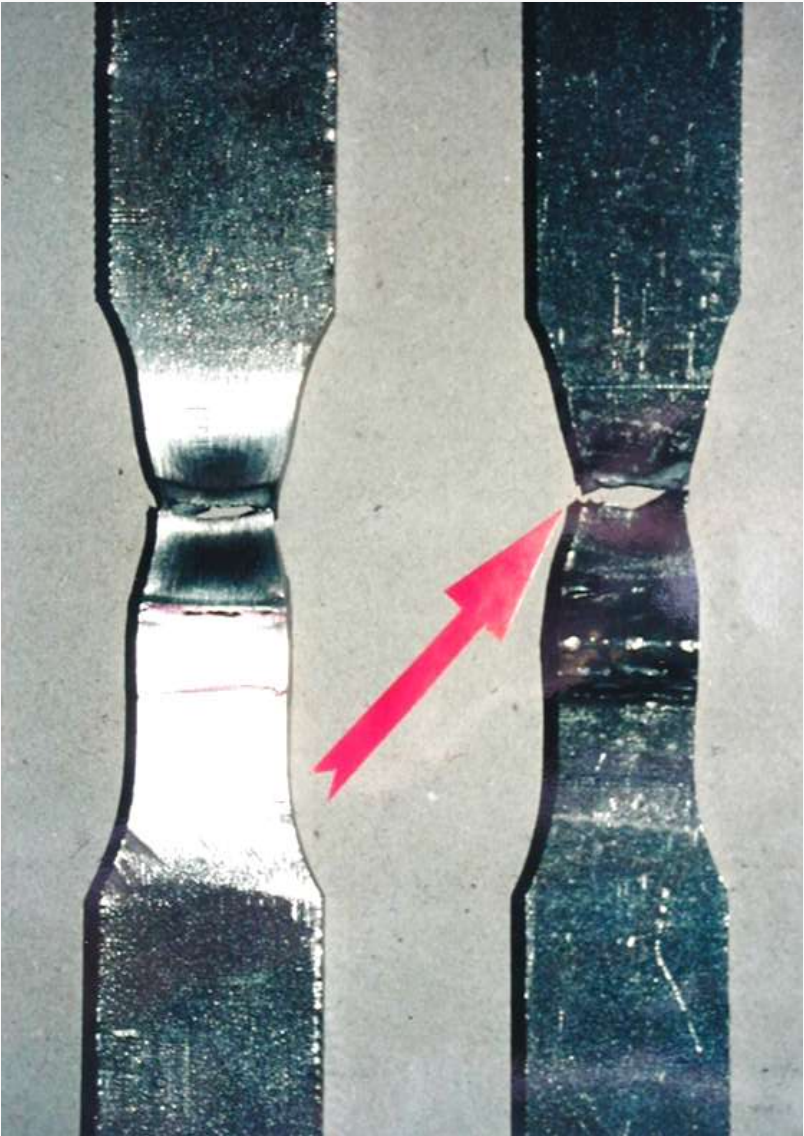
Einfaches und sicheres Schweißen in Zwangspositionen

Kombinierte Prozessvariante für das Schweißen von un- bis hochlegiertem Stahl und Aluminiumlegierungen in Zwangspositionen mit leichter Handhabung und sicherer Wurzelerfassung

Warum benötige ich Positionweld?:

EWM Positionweld ermöglicht es un-, niedrig- und hochlegierte Stähle sowie Aluminium in Zwangspositionen, steigend oder überkopf auf einen Knopfdruck sicher und komfortabel zu verschweißen.

Positionweld kombiniert die bewährten EWM Prozesse für sicheren Einbrand und gleichmäßiges Nahtaussehen. Beim steigenden Schweißen kann der Brenner gerade, **ohne Tannenbaumtechnik** geführt werden, so ist eine höhere Schweißgeschwindigkeit und eine Reduzierung der Wärmeeinbringung möglich. Eine aufwendige Parameterfindung ist nicht erforderlich, die Schweißleistung muss lediglich an die jeweilige Blechdicke angepasst werden.





LIEBHERR

1. Aufgabenstellung: PositionWeld vs Standard-Verfahren

2. Werkstoff:

Grundwerkstoff: S960QL

Abmessungen: 10mm

3. Zusatzwerkstoffe / Schweißposition:

Schweißzusatz: FK1000 Fa. Fliess

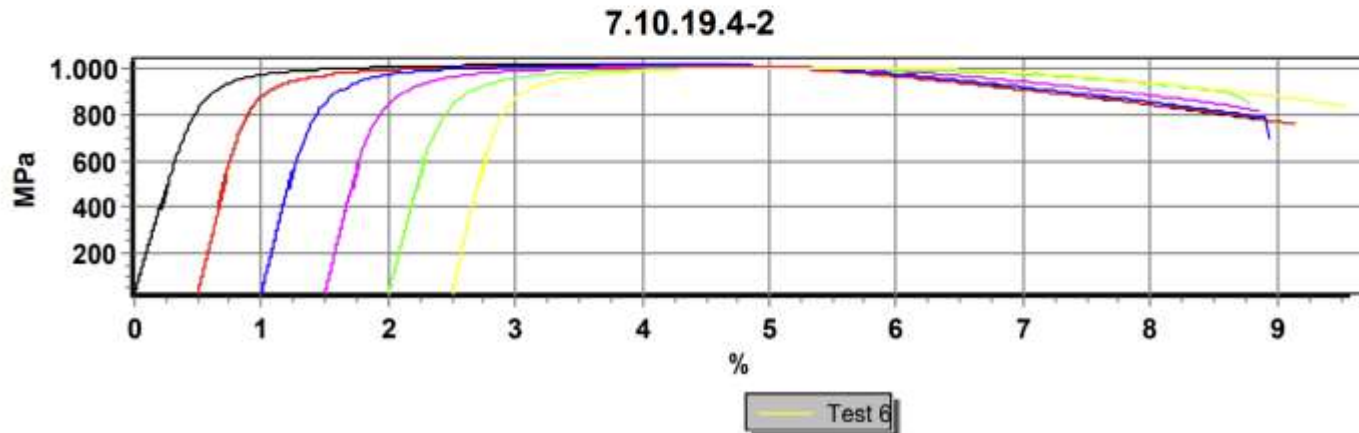
Schweißposition: PF

Schweißverfahren: 135

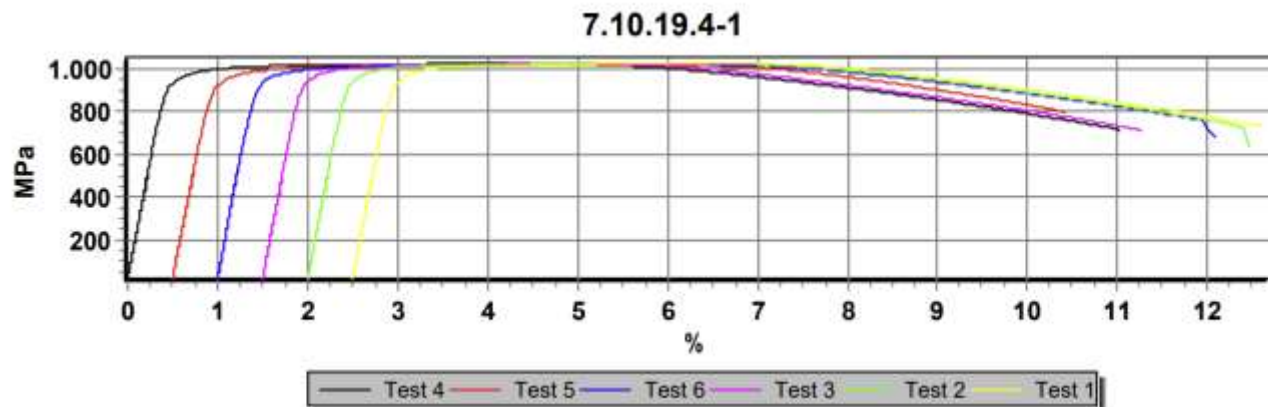
5. Prüfspezifikationen:

- Querkzugprobe an Schweißverbindungen gemäß DIN EN ISO 4136
- Härtemapping

Name	Kennz.	BZ	Rp0,2 [MPa] OG: --- Soll: --- UG: 960,00	Rm [MPa] OG: 1140,00 Soll: --- UG: 980,00	A [%] OG: --- Soll: --- UG: 12,00	a [mm]	b [mm]	L0 [mm]
Test 1	mit Naht	WEZ - GW	935,88	1022,88	8,54	10,000	25,000	89,334
Test 2	mit Naht	WEZ - GW	911,40	1017,63	8,34	10,000	25,000	89,334
Test 3	mit Naht	WEZ - GW	907,66	1020,89	7,62	10,000	25,000	89,334
Test 4	eingebnet	WEZ	898,10	1012,78	6,96	10,000	25,000	89,334
Test 5	eingebnet	WEZ	908,31	1006,04	6,37	10,000	25,000	89,334
Test 6	eingebnet	WEZ	920,03	1008,72	6,65	10,000	25,000	89,334



Name	Kennz.	BZ	Rp0,2 [MPa] OG: --- Soll: --- UG: 960,00	Rm [MPa] OG: 1140,00 Soll: --- UG: 980,00	A [%] OG: --- Soll: --- UG: 12,00	a [mm]	b [mm]	L0 [mm]
Test 4	eingebnet	GW	968,17	1024,36	10,71	10,000	26,000	91,104
Test 5	eingebnet	WEZ - GW	961,69	1022,60	9,55	10,000	26,000	91,104
Test 6	eingebnet	GW	967,21	1024,75	10,79	10,000	26,000	91,104
Test 3	mit Naht	GW	977,69	1025,25	9,45	10,000	26,000	91,104
Test 2	mit Naht	GW	979,34	1027,53	10,17	10,000	26,000	91,104
Test 1	mit Naht	GW	980,00	1025,97	9,78	10,000	26,000	91,104



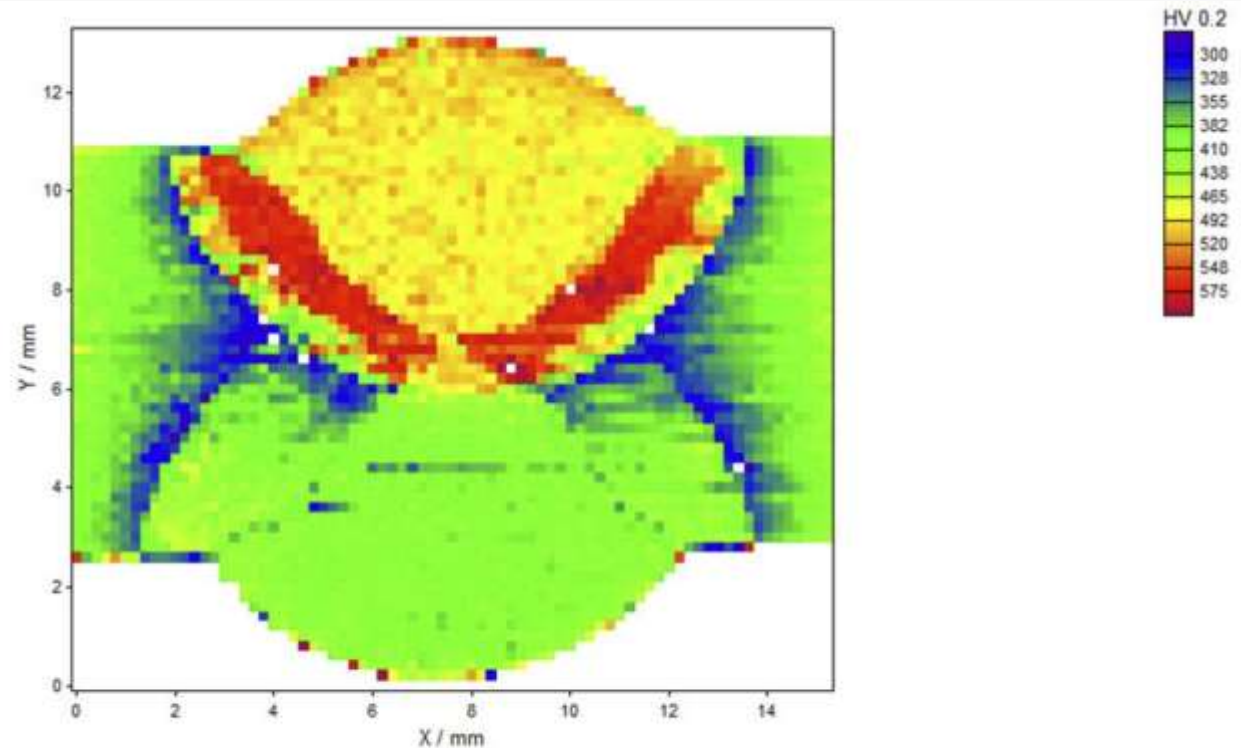
Eckdaten Schweißprozess:

Verfahren: 135

Nennstärke: 8 mm

Material: Hardox 500

Zusatzwerkstoff: Union X96



Was versteht man unter Härtemapping (Härtefeldmessung)?

