Schadensfälle beim Schweißen von CrNi-Stählen

G. Weilnhammer
GSI mbH Niederlassung SLV München

Langzeitversuch

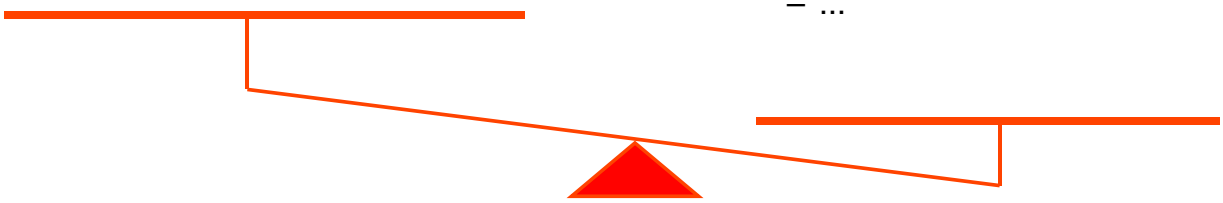
Korrosion in verschiedenen Umgebungen

	1.4301	1.4571
Land	beständig	beständig
Stadt	beständig nur sauber	beständig
Seeluft	nicht beständig	beständig nur sauber

Einflussgrößen

- Beständigkeit
  - Chemische Zusammensetzung des Werkstoffs
    (PRE = Cr + 3,3•Mo + 16•N)
  - Werkstoffzustand
    - Lösungsgeglüht
    - Spannungsarmgeglüht
    - ...

- Korrosion
  - Chemische Zusammensetzung des Mediums
  - Einsatztemperatur
  - Verarbeitung
    - Oberflächenzustand
      - Rauhigkeit
      - Reinheit
    - Spannungszustand
    - Gefügezustand
    - ...



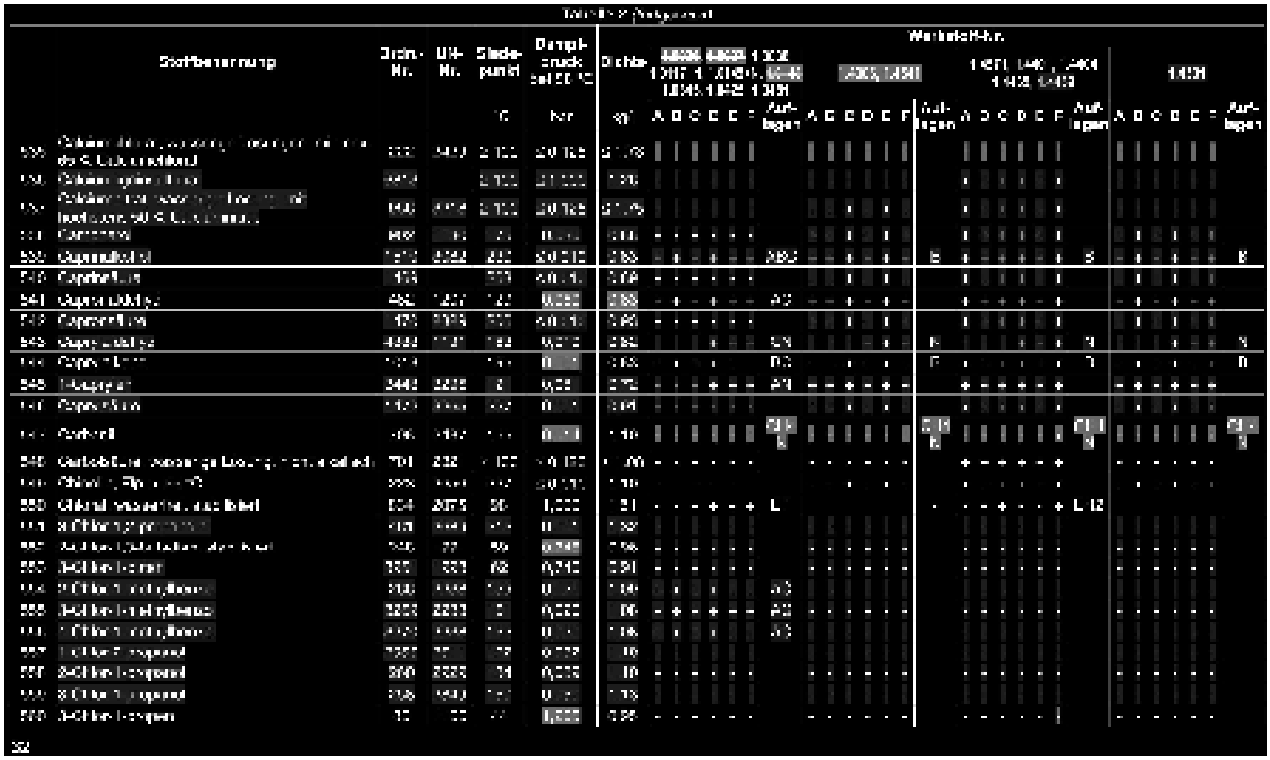
Normung Nichtrostender Stähle

- DIN EN 10088
- DIN 17440
- AD Merkbätter
- SEW- Blätter
- ...

- Gewährleistung von
  - Dehngrenze
  - Zugfestigkeit
  - Warmfestigkeit
  - Kaltzähigkeit
  - Korrosionsbeständigkeit ?

- Allgemeine Korrosionsbeständigkeit durch CrO-Schicht ab einem Cr-Gehalt von 12-13%
- Üblicherweise nur Aussagen zur Beständigkeit gegenüber IK

DIN 6601



Zulassungsbescheid Z-30.3-6

DIBt

Deutsches Institut für Bautechnik

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung

Z-30.3-6

30. April 2014

Informationsstelle Edelstahl Rostfrei
Sohnstraße 65, 40237 Düsseldorf

Erzeugnisse, Verbindungsmittel und Bauteile aus nichtrostenden Stählen

Z-30.3-6: Allgemeine Bauaufsichtliche Zulassung

- Einteilung der Werkstoffe in vier Korrosionswiderstandsklassen

- Korrosions - Widerstandsklasse und Anforderung
  - I (gering) Innenräume
  - II (mäßig) Für Kontrolle und Sanierung zugängliche Konstruktionen ohne nennenswerte Gehalte an Chloriden und Schwefeldioxyd
  - III (mittel) Unzugängliche Konstruktionen mit mäßiger Chlorid- und Schwefeldioxydbelastung
  - IV (stark) Konstruktionen mit hoher Korrosionsbelastung durch Chloride und Schwefeldioxyd (auch bei Aufkonzentration der Schadstoffe, z.B. bei Bauteilen in Meerwasser, in Straßentunnel und Schwimmhallen

