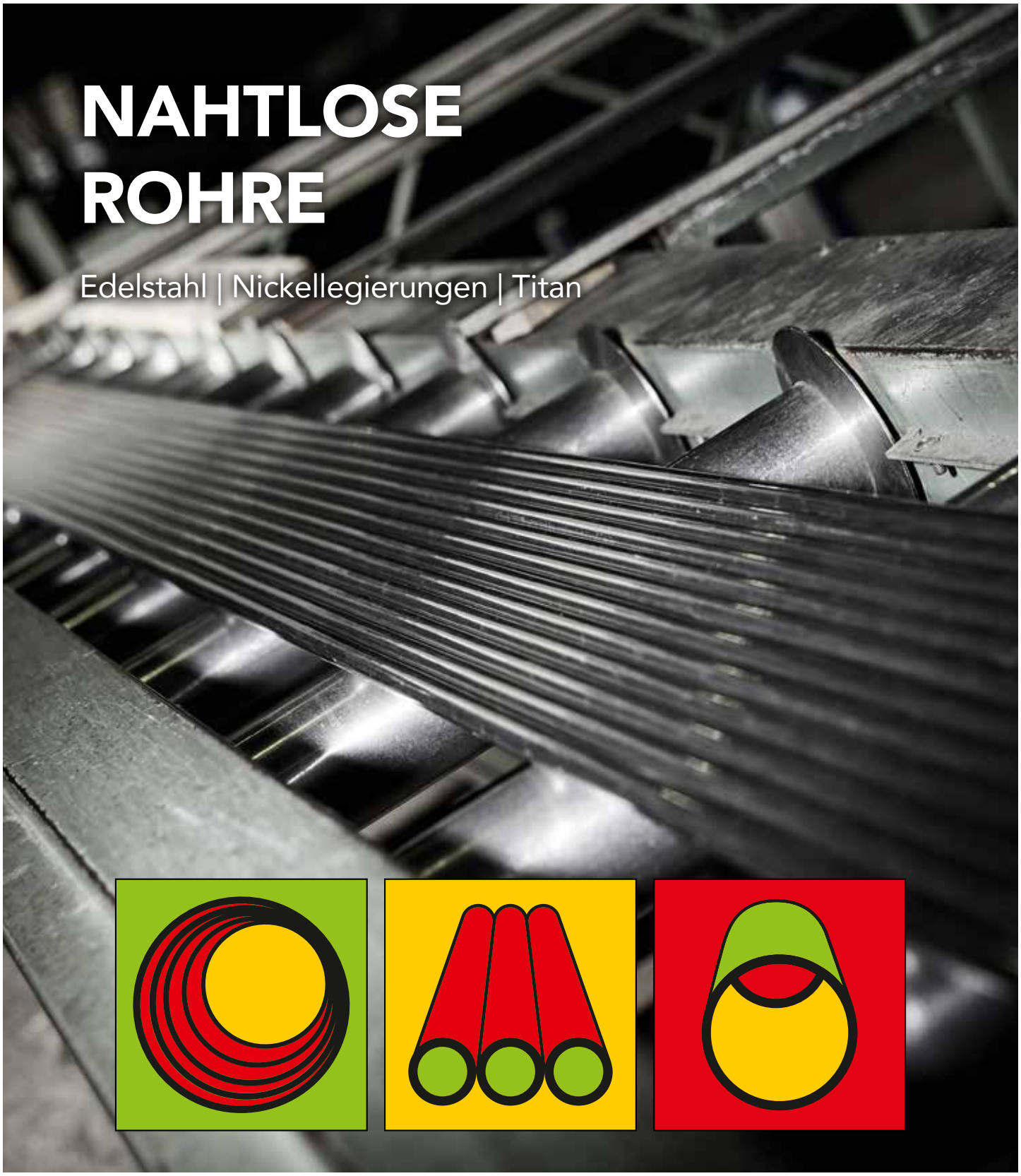
TPS TECHNITUBE®
RÖHRENWERKE GMBH



NAHTLOSE ROHRE

Edelstahl | Nickellegierungen | Titan

NAHTLOSE ROHRE

Edelstahl | Nickellegierungen | Titan

Seit mehr als 40 Jahren ist TPS-Technitube Röhrenwerke GmbH ein anerkannter Marktführer im Bereich der Herstellung von qualitativ hochwertigen, nahtlosen Rohren.

Hohe Investitionen ermöglichen uns eine ständige Weiterentwicklung unserer sehr modernen und effizienten Fertigungsanlagen. Diese Entwicklung ermöglicht uns z. B. die Herstellung von Titanrohren und Rohren aus Sonderwerkstoffen.

Shut-Downs, geplante Instandhaltungsarbeiten oder Projektrealisierungen - wir gestalten unsere Angebote nach Ihren Anforderungen.

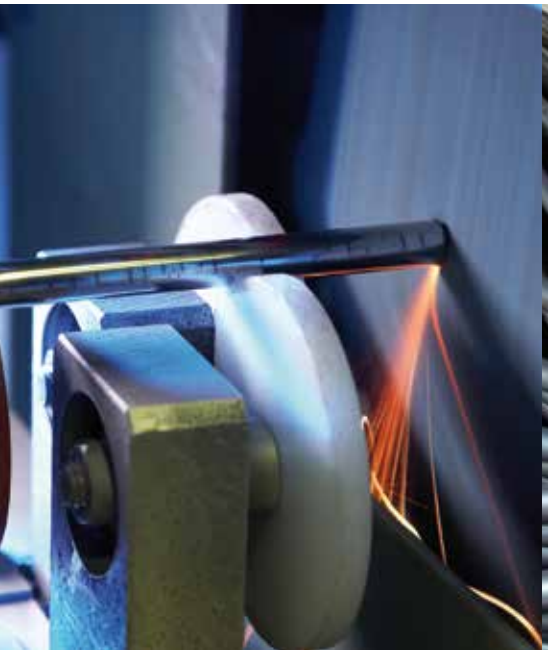
Ansicht der TPS Hauptverwaltung und Röhrenwerke

TPS Abmessungspalette**:**

Aussendurchmesser:		
4,55 - 44,50 mm	**0,179 - 1,752"**	**1/4" NB- 1 3/4" NB**
Wandstärke:		
0,89 - 6,90*mm	**0,035 - 0,272"* BWG 20 - BWG 3***	**Sch5- Sch80**
Länge		
0,8 m - 18m*	**2,62 - 59,05 ft***	

* abhängig vom AD

Einleitung/Inhalt	2 - 3
Normen	4 - 5
Qualitätsmanagement/Zulassungen	6
Produktionsschema	7
Werkstoffbeschreibung	8 - 13
Chemische Zusammensetzung/Mechanische Eigenschaften/ Wärmebehandlung	14 - 23
Toleranzvergleich	24 - 25
BWG/SWG Abmessungen und Gewichte	26
Prüfungen	28 - 31
Oberflächen von Edelstahlrohren	32 - 33
Korrosionsarten	34
Prüfbescheinigungen nach EN 10204	35
U-förmig gebogene Wärmetauscherrohre	36 - 39



ASME/ASTM	ASTM A/ASME SA 213	Seamless Ferritic and Austenitic Alloy-Steel Boiler, Superheater and Heat Exchanger Tubes
	ASTM A/ASME SA 268	Seamless and Welded Ferritic and Martensitic Stainless Steel Tubing for General Service
	ASTM A 269	Seamless and Welded Austenitic Stainless Steel Tubing for General Service
	ASTM A/ASME SA 312	Seamless, Welded, and Heavily Cold Worked Austenitic Stainless Steel Pipes
	ASTM A/ASME SA 789	Seamless and Welded Ferritic/Austenitic Stainless Steel Tubing for General Service
	ASTM A/ASME SA 1016	General Requirements for Ferritic Alloy Steel, Austenitic Alloy Steel and Stainless Steel Tubes
	ASTM B/ASME SB 161	Nickel Seamless Pipe and Tube (UNS N02200, N02201)
	ASTM B/ASME SB 163	Seamless Nickel and Nickel Alloy Condenser and Heat Exchanger Tubes
	ASTM B/ASME SB 165	Nickel-Copper Alloy (UNS N04400) Seamless Pipe and Tube
	ASTM B/ASME SB 167	Nickel-Chromium-Iron Alloys (UNS N06600, N06601), Seamless Pipe and Tube
	ASTM B/ASME SB 407	Nickel-Iron-Chromium Alloy Seamless Pipe and Tube
	ASTM B/ASME SB 423	Nickel-Iron-Chromium-Molybdenum-Copper Alloy (UNS N08825) Seamless Pipe and Tube
	ASTM B/ASME SB 444	Nickel-Chromium-Molybdenum-Columbium Alloy (UNS N06625) Pipe and Tube
	ASTM B/ASME SB 622	Seamless Nickel and Nickel-Cobalt Alloy Pipe and Tube (UNS N06455, N10276)
	ASTM B/ASME SB 668	UNS N08028 Seamless Pipe and Tube
	ASTM B/ASME SB 729	Seamless UNS N08020 Nickel Alloy Pipe and Tube
	ASTM B/ASME SB 338	Seamless and Welded Titanium and Titanium Alloy Tubes for Condensers and Heat Exchangers
	ASME B/ASTM SB 829	General requirements for Nickel and Nickel Alloys Seamless Pipe and Tube