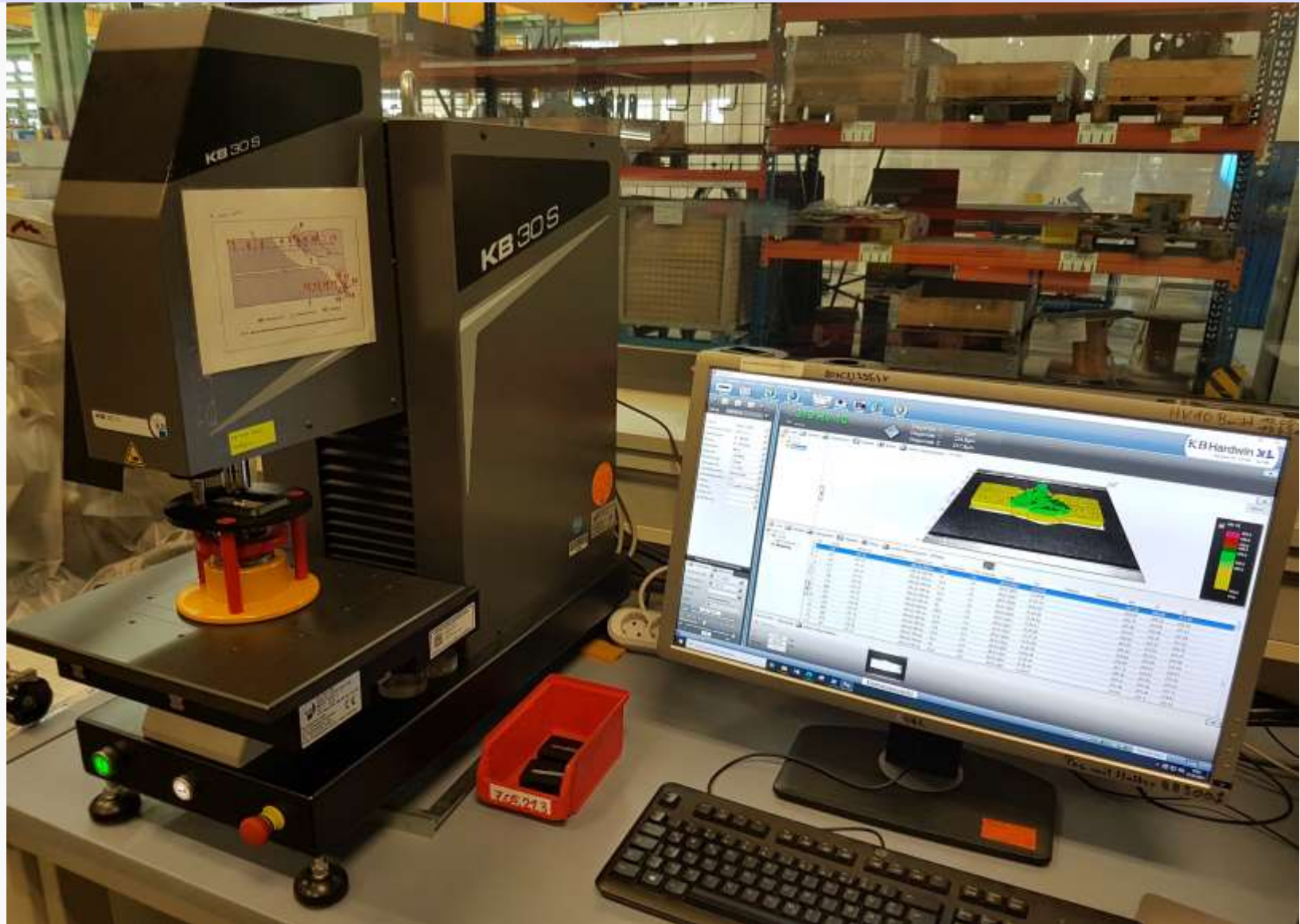
Unter Härtemapping versteht man die Erstellung eines flächendeckenden Härteverlaufs einer Probe oder eines bestimmten Bereichs.

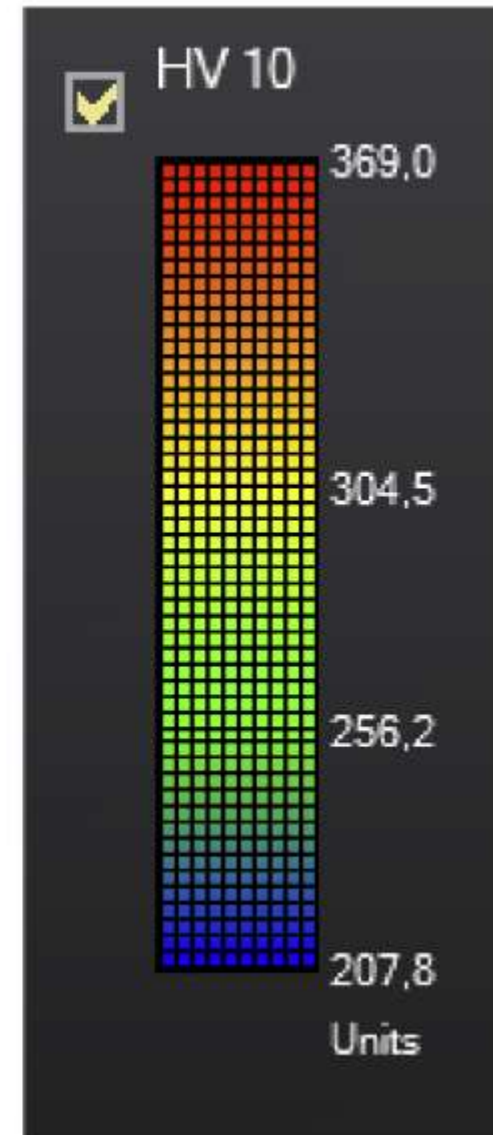
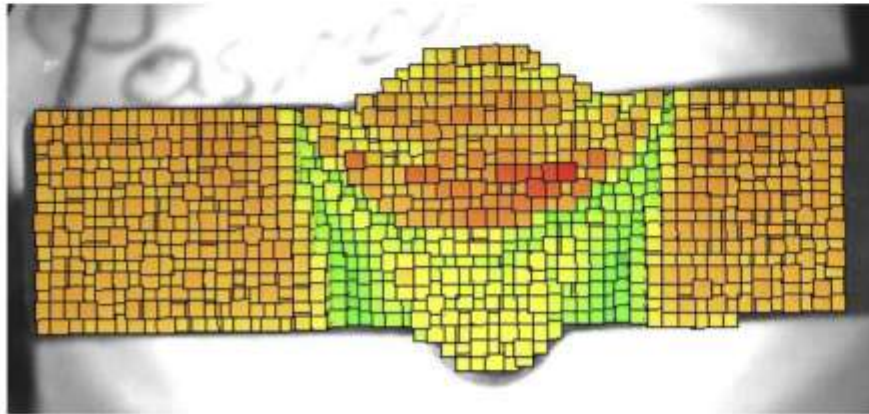
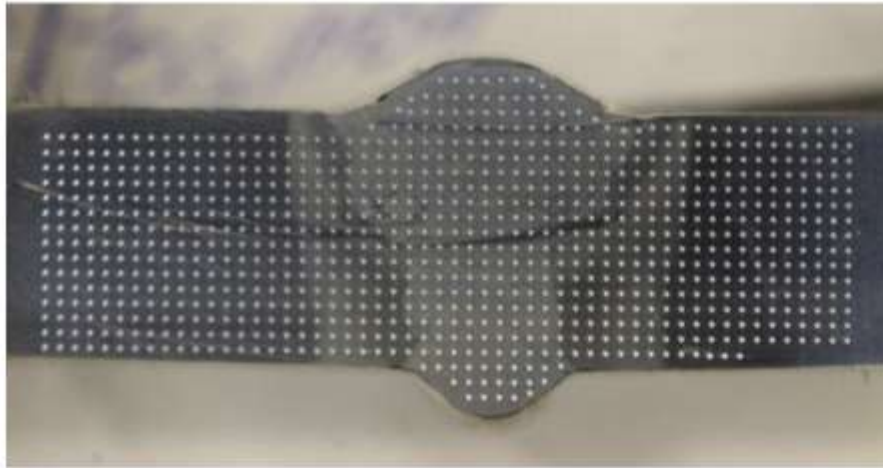
Durch die gleichmäßige, flächendeckende Verteilung von Prüfpunkten kann der Härteverlauf bestimmt werden. Das Ergebnis – die Härte-Map – kann entweder als 2D-Farbdarstellung oder als 3D-Diagramm angezeigt werden. Durch diese Informations- und Darstellungsqualität ist es möglich, ähnlich zur FEM-Methode, detaillierte Aussagen zu treffen, wie zum Beispiel über die Probenhomogenität oder die Fehlstellen der Probe.

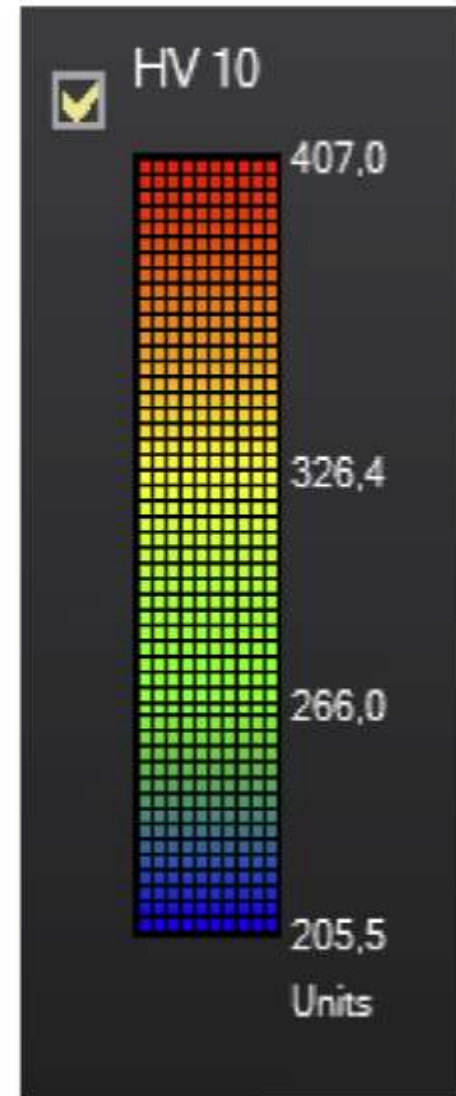
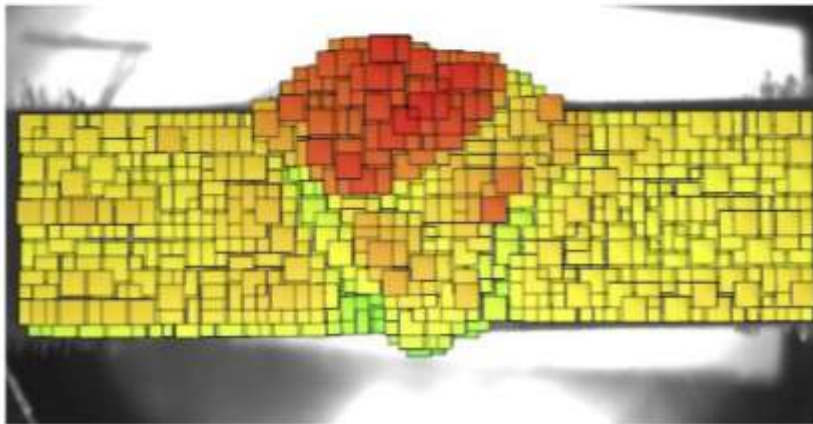
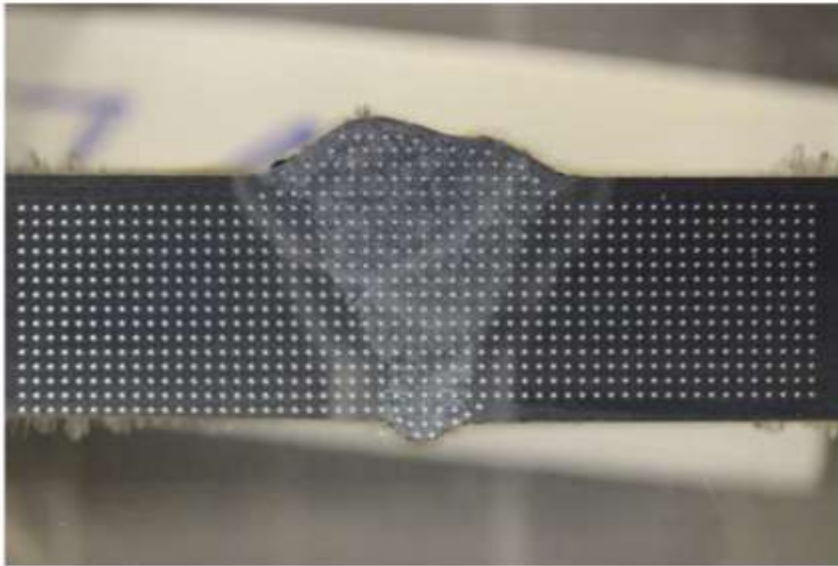
Quelle: EMCO-TEST Prüfmaschinen GmbH