Z-30.3-6: Allgemeine Bauaufsichtliche Zulassung

Zugelassene Stahlsorten

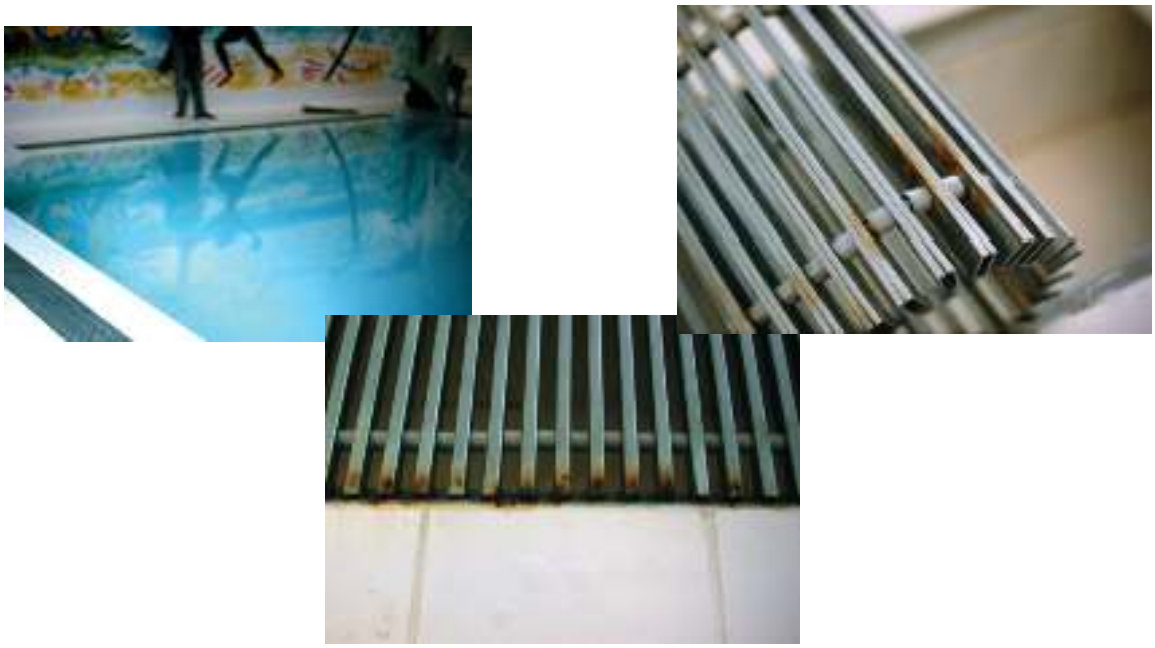
Nr.	Stahlsorte	Kurz-name	Festigkeitsklassen	Wider-stands-klasse	Typische Anwendung
1	X2CrNi12	1.4003	S 235, S 275, S 355, S460	I (gering)	Konstruktionen in Innenräumen mit Ausnahme von Feuchträumen
2	X6Cr17	1.4016	S 235		
3	X5CrNi18-10	1.4301	S 235, S 275, S 355, S460, S 690	II (mäßig)	Zugängliche Konstruktionen, ohne nennenswerte Gehalte an Chlori-den und Schwefeldioxyden, keine Industrieatmosphäre
4	X2CrNi18-9	1.4307	S 235, S 275, S 355, S460, S 690		
5	X3CrNiCu18-9-4	1.4567	S 235, S 275, S 355, S460		
6	X6CrNiTi18-10	1.4541	S 235, S 275, S 355, S460		
7	X2CrNiN18-7	1.4318	S 355, S460		
8	X5CrNMo17-12-2	1.4401	S 235, S 275, S 355, S460, S 690	III (mittel)	Konstruktionen mit mäßiger Chlo-rid- und Schwefeldioxydbelastung und unzugängliche Konstruktio-nen
9	X2CrNiMo17-12-2	1.4404	S 235, S 275, S 355, S460, S 690		
10	X3CrNiCuMo17-11-3-2	1.4578	S 235, S 275, S 355, S460		
11	X6CrNiMoTi17-12-2	1.4571	S 235, S 275, S 355, S460, S 690		
12	*X2CrNiMoN17-13-5*	*1.4362*	*S460*		
13	X2CrNiN23-4	1.4439	S275		
14	X2CrNiMoN22-5-3	1.4462	S460, S 690	IV (stark)	Hohe Korrosionsbelastung durch Chlor und/oder Chloride und/oder Schwefeldioxyde und hohe Luft-feuchtigkeit, sowie Aufkonzen-trationen von Schadstoffen
15	X1NiCrMoCu25-20-5	1.4539	S 235, S 275, S 355, S460, S 690		
16	X2CrNiMnMoNbN25-18-5-4	1.4565	S460		
17	X1NiCrMoCuN25-20-7	1.4529	S 275, S 355, S460, S 690		
18	X1CrNiMoCuN20-18-7	1.4547	S 275, S 355		

Verarbeitung nach Zulassungsbescheid

Anrostungen durch Verwendung von kaltverformtem 1.4301 im Bereich einer Gebäudefassade

