

Metallografische Präparation von rostfreiem Stahl

Korrosionsbeständige Stähle

enthalten mindestens 11% Chrom und sind unter dem Begriff „rostfreie Stähle“ zusammengefasst. In dieser Gruppe von hochlegierten Stählen gibt es vier Kategorien die nach dem Gefüge der Legierungen bei Raumtemperatur benannt werden: ferritische, martensitische, austenitische und austenitisch-ferritische (Duplex) Stähle.

Das Hauptmerkmal der rostfreien Stähle ist ihre Korrosionsbeständigkeit. Diese Eigenschaft kann durch den Zusatz von bestimmten Legierungselementen verstärkt werden und sich auch auf andere Eigenschaften wie Zähigkeit oder Oxidationsverhalten vorteilhaft auswirken. Zum Beispiel erhöhen Niob und Titan den Widerstand gegen interkristalline Korrosion da sie Kohlenstoff zur Karbidbildung absorbieren. Stickstoff steigert die Festigkeit und Schwefel verbessert die Zerspanbarkeit durch die Bildung von Mangansulfiden die einen kurzen Span bewirken.

Wegen ihrer Korrosionsbeständigkeit und ausgezeichneten Oberflächenqualität spielen rostfreie Stähle in der Flugzeug-, Lebensmittel-, chemischen und medizinischen



Teile aus rostfreiem Stahl für den Flugzeugbau

Industrie eine große Rolle, werden aber auch in Großküchenausstattung, Architektur und sogar Schmuck eingesetzt.

Die Metallografie von rostfreiem Stahl ist ein wichtiger Teil der Qualitätskontrolle während des Herstellungsprozesses. Metallografisch werden hauptsächlich Korngrößenbestimmung und die Beurteilung von Deltaferrit und Sigma-Phase durchgeführt und Größe und Verteilung von Karbiden beurteilt. Zusätzlich wird die Metallografie noch für Schadensfälle und zur Untersuchung von Korrosions- und Oxidationsvorgängen eingesetzt.



Abb. 1: Duplex Stahl elektrolytisch geätzt mit 40%iger Natronlauge, Austenit blau, Ferrit gelb 150x

Schwierigkeiten während der metallografischen Präparation

Schleifen und Polieren: Verformung und Kratzer in ferritischen und austenitischen Stählen. Erhalten der Karbide und Einschlüsse.



Rostfreier Stahl nach 3 µm Politur mit Restverformung vom Schleifen



Ungenügend polierter rostfreier Stahl zeigt Verformung nach Farbätzung Beraha II

100x

Lösung:

Sorgfältiges Diamantpolieren und Endpolieren mit Siliziumoxid oder Tonerde



Herstellung und Verwendung von rostfreiem Stahl

Die Produktion von hochlegierten Stählen ist ein komplexer Ablauf von wiederholten Schmelzprozessen. Eine Mischung von Eisen und gut sortiertem Stahlschrott wird zunächst im Lichtbogenofen geschmolzen und in Rohblöcke oder im Stranggussverfahren in Barren oder Knüppel gegossen. Für viele Anwendungen können diese Produkte zu Halbzeugen wie Stangen, Stäben oder Platten weiterverarbeitet werden. Für Stähle mit hoher Qualität werden die Roherzeugnisse einem zweiten Schmelzverfahren unterzogen.

Dieser zweite Schmelzprozess kann eine zwei- oder sogar dreifache Erschmelzung im Vakuuminduktionsofen und eine zusätzliche Schmelzung im Vakuum-Lichtbogenofen sein oder ein Elektro-Schlacke-Umschmelzverfahren, das auch unter Druck und Schutzgas durchgeführt werden kann. Der Hauptgrund für diesen zweiten Schmelzvorgang ist die Reduzierung von Verunreinigungen wie Oxiden, Sulfiden und Silikaten, so dass mit wiederholtem Schmelzen der Reinheitsgrad verbessert wird und homogene Blöcke mit ausgezeichneten mechanischen und physikalischen Eigenschaften gegossen werden können. Die hohen Energiekosten dieser Umschmelzverfahren spiegeln sich in den Preisen von wärme- und korrosionsbeständigen Stählen für spezielle Anwendungen wieder.