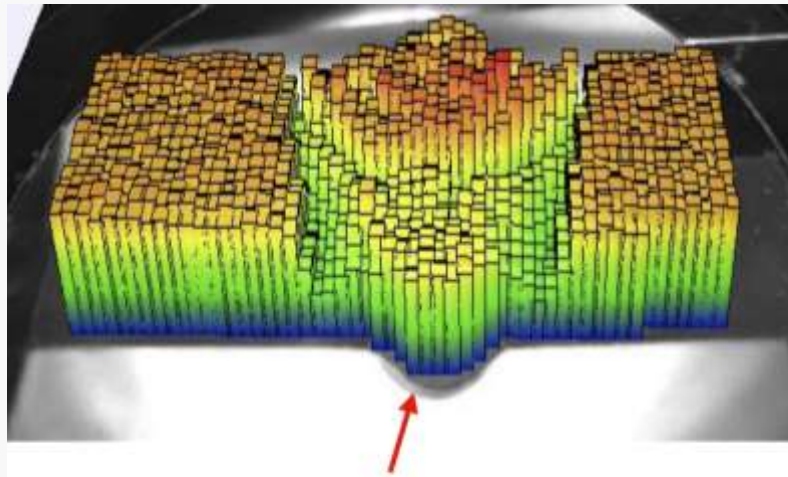
Vollautomatisches Härtemessgerät (Härtemapping)