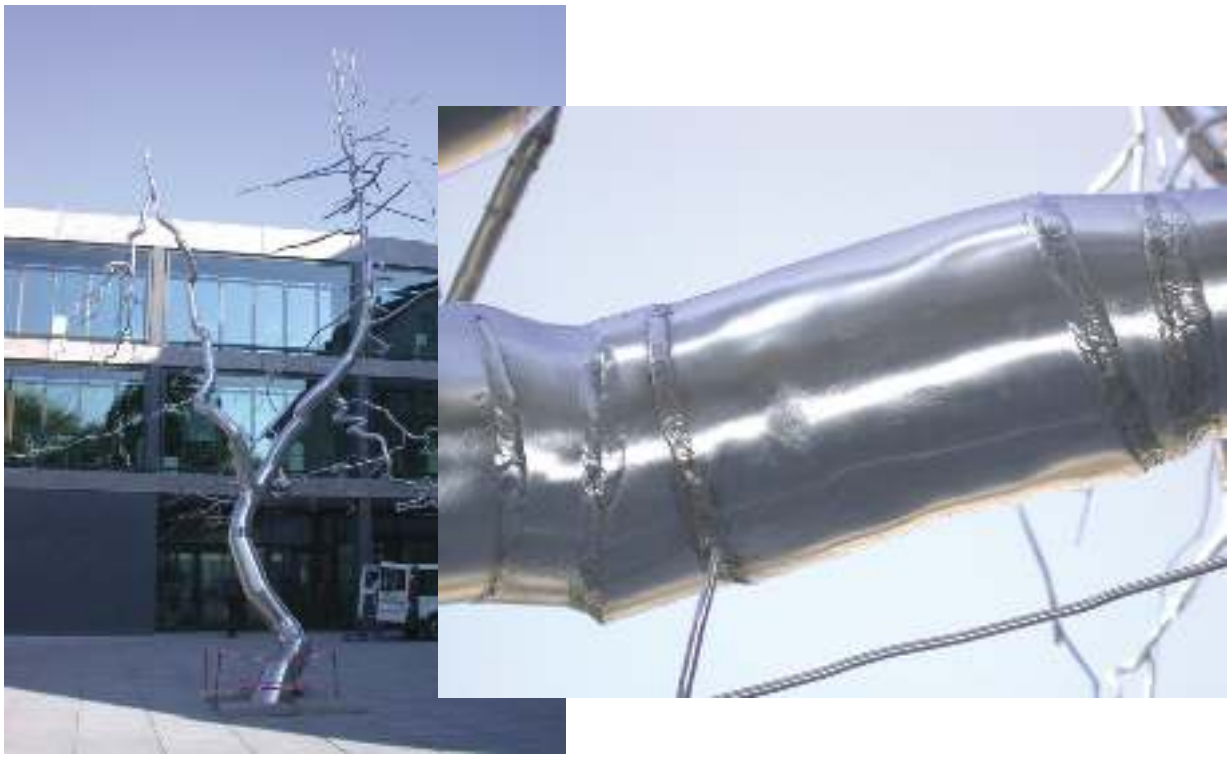
Verarbeitung nach Zulassungsbescheid

Anrostungen durch Verwendung von 1.4301 im Schwimmbadbereich

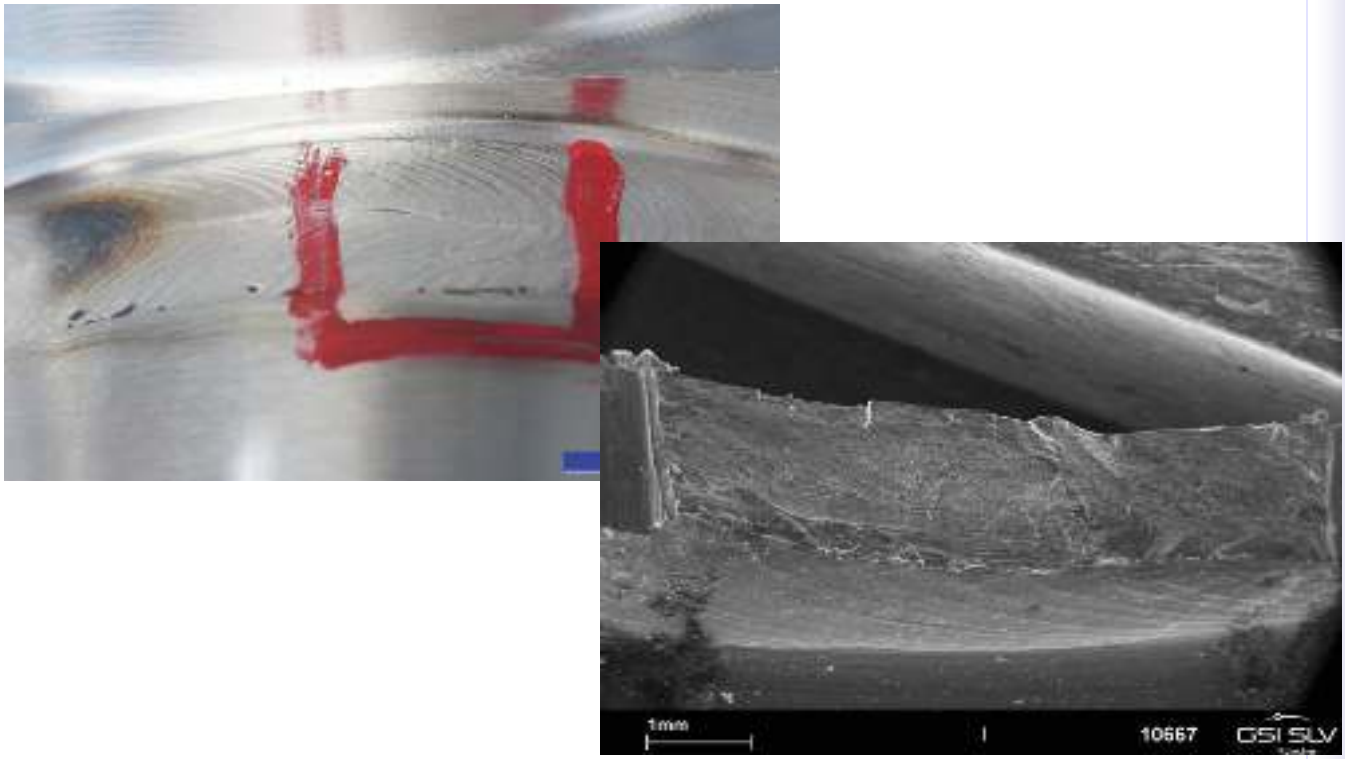


Verarbeitung nach Zulassungsbescheid

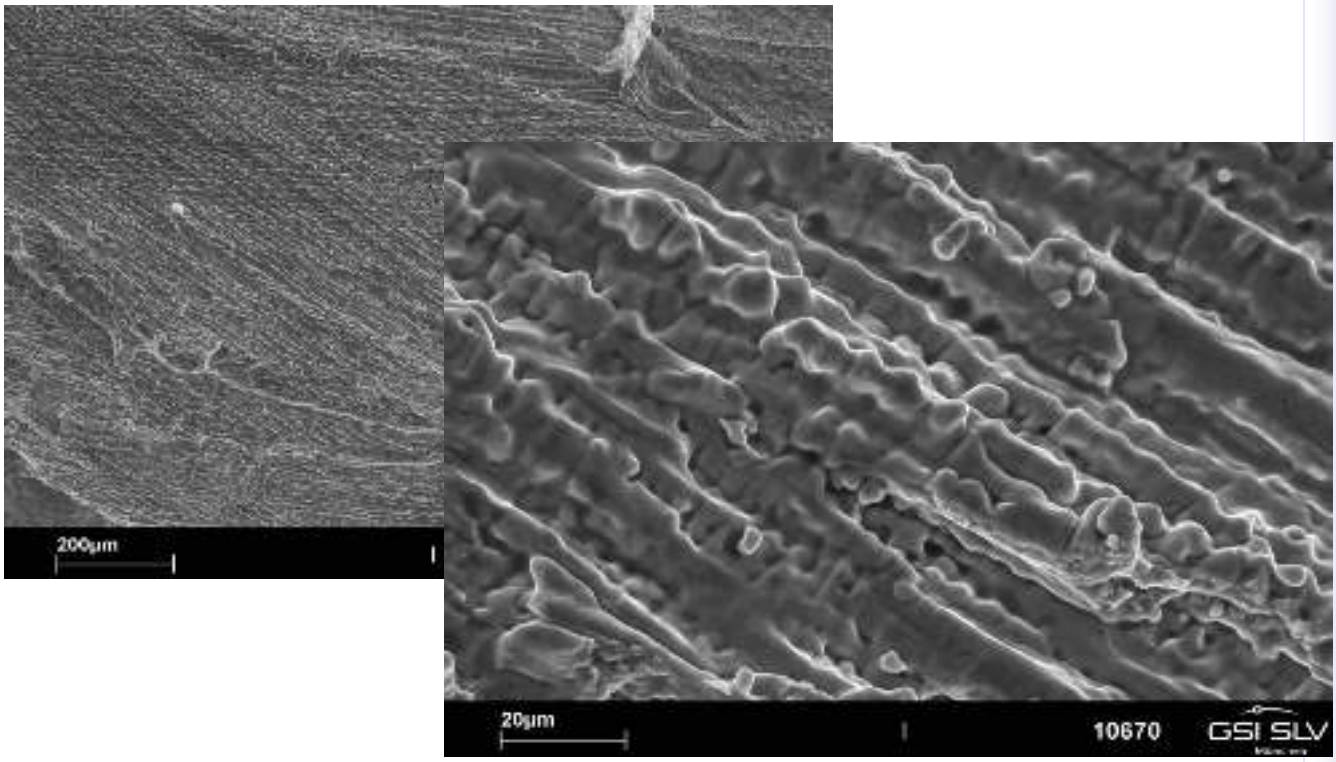
Verarbeitung nach Zulassungsbescheid „Roxy Paine“