Verwendung

Die Korrosionsbeständigkeit von rostfreien Stählen beruht auf dem Legieren von Chrom mit Eisen und ist abhängig von der Bildung einer passiven Oberflächen-Oxidschicht die sich bei einer mechanischen Verletzung spontan nachbildet. Es gibt verschiedene Arten von Korrosion, zum Beispiel Loch-, Spannungsriss-, Schwingungsriss- und interkristalline Korrosion. Durch die Zugabe bestimmter Legierungselemente neben Chrom kann der Widerstand gegen eine spezifische Art von Korrosion erhöht werden, z.B. verbessert Molybdän den Widerstand gegen Lochfraß. Die Hauptlegierungen, Eigenschaften und Beispiele von Anwendungen der vier Arten von rostfreiem Stahl werden im Folgenden kurz beschrieben:

Ferritische rostfreie Stähle sind nicht härtbare Legierungen mit geringem Kohlenstoffgehalt und 11-17% Chrom. Eigenschaften: magnetisch, resistent

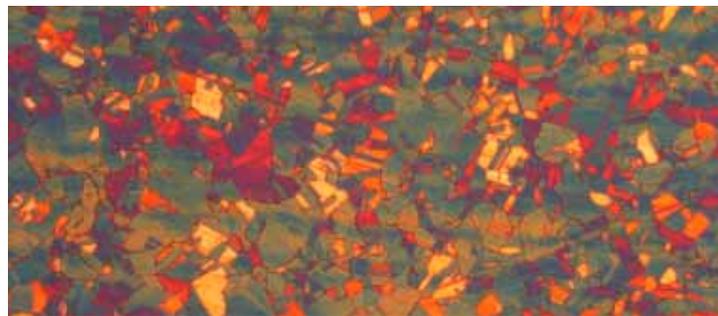
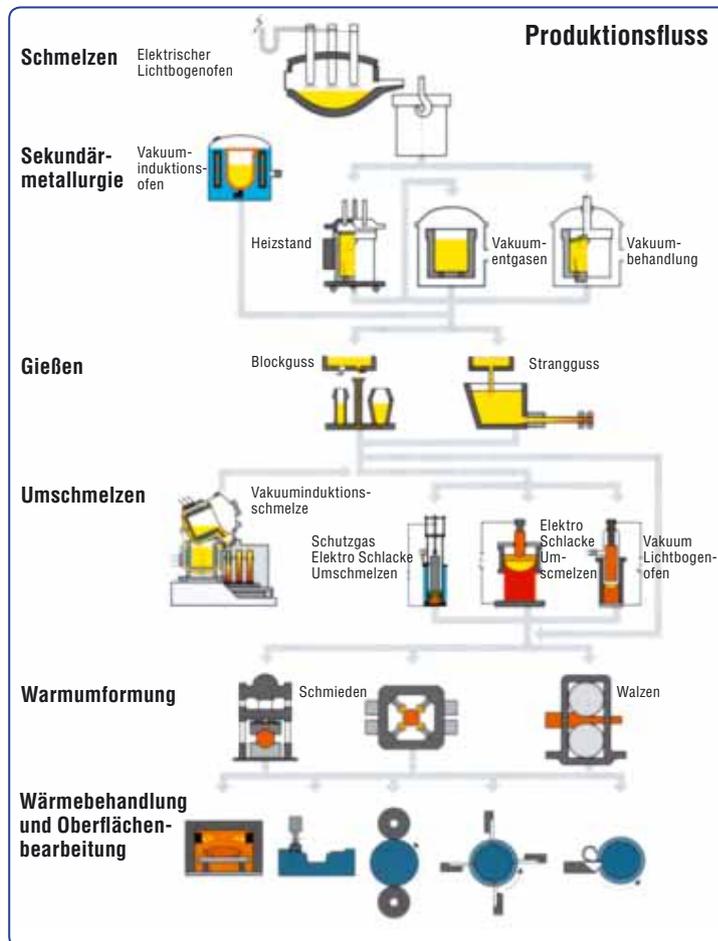


Abb. 2:
Austenitischer
Stahl geätzt nach
Beraha II.