DIN/EN	EN 10216-5	Nahtlose Rohre für Druckbeanspruchungen – Technische Lieferbedingungen Rohre aus nichtrostenden Stählen
	EN 10297-2	Nahtlose kreisförmige Stahlrohre für den Maschinenbau und allgemeine technische Anwendungen – Technische Lieferbedingungen - Rohre aus nichtrostenden Stählen
	EN 13445-2	Unbefeuerte Druckbehälter-Werkstoffe
	EN ISO 1127	Nichtrostende Stahlrohre, Maße, Grenzabmaße und längenbezogene Maße
	EN 10305-1	Präzisionsstahlrohre – Technische Lieferbedingungen – Nahtlose kalt gezogene Rohre
	DIN 28180	Nahtlose Stahlrohre für Rohrbündel-Wärmeaustauscher – Maße und Werkstoffe
	DIN 17850	Titan – Chemische Zusammensetzung
	DIN 17861	Nahtlose kreisförmige Rohre aus Titan und Titanlegierungen – Technische Lieferbedingungen
VdTÜV-WB	VdTÜV-WB 230/2	Rohre aus Titan unlegiert und niedriglegiert
	VdTÜV-WB 263	Nickel-Kupfer-Legierung, Ni Cu 30 FE (2.4360)
	VdTÜV-WB 305	Nickel-Chrom-Eisen Legierung, Ni Cr 15 Fe (2.4816)
	VdTÜV-WB 345	Reinnickel mit niedrigem Kohlenstoffgehalt, LC-Ni 99 (2.4068)
	VdTÜV-WB 400	Hochkorrosionsbeständige Legierung, Ni Mo 16 Cr 15 W (2.4819)
	VdTÜV-WB 412	Walz– und Schmiedestahl, X10 Ni Cr Al Ti 32-20 (1.4876)
	VdTÜV-WB 418	Ferritisch-austenitischer Walz- und Schmiedestahl, X2 Cr Ni Mo N 22-5-3 (1.4462)
	VdTÜV-WB 421	Austenitischer Walz- und Schmiedestahl, X1 Ni Cr Mo Cu 25-20-5 (1.4539)
	VdTÜV-WB 424	Hochkorrosionsbeständige Legierung, Ni Mo 16 Cr 16 Ti (2.4610)
	VdTÜV-WB 432/2	Hochkorrosionsbeständige Nickelbasislegierung, Ni Cr 21Mo (2.4858)
	VdTÜV-WB 499	Hochkorrosionsbeständige Nickelbasislegierung, Ni Cr 22 Mo 9 Nb (2.4856)

Lloyd's Register

Zertifikat

Hiermit wird bescheinigt, dass das Managementsystem von:

TPS Technitube Roehrenwerke GmbH

Julius-Saxler-Straße 2 & 7, 54550 Daun, Deutschland

durch Lloyd's Register geprüft und bewertet wurde und den folgenden Normen entspricht:

ISO 9001:2015

Gültigkeits-Nr.: ISO 9001 – 0018147-501

Das Managementsystem ist anwendbar für:

Herstellung von nahtlosen und gebogenen Rohren, sowie Teilen daraus aus ferritischem und/oder austenitischem Edelstahl, Kupfer-, Nickellegierungen und Titan; Lagerhaltung und Bearbeitung (Abdrehen, Entgraten, Kommissionieren) von Rohren / Handel mit nahtlosen und geschweißten Rohren und deren Zubehör aus Stählen inklusive Edelstahl und Nichteisenmetallen.

Paul Graaf
Area Operations Manager North Europe
Ausgestellt von: Lloyd's Register Deutschland GmbH
für und im Auftrag von: Lloyd's Register Quality Assurance Limited

Lloyd's Register

Zertifikat

Hiermit wird bescheinigt, dass das Managementsystem von:

TPS Technitube Roehrenwerke GmbH

Julius-Saxler-Strasse 2, 54550 Daun, Deutschland

durch Lloyd's Register Quality Assurance geprüft und bewertet wurde und der folgenden Norm entspricht:

IATF 16949:2016
(ohne Produktentwicklung)

P.G. Cornelissen - Area Manager North Europe
Ausgestellt von: Lloyd's Register Deutschland GmbH
für und im Auftrag von: Lloyd's Register Quality Assurance Limited

Dieses Zertifikat ist nur in Verbindung mit dem Zertifikatsanhang gültig, wobei dieser Anhang mit den zugehörigen Niederlassungen die gleiche Referenznummer haben muss.

Zertifizierungsdatum: 23. April 2018

Zertifikat-Nr.: 10076802
IATF Zertifikat-Nr: 0300964

Gültigkeits-Nr.: IATF 16949 – 0018147-001

Das Managementsystem ist anwendbar für:
Herstellung von nahtlosen Rohren aus ferritischem und/oder austenitischem Edelstahl, Nickellegierungen und Titan.

TÜV

ZERTIFIKAT

Die SGS-TÜV Saar GmbH
bescheinigt hiermit, dass das Unternehmen

TPS-Technitube Röhrenwerke GmbH
Julius-Saxler-Str. 7
D-54550 Daun

den Nachweis über die Erfüllung der Voraussetzungen nach

AD 2000 Merkblatt W 0 und
EN 764-5, Abs. 4.2

erbracht hat.

Die Voraussetzungen für eine sachgerechte Herstellung entsprechend den allgemeinen Grundsätzen für Werkstoffe nach vorgenannten Technischen Regeln sind gegeben.

Insbesondere verfügt das Unternehmen über

- Einrichtungen, die eine sachgemäße und dem Stand der Technik entsprechende Herstellung und Prüfung gestatten,
- eine Gütesicherung, die die Gleichmäßigkeit der in den Anlagen erwähnten Erzeugnisform gewährleistet,
- fachkundiges Aufsichts- und Prüfpersonal.

Der Geltungsbereich dieser Bestätigung und Einzelheiten über die erwähnten Voraussetzungen sind dem Prüfbericht Nr. 71 202 16 DIK 029 vom 22.10.2016 zu entnehmen.

Zertifikat-Nr.: 71 201 16 DIKE 029
Saarbrücken, 24. Oktober 2016

SGS-TÜV Saar GmbH
Anlagentechnik Herstellung

ZERTIFIKAT

Die TPS-Technitube Röhrenwerke GmbH wurde 1989 als erster deutscher Hersteller nahtloser Edelstahlrohre nach ISO zertifiziert. Folglich verfügt TPS über mehr als 33 Jahre Erfahrung mit dem ISO 9000 Qualitätsmanagement. Das ISO Qualitätssystem dient nicht nur zu Marketingzwecken. Es stellt auch ein nützliches Instrument dar, von dem nicht nur das Unternehmen selbst sondern auch der Kunde maßgeblich profitiert.

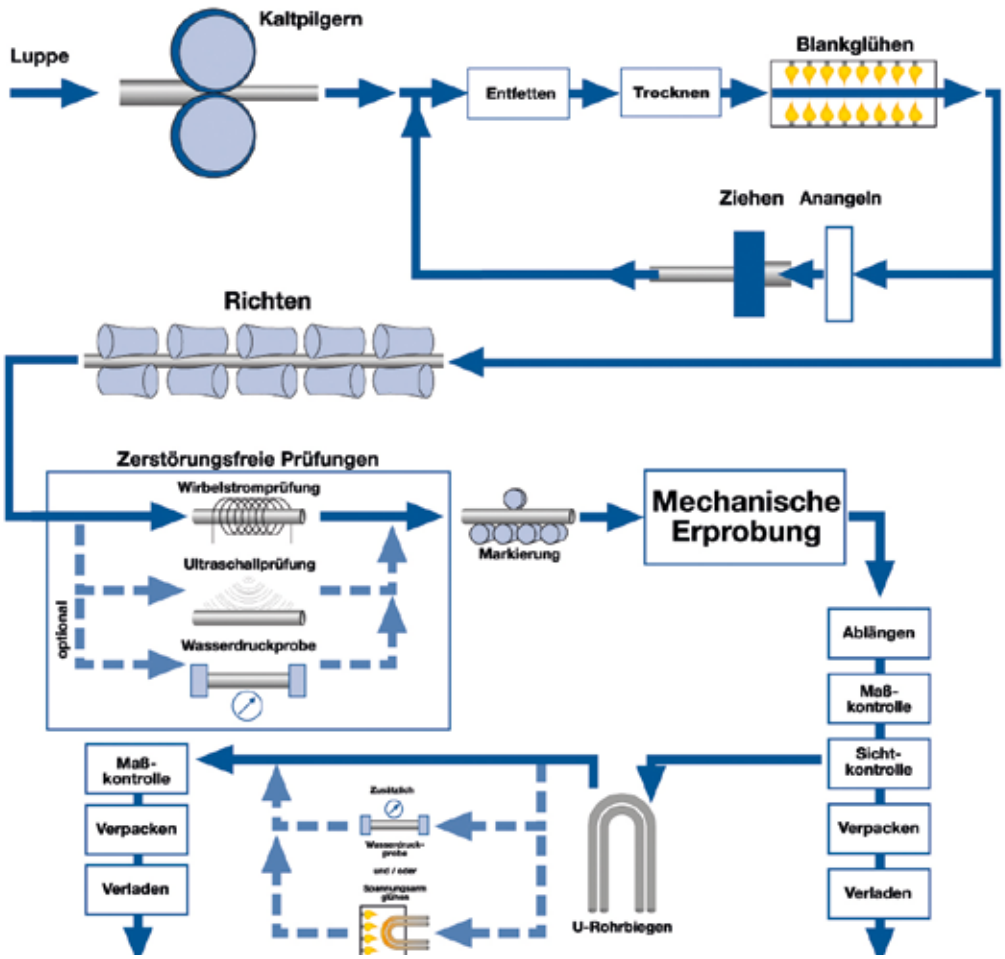
Folgende Abteilungen der TPS-Technitube Röhrenwerke GmbH sind nach ISO 9001:2015 zertifiziert:

- Herstellung von nahtlosen Rohren und U-Rohren
- Lagerhaltung von nahtlosen und geschweißten Rohren
- Handel mit nahtlosen und geschweißten Rohren
- Herstellung von OCTG Produkten (Oil Country Tubular Goods), vor allem für die Öl- und Gasindustrie

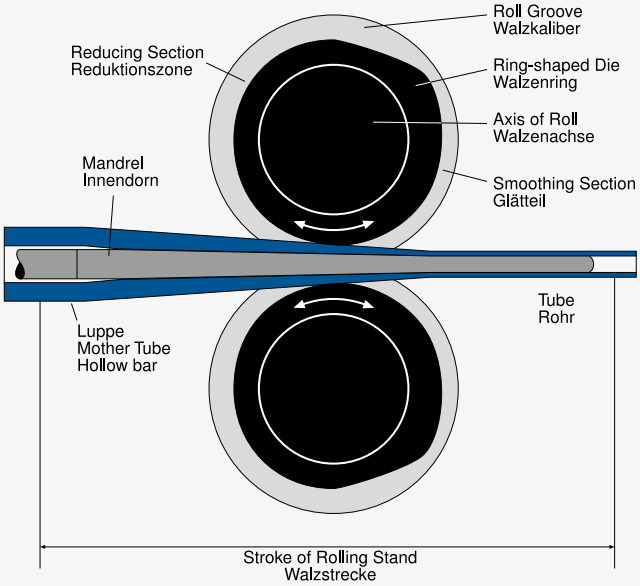
Seit 2008 ist die **TPS-Technitube Röhrenwerke GmbH** ebenfalls nach **IATF 16949:2016** zertifiziert.
Neben der **ISO 9001:2015** und **IATF 16949:2016** verfügt TPS über die folgenden Zertifikate und Qualifizierungen:

- Druckgeräterichtlinie 97/23/CE, Anlage 1, Abschnitt 4.3
- AD-2000 Merkblatt W0
- IGR 12-0604
- DNV/GL
- API 5CT
- API 5D
- API 5L
- API ISO 9001:2015
- API Q1
- Aramco Overseas
- ADNOC

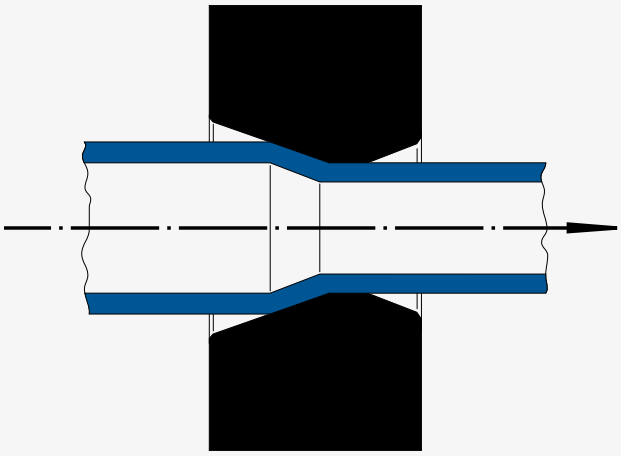
LLOYD'S REGISTER QUALITY ASSURANCE
CRYSTAL AWARD



Kalt Pilgern



Kalt Ziehen



Hohlzug

Standardwerkstoffe | Zusammensetzung | Anwendungen | Eigenschaften

AUSTENITISCHE STÄHLE

TP 304 | UNS S30400 | 1.4301 | TPS-INOX-4301-304 | X 5 Cr Ni 18-10

Gute Korrosionsbeständigkeit, Kaltumformbarkeit und Schweißbarkeit. Schweißbar nach allen Verfahren (außer Autogenschweißen). Breite Anwendung, unter anderem im Apparate- und Behälterbau sowie in der Nahrungs- und Genussmittelindustrie bis zu einer Temperaturbeanspruchung von 600°C. Der Stahl ist sehr gut polierfähig. Beim Zerspanen neigt er zu Kaltverfestigung. Bis 300°C beständig gegen interkristalline Korrosion, jedoch nicht im geschweißten Zustand.

TP 304H | UNS S30409 | 1.4948 | X 6 Cr Ni 18-10

Mit einem garantierten Kohlenstoffgehalt von min. 0,04%, weist TP 304 H eine bessere Dauerstandfestigkeit auf. Ähnliche Oxidationsbeständigkeit wie TP 304. Hauptanwendungsgebiete: Wärmetauscher, chemische und petrochemische Öfen.

TP 304L | UNS S30403 | 1.4306 | TPS-INOX-4306-304L | X 2 Cr Ni 19-11

Durch den extrem niedrigen C-Gehalt ist die Beständigkeit gegen interkristalline Korrosion auch nach dem Schweißen gesichert. Schweißbar nach allen Verfahren (außer Autogenschweißen). Gute Korrosionsbeständigkeit in natürlichen Umweltmedien (Wässer, ländliche und städtische Atmosphäre) bei Abwesenheit von bedeutenden Chlor- und Salzkonzentrationen. Aufgrund niedriger Härte, Festigkeit und Streckgrenze besonders gut kaltumformbar. Der Stahl ist sehr gut polierfähig. Beim Zerspanen geringere Neigung zur Kaltverfestigung als 1.4301. Im Dauerbetrieb bis 350°C beständig gegen interkristalline Korrosion.

TP 316 | UNS S31600 | 1.4401 | TPS-INOX-4401-316 | X 5 Cr Ni Mo 17-12-2

Durch den Molybdän-Gehalt ist eine gute Beständigkeit gegenüber chloridhaltigen Medien und nicht oxidierenden Säuren gegeben. Schweißbar nach allen Verfahren (außer Autogenschweißen). TPS-INOX 4401-316 wird im Apparatebau für die chemische Industrie eingesetzt. Bis 300°C beständig gegen interkristalline Korrosion, jedoch nicht im geschweißten Zustand. 1.4401 ist nicht meerwasserbeständig. Der Stahl ist gut polierfähig. Gegenüber 1.4404 schlechtere Spanbarkeit.

TP 316L | UNS S31603 | 1.4404 | TPS-INOX-4404-316L | X 2 Cr Ni Mo 17-12-2

Durch den herabgesetzten C-Gehalt ist die Beständigkeit gegen interkristalline Korrosion auch nach dem Schweißen gesichert. Wegen des Molybdän-Gehalts weist der Stahl eine gute Beständigkeit gegenüber chloridhaltigen Medien und nichtoxidierenden Säuren auf. Schweißbar nach allen Verfahren (außer Autogenschweißen). TPS-INOX 4404-316L wird unter anderem im Apparatebau für die chemische und petrochemische Industrie, Pharmazie sowie im Kraftwerksbau eingesetzt. Der Stahl ist polierfähig. Im Dauerbetrieb bis 400°C beständig gegen interkristalline Korrosion. 1.4404 ist nicht meerwasserbeständig. Gegenüber 1.4401 bessere Spanbarkeit.