Kugelgehäuse
– Heissrisse im Schweissgut

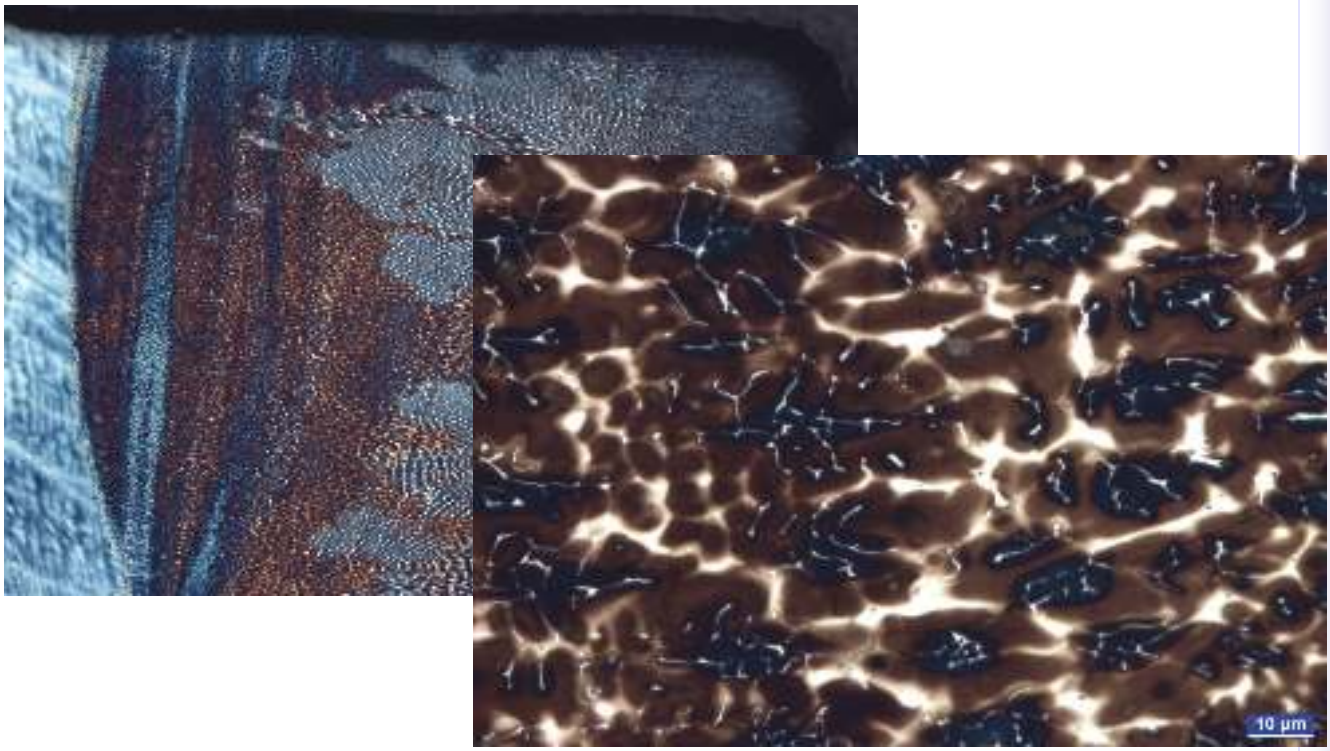


Kugelgehäuse
– Heissrisse im Rasterelektronenmikroskop



Kugelgehäuse
– Mikrogefüge Schweissgut

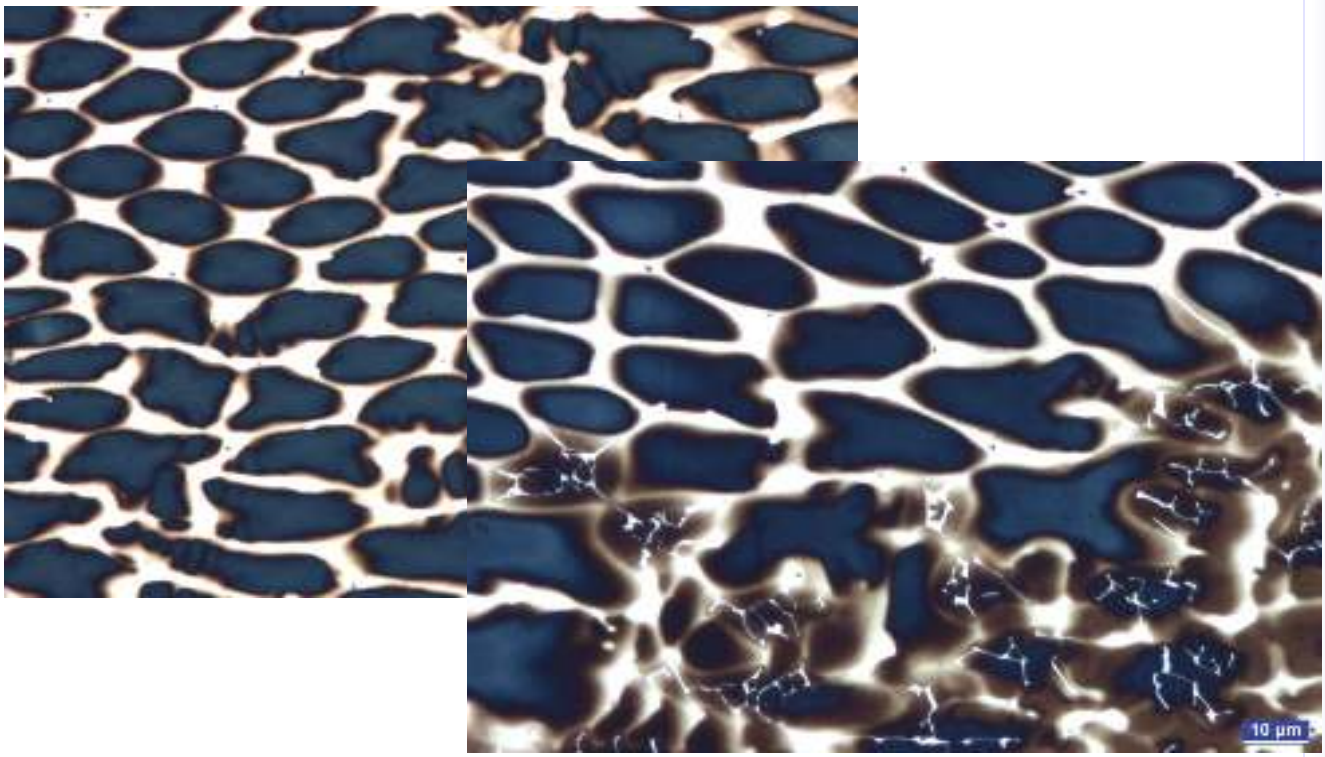
GSI SLV München



DVS VERBAND

Kugelgehäuse
– Mikrogefüge Schweissgut

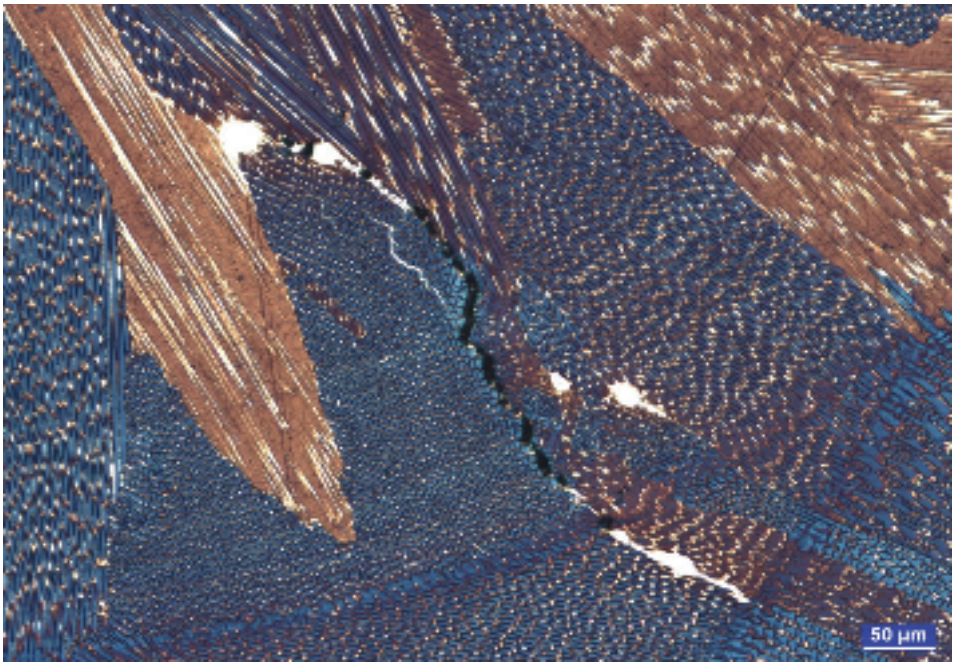
GSI SLV München



DVS VERBAND

Kugelgehäuse
– Heissrisse im vollaustenitischen Schweissgut

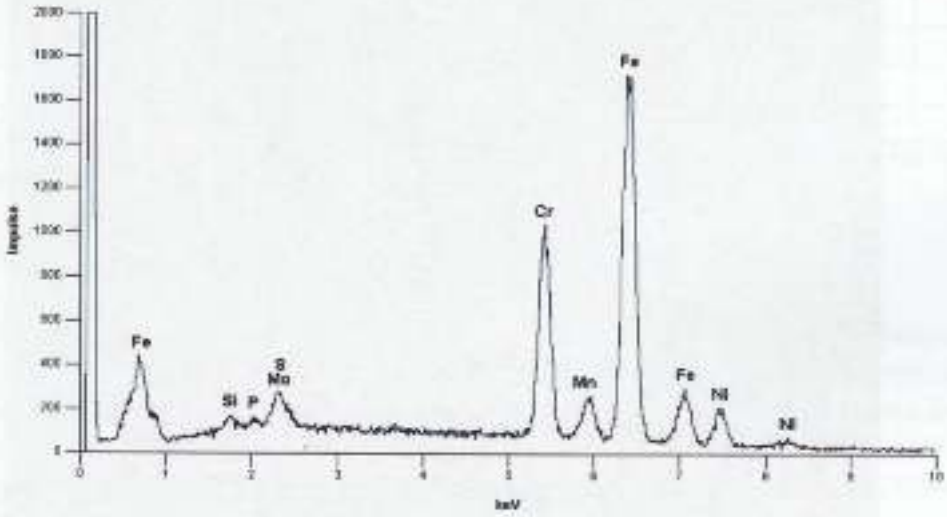
GSI SLV München



DVS VERBAND

Kugelgehäuse
– EDX-Analyse Rissfläche

GSI SLV München



ESMA 1: Freigelegte Heißrissfläche,
Summenanalyse über 1 x 1,4 mm², 15 kV