100x



gegen atmosphärische Korrosion, mäßige Festigkeit und Zähigkeit.

Anwendungen: Magnetventile, Rasierklin-gen, Zierleisten

Martensitische rostfreie Stähle sind härtbare Legierungen mit einem mittleren Kohlenstoffgehalt, 12-18% Chrom und 2-4% Nickel.

Eigenschaften: sehr hohe Korrosionsbe-ständigkeit, beständig gegen hohe Tem-peraturen und gute Dauerfestigkeit.

Anwendungen: Messer, Skalpelle, Haken und Pinzetten in der Chirurgie, Antriebs-systeme und Hochleistungsteile für Flug-zeuge, Produktionsausrüstungen für die Elektronikindustrie.

Austenitische rostfreie Stähle sind nicht härtbare Legierungen und enthalten 0.03-0.05% Kohlenstoff; Hauptlegie-rungselemente sind Chrom (17-24%), Nickel (8-25%) und Molybdän (2-4%); Titan und Niob in geringen Mengen als Karbidbildner.

Eigenschaften: hohe Zähigkeit, hohe Korrosionsbeständigkeit, resistent gegen oxidierende Säuren und alkalische Me-dien, sehr gut kaltverformbar, leicht zu bearbeiten und zu zerspanen.

Anwendungen: Schrauben, Bolzen und Implantate in der Medizin, Kessel und Röhren in der chemischen, pharmazeuti-schen und Lebensmittelindustrie, Kochu-tensilien.

Austenitisch-ferritische rostfreie Stäh-le (Duplex) haben einen niedrigen Koh-lenstoffgehalt und enthalten generell mehr Chrom (21-24%) und weniger Nickel (4-6%) als die austenitischen Stähle sowie 2-3% Molybdän. Eigen-schaften: Dauerfestigkeit in korrosiven Medien, guter Widerstand gegen Span-nungsrisskorrosion.

Anwendungen: Ausrüstun-gen für die chemische und Off Shore Industrie, in der Umwelttechnik, Architektur.



Schwierigkeiten bei der Präparation von rostfreiem Stahl

Die weichen ferritischen und zähen austenitischen rostfreien Stähle sind beide anfällig für Verformung. Nach dem Endpolieren sind die Probenoberflächen dieser Stähle meistens hochglänzend. Wenn sie aber nicht sorgfältig mit Diamant vorpoliert werden können nach dem Ätzen wieder Verformungen sichtbar werden (Abb. 3). Aufgrund ihrer Härte sind martensitische rostfreie Stähle relativ leicht zu polieren. Generell ist darauf zu achten, dass die Karbide erhalten bleiben.



Abb. 3: Nicht ausreichend polierter austenitischer Stahl zeigt nach dem Ätzen wieder Verformung (Beraha II) 500x

Empfehlungen für die Präparation von rostfreien Stählen

Durch die Anfälligkeit für mechanische Verformung muss die Verwendung von sehr groben Schleifpapieren und hohen Schleifdrücken vermieden werden. Als Regel empfiehlt sich zum Planschleifen das feinstmögliche Papier, bezogen auf die Probengröße und Oberflächenrauigkeit der Proben, zu verwenden. Das Feinschleifen mit Diamant erfolgt auf einer Feinschleifscheibe (Largo) oder, als Alternative für einige Edelstahlsorten, auf dem DP-Plan Tuch. Nach dem Feinschleifen erfolgt eine gründliche Diamantpolitur auf einem mittelweichen Tuch, und zur Endpolitur kann Siliziumoxid (OP-S) oder Tonerde (OP-AA) verwendet werden. Diese letzte Präparationsstufe sollte sehr sorgfältig durchgeführt werden und kann mehrere Minuten dauern. Eine gute Endpolitur ist die beste Voraussetzung für ein gutes, kontrastreiches Ätzen (siehe Abschnitt „Ätzen“).