TP 316L Mo | UNS S31603 | 1.4435 | TPS-INOX-4435-316LMo | X2 Cr Ni Mo 18-14-3

Durch den herabgesetzten C-Gehalt ist die Beständigkeit gegen interkristalline Korrosion auch nach dem Schweißen gesichert. Der erhöhte Molybdän-Gehalt erweitert die allgemeine Korrosionsbeständigkeit insbesondere gegenüber reduzierenden Säuren und chloridhaltigen Medien. Schweißbar nach allen Verfahren (außer Autogenschweißen) ohne nachfolgende Wärmebehandlung. TPS-INOX 4435-316LMO findet Verwendung in der pharmazeutischen Industrie, der Kunstfasererzeugung, der Zellstoff- und Zellulosever-arbeitung und Anlagen zur Kunstdüngerproduktion. Der Stahl ist polierbar. TPS-INOX 4435 entspricht den Anforderungen der Baseler Norm 2. Im Dauerbetrieb bis 400°C beständig gegen interkristalline Korrosion. Die Spanbarkeit des Werkstoffes ist herabgesetzt.

TP 316H | UNS S31609 | 1.4919 | TPS-INOX-316H | X 6 Cr Ni Mo 17-13

Mit einem garantierten Kohlenstoffgehalt von min. 0,04%, verbessert sich die Festigkeit dieses Werkstoffs bei höheren Temperaturen. Ähnliche Oxidationsbeständigkeit wie TP 316. Hauptanwendungsgebiete: Wärmetauscher, Öfen, chemische und petrochemische Anlagen.

TP 316Ti | UNS S31635 | 1.4571 | TPS-INOX-4571-316Ti | X 6 Cr Ni Mo Ti 17-12-2

Durch den Zusatz von Titan als Karbidbildner auch nach dem Schweißen beständig gegen interkristalline Korrosion. Gute Korrosionsbeständigkeit in den meisten natürlichen Wässern (städtische und industrielle), vorausgesetzt, dass die Chlorid-, Salz- und Salzsäurekonzentrationen sowie die Konzentrationen von organischen Säuren gering bis mittel sind. Schweißbar nach allen Verfahren (außer Autogenschweißen). Breites Einsatzspektrum in der chemischen, petrochemischen und Erdölindustrie sowie der Kohlewerkstoffchemie. Der Stahl ist bedingt polierbar. Im Dauerbetrieb bis 400°C beständig gegen interkristalline Korrosion. Erhöhter Werkzeugverschleiß bei der Zerspanung.

TP 321 | UNS S32100 | 1.4541 | TPS-INOX-4541-321 | X 6 Cr Ni Ti 18-10

Durch den Zusatz von Titan als Karbidbildner auch nach dem Schweißen beständig gegen interkristalline Korrosion. Schweißbar nach allen Verfahren (außer Autogenschweißen). Gute Korrosionsbeständigkeit in den meisten natürlichen Umweltmedien (Wässer, ländliche und städtische Atmosphäre) bei Abwesenheit von bedeutenden Chlor- und Salzkonzentrationen. TPS-INOX 4541-321 wird in weiten Bereichen des chemischen und petrochemischen Apparatebaus eingesetzt. Der Stahl ist bedingt polierbar. Im Dauerbetrieb beständig gegen interkristalline Korrosion bis 400 °C. Die Spanbarkeit ist herabgesetzt.

TP 321H | UNS S32100 | 1.4878 | TPS-INOX-4878-321H | X 8 Cr Ni Ti 18-10

Aufgrund des erhöhten Legierungsgehaltes am Chrom, Nickel und Silizium erhöhte Zunderbeständigkeit in heißen Gasen und Verbrennungsprodukten bis 850°C. In nichtoxidierender Atmosphäre empfindlich gegenüber schwefelhaltigen Gasen. Schweißbar nach allen Verfahren (außer Autogenschweißen). TPS-INOX 4878-321H findet Anwendung im Kraftwerksbau, in der Erdöl- und Petrochemie sowie in Wärmetauschern, Rekuperatoren und Luftvorwärmern.

UNS S31254 | 1.4547 | 254SMO | X1 Cr Ni Mo Cu N20-18-7

UNS S31254 ist ein austenitischer Werkstoff, bei dem die Kombination von Chrom, Molybdän und Stickstoff eine hohe Lochfraßbeständigkeit in Meerwasser bewirkt. Diese Legierung weist eine geringe Lochfraß-Äquivalente (Pitting Resistance Equivalent Number PREN = Cr+3.3Mo+16N) von 43.8 auf. Tests zeigen eine hohe Beständigkeit gegenüber Spaltkorrosionsbefall in Meerwasser sowie gegenüber der Bildung von Spannungskorrosionsrissen in heißem, konzentriertem Natriumchlorid. Verglichen mit CrNiMo 17 12 2.5 weist es eine höhere Korrosionsbeständigkeit in vielen Säuren ähnlicher Konzentration und eine etwa 50% höhere Dehngrenze auf. Der Werkstoff besitzt eine gute Schweißbarkeit bei der Verwendung von Ni-Cr-Mo Betriebsstoffen. Abschreckglühen und eine kurze Zeit im Temperaturbereich von 600-1.000°C verhindert eine mögliche Entwicklung einer schädlichen Sigma-Phase, welche eine Versprödung oder Verminderung der Korrosionsbeständigkeit auslösen kann.

Standardwerkstoffe | Zusammensetzung | Anwendungen | Eigenschaften

SUPER-AUSTENITISCHE STÄHLE

TP 904L | UNS N08904 | 1.4539 | TPS-Technichromo 904L | X 1 Ni Cr Mo Cn N 25-20-5

Hochkorrosionsbeständiger austenitischer Stahl mit extrem niedrigem C-Gehalt, hohem Mo-Gehalt und Zusatz von Cu. Besonders für Medien, die Lochfraß- oder Spannungsrisskorrosion verursachen sowie für chloridhaltige Medien, Schwefel- und Phosphorsäurelösungen verwendbar. Schweißbar nach allen Verfahren (außer Autogenschweißen), neigt aber zur Heißrissbildung. Im Dauerbetrieb bis 400 °C beständig gegen interkristalline Korrosion. Einsatz unter anderem bei der Phosphor- und Schwefelsäuregewinnung, Zellstoff- und Zelluloseindustrie sowie Kunstdüngerproduktion. Der Werkstoff ist schlecht spanbar.

FERRITISCHE & MARTENSITISCHE STÄHLE

TP 405 | UNS S40500 | 1.4002 | TPS-FS-4002-405 | X 6 Cr Al 13
Ferritischer, nicht härtbarer Chromstahl, Langzeitstabilität bis 650°C. Gute Beständigkeit gegenüber Wasserstoff und Schwefelwasserstoff. Zur Erzielung einer optimalen Korrosionsbeständigkeit dieses Chromstahls ist eine geglättete Oberfläche erforderlich. Der Stahl ist bedingt polierbar. Gut schweißbar nach WIG und Lichtbogenhandschweißung; bedingt schweißbar nach MAG-, MIG-, UP-Verfahren. Vorwärmen bei 100-300°C wird empfohlen. Wärmebehandlung nach dem Schweißen mit artähnlichem Zusatz, 650-750°C. Anwendungen zum Beispiel in Wärmetauschern in Crackanlagen der Erdölindustrie, Luftkühlern, Vorwärmern und im Maschinenbau.

TP 410 | UNS S41000 | 1.4006 | TPS-FS-4006-410 | X 12 Cr 13
Martensitischer, vergütbarer Chromstahl, Langzeitstabilität bis 680°C. Der Stahl hat eine gute Beständigkeit in gemäßigt aggressiven, chloridfreien Medien sowie in oxidierender Atmosphäre bis zu 600°C. Zur Erzielung einer optimalen Korrosionsbeständigkeit dieses Stahls ist eine polierte und rückstandsfreie Oberfläche erforderlich. Der Stahl ist gut schweißbar nach Lichtbogenhand-, WIG-, MIG- und MAG-Schweißverfahren. Vorwärmen bei 200-300°C wird empfohlen. Stahl neigt zur 475°C-Versprödung. Daher ist der Temperaturbereich zwischen 425°C und 525°C zu vermeiden. Anwendungen zum Beispiel in Wärmetauschern in Crackanlagen, der Erdölindustrie, Luftkühlern, Vorwärmern und im Maschinenbau.

TP430 | UNS S43000 | 1.4016 | X 6 Cr 17
Der Edelstahl 1.4016 ist auch bekannt als TP 430. Edelstahl der Güte 430 verbindet gute Korrosionsbeständigkeit mit guter Formbarkeit und Dehnbarkeit. Es handelt sich um einen ferritischen, nicht härtenden, einfachen rostfreien Chromstahl mit ausgezeichneter Oberflächengüte. TP 430 weist eine ebenfalls hervorragende Beständigkeit gegenüber Stickstoffbefall auf, wodurch er bestens für chemische Anlagen geeignet ist.