DVS VERBAND

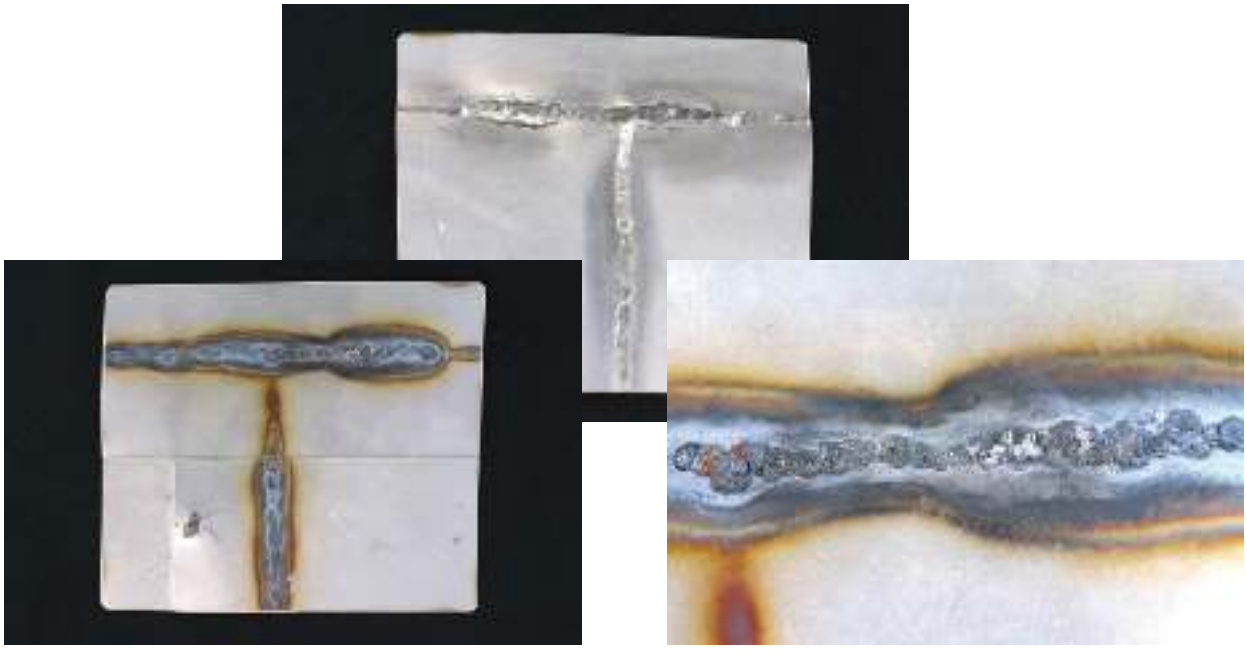
Kugelgehäuse – Spektralanalyse

Nr.		Chemisches Element in Gewichts-%					
Soll: 1.4404	Norm	C	Si	Mn	P	S	Cr
	Min.	---	---	---	---	---	16,50
	Max.	0,07	1,00	2,00	0,045	0,015	18,50
1.1		0,02	0,42	1,43	0,031	0,034	16,65
2.1		0,02	0,43	1,61	0,036	0,031	16,76
3.1		0,01	0,32	1,61	0,027	0,033	16,61
4.1		0,02	0,41	1,37	0,032	0,032	16,62
Soll: 1.4404	Norm	Ni	Mo	Cu	Co	W	N
	Min.	10,00	2,00	---	---	---	---
	Max.	13,00	2,50	---	---	---	0,100
1.1		9,96	1,95	0,48	0,31	0,70	0,060
2.1		10,03	1,98	0,49	0,22	0,48	0,010
3.1		10,46	1,98	0,20	0,10	0,17	0,029
4.1		10,17	1,96	0,39	0,21	0,51	0,065