Es muss betont werden, dass ursprüngliche Verformungen, die durch die erste Schleifstufe entstehen und nicht durch

das Feinschleifen abgetragen werden, Spuren hinterlassen und durch das Endpolieren nicht entfernt werden können. Tabelle 1 zeigt eine Präparationsmethode für eingebettete Einzelproben aus rostfreiem Stahl, 30 mm Durchmesser, mit dem halbautomatischen TegraSystem. Tabelle 2 zeigt eine Präparationsmethode für 6 Proben aus rostfreiem Stahl, 65x30 mm, uneingebettet oder kalteingebettet, mit dem vollautomatischen Struers MAPS oder den halbautomatischen AbraPlan/AbraPol Geräten.

Elektrolytisches Polieren

Für Forschungszwecke oder schnelle Gefügebeurteilungen ist das elektrolytische Polieren für rostfreie Stähle eine Alternative zum mechanischen Polieren, da es keine mechanische Verformung der Oberfläche verursacht. Elektrolytisches Polieren gibt ausgezeichnete Ergebnisse für Gefügeuntersuchungen (Abb. 4), es ist aber nicht zur Identifizierung von Karbiden geeignet.

Vor dem elektrolytischen Polieren müssen die Proben bis Körnung 1000 auf Siliziumkarbid-Papier geschliffen werden. Je feiner die ursprüngliche Probenoberfläche, um so besser wird das Ergebnis durch das elektrolytische Polieren (Präparationsmethode siehe unten).

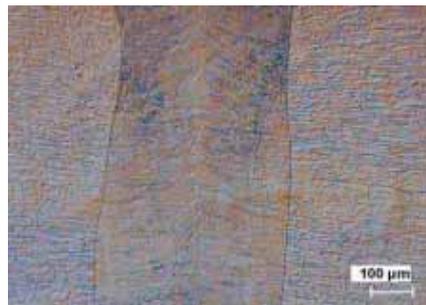


Abb. 4: Schweißnaht aus rostfreiem Stahl elektrolytisch poliert und geätzt, DIC

Elektrolyt: A3
 Maskenausschnitt: 1 cm²
 Spannung: 35 V
 Flussrate: 13
 Zeit: 25 Sek.

Externes Ätzen in rostfreier Ätzschale mit 10% wässriger Oxalsäure:

Spannung: 15V
 Zeit: 60 Sek.

Präparationsmethode für elektrolytisches Polieren und Ätzen von rostfreiem Stahl. Vorschleifen von Hand je eine Minute auf SiC-Papier Körnung 320, 500 und 1000.

Schleifen

Stufe	PG	FG
Unterlage	SiC-Papier 220#	MD-Largo
Suspension		DiaPro Allegro/Largo
Schmiermittel	Wasser	
UpM	300	150
Kraft [N]	25 pro Probe	40 pro Probe
Zeit	Bis plan	5 Min.

Polieren

Stufe	DP	OP
Unterlage	MD-Dac	MD-Chem
Suspension	DiaPro Dac	OP-S/OP-AA
UpM	150	150
Kraft [N]	20 pro Probe	15 pro Probe
Zeit	4 Min.	2-3 Min.