DUPLEX

UNS S31803/S32205 | 1.4462 | TPS-Techniduplex TD2205 | X 2 Cr Ni Mo N 22-5-3

Austenitisch-ferritischer Stahl mit guten mechanischen Eigenschaften. Hohe Beständigkeit gegenüber allgemeiner Korrosion, chlorinduzierter, transkristalliner Spannungsrisskorrosion. Ausgezeichnete Korrosionsbeständigkeit bei Phosphor- und organischen Säuren. Aufgrund des hohen Chrom- und Molybdängehalts ist die Lochfraßbeständigkeit relativ hoch. Im Dauerbetrieb bis 280°C einsetzbar. Wegen des ausgewogenen Austenit-Ferrit-Verhältnisses (35-60% Fe) ist der Werkstoff nach dem Schweißen auch ohne Wärmebehandlung beständig gegen interkristalline Korrosion. Nach allen Verfahren schweißbar (außer Autogenschweißen). Anwendung in Wärmetauschern der chemischen und petrochemischen Industrie, Meerwasserentsalzungsanlagen, in der Offshore-Technik und bei Sauergaseinsatz. Seine Festigkeitskennwerte betragen etwa das Doppelte von austenitischen rostfreien Stählen. Bei Lieferung nach VD-TÜV Werkstoffblatt 418 ist ein Abnahmeprüfzeugnis nach EN 10204-3.2 durch eine benannte Stelle erforderlich. Der Werkstoff ist schwer spanbar.

SUPER DUPLEX

UNS S32750 | 1.4410 | TPS-Technisuperduplex TSD2507 | X2 Cr Ni Mo N 25-7-4

Super ferritsch-austenitischer Stahl mit hohen mechanischen Eigenschaften und ausgezeichneter Korrosionsresistenz gegenüber Chloriden, Seewasser, Schwefel- und Phosphorsäure. Sehr gute Beständigkeit gegen Lochfraß- und Spaltrisskorrosion. Der Einsatztemperaturbereich liegt zwischen -50°C und +275°C. Einsatzgebiete unter anderem in Seewasserkühlern, sowie in der Salinenindustrie, Meerwasserentsalzungsanlagen, Öl- und Petrochemie, Zellulose- und Papierindustrie und Entschwefelungsanlagen.

UNS S32760 | 1.4501| Technisuperduplex TSD2507 | X2 Cr Ni Mo Cu W N 25-7-4

UNS S32760 – 1.4501 ist ein super ferritisch-austenitischer Werkstoff mit hohen mechanischen Eigenschaften und ausgezeichneter Korrosionsbeständigkeit. Zusätzlich zum ferritisch-austenitischen Gefüge, weist S32760 eine hervorragende Beständigkeit gegenüber Lochfraß und Spaltkorrosion auf. Aus diesem Grund ist der Werkstoff besonders geeignet für Meerwasseranwendungen sowie Prozesssysteme von Bohrinseln bzw. in allen Situationen, in denen ein Risiko für Spannungskorrosion besteht.
Die hochzugfesten Eigenschaften sind doppelt so hoch wie die des Edelstahls TP 316L. Der Einsatzbereich liegt zwischen -50°C und +275°C. Ausführliche Informationen zu diesem speziellen Werkstoff findet man in unserem Datenblatt.

11

Standardwerkstoffe | Zusammensetzung | Anwendungen | Eigenschaften

NICKELLEGIERUNGEN

UNS N02200 | 2.4066 | TPS-TECHALLOY 200 | Ni 99.2

UNS N02201 | 2.4068 | TPS-TECHALLOY 201 | LC-Ni 99

Reinnickel mit guten mechanischen Eigenschaften. Bei Einsatztemperaturen über 300°C ist Nickel mit reduziertem Kohlenstoffgehalt anzuwenden. Ausgezeichnete Beständigkeit gegenüber korrosiven Medien, wie konzentrierte Salzlösung, Ätzalkalien, Halogeniden sowie vielen organischen Verbindungen. Einsatz in Eindampfanlagen für Ätznatron, Natronlauge, Vinylchloridmonomer, in Kühlaggregaten sowie in der Kunststoff- und Nahrungsmittelindustrie.

UNS N04400 | 2.4360 | TPS-TECHALLOY 400 | Ni Cu 30 Fe

Nickel-Kupferlegierung mit hoher Festigkeit bis 425°C, ausgezeichnete Beständigkeit gegenüber Flusssäure, Schwefelsäure sowie verdünnten Säuren, Laugen und Salzlösungen, organischen Säuren, Chlor und Chlorwasserstoff. Unempfindlich gegen chlorinduzierte Spannungsrisskorrosion. Anwendung unter anderem in der Salinentechnik, fließendem Seewasser, Meerwasserentsalzung, Rohöldestillation, Speisewassererhitzer in Kraftwerken. Nach VD-TÜV Werkstoffblatt 263 ist ein Abnahmeprüfzeugnis 3.2 durch eine benannte Stelle erforderlich.

UNS N06600 | 2.4816 | TPS-TECHALLOY 600 | Ni Cr 15 Fe

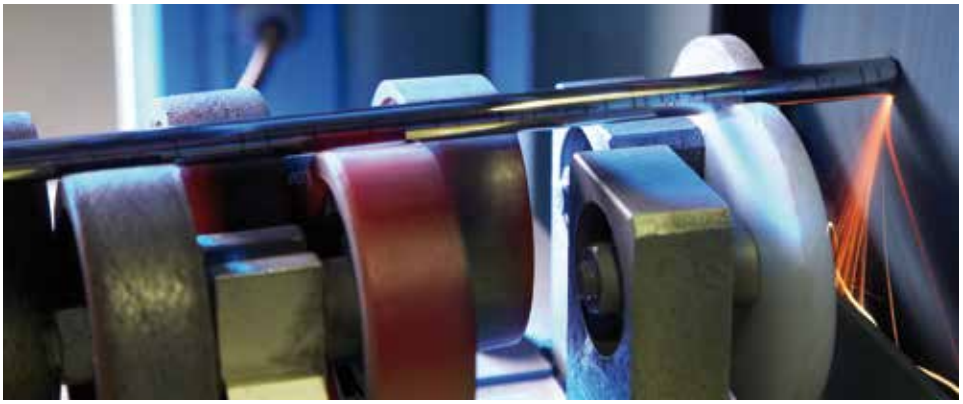
Hochwarmfeste, vollaustenitische Nickel-Eisen-Chromlegierung. Durch die Elemente Chrom, Silizium und Aluminium sehr gute Beständigkeit gegenüber Halogen bis 600°C. Der Werkstoff ist in geglühter als auch in lösungsgeglühter Ausführung lieferbar. Für den Einsatz über 700°C empfehlen wir den lösungsgeglühten Zustand. Anwendung zum Beispiel in Wärmebehandlungsöfen, Titanoxiderzeugung, Vinylmonomersynthese, Perchloräthylensynthese, Gasgeneratoren.Nach VD-TÜV Werkstoffblatt 305 ist ein Abnahmeprüfzeugnis 3.2 durch eine benannte Stelle erforderlich.

UNS N06625 | 2.4856 | TPS-TECHALLOY 625 | Ni Cr 22 Mo 9 Nb

Korrosionsbeständige Nickel-Chrom-Molybdänlegierng mit guten mechanischen Eigenschaften bei niedrigen und hohen Temperaturen. Der Werkstoff besitzt eine gute Korrosionsbeständigkeit beim Einsatz in oxidierenden und chloridhaltigen Medien. Anwendung im Schiffsbau, Kernkraftwerken und chemischer Verfahrenstechnik.

UNS N06455 | 2.4610 | Hastelloy C-4 | Ni Mo 16 Cr 16 Ti

Hastelloy C-4 (Alloy C-4) weist eine ausgezeichnete Stabilität gegenüber interkristalliner Korrosion, Lochfraß und Spannungskorrosion auf sowie gegenüber reduktiven Mineralsäuren und Chloriden, anorganischen und organischen Chlorid-verunreinigten Medien. Material 2.4610 (Alloy C-4) wird hauptsächlich in anorganischer Chemie und in der Düngemittelindustrie eingesetzt.



UNS N08020 | 2.4660 | TPS-TECHALLOY 20 | Ni Cr 20 Cu Mo

Niobstabilisierte Nickel-Knetlegierung mit Molybdän, Chrom und Kupfer. Ausgezeichnete Beständigkeit gegen Spannungsrisskorrosion, gute Beständigkeit in verdünnter Schwefelsäure. Anwendung unter anderem in der Schwefel-, Phosphor- und Flusssäureerzeugung und Wärmetauschern in Raffinerien.

UNS N08800 | 1.4876 | TPS-TECHALLOY 800 | X 10 Ni Cr Al Ti 32-21

Hochkorrosionsbeständige Nickel-, Chrom-, Molybdänlegierung. Ausgezeichnete Beständigkeit gegen Spaltkorrosion, Lochfraß und Spannungsrisskorrosion sowie gegenüber reduzierenden Säuren und Chloriden. Haupteinsatzgebiete sind die anorganische Chemie, Rauchgasentschwefelungsanlagen, Düngemittelindustrie, Müllverbrennungsanlagen sowie Wärmetauscher. Nach VD-TÜV Werkstoffblatt 424 ist ein Abnahmeprüfzeugnis 3.2 durch eine benannte Stelle erforderlich.