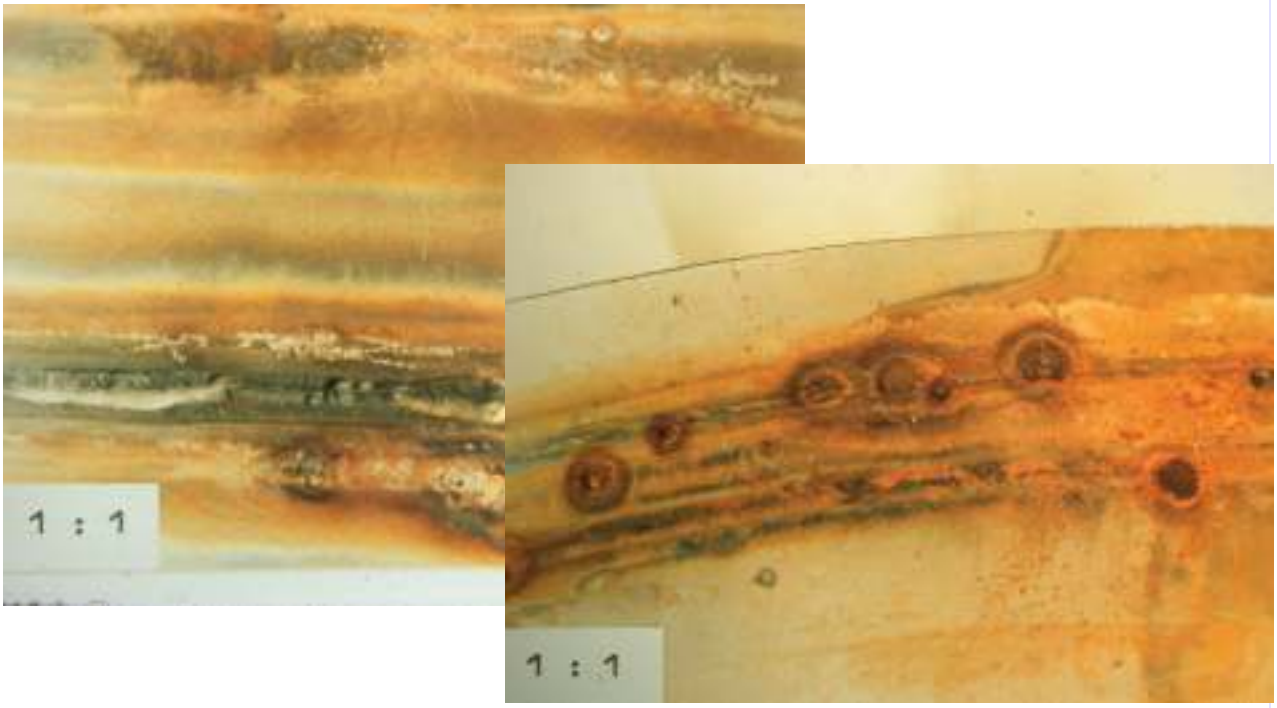
Tabelle 1: Spektrometrische Analyse, Gehäuse, Soll: X2CrNiMo17-12-2 (1.4404) nach EN 10088-1
Sachbearbeiter / Datum: S. Errouhi / 27.07.2016

Schweißen

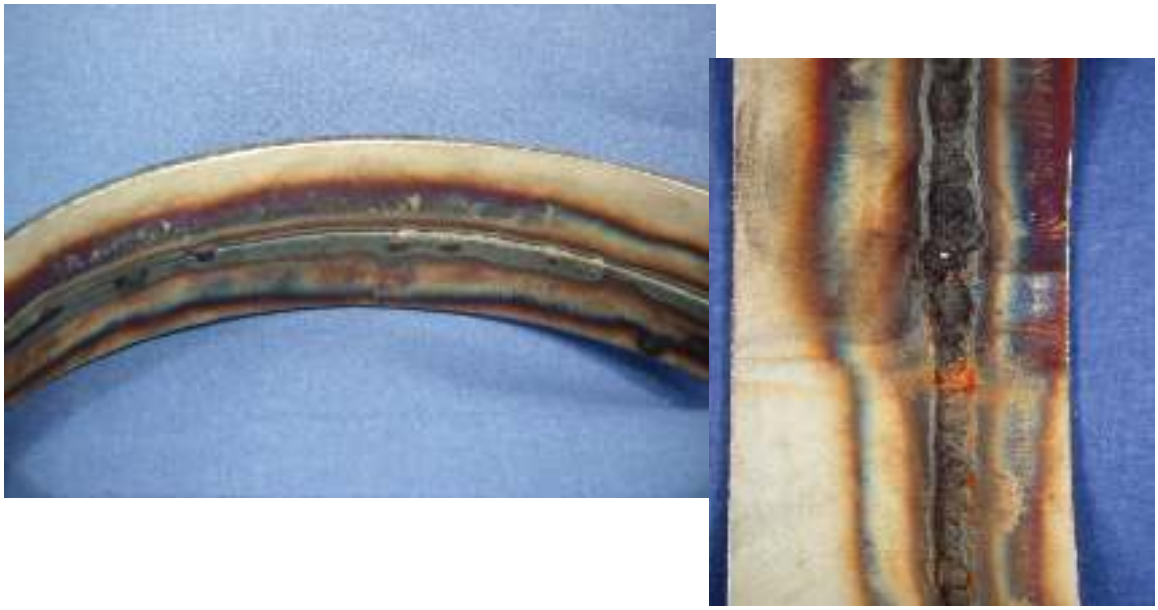
Anlauffarben durch fehlende Wurzelformierung



Korrosion durch fehlende Wurzelformierung



Korrosion durch fehlende Wurzelformierung
(Abwasserleitung aus Klärwerk)



Korrosion durch fehlende Wurzelformierung an Wasserleitung

Schweißen

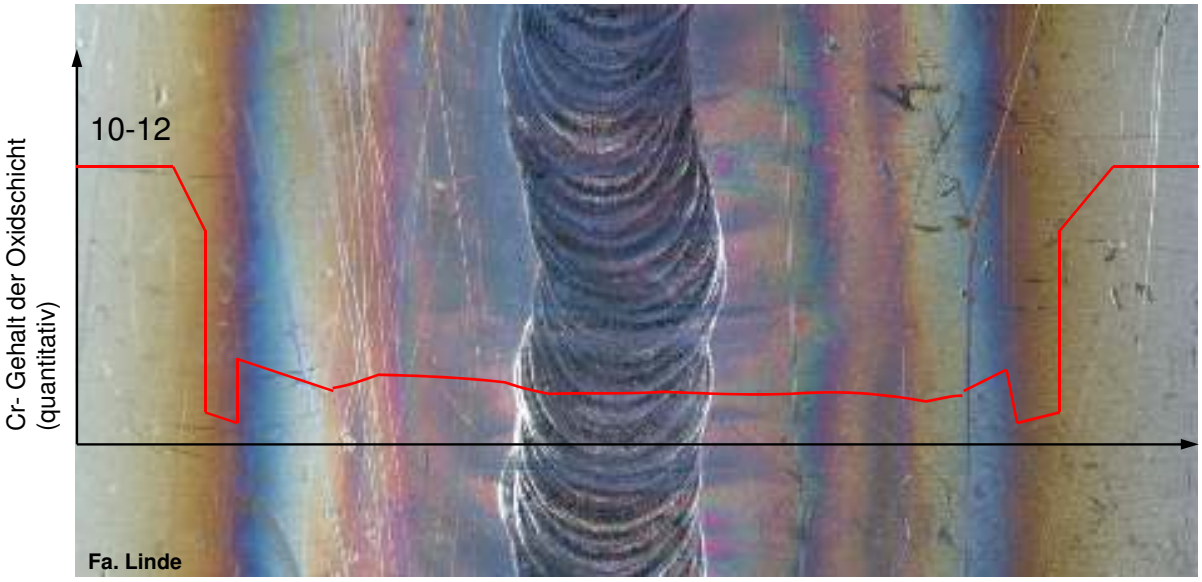
- Lochfraß durch
  - Anlauffarben
  - verbrannte Oberfläche
  - fehlende Wurzelformierung