GEC

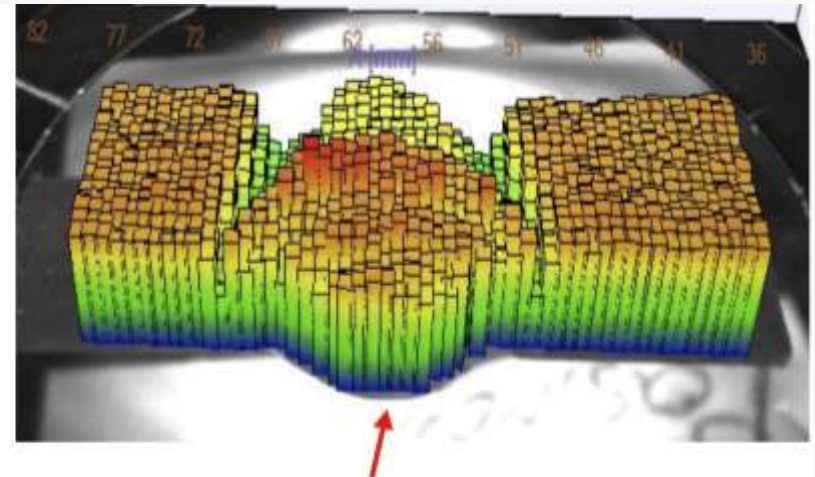




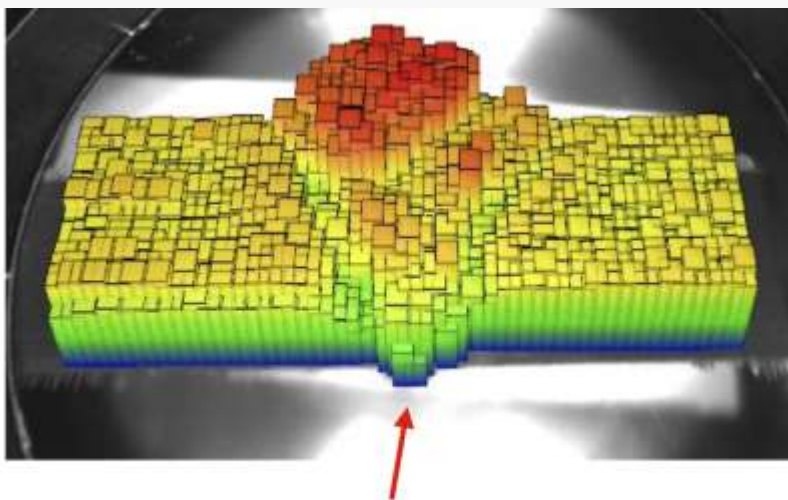




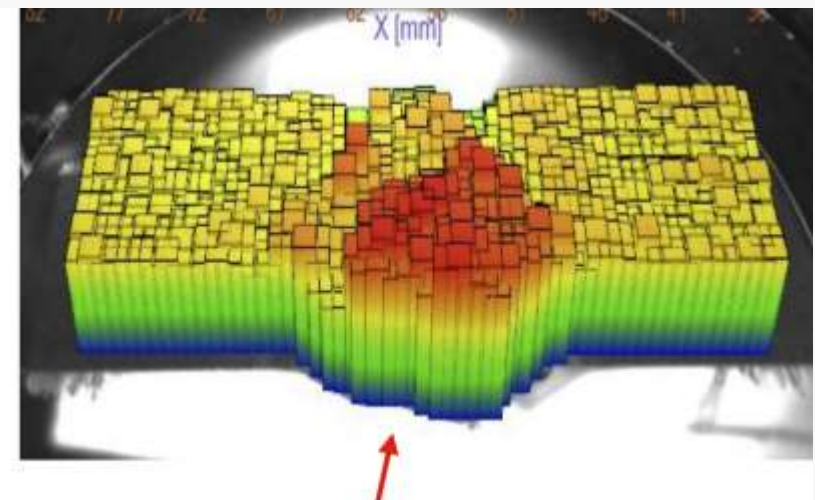
Wurzel



Decklage

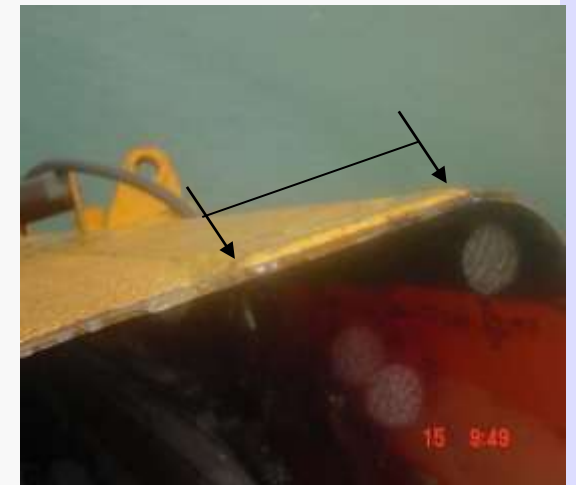


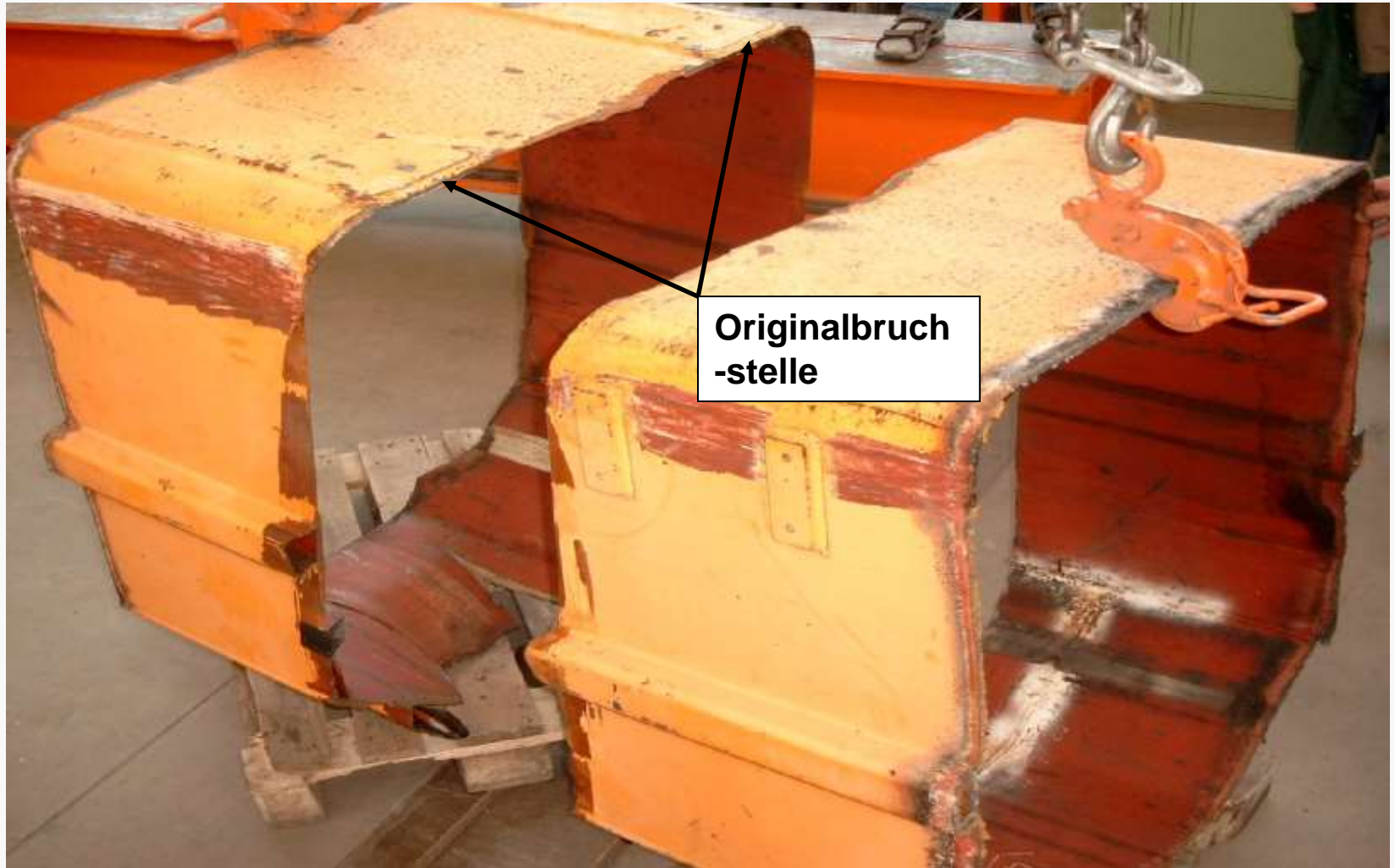
Wurzel



Decklage

Bruch eines Teleskopauslegers

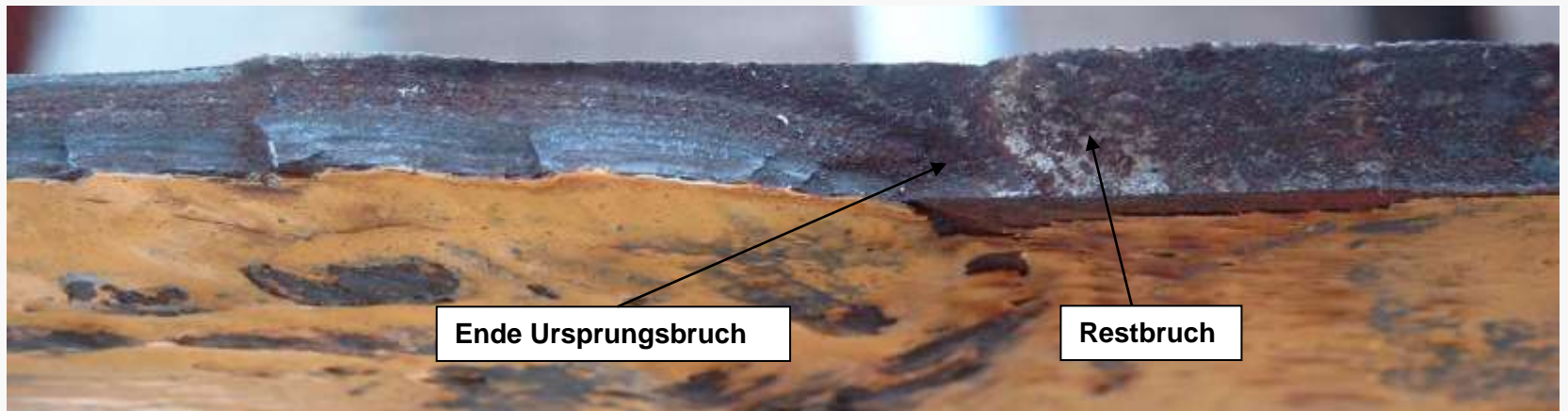




Bruch Teleskopausleger – Aufschiweißung Versteifungslamellen

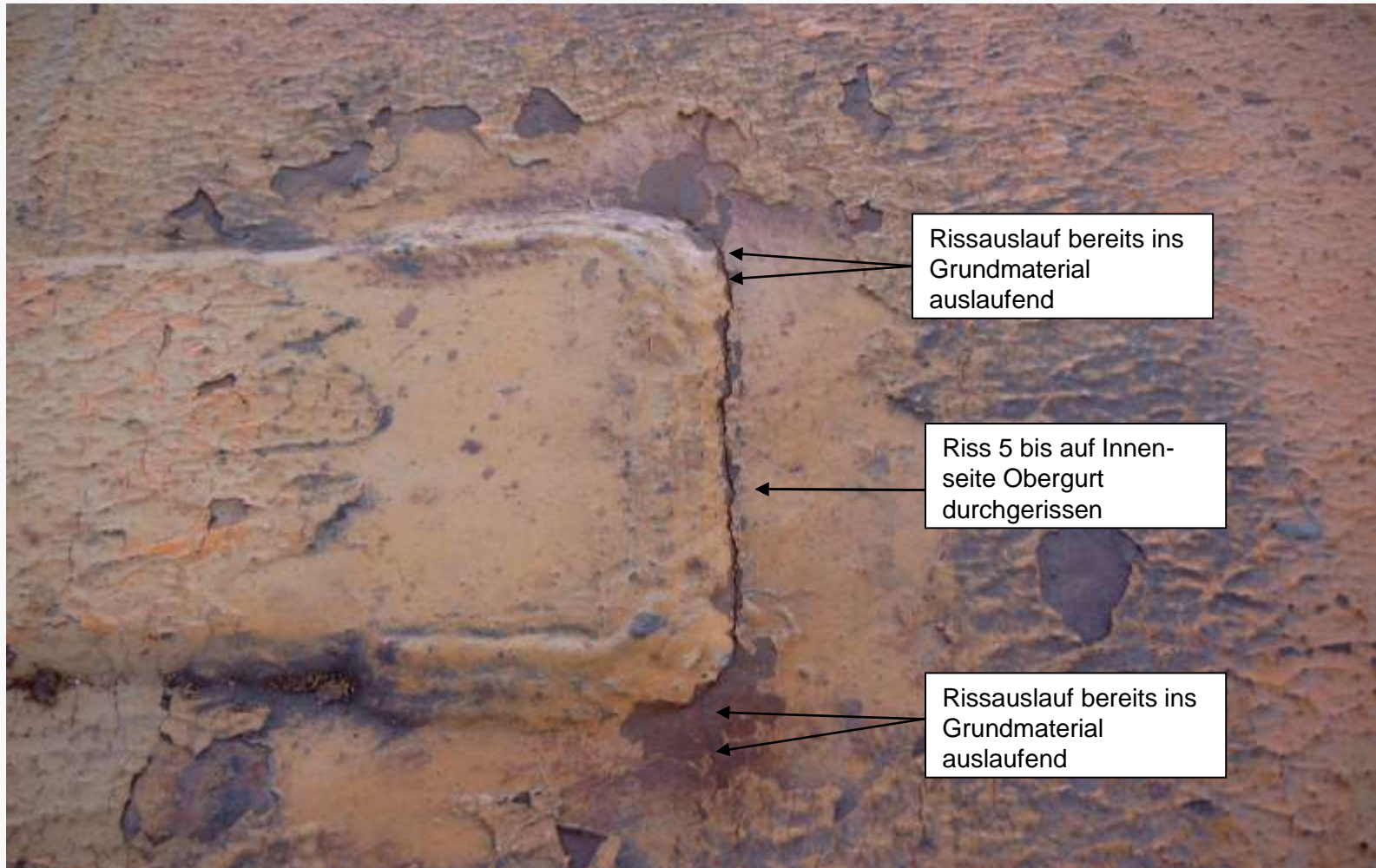


Typischer Dauerbruch an der Quernaht des Versteifungsbleches



Ende Ursprungsbruch

Restbruch

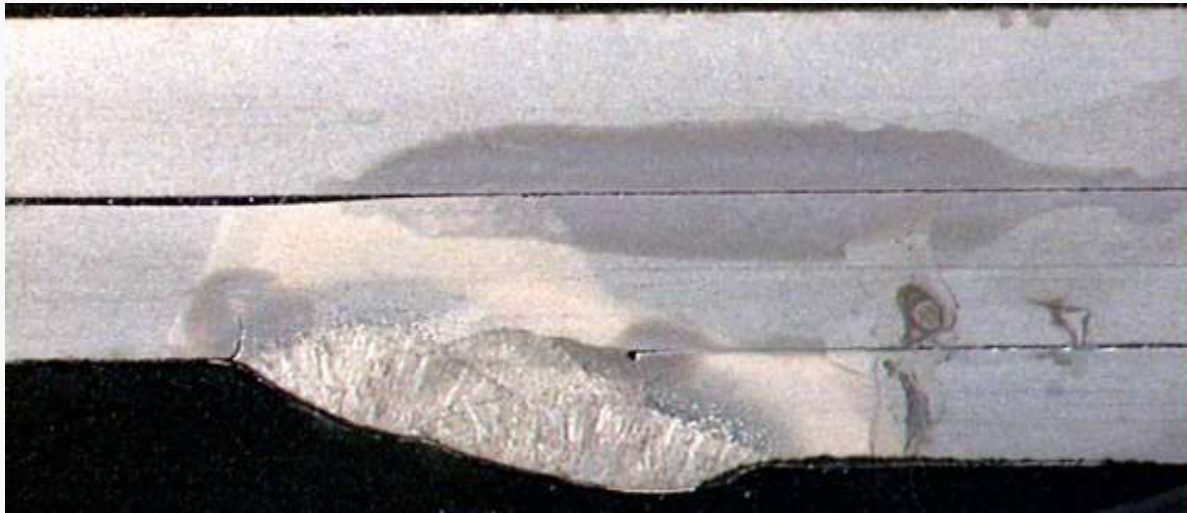


Risse an den Quernähten bei den aufgeschweißten Verstärkungen



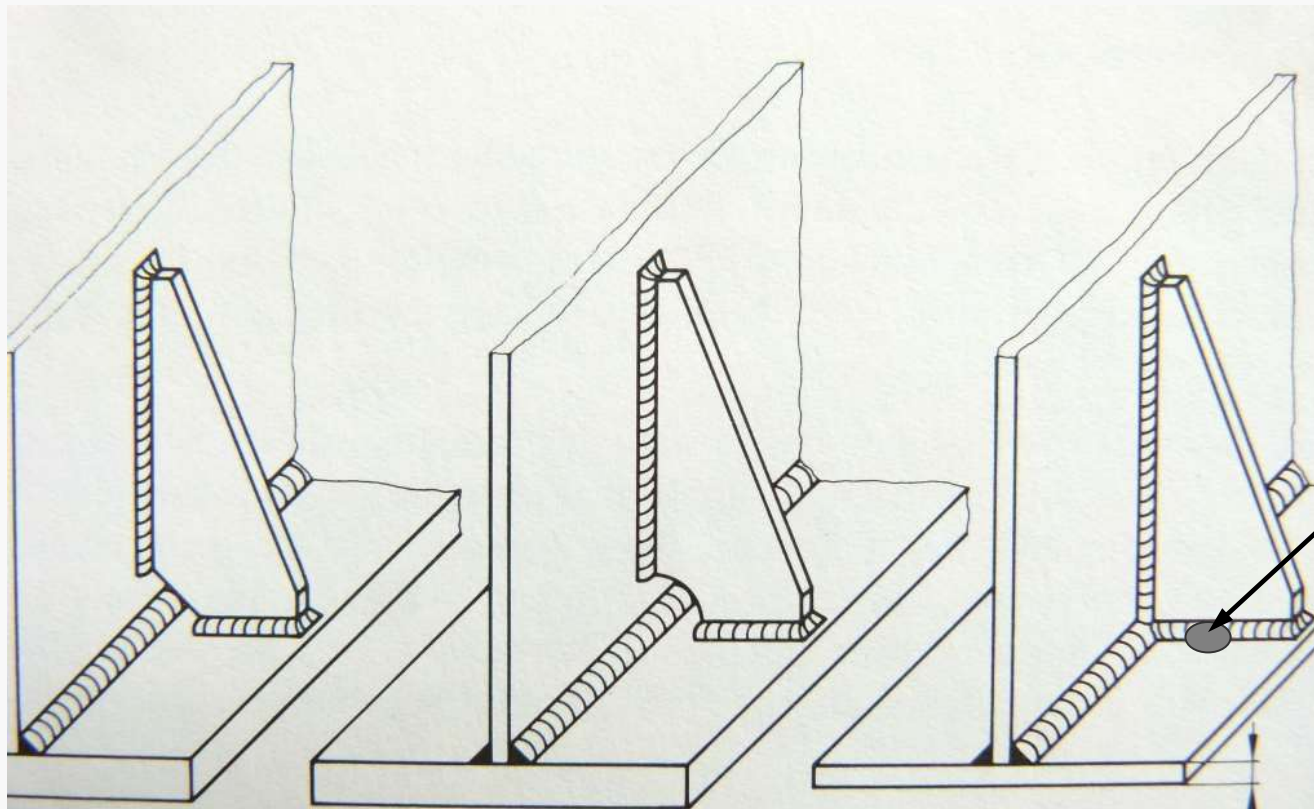


**Makroschliff
S1**



**Makroschliff
S2**





Lage - Endkrater

Auszug aus H.
Scheermann: „Leitfaden
für den
Schweißkonstrukteur“

< 12

Bei Blechdicken bis 12 mm, Ecken der Rippen umschweißen!

Endkrater nicht in die Ecke legen, sondern an die Flanken!







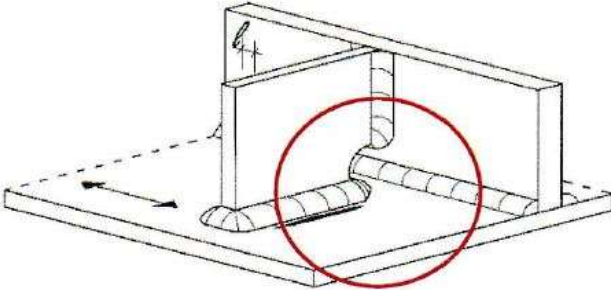
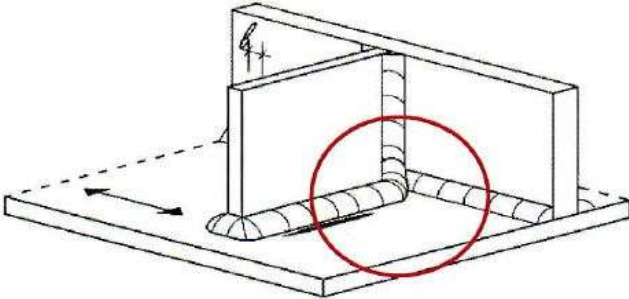
Falsch! – Übertriebene Aussparung an Ecken

Aussparungen ?