Hinweis: Die DiaPro Diamantsuspension kann durch die Diamantsuspension P, 9µm und 3µm unter Verwendung von blauem Schmiermittel ersetzt werden

Tabelle 1: Präparationsmethode für eingebettete Proben aus rostfreiem Stahl, 30 mm Durchmesser, mit dem halbautomatischen TegraSystem für Einzelproben.

Ätzen

Das Ätzen von rostfreiem Stahl erfordert etwas Erfahrung und Geduld. Die Literatur für Ätzmittel ist umfangreich und es wird empfohlen verschiedene Ätzmittel auszuprobieren und sich einige Ätzlösungen zuzulegen die auf das Material abgestimmt sind welches regelmäßig im Labor untersucht wird.

Da rostfreie Stähle resistent gegen Korrosion sind, sind sehr starke Säuren erforderlich um das Gefüge sichtbar zu machen. Beim Umgang mit den Ätzmitteln sind die Sicherheitsvorschriften zu beachten. In vielen Labors werden die in der Literatur angegebenen Ätzmittel entsprechend den zu ätzenden Stählen abgeändert oder auch aus persönlichen und praktischen Erwägungen modifiziert.

Im Folgenden werden einige Ätzmittel angegeben die sich im Laboralltag bewährt haben:

Schleifen

Stufe	PG 	FG 
 Unterlage	Stein 150#	MD-Largo
 Suspension		9 µm
 Schmiermittel	Wasser	Blau
 UpM	1450	150
 Kraft [N]	300	300
 Zeit	Bis plan	9 Min.



Polieren

Stufe	DP 1 	DP 2 	OP 
 Unterlage	MD-Mol	MD-Nap	MD-Chem
 Suspension	6 µm	1 µm	OP-S/OP-AA
 Schmiermittel	Blau	Blau	
 UpM	150	150	150
 Kraft [N]	300	150	150
 Zeit	6 Min.	4 Min.	2-3 Min.

Tabelle 2: Präparationsmethode für 6 Proben aus rostfreiem Stahl, 65x30 mm, kalteingebettet oder uneingebettet, mit Struers MAPS oder AbraPlan/AbraPol.

Gefügeinterpretation

Ferritische rostfreie Stähle sind bei Raumtemperatur magnetisch und nicht härtbar, aber ihre Eigenschaften können durch Kaltverformung beeinflusst werden. Das Gefüge im geglähten Zustand besteht aus ferritischem Korngefüge mit feinen Karbiden. Ferritische Stähle, die zur spanabhebenden Bearbeitung verwendet werden, enthalten große Mengen von Mangansulfiden um das Freischneiden zu fördern (Abb. 5)

Martensitische rostfreie Stähle sind magnetisch und härtbar. Durch die schnelle Abkühlung entsteht Martensit und mit anschließenden Wärmebehandlungen können die Eigenschaften der Legierungen optimiert werden. Abhängig von der Wärmebehandlung kann das Gefüge rein martensitisch sein oder eine sehr feine, vergütete Struktur aufweisen. Die verschiedenen Legierungen und Halbzeuge in unterschiedlichen Abmessungen erfordern für die Wärmebehandlung sehr komplexe Temperatur- und Zeitverhältnisse. Delta-Ferrit (Abb. 6) ist normalerweise unerwünscht, da bei langen Glühzeiten von Stählen mit hohem Chromgehalt, bei Temperaturen zwischen 700 und 900°C, der Delta-Ferrit

Chemisches Ätzen

Vorsicht: Beim Umgang mit Chemikalien sollen immer die empfohlenen Sicherheitsbestimmungen eingehalten werden.

Für martensitische Stähle

- 925 ml Ethanol
- 25 g Pikrinsäure
- 50 ml Salzsäure

Für austenitische Stähle:

- 1) Wischätzung:
 - 500 ml dest. Wasser
 - 300 ml Salzsäure
 - 200 ml Salpetersäure
 - 50 ml gesättigte Eisen-III-Chlorid-Lösung
 - 2.5 mg Kupfer-II-Chlorid
- 2) 100 ml Wasser
- 300 ml Salzsäure
- 15 ml H₂O₂ (30%)

- 3) V2A Beize
 - 100 ml Wasser
 - 100 ml Salzsäure
 - 10 ml Salpetersäure
 Bei Raumtemperatur oder bis zu 50°C ätzen.