GSI mbH Niederlassung SLV München

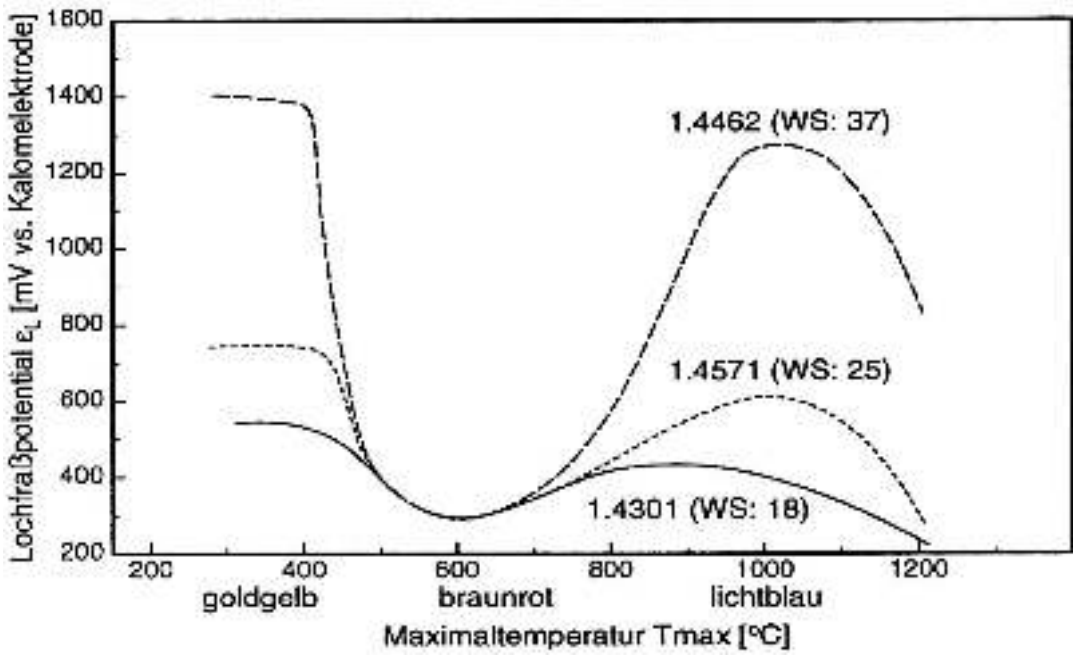
Zulässige und unzulässige Anlauffarben

Verminderte Korrosionsbeständigkeit durch Anlauffarben

- **Örtlich verminderte Korrosionsbeständigkeit durch Cr-Verarmung in der Passivschicht im Bereich von Anlauffarben**