GEC



DVS

Eignung	Skizze	Beschreibung
✘		<p>Eingeschweißte Quersteife mit kreisrundem oder schrägem Freischnitt, Gefahr der unzureichenden Nachbehandlung im Bereich des Freischnitts</p>
✔		<p>Eingeschweißte eingepasste Quersteife ohne Freischnitt</p>

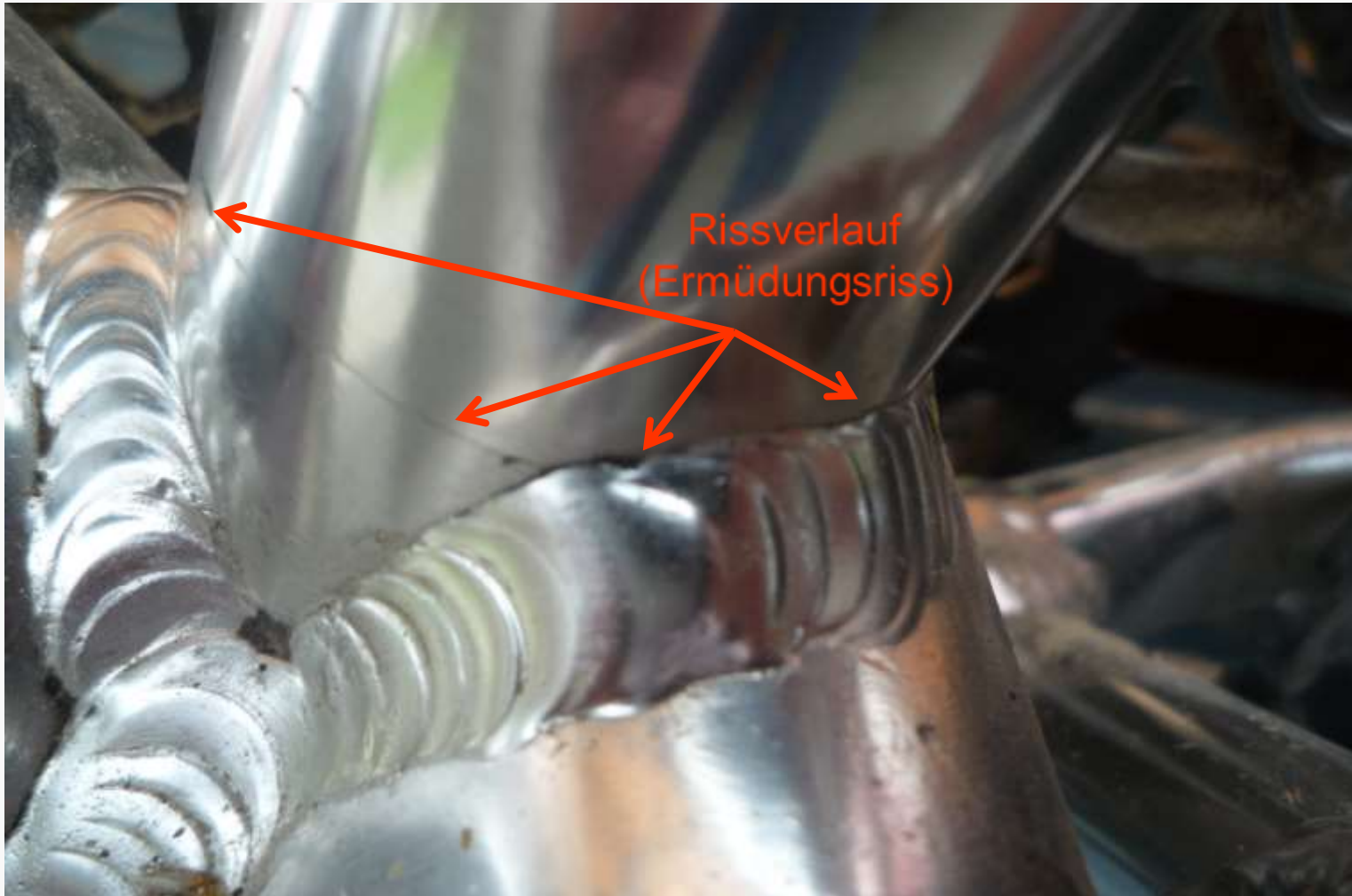
Nicht geeignete Ausführungsvarianten werden angegeben. Eine korrekte Nachbehandlung soll dadurch sichergestellt werden
Freischnitte bei Quersteifen sind nicht zulässig