Farbätzung nach Beraha II:

- Stammlösung aus
- 800 ml dest. Wasser
- 400 ml Salzsäure
- 48 g Ammoniumhydrogenfluorid
- Zum Ätzen gibt man zu 100 ml dieser Stammlösung
- 1-2 g Kaliummetabisulfit hinzu.

Elektrolytisches Ätzen

Für austenitisch-ferritische Stähle (Duplex)

- 40% wässrige NaOH Lösung

Für alle rostfreien Stähle:

- 10% wässrige Oxalsäure



Abb. 5: Ferritischer rostfreier Stahl mit Zeilen von Mangansulfiden und kleinen Karbiden, elektrolytisch geätzt mit 10% Oxalsäure 200x



Abb. 6: Angelassener martensitischer rostfreier Stahl mit Delta-Ferrit, geätzt mit Pikrinsäure 75x

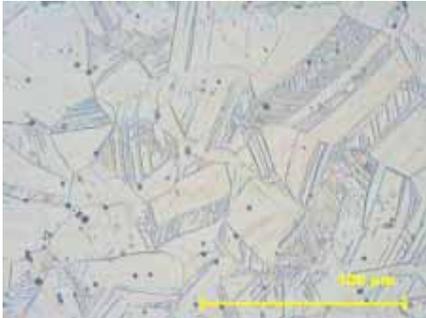


Abb. 7: Kaltverformter Austenit mit Zwillingen, geätzt mit V2A Beize



Abb. 8: Austenit mit Karbiden und einigen Titankarbonitriden 200x

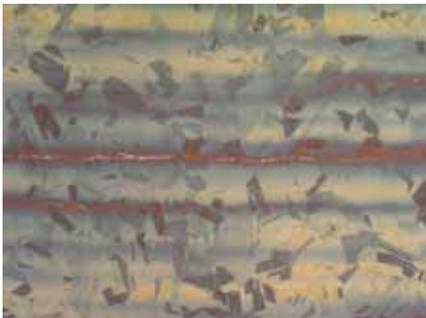


Abb. 9: Austenitischer Stahl mit Zeilen von Delta-Ferrit und Mikroseigerungen, die blaue Farbe zeigt Bereiche der Verarmung von Legierungselementen an 125x

in die harte und spröde intermetallische Sigma-Phase aus Eisen-Chrom umgewandelt wird. Nochmaliges Erhitzen auf 1050°C mit anschließendem Abschrecken kann die Sigma-Phase und damit die Versprödung wieder rückgängig machen.

Austenitische rostfreie Stähle sind nicht härtbar, sondern schnelle Abkühlung ergibt ein weiches, nichtmagnetisches Material dessen Eigenschaften durch Kaltverformung verändert werden können. Das Gefüge besteht aus einem Korngefüge das Zwillinge aufweisen kann

(Abb. 7). Wärmeeinwirkung zwischen 600-700°C fördert die Bildung von komplexen Karbiden im Austenitkorn. Das führt zu einer Verarmung von Chrom im Austenit was wiederum die Anfälligkeit für interkristalline Korrosion oder Oxidation erhöht.

Bleibt der Kohlenstoffgehalt unter 0,015% und werden geringe Mengen von Titan und Niob beigegeben wird das Risiko der interkristallinen Korrosion verringert, da diese Elemente statt Chrom als Karbidbildner wirken (Abb. 8).

Deltaferrit kann durch kritische Bedingungen während der Wärmebehandlung von martensitischen rostfreien Stählen auftreten oder durch die Kaltverformung von austenitischen Stählen (Abb. 9).