UNS N08825 | 2.4858 | TPS-TECHALLOY 825 | Ni Cr 21 Mo

Titanstabilisierte, hoch korrosionsbeständige Nickelbasis-Legierung mit Molybdän, Chrom und Kupfer. Ausgezeichnete Beständigkeit gegen Spannungsrisskorrosion, gute Beständigkeit gegen Lochfraß und Spaltrisskorrosion, oxidierende Säure wie Schwefel-, Phosphor- und Salpetersäure sowie organische Laugen, Alkalien und Meerwasser. Einsatztemperatur bis 425°C. Anwendung unter anderem in Phosphor- und Schwefelsäureanlagen, Wärmetauschern in der Petrochemie (Sauergas), Offshore Öl- und Gasgewinnung. Nach VD-TÜV Werkstoffblatt 432/2 ist ein Abnahmeprüfzeugnis 3.2 durch eine benannte Stelle erforderlich.

UNS N10276 | 2.4819 | Hastelloy C-276 | Ni Mo 16 Cr 15 W

Diese Nickel-Molybdän-Chrom-Legierung mit Zugaben von Wolfram besitzt eine sehr gute Beständigkeit gegen Lochfraß und Spaltkorrosion. Anwendung u. a. in der chemischen Industrie, der Abfallbeseitigung sowie der Zellstoff- und Papierherstellung. Nach VD-TÜV Werkstoffblatt 400 ist ein Abnahmeprüfzeugnis 3.2 durch eine benannte Stelle erforderlich.

Chemische Zusammensetzung | Mechanische Eigenschaften | Wärmebehandlung

1. AUSTENITISCHE STÄHLE

Chemische Zusammensetzung • Massenanteile in %

Norm	Werkstoff	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo
		max.	max.	max.	max.	max.			
	X5 CrNi 18-10								
EN 10216-5	**1.4301**	0,070	1,00	2,00	0,040	0,015	17,0 - 19,5	8,0 - 10,5	
ASME SA/ASTM A 213	**TP 304**	0,080	1,00	2,00	0,045	0,030	18,0 - 20,0	8,0 - 11,0	
	X6 CrNi 18-10								
EN 10216-5	**1.4948**	0,04 - 0,08	1,00	2,00	0,035	0,015	17,0 - 19,0	8,0 - 11,0	
ASTM A 213	**TP 304 H**	0,04 - 0,10	1,00	2,00	0,045	0,030	18,0 - 20,0	8,0 - 11,0	
	X2 CrNi 19-11								
EN 10216-5	**1.4306**	0,030	1,00	2,00	0,040	0,015	18,0 - 20,0	10,0 - 12,0	
ASME SA/ASTM A 213	**TP 304 L**	0,035	1,00	2,00	0,045	0,030	18,0 - 20,0	8,0 - 12,0	
	X5 CrNiMo 17-12-2								
EN 10216-5	**1.4401**	0,070	1,00	2,00	0,040	0,015	16,5 - 18,5	10,0 - 13,0	2,0 - 2,5
ASME SA/ASTM A 213	**TP 316**	0,080	1,00	2,00	0,045	0,030	16,0 - 18,0	10,0 - 14,0	2,0 - 3,0
	X2 CrNiMo 17-12-2								
EN 10216-5	**1.4404**	0,030	1,00	2,00	0,040	0,015	16,5 - 18,5	10,0 - 13,0	2,0 - 2,5
ASME SA/ASTM A 213	**TP 316 L**	0,035	1,00	2,00	0,045	0,030	16,0 - 18,0	10,0 - 14,0	2,0 - 3,0
	X2 CrNiMo 18-14-3								
EN 10216-5	**1.4435**	0,030	1,00	2,00	0,040	0,015	17,0 - 19,0	12,5 - 15,0	2,5 - 3,0
ASME SA/ASTM A 213	**TP 316 L-Mo**	0,035	1,00	2,00	0,045	0,030	16,0 - 18,0	10,0 - 14,0	2,0 - 3,0
	X6 CrNiMoTi 17-12-2								
EN 10216-5	**1.4571**	0,080	1,00	2,00	0,040	0,015	16,5 - 18,5	10,5 - 13,5	2,0 - 2,5
ASME SA/ASTM A 213	**TP 316 Ti**	0,080	0,75	2,00	0,045	0,030	16,0 - 18,0	10,0 - 14,0	2,0 - 3,0
	X6CrNiM017-13-2								
EN 10216-5	**1.4918**	0,04-0,08	0,75	2,00	0,035	0,015	16,0-18,0	12,0-14,0	2,0-2,5
ASME SA/ASTM A 213	**TP 316H**	0,04-0,10	1,00	2,00	0,045	0,030	16,0-18,0	11,0-14,0	2,0-3,0
	X2 CrNiMo 18-15-4								
DIN 10088-3	**1.4438**	0,030	1,00	2,00	0,045	0,030	17,5 - 19,5	13,0 - 16,0	3,0 - 4,0
ASME SA/ASTM A 213	**TP 317L**	0,035	1,00	2,00	0,045	0,030	18,0 - 20,0	11,0 - 15,0	3,0 - 4,0
	X6 CrNiTi 18-10								
EN 10216-5	**1.4541**	0,080	1,00	2,00	0,040	0,015	17,0 - 19,0	9,0 - 12,0	
ASME SA/ASTM A 213	**TP 321**	0,080	1,00	2,00	0,045	0,030	17,0 - 19,0	9,0 - 12,0	
	X8 CrNiTi 18-10								
EN 10297-2	**1.4878**	0,100	1,00	2,00	0,045	0,015	17,0 - 19,0	9,0 - 12,0	
ASME SA/ASTM A 213	**TP 321 H**	0,04 - 0,10	1,00	2,00	0,040	0,030	17,0 - 19,0	9,0 - 13,0	
	X6 CrNiNb 18-10								
EN 10216-5	**1.4550**	0,080	1,00	2,00	0,040	0,015	17,0 - 19,0	9,0 - 12,0	
ASME SA/ASTM A 213	**TP 347**	0,080	1,00	2,00	0,045	0,030	17,0 - 20,0	9,0 - 13,0	
	X1 CrNiMoCuN 20-18-7								
EN 10216-5	**1.4547**	0,020	0,70	1,00	0,030	0,010	19,5 - 20,5	17,5 - 18,5	6,0 - 7,0
ASME SA/ASTM A 213	**UNS S 31254**	0,020	0,80	1,00	0,030	0,010	19,5 - 20,5	17,5 - 18,5	6,0 - 6,5

Rp 0,2 = Dehnung Rp 1,0 = Dehnung Rm = Zugfestigkeit A = Bruchdehnung

Mechanische Eigenschaften und Wärmebehandlung

Ti	Sonstige	Rp 0,2 MPa	Rp 1,0 MPa	Rm MPa	A	Härte	Wärmebehandlung
		min.	min.	min. max.	min. %	HRB max.	
	N 0,11 max.	195	230	500 - 700	40		lösungsgeglüht
		205		515	35	90	lösungsgeglüht
	N 0,11 max.	185	225	500 - 700	40		lösungsgeglüht
		205		515	35	90	lösungsgeglüht
	N 0,11 max.	180	215	460 - 680	40		lösungsgeglüht
		170		485	35	90	lösungsgeglüht
	N 0,11 max.	205	240	510 - 710	40		lösungsgeglüht
		205		515	35	90	lösungsgeglüht
	N 0,11 max.	190	225	490 - 690	40		lösungsgeglüht
		170		485	35	90	lösungsgeglüht
	N 0,11 max.	190	225	490 - 690	40		lösungsgeglüht
		205		515	35	90	lösungsgeglüht
5x%C max.0,70		210	245	500 - 730	35		lösungsgeglüht
5x%C max.0,70		205		515	35	90	lösungsgeglüht
	N 0,10 max.	205	245	490-690	35		lösungsgeglüht
		205		515	35	90	lösungsgeglüht
	N 0,11 max.	200	235	500 - 700	40		lösungsgeglüht
		205		515	35	90	lösungsgeglüht
5x%C max.0,70		200	235	500 - 730	35		lösungsgeglüht
5x%(C+N) max.0,70		205		515	35	90	lösungsgeglüht
5x%C max.0,80		190	230	500	40	90	lösungsgeglüht
5x%C max.0,60		205		515	35	90	lösungsgeglüht
10x%C max.1,00		205	240	510 - 740	35		lösungsgeglüht
10x%C max.1,10		205		515	35	90	lösungsgeglüht
	N 0,18-0,25; Cu 0,50-1,00	300	340	650 - 850	35		lösungsgeglüht
	N 0,18-0,22; Cu 0,50-1,00	310		675	35	96	lösungsgeglüht