Dauerbruch durch dyn. Belastung eines Heimtrainers

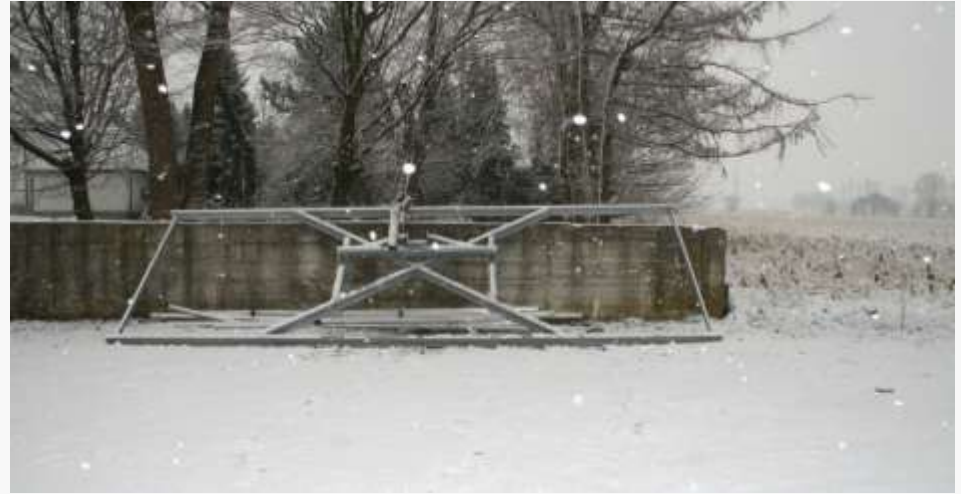


Typischer Dauerbruch durch wechselnde Beanspruchung

Ermüdungsriss an einem Alu-Fahrradrahmen



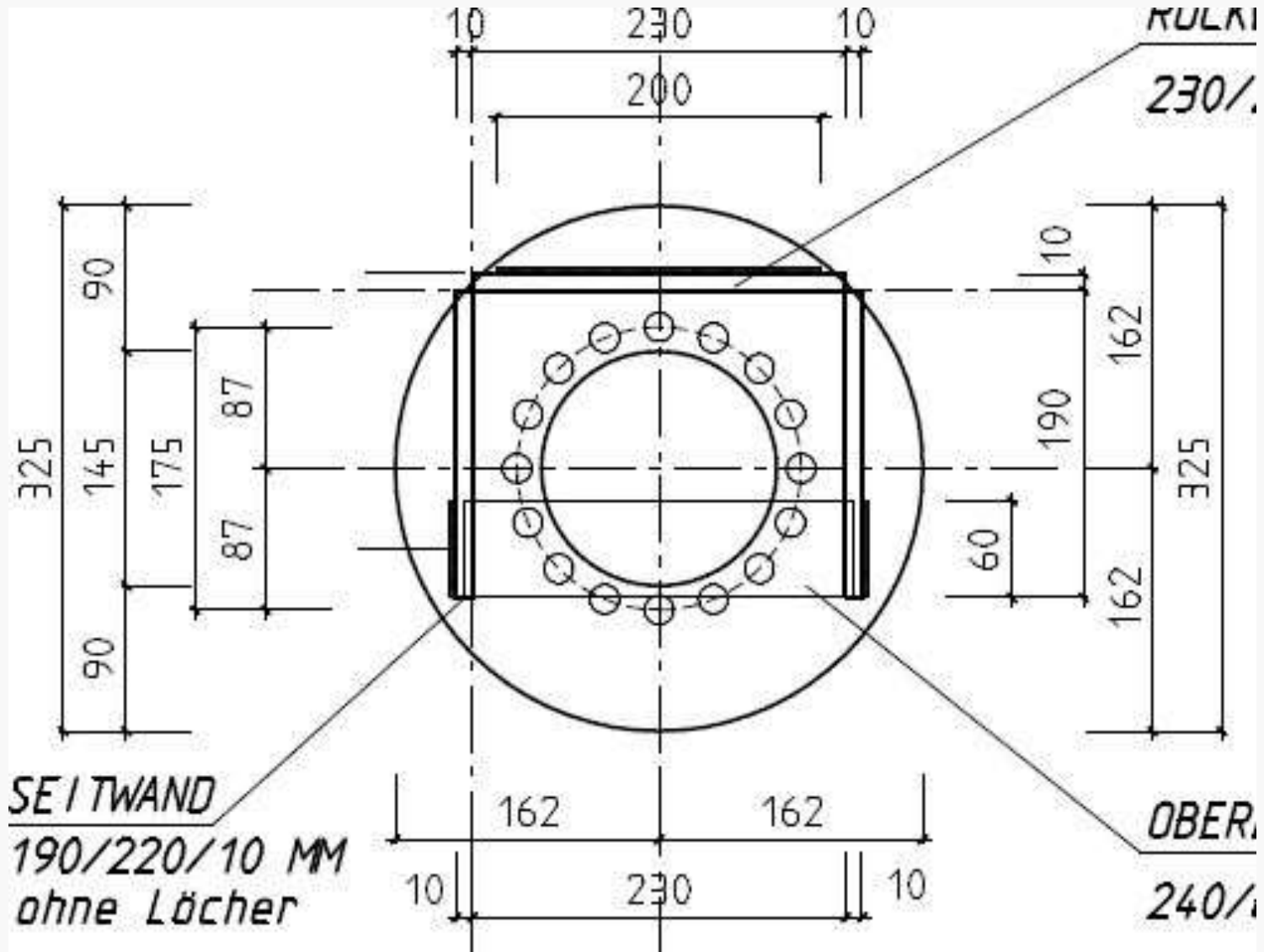


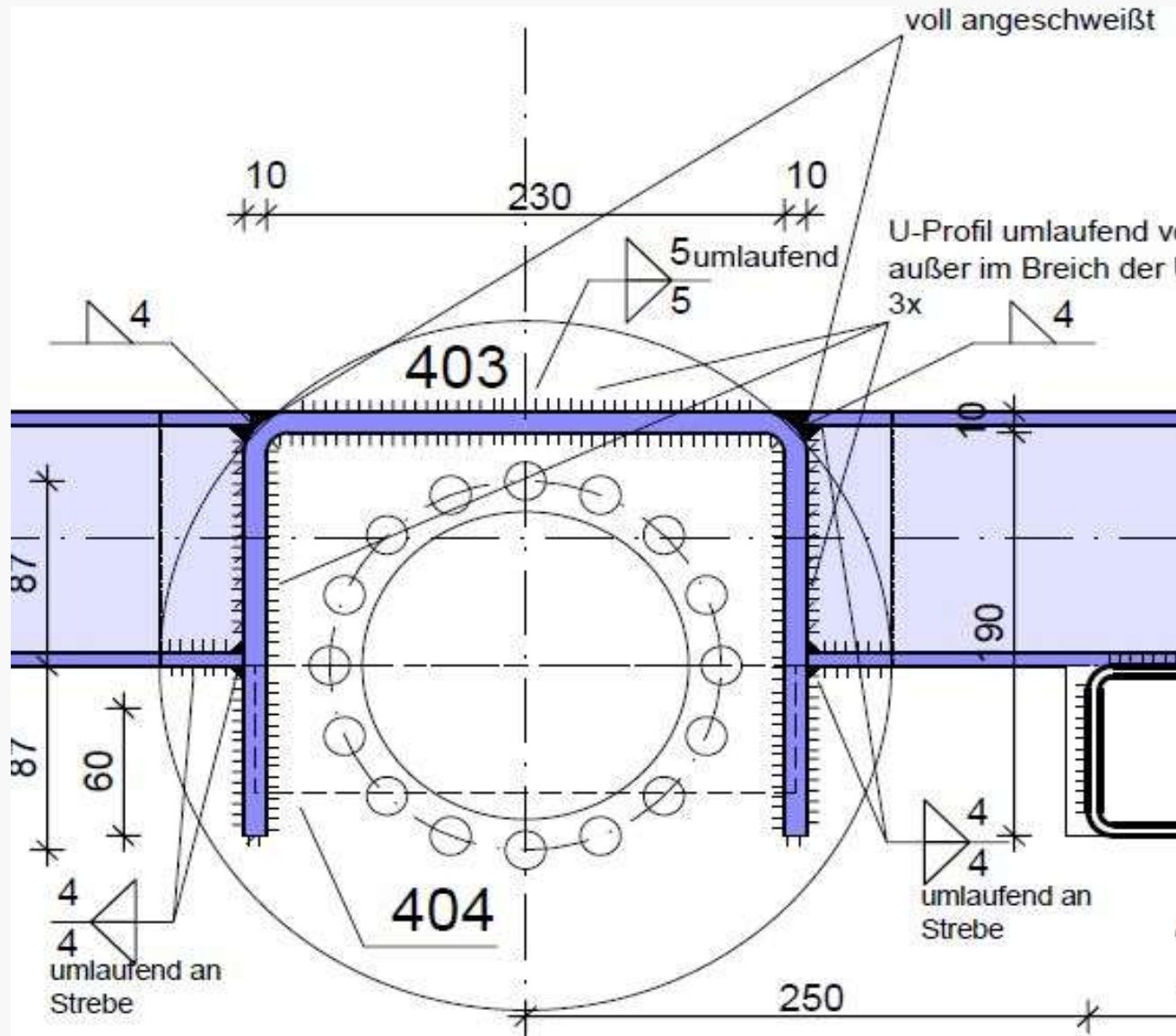


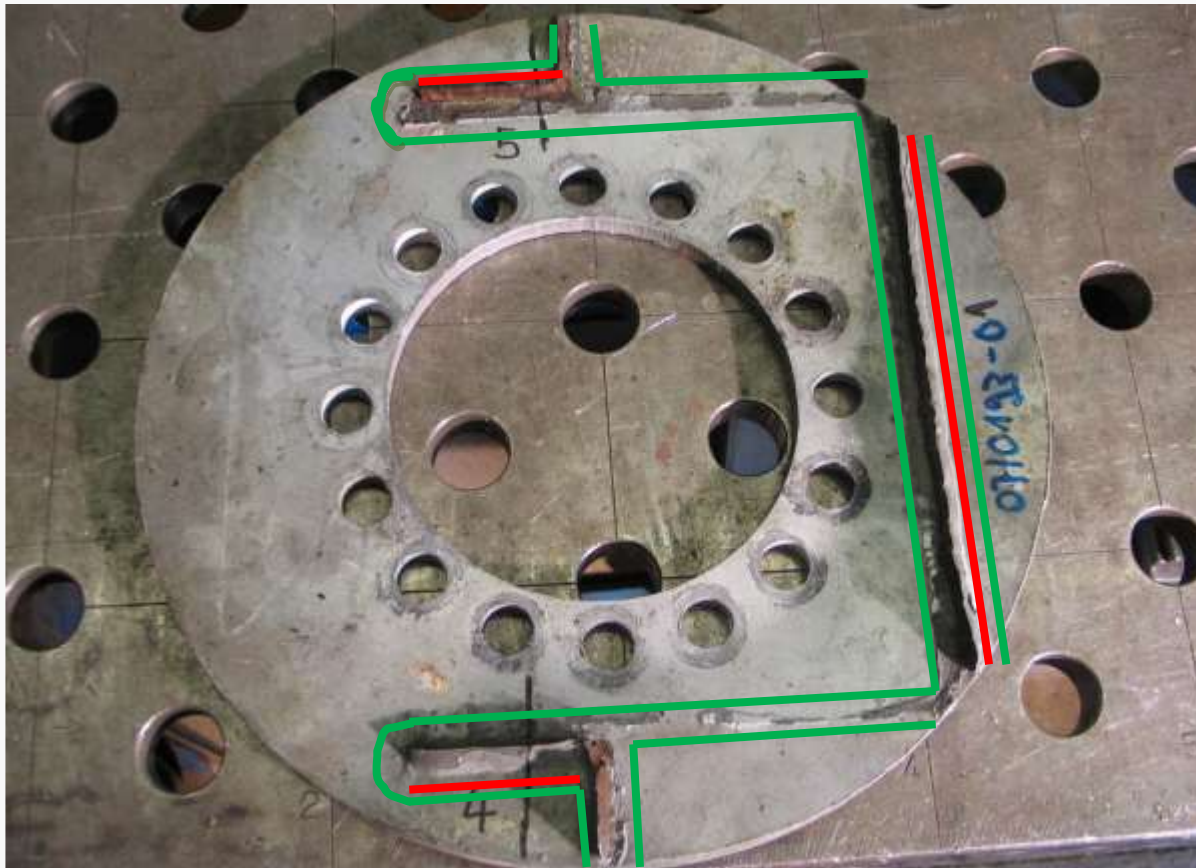


S3









Flansch mit gerissenen Schweißnähten
Rot markiert – von der Statik vorgeschrieben
Grün markiert – später laut Zeichnung vorgeschrieben



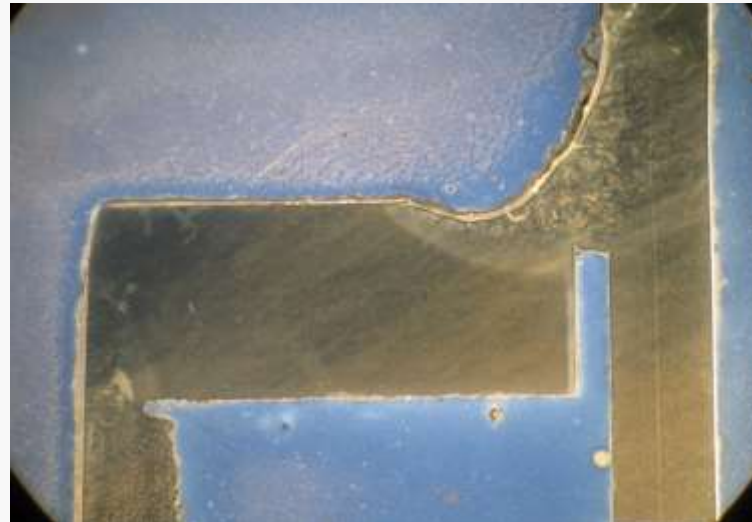
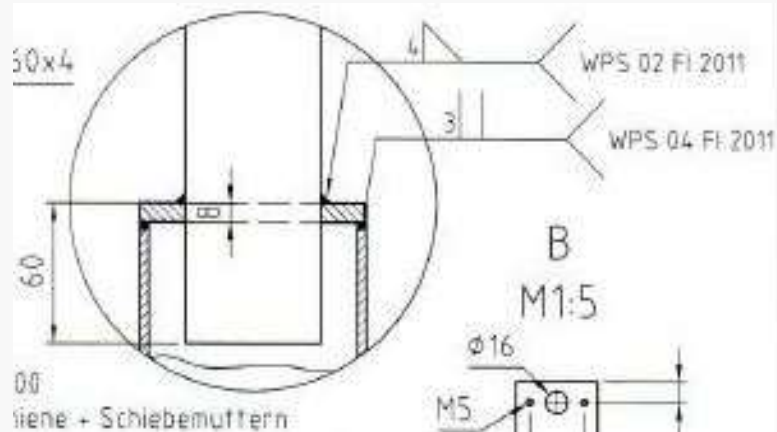
Innenseite nicht geschweißt – höchstbeanspruchte Stirnseiten nicht geschweißt

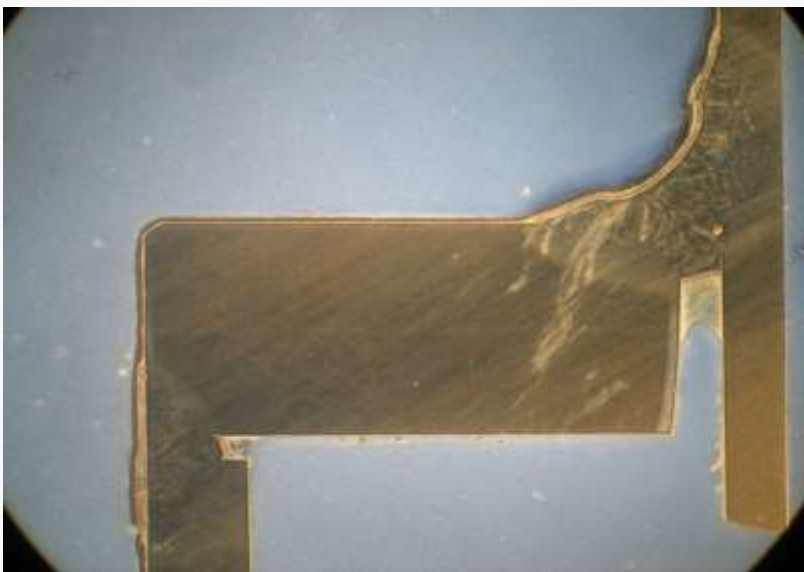
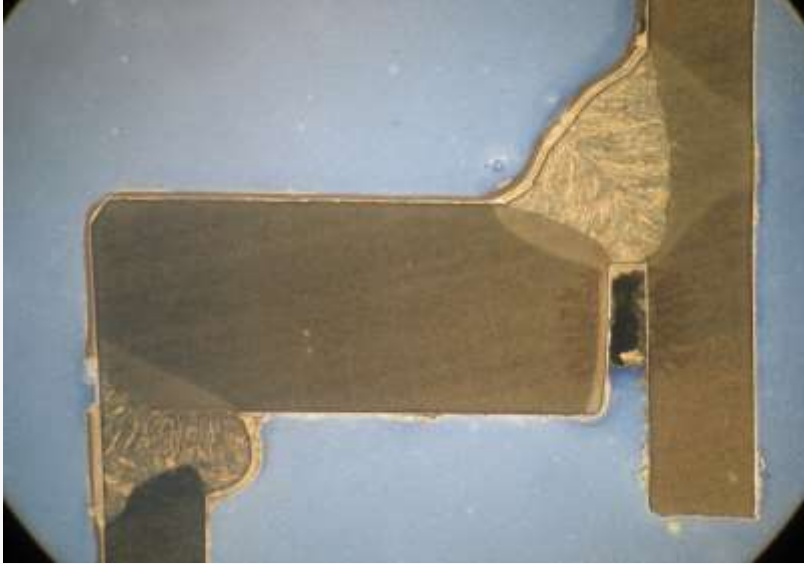
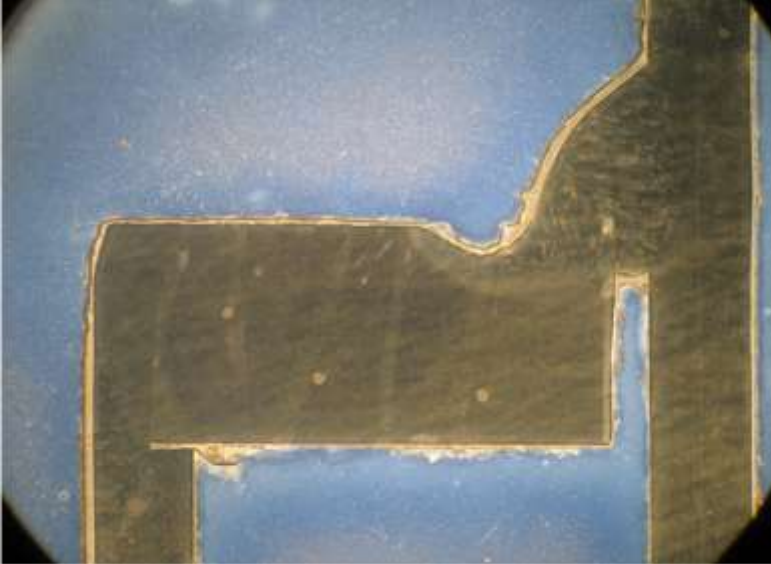