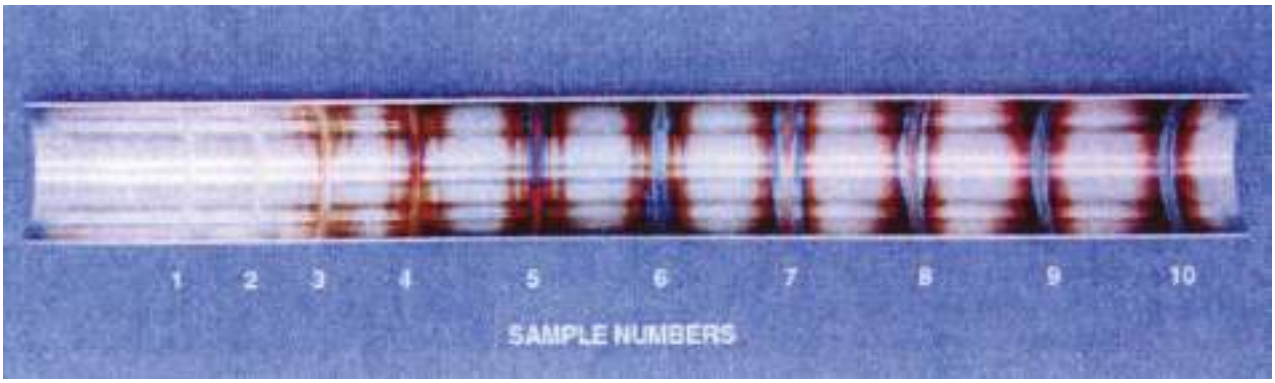
Lochkorrosion



Lochfraßpotential in Abhängigkeit der Anlauffarbe und Oxidschichtdicke

Anlauffarben

Zulässige und unzulässige Anlauffarben

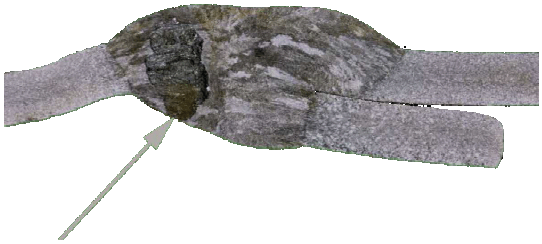


Bewertungsgruppe D - Beispiele 1 bis 7

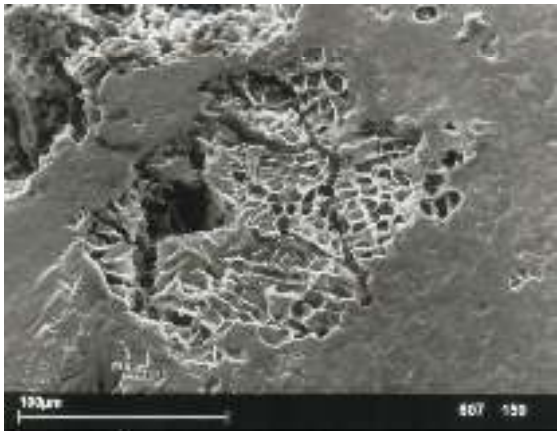
Bewertungsgruppe C - Beispiele 1 bis 5

Bewertungsgruppe B - Beispiele 1 bis 3

Lochkorrosion

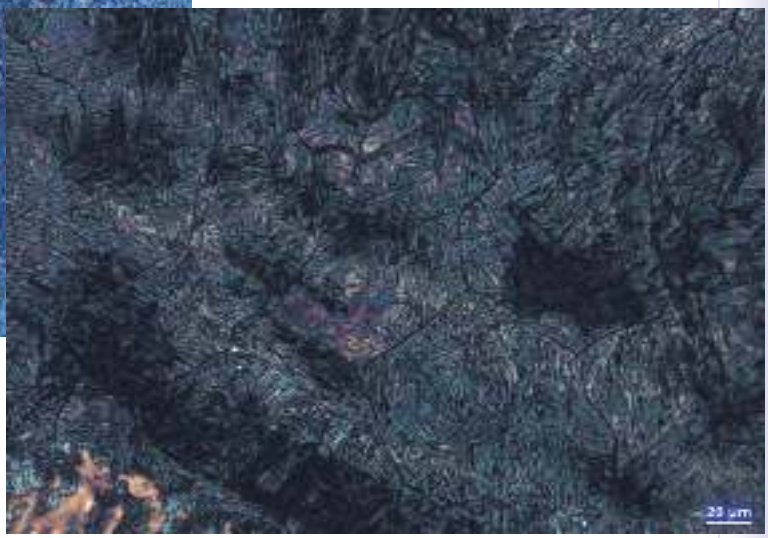


- **Lochfraß durch**
  - **Anlauffarben**
  - **verbrannte Oberfläche**



Rohr – Flansch – Verbindung geschweißt mit falschem Zusatz

Rohr – Flansch – Verbindung geschweißt mit falschem Zusatz



geätzt mit Beraha I

Verarbeitungsfehler

Verarbeitungsfehler

Verarbeitungsfehler

Fehlerhafte Schweißnahtausführung

Fehlerhafte Schweißnahtausführung

GSI mbH Niederlassung SLV München

Fehlerhafte Schweißnahtausführung

Lagerung und Transport

Oberflächenbehandlung

- **Oberflächenbehandlung**
  (Beseitigung von Anlauffarben)
  - **Beizen**
  - **Bürsten**
  - **Schleifen**
  - **Strahlen (Glasperlen)**
  - **Elektropolieren**

Beizen

Anrostungen an Fussgängerbrücke durch Beizen bei nicht geeigneter Konstruktion

Beizen

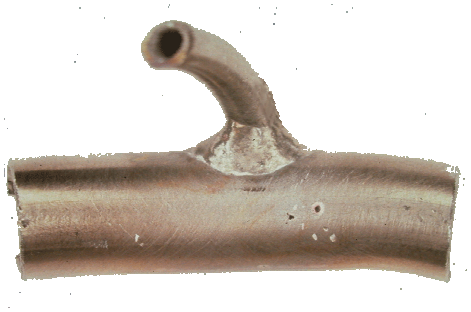
Beizblasen an Cr-Stahl durch Beizen bei erhöhten Temperaturen

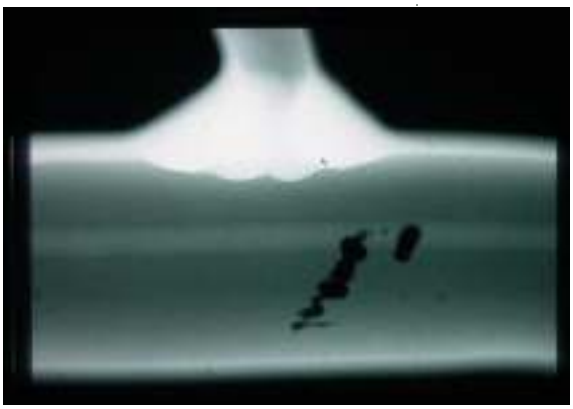
Bürsten

- **Korrosion durch**
  - **Abriebpartikel vom Bürsten**

Bürsten

- Bürsten
  - Nichtrostende Bürsten
  - Hohe Drehzahl
  - Geringer Arbeitsdruck





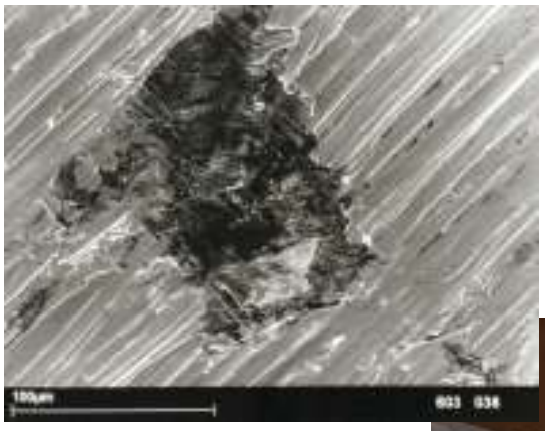
- Korrosion durch
  - Abriebpartikel vom Bürsten

Verarbeitung – Schleifen

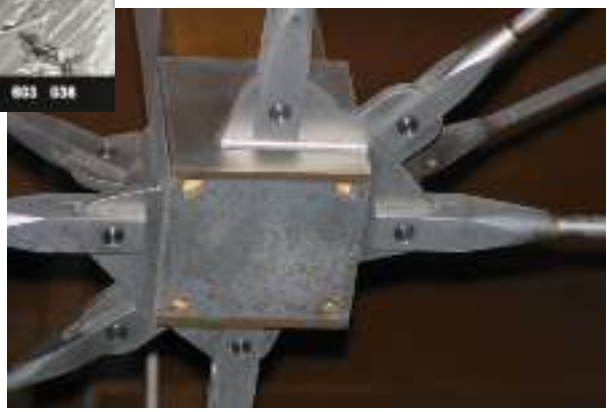
Verarbeitung – Schleifen

Verfleckung

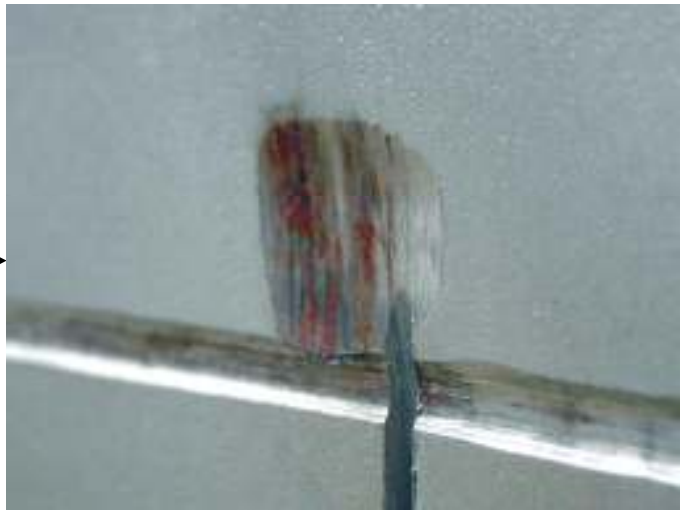
Lochkorrosion durch unsachgemäßes Schleifen



- Lochfraß durch
  - Eingedrückte Partikel (Schleifstaub, Schweißspritzer)



Oberflächenbehandlung Schleifen



Oberflächenbehandlung Schleifen

Oberflächenbehandlung Schleifen

- Korrosion durch
  - grobes Schleifen

- Lochfraß durch
  - Fremdmetall

GSI mbH Niederlassung SLV München

Strahlen

- **Glasperlenstrahlen**
  - **Sauberes Strahlgut**
  - **Angemessener Strahldruck**

Reinigung

- **Reinigungsablauf**
  - **Bearbeitungsrichtung beachten**
  - **Kratzter vermeiden**
  - **Keine korrosiven Reinigungmittel**
  - **Reinigungsmittel gründlich entfernen**

Vielen Dank
für Ihre Aufmerksamkeit

weilnhammer@slv-muenchen.de