Chemische Zusammensetzung | Mechanische Eigenschaften | Wärmebehandlung

2. SUPER AUSTENITISCHE STÄHLE

Chemische Zusammensetzung • Massenanteile in %

Norm	Werkstoff	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo
		max.	max.	max.	max.	max.			
ASME SA/ASTM A 213	**X1 NiCrMoCu 25-20-5**								
EN 10216-5	**1.4539**	0,020	0,70	2,00	0,030	0,010	19,0 - 21,0	24,0 - 26,0	4,0 - 5,0
VD-TÜV 421	**1.4539**	0,020	0,70	2,00	0,030	0,015	19,0 - 21,0	24,0 - 26,0	4,0 - 5,0
ASTM A 269	**UNS N08904**	0,020	1,00	2,00	0,040	0,030	19,0 - 23,0	23,0 - 28,0	4,0 - 5,0

3. FERRITISCHE UND MARTENSITISCHE STÄHLE

Chemische Zusammensetzung • Massenanteile in %

Norm	Werkstoff	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo
		max.	max.	max.	max.	max.			
	X6 CrAl 13								
EN 10297-2	**1.4002**	0,080	1,00	1,00	0,040	0,030	12,0 - 14,0		
ASME SA/ASTM A 268	**TP 405 (UNS S40500)**	0,080	1,00	1,00	0,040	0,030	11,5 - 14,5	0,50	
	X12 Cr 13								
DIN 17456	**1.4006**	0,08 - 0,15	1,00	1,50	0,040	0,030	11,5 - 13,5	0,75	
ASME SA/ASTM A 268	**TP 410 (UNS S 41000)**	0,150	1,00	1,00	0,040	0,030	11,5 - 13,5		
	X6 Cr 13								
ASME SA/ASTM A 240/ A268	**TP 410 S (UNS S 41008)**	0,080	1,00	1,00	0,040	0,030	11,5 - 14,5	0,60	
	X6 Cr 17								
EN 10297-2	**1.4016**	0,080	1,00	1,00	0,040	0,030	16,0 - 18,0		
ASME SA/ASTM A 268	**TP 430 (UNS S43000)**	0,120	1,00	1,00	0,040	0,030	16,0 - 18,0		

Rp 0,2 = Dehnung Rp 1,0 = Dehnung Rm = Zugfestigkeit A = Bruchdehnung

Mechanische Eigenschaften und Wärmebehandlung

	Ti	Sonstige	Rp 0,2 MPa	Rp 1,0 MPa	Rm MPa	A	Härte	Wärmebehandlung
			min.	min.	min. max.	min. %	HRB max.	
		Cu 1,20 - 2,00, N 0,15 max.	230	250	520 - 720	35		lösungsgeglüht
		Cu 1,00 - 2,00, N 0,15 max.	220	250	520 - 720	35		lösungsgeglüht
		Cu 1,00 - 2,00, N 0,10 max.	215		490	35	90	lösungsgeglüht

Mechanische Eigenschaften und Wärmebehandlung

	Ti	Sonstige	Rp 0,2 MPa	Rp 1,0 MPa	Rm MPa	A	Härte	Wärmebehandlung
			min.	min.	min. max.	min. %	HRB max.	
		Al 0,1 - 0,3	210	220	400	17		geglüht
		Al 0,1 - 0,3	205		415	20	90	geglüht
			250		450 - 650	20		geglüht
			215		415	20	90	geglüht
		Fe Rest	205		415	30	89	geglüht
			240	250	430	20		geglüht
			240		415	20	90	geglüht

Chemische Zusammensetzung | Mechanische Eigenschaften | Wärmebehandlung

4. DUPLEX

Chemische Zusammensetzung • Massenanteile in %

Norm	Werkstoff	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo
		max.	max.	max.	max.	max.			
	X2 CrNiMoN 22-5-3								
EN 10216-5	**1.4462**	0,030	1,00	2,00	0,035	0,015	21,0 - 23,0	4,5 - 6,5	2,5 - 3,5
VD-TÜV 418	**1.4462**	0,030	1,00	2,00	0,030	0,020	21,0 - 23,0	4,5 - 6,5	2,5 - 3,5
ASME SA/ASTM A 789	**UNS S 31803**	0,030	1,00	2,00	0,030	0,020	21,0 - 23,0	4,5 - 6,5	2,5 - 3,5
ASME SA/ASTM A 789	**UNS S 32205**	0,030	1,00	2,00	0,030	0,020	22,0 - 23,0	4,5 - 6,5	3,0 - 3,5

5. SUPER DUPLEX

Chemische Zusammensetzung • Massenanteile in %

Norm	Werkstoff	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo
		max.	max.	max.	max.	max.			
	X2 CrNiMoN 25-7-4								
EN 10216-5	**1.4410**	0,030	1,00	2,00	0,035	0,015	24,0 - 26,0	6,0 - 8,0	3,0 - 4,5
ASME SA/ASTM A 789/790	**UNS S 32750**	0,030	0,80	1,20	0,035	0,020	24,0 - 26,0	6,0 - 8,0	3,0 - 5,0
	X2 CrNiMoCuWN 25-7-4								
EN 10216-5	**1.4501**	0,030	1,00	1,00	0,035	0,015	24,0 - 26,0	6,0 - 8,0	3,0 - 4,0
ASME SA/ASTM A 789/790	**UNS S 32760**	0,050	1,00	1,00	0,030	0,010	24,0 - 26,0	6,0 - 8,0	3,0 - 4,0

Rp 0,2 = Dehnung Rp 1,0 = Dehnung Rm = Zugfestigkeit A = Bruchdehnung

Mechanische Eigenschaften und Wärmebehandlung

	Ti	Sonstige	Rp 0,2 MPa	Rp 1,0 MPa	Rm MPa	A	Härte	Wärmebehandlung
			min.	min.	min. max.	min. %	HRC max.	
		N 0,10 - 0,22	450		640 - 880	22		lösungsgeglüht
		N 0,08 - 0,20	450		540 - 880	22		lösungsgeglüht
		N 0,08 - 0,20	450		620	25	31	lösungsgeglüht
		N 0,14 - 0,20	485		655	25	30	lösungsgeglüht

Mechanische Eigenschaften und Wärmebehandlung

	Ti	Sonstige	Rp 0,2 MPa	Rp 1,0 MPa	Rm MPa	A	Härte	Wärmebehandlung
			min.	min.	min. max.	min. %	HRC max.	
		N 0,20 - 0,35	550		800 - 1000	20		lösungsgeglüht
		N 0,24 - 0,32; Cu 0,50 max.	550		800	15	32	lösungsgeglüht
		N 0,2-0,3; Cu 0,5-1,0; W 0,5-1,0	550		800 - 1000	20		lösungsgeglüht
		N 0,2-0,3; Cu 0,5-1,0; W 0,5-1,0	550		750	25	32	lösungsgeglüht