Austenitisch-Ferritische rostfreie Stähle (Duplex) bestehen aus Ferrit und Austenit. Durch elektrolytisches Ätzen mit 40%iger Natronlauge kann das Gefüge sichtbar gemacht und die Anteile jeder Phase ermittelt werden (siehe Abb. 1 und Abb. 10). Diese Stähle sind zäh und werden besonders in der Lebensmittel-, Papier-, und Erdölindustrie verwendet.



Zusammenfassung

Rostfreie Stähle enthalten hohe Anteile von Chrom und Nickel und sind resistent gegen Korrosion. Ferritische und austenitische Stähle sind weich beziehungsweise zäh und neigen während der metallografischen Präparation zu Verformung und Kratzern. Zusätzlich gelingt es nicht immer die Karbide zu erhalten.

Für erfolgreiches mechanisches Polieren wird empfohlen, dass

- grobe Schleifmittel zum Planschleifen vermieden werden
- Feinschleifen und Polieren mit Diamant sehr gründlich durchgeführt wird um alle Verformung durch das Planschleifen abzutragen
- ein sorgfältiges Endpolieren mit Siliziumoxid oder Tonerde durchgeführt wird um eine weitgehend verformungsfreie Probenoberfläche zu erzielen.

Eine vierstufige Präparationsmethode mit halbautomatischen oder automatischen Schleif- und Poliergeräten gibt gute und reproduzierbare Ergebnisse. Rostfreie Stähle sind schwierig chemisch zu ätzen. Die empfohlenen Ätzmittel sind sehr korrosiv und erfordern entsprechende Vorsicht im Umgang.

Alternativ bietet sich elektrolytisches Polieren und Ätzen an. Es ergibt eine verformungsfreie Oberfläche für eine gute Gefügebeurteilung, die Karbide bleiben dabei jedoch nicht erhalten.

Abb. 10: Gefüge eines Schmiedeteils aus Duplex Stahl, elektrolytisch geätzt mit 40%iger Natronlauge zeigt den Ferrit blau, Austenit weiß und feine Nadeln aus Sigma-Phase.

150x



Struers A/S
Pederstrupvej 84
DK-2750 Ballerup, Denmark
Phone +45 44 600 800
Fax +45 44 600 801
struers@struers.dk

Application Notes

Metallografische Präparation von rostfreien Stählen

Elisabeth Weidmann, Struers A/S, Copenhagen
Anne Guesnier, Struers A/S, Copenhagen
Bill Taylor, Struers, Ltd., Glasgow, UK.

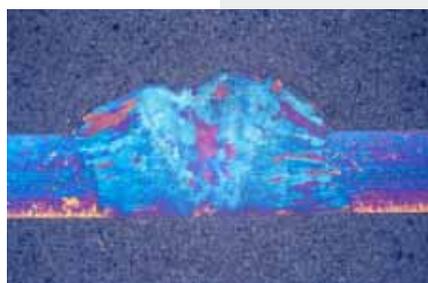
Danksagung

Wir bedanken uns bei der Fa. Böhler Edelstahl GmbH, Kapfenberg, Österreich, für die großzügige Unterstützung mit Probenmaterial und Information und die Erlaubnis der Wiedergabe des Fotos von Teilen auf Seite 1 und des Diagrams "Produktionsfluss" auf Seite 2. Unser besonderer Dank gilt J. Hofstätter und A. Dreindl für ihre Unterstützung und für die Abbildungen 1, 2, 6, 9, 10.

Wir danken Dr. H. Schnarr, Struers GmbH, Willich, Deutschland, für die Abb. 4 und 7.