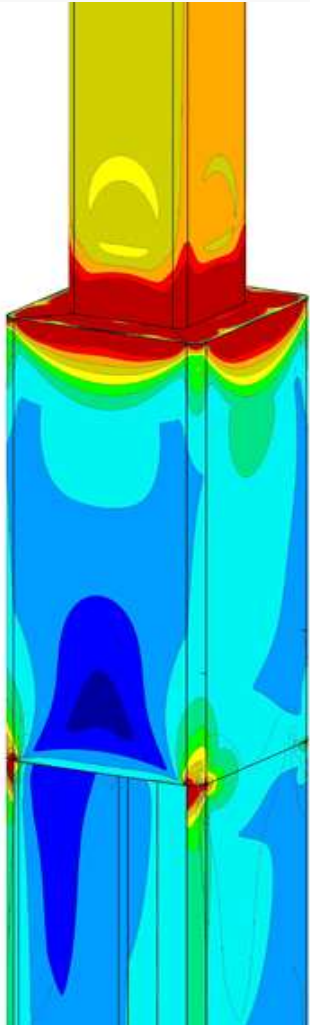
Innenseite geschweißt – höchstbeanspruchte Stirnseiten umschweißt











a) Spannungen

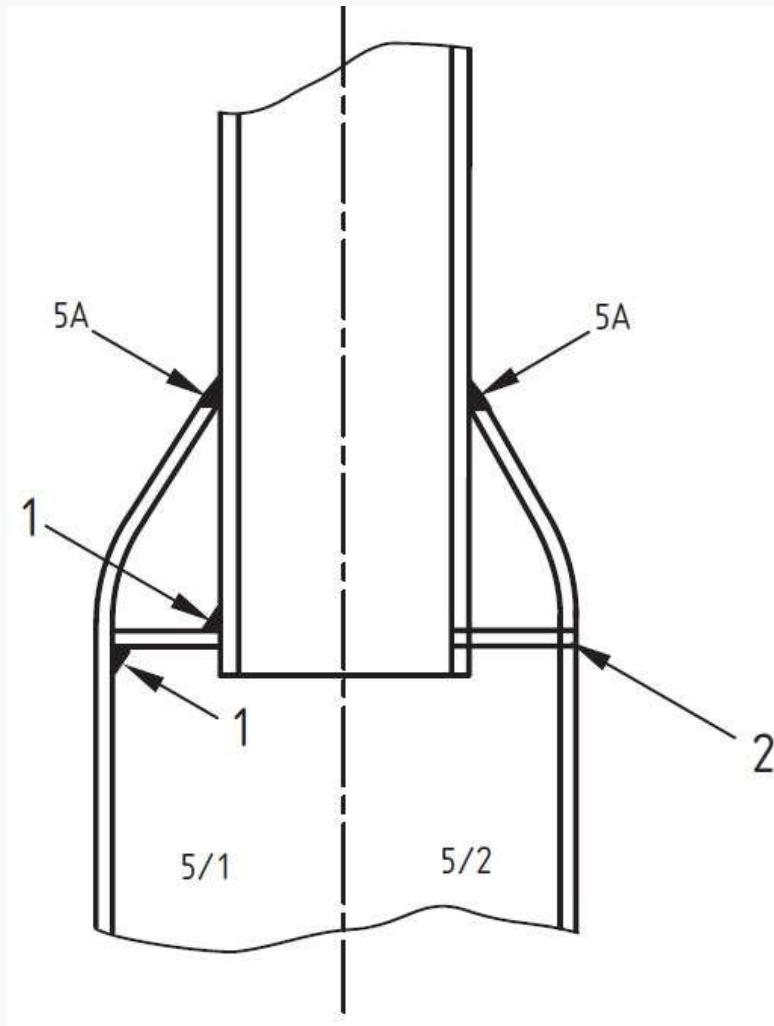


b) tatsächliche Ausführung



c) verbesserte Version

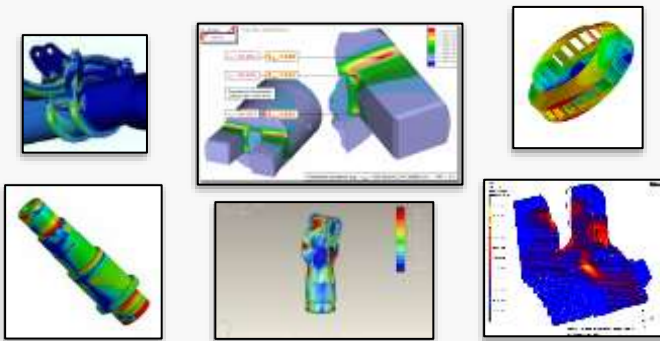
FEM-Berechnung - nicht normgerechte Steifigkeitssprünge



Verjüngung des Lichtmastes nach Norm DIN EN 40

Rissausgang ist stets die schwächste Stelle der Konstruktion.
Die Ursachen dafür sind **Zugeigenspannungen** und/oder **Kerbwirkungen**.

1.



oder

Beispiele für Kerben sind:

- Einspannmacken
- Walzschäden
- Steifigkeitssprünge
- Bohrungskanten etc.

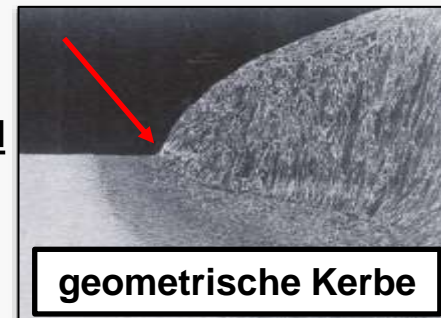
Schweißnähte sind aufgrund beider Faktoren besonders anfällig!

2.



Höchste Zugeigenspannungen in rot dargestellt

und

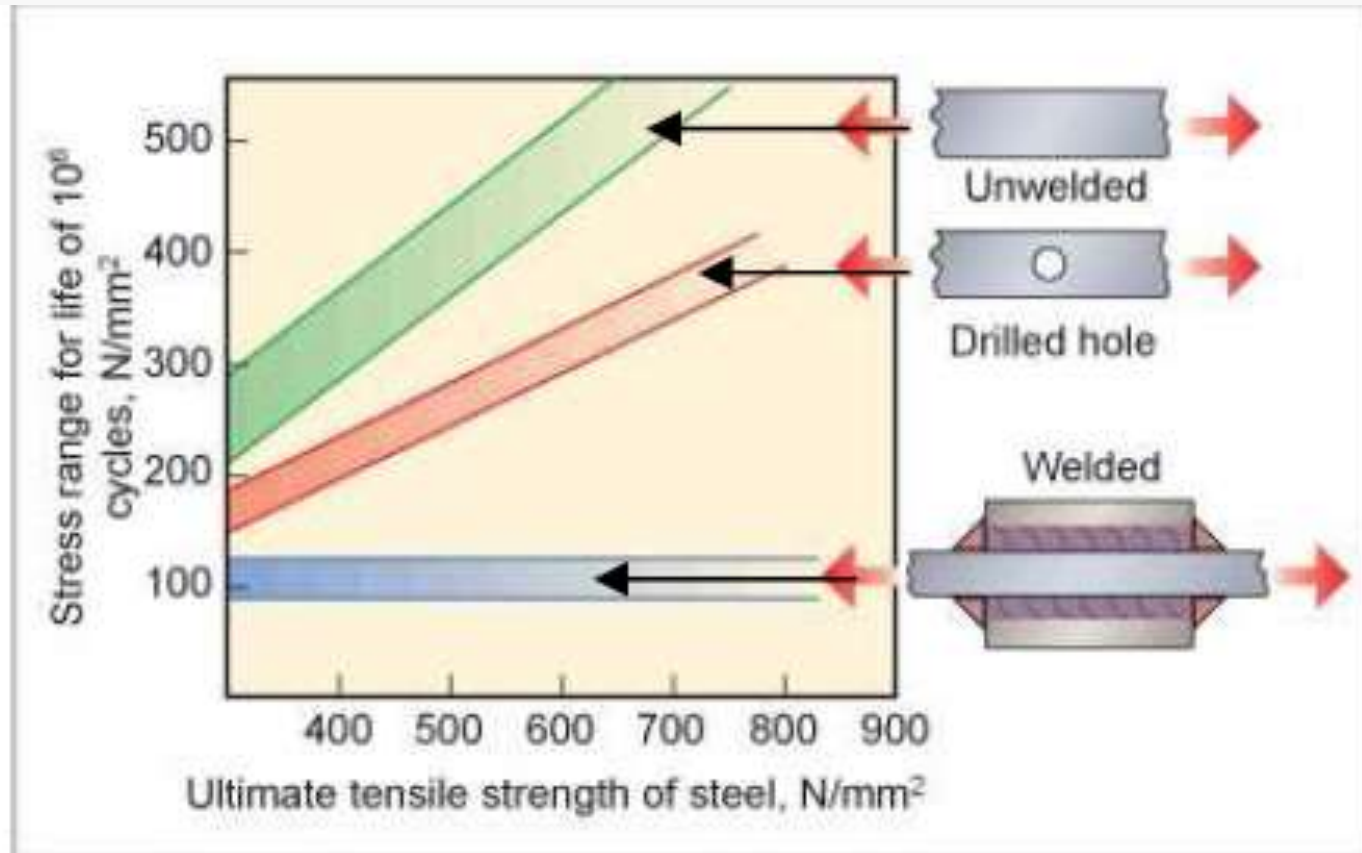


geometrische Kerbe

=

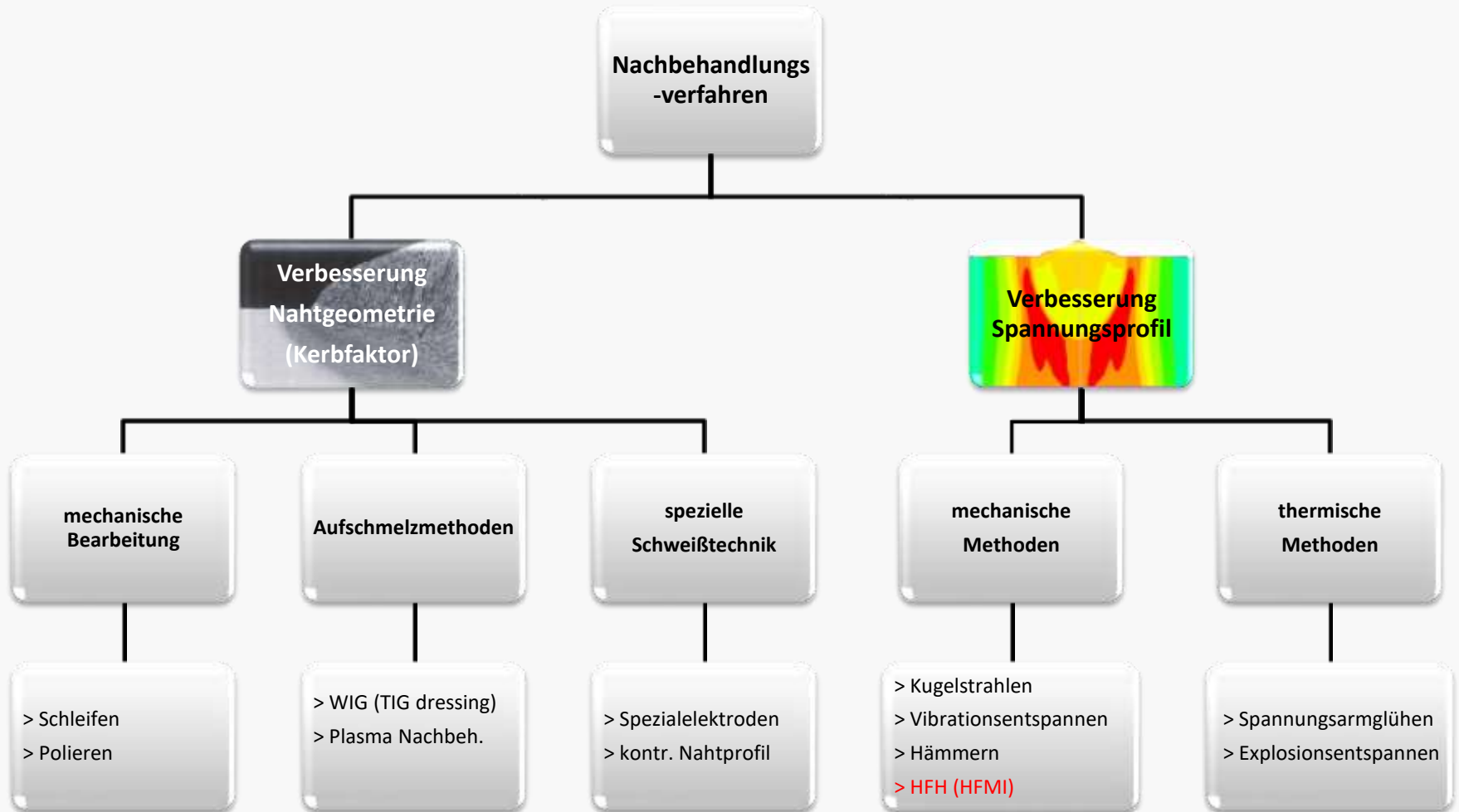


Einfluss der Kerbwirkung bei hochfesten Stählen

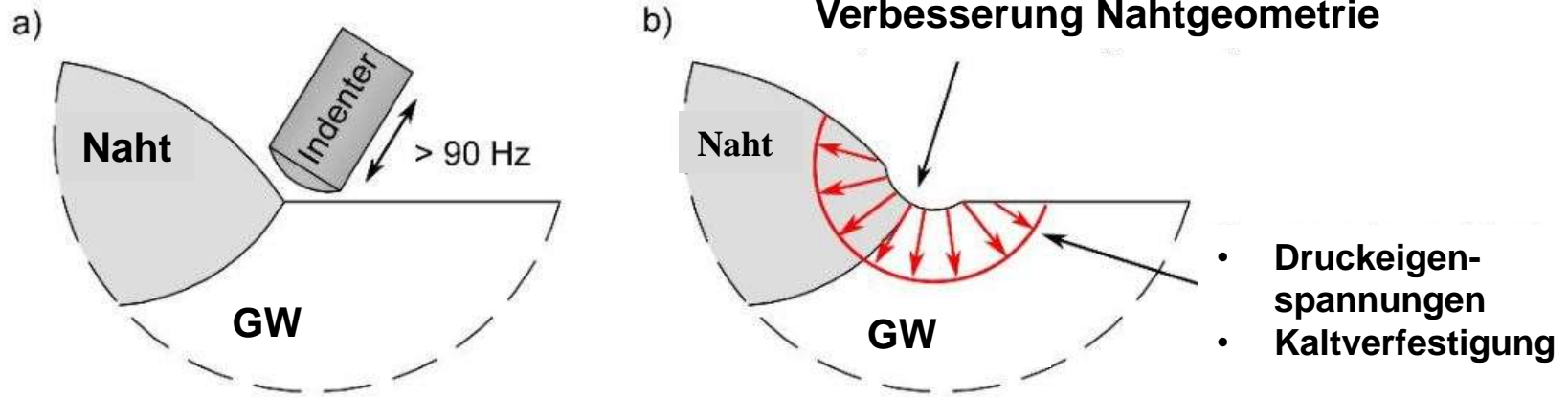


➔ **Ermüdungsfestigkeit ist unabhängig von der Zugfestigkeit**

Nach noch gültigen Regelwerk im Eurocode 3 - 1.9



Wirkungsweise Höherfrequentes Hämmern (HfH int. HFMI)