Bibliographie

Schumann, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig 1968
Werkstoffkunde und Werkstoffprüfung, W. Domke, Verlag W. Giradet, Essen, 1977
Metals Handbook, Desk Edition, ASM, Metals Park, Ohio, 44073, 1985
Color Metallography, E. Beraha, B. Shpigler, ASM, Metals Park, Ohio, 44073, 1977
Handbuch der metallographischen Ätzverfahren, M. Beckert, H. Klemm, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, 1976
Metallography, Principles and Practice, George F. Vander Voort, McGraw-Hill Book Company, 1984
Merkblatt 821, Edelstahl Rostfrei-Eigenschaften Informationsstelle Edelstahl Rostfrei, Düsseldorf, BRD
Metallographic instructions for color etching by immersion, E. Weck, E. Leistner, Deutscher Verlag für Schweisstechnik (DVS), Düsseldorf, 1983



Schweiße aus rostfreiem Stahl farbgeätzt nach Beraha II.

20x

DEUTSCHLAND

Struers GmbH
Karl-Arnold-Strasse 13 B
D-47877 Willich
Telefon +49(02154) 486-0
Telefax +49(02154) 486-222
verkauf.struers@struers.de

ÖSTERREICH

Struers GmbH
Zweigniederlassung Österreich
Ginzkeyplatz 10
A-5020 Salzburg
Telefon +43 662 625 711
Telefax +43 662 625 711 78
stefan.lintschinger@struers.de

SCHWEIZ

Struers GmbH
Zweigniederlassung Schweiz
Weissenbrunnenstrasse 41
CH-8903 Birmsensdorf
Telefon +41 17 77 63 07
Telefax +41 17 77 63 09
rudolf.weber@struers.de

CZECH REPUBLIC

Struers GmbH
Ocelářská 799
CZ-190 00 Praha 9
Tel. +420 2 84 818 227
Fax +420 2 660 32 278
david.cernicky@struers.de

POLAND

Struers Sp. z o.o.
Oddział w Polsce
ul. Lirowa 27
PL-02-387 Warszawa
Tel. +48 22 824 52 80
Fax +48 22 8806 43
grzegorz.uszynski@struers.de

HUNGARY

Struers GmbH
Magyarországi fióktelep
Puskás Tivadar u. 4
H-2040 Budaörs
Phone +36 (23) 428-742
Fax +36 (23) 428-741
zoltan.kiss@struers.de

SINGAPORE

Struers A/S
10 Eunos Road 8,
#12-06 North Lobby
Singapore Post Centre
Singapore 408600
Phone +65 6299 2268
Fax +65 6299 2661
struers.sg@struers.dke

THE NETHERLANDS

Struers GmbH Nederland
Electraweg 5
NL-3144 CB Maassluis
Tel. +31 (0) 10 599 72 09
Fax +31 (0) 10 599 72 01
glen.van.vugt@struers.de

FRANCE

Struers S.A.S.
370, rue du Marché Rollay
F- 94507 Champigny
sur Marne Cedex
Téléphone +33 1 5509 1430
Télécopie +33 1 5509 1449
struers@struers.fr

BELGIQUE

Struers S.A.S.
370, rue du Marché Rollay
F- 94507 Champigny
sur Marne Cedex
Téléphone +33 1 5509 1430
Télécopie +33 1 5509 1449
struers@struers.fr

USA and CANADA

Struers Inc.
24766 Detroit Road
Westlake, OH 44145-1598
Phone +1 440 871 0071
Fax +1 440 871 8188
info@struers.com

UNITED KINGDOM

Struers Ltd.
Erskine Ferry Road,
Old Kilpatrick
Glasgow, G60 5EU
Phone +44 1389 877 222
Fax +44 1389 877 600
info@struers.co.uk

JAPAN

Marumoto Struers K.K.
Takara 3rd Building
18-6, Higashi Ueno 1-chome
Taito-ku, Tokyo 110-0015,
Phone +81 3 5688 2914
Fax +81 3 5688 2927
struers@struers.co.jp

CHINA

Struers (Shanghai) Ltd.
Room 1705, Nanzheng Bldg.
580 Nanjing Road (W)
P.R.C - Shanghai 200041