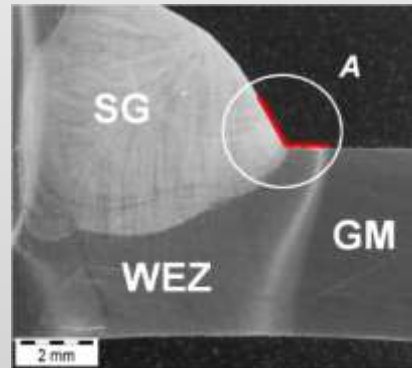
a) Prinzip der HFMI Behandlung

b) resultierende positive Effekte

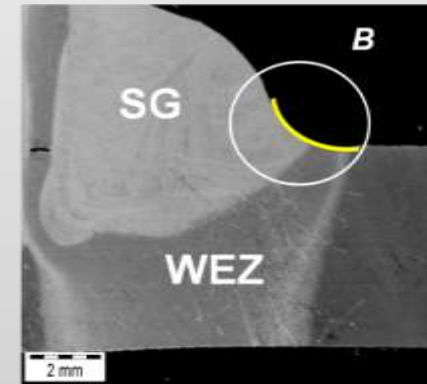
- Reduktion der geom. Kerbwirkung
- Aufbau von Druckeigen-
spannungen
- Kaltverfestigung der Oberfläche

PIT ist ein höherfrequentes Hämmern, welches:

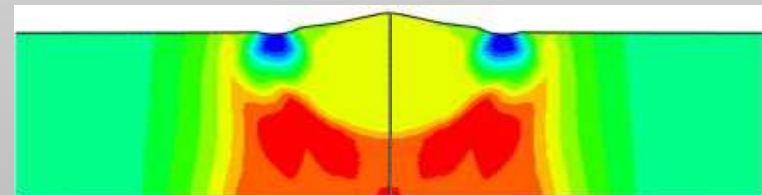
- a) Kerben und Steifigkeitssprünge geometrisch derart optimiert, dass sich der Kerbfall deutlich verbessert



=
>



- b) oberflächennahe Zugeigenspannungen gezielt mit hohen Druckeigenspannungen überlagert

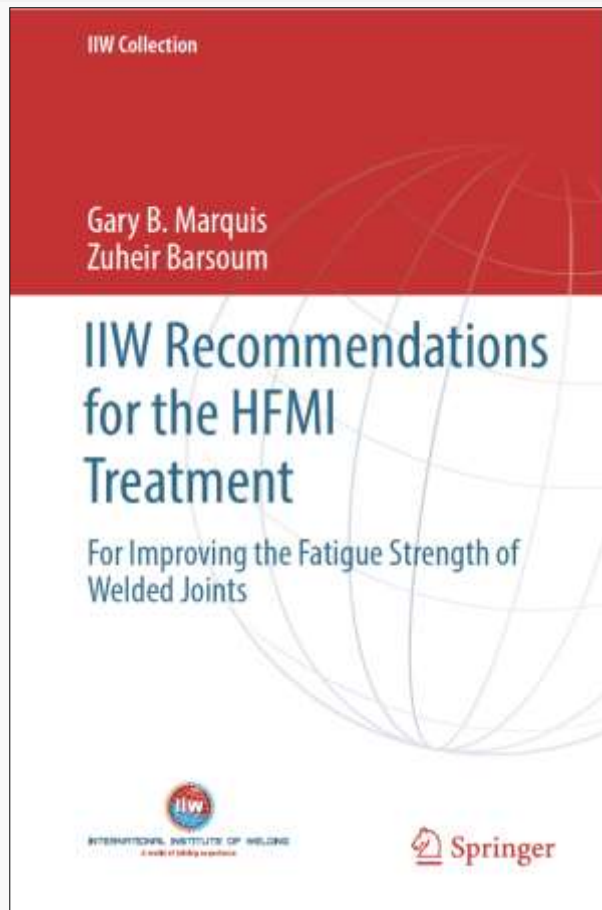


das Resultat ist eine wesentliche Steigerung der Schwingfestigkeit/-spielzahl

Eine PIT Behandlung erfolgt nur an den kritischen Bereichen (den sog. Hot-Spots)



bestätigen die hohen Effekte von HFMI



<https://www.springer.com/de/book/9789811025037>



<https://shop.deutscherstahlbau.de/de/dast-richtlinie-026>

z.B. von FAT 80 auf FAT 140 und weiter

High Frequency Mechanical Impact (HFMI) Gerätehersteller



UIT Gerät Fa. Applied Ultrasonics



UP-Gerät Fa. ITL und Syntec



HiFIT Gerät Fa. Dynatec

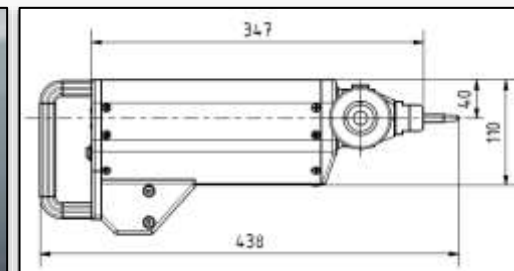


PIT-Gerät Fa. Pitec

Mit Druckluft wird ein Muskel, eine neue Entwicklung von **FESTO** angetrieben. Dessen Bewegungen als Hämmerbewegung auf einen oder mehrere Bolzen übertragen werden. Durch die getrennte Regelung von Frequenz und Druck, lässt sich die Schlagintensität optimal auf den jeweiligen Werkstoff einstellen um stets den maximalen Effekt zu erzielen.



- kompakte Bauweise für gute Zugänglichkeit
- beleuchteter Arbeitsbereich
- Feineinstellung durch getrennte Regelung von Frequenz und Druck
- 4 individuell programmierbare Frequenzstufen
- Bolzen-Sortiment für unterschiedliche Anwendungen
- Luftkühlung der Bolzen
- sehr niedriger Gesamtvibrationswert ca. 5 m/s^2
- in geschlossenen Behältern anwendbar (Handgerät 24 V)



die Spur am Nahtübergang
gegen Ermüdung



die Behandlung von Kanten
gegen Ermüdung



bisher nur bei PIT

von Hand



am Roboter



die flächige Behandlung
gegen Ermüdung oder
Spannungsriß-Korrosion

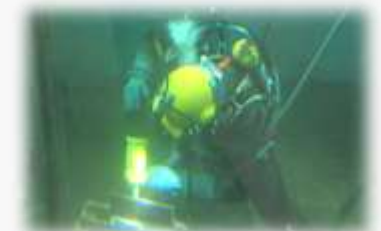


das Zwischenlagenhämmern
gegen Schrumpfspannungen
bzw. Verzug



nicht mit jedem
HFMI System möglich

unter Wasser





Problematik:

Festlegung der Schweißnahtqualität

Die Zeichnung muss eine Aussage zur Bewertungsgruppe machen zum Beispiel nach:

DIN EN ISO 5817

DIN EN ISO 10042

DIN 29595

Qualitätsangaben auf Schweißzeichnungen

- Schweißnahtausführung, -länge, Kehlnahtdicke, Schweißnahtvorbereitung
- Schweißen gemäß innerbetrieblicher Schweißrichtlinie BN
- Schweißnahtqualität DIN EN ISO 5817 C, sofern nichts anderes angegeben
- Brennschnittgüte nach DIN EN ISO 9013 – 332
- Freimaßtoleranzen für Schweißkonstruktionen DIN EN ISO 13920 BF
- Zerstörungsfreie Prüfung nach BN



PRAXISLÖSUNGEN



Peter Gerster

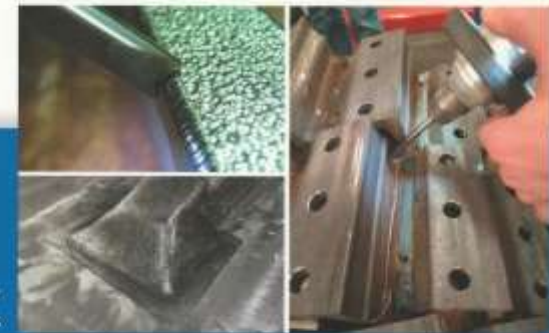
Vermeidung von Schadensfällen beim Schweißen

Die Schadensanalyse

- Schäden beurteilen
- Ursachen ermitteln
- Mängel beseitigen



PRAXISLÖSUNGEN

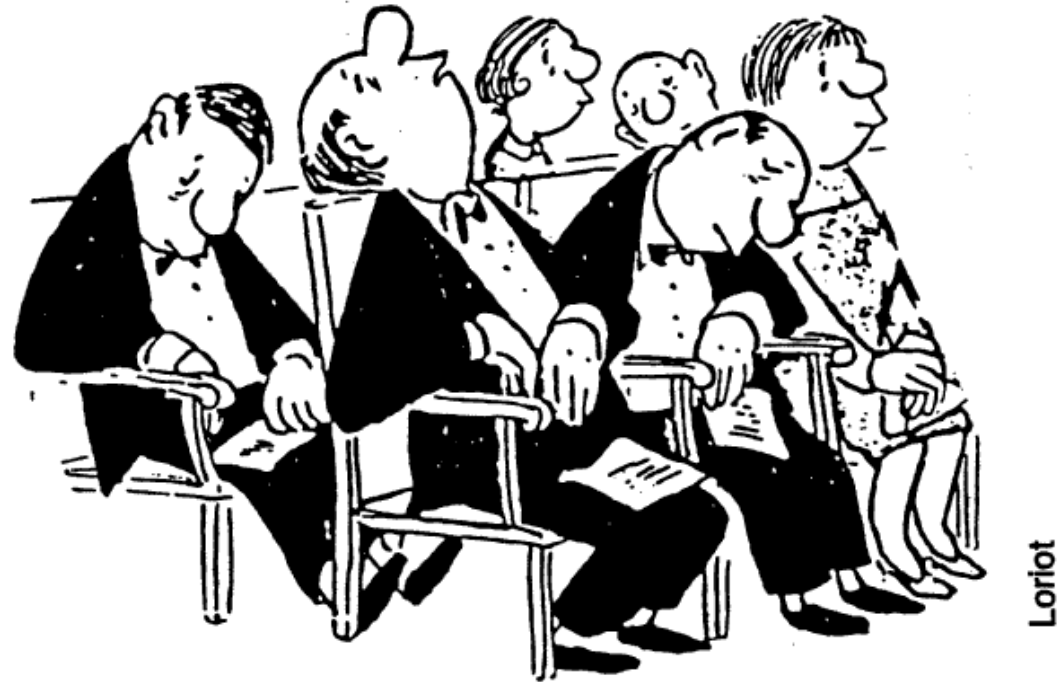


Peter Gerster
Frank Schäfers

Schweißnahtnachbehandlung

- Ermüdungsschäden beurteilen
- Schweißnähte wirksam nachbehandeln
- Lebensdauer von Schweißkonstruktionen erhöhen

**Danke für die
Aufmerksamkeit**



Noch Fragen? - Bitte!