Chemische Zusammensetzung | Mechanische Eigenschaften | Wärmebehandlung

6. NICKELLEGIERUNGEN

Chemische Zusammensetzung • Massenanteile in %

Norm	Werkstoff	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo
		max.	max.	max.	max.	max.			
	Ni 99,2								
DIN 17740/17751	**2.4066**	0,100	0,25	0,35		0,005		99,2 min.	
ASME SB/ASTM B 161/163	**UNS N 02200**	0,150	0,35	0,35		0,010		99,0 min.	
	LC-Ni 99								
DIN 17740/17751	**2.4068**	0,020	0,25	0,35		0,005		99,0 min.	
VD-TÜV WB 345	**2.4068**	0,020	0,20	0,35		0,010		99,0 min.	
ASME SB/ASTM B 161/163	**UNS N 02201**	0,020	0,35	0,35		0,010		99,0 min.	
	NiCu30Fe								
DIN 17743/17751	**2.4360**	0,150	0,50	0,20		0,020		63,0 min.	
VD-TÜV WB 263	**2.4360**	0,160	0,50	2,00		0,020		63,0 min.	
ASME SB/ASTM B 163/165	**UNS N 04400**	0,300	0,50	2,00		0,024		63,0 min.	
	NiCr15Fe								
DIN 17742/17751	**2.4816**	0,025-0,100	0,50	1,00	0,020	0,015	14,0 - 17,0	72,0 min.	
VD-TÜV WB 305	**2.4816**	0,080	0,50	1,00	0,015	0,015	14,0 - 17,0	72,0 min.	
ASME SB/ASTM B 163/167	**UNS N 06600**	0,150	0,50	1,00		0,015	14,0 - 17,0	72,0 min.	
	NiCr22Mo9Nb								
DIN 17744/17751	**2.4856**	0,100	0,50	0,50	0,020	0,015	20,0 - 23,0	58,0 min.	8,0 - 10,0
VD-TÜV WB 499	**2.4856**	0,030	0,40	0,50	0,010	0,010	21,0 - 23,0	Rest	8,0 - 10,0
ASME SB/ASTM B 444	**UNS N 06625**	0,100	0,50	0,50	0,015	0,015	20,0 - 23,0	58,0 min.	8,0 - 10,0
	NiCr20CuMo								
DIN 17744/17751	**2.4660**	0,070	1,00	2,00	0,025	0,015	19,0 - 21,0	32,0 - 38,0	2,0 - 3,0
ASME SB/ASTM B 729	**UNS N 08020**	0,070	1,00	2,00	0,045	0,035	19,0 - 21,0	32,0 - 38,0	2,0 - 3,0
	X10NiCrAlTi32-21								
EN 10297-2	**1.4876**	0,120	1,00	2,00	0,030	0,020	19,0 - 23,0	30,0 - 34,0	
VD-TÜV WB 412	**1.4876**	0,04 - 0,10	1,00	1,50	0,030	0,020	19,0 - 23,0	30,0 - 34,0	
ASME SB/ASTM B 163/407	**UNS N 08800**	0,100	1,00	1,50	0,030	0,015	19,0 - 23,0	30,0 - 35,0	
	NiCr21Mo								
DIN 17744/17751	**2.4858**	0,025	0,50	1,00	0,025	0,015	19,5 - 23,5	38,0 - 46,0	2,5 - 3,5
VD-TÜV WB 432/2	**2.4858**	0,025	0,50	1,00	0,020	0,010	19,5 - 23,5	38,0 - 46,0	2,5 - 3,5
ASME SB/ASTM B 163/423	**UNS N 08825**	0,050	0,50	1,00		0,030	19,5 - 23,5	38,0 - 46,0	2,5 - 3,5
	NiMo16Cr15W								
DIN 17744/17751	**2.4819**	0,010	0,08	1,00	0,020	0,015	14,5 - 16,5	Rest	15,0 - 17,0
VD-TÜV WB 400	**2.4819**	0,010	0,08	1,00	0,025	0,010	14,5 - 16,5	Rest	15,0 - 17,0
ASME SB/ASTM B 622	**UNS N10276**	0,010	0,08	1,00	0,040	0,030	14,5 - 16,5	Rest	15,0 - 17,0
	NiMo16Cr16Ti								
DIN 17744/17751	**2.4610**	0,015	0,08	1,00	0,025	0,015	14,0 - 18,0	Rest	14,0 - 17,0
VD-TÜV WB 424	**2.4610**	0,009	0,05	1,00	0,020	0,010	14,5 - 17,5	Rest	14,0 - 17,0
ASME SB/ASTM B 622	**UNS N 06455**	0,015	0,08	1,00	0,040	0,030	14,0 - 18,0	Rest	14,0 - 17,0

Rp 0,2 = Dehnung Rp 1,0 = Dehnung Rm = Zugfestigkeit A = Bruchdehnung

Mechanische Eigenschaften und Wärmebehandlung

Ti	Sonstige	Rp 0,2 MPa	Rp 1,0 MPa	Rm MPa	A	Härte	Wärme-behandlung
		min.	min.	min. max.	min. %	HRB max.	
0,100	Cu 0,25 max.; Fe 0,40 max.; Mg 0,15 max.	100	125	370	40		geglüht
	Cu 0,25 max.; Fe 0,40 max.	105		380	35		geglüht
0,100	Cu 0,25 max.; Fe 0,40 max.; Mg 0,15 max.	100	125	370	40		geglüht
0,100	Cu 0,25 max.; Fe 0,40 max.; Mg 0,10 max.	80	105	340 - 540	40		weichgeglüht
	Cu 0,25 max.; Fe 0,40 max.	105		380	35		geglüht
	Cu 28,0-34,0; Fe 1,0-2,5; Al 0,5 max.	180	210	450	35	80	geglüht
	Cu 28,0-34,0; Fe 1,0 -2,5 max.	175		450 - 600	30		geglüht
	Cu 28,0-34,0; Fe 2,5 max.	193		621	32	80	geglüht
0,30 max.	Cu 0,5 max.; Fe 6,0-10,0	180	210	500	35	90	geglüht
	Cu 0,5 max.; Fe 6,0-10,0	200		550 - 750	30		geglüht
	Cu 0,5 max.; Fe 6,0-10,0	241		552 - 758	35	92	geglüht
0,400	Co 1,0 max.; Fe 5,0 max.; Al 0,4 max.	415	445	830	30		weichgeglüht
0,400	Co 1,0 max.; Fe 5,0 max.; Al 0,4 max.	400		830 - 1000	35		weichgeglüht
0,400	Co 1,0 max.; Fe 5,0 max.; Al 0,4 max.; Cb+Ta 3,15 - 4,15	414		827	30		geglüht
Co. 1,50	Cu 3-4; Nb+Ta 8xC max.; Fe Rest	240		550	30	80	geglüht
	Cu 3-4; Nb+Ta 8xC max.; Fe Rest	240		550	30	80	geglüht
		170		450 - 700	30	90	geglüht
0,15 - 0,60	Cu 0,75max.; Al 0,15-0,6; Co 1,0 max.	170	200	450 - 700	30	90	geglüht
0,15 - 0,60	Cu 0,75max.; Al 0,15-0,6; Fe 39,5 min.	207		517 - 688	30	95	geglüht
0,60 - 1,20	Co 1,0; Cu 1,5-3,0; Al 0,2; Fe Rest	235	265	550	30	90	geglüht
0,60 - 1,20	Cu 1,5-3,0; Al 0,2 max.; Fe Rest	235	265	550 - 750	30	90	weichgeglüht
0,60 - 1,20	Cu 1,5-3,0; Al 0,2 max.; Fe 22,0 min.	241		586 - 793	30	90	geglüht
-	Cu 0,5 max.; Fe 4,0-7,0; Co 2,5 max.; W 3,0-4,5; V 0,35 max.	280	300	690	40		geglüht
-	Fe 4,0-7,0; Co 2,5 max.; W 3,0-4,5; V 0,35 max.	310	330	730 - 1000	30		geglüht
-	Fe 4,0-7,0; Co 2,5 max.; W 3,0-4,5; V 0,35 max.	283		690	40		geglüht
0,70	Fe 3,0 max.; Co 2,0 max.; Cu 0,50 max.	275	295	690	40		lösungsgeglüht
0,70	Fe 3,0 max.; Co 2,0 max.	280	315	700-900	40		lösungsgeglüht
0,70	Fe 3,0 max.; Co 2,0 max.	276		690	40		lösungsgeglüht

Chemische Zusammensetzung | Mechanische Eigenschaften | Wärmebehandlung

7. TITAN

Chemische Zusammensetzung • Massenanteile in %

Norm	Werkstoff	N	C	H	Fe	O	Al	V	Pd	Mo
		max	max	max	max	max				
DIN 17850/17861	Ti 1 - 3.7025	0,05	0,06	0,013*	0,15	0,12				
VD-TÜV WB 230/2	Ti 1 - 3.7025	0,05	0,06	0,013*	0,15	0,12				
ASME SB/ASTM B 338	Grade 1	0,03	0,08	0,015	0,20	0,18				
DIN 17850/17861	Ti 2 - 3.7035	0,05	0,06	0,013*	0,20	0,18				
VD-TÜV WB 230/2	Ti 2 - 3.7035	0,05	0,06	0,013*	0,20	0,18				
ASME SB/ASTM B 338	Grade 2	0,03	0,08	0,015	0,30	0,25				
DIN 17850/17861	Ti 3 - 3.7055	0,05	0,06	0,013*	0,25	0,25				
VD-TÜV WB 230/2	Ti 3 - 3.7055	0,05	0,06	0,013*	0,25	0,25				
ASME SB/ASTM B 338	Grade 3	0,05	0,08	0,015	0,30	0,35				
DIN 17851/17861	Ti 2 Pd - 3.7235	0,05	0,06	0,013*	0,20	0,18			0,15 - 0,25	
VD-TÜV WB 230/2	Ti 2 Pd - 3.7235	0,05	0,06	0,013*	0,20	0,18			0,15 - 0,25	
ASME SB/ASTM B 338	Grade 7	0,03	0,08	0,015	0,30	0,25			0,12 - 0,25	
DIN 17851/17861	Ti Al 3 V 2,5 - 3.7195	0,04	0,05	0,015	0,30	0,12	2,5 - 3,5	2,0 - 3,0		
ASME SB/ASTM B 338	Grade 9	0,03	0,08	0,015	0,25	0,15	2,5 - 3,5	2,0 - 3,0		
DIN 17851/17861	Ti 1 Pd -3.7225	0,05	0,06	0,013*	0,15	0,12			0,15 - 0,25	
VD-TÜV WB 230/2	Ti 1 Pd -3.7225	0,05	0,06	0,013*	0,15	0,12			0,15 - 0,25	
ASME SB/ASTM B 338	Grade 11	0,03	0,08	0,015	0,20	0,18			0,12 - 0,25	
DiN 17851/17861	Ti Ni 0,8 Mo 0,3 - 3.7105	0,03	0,06	0,013*	0,25	0,25				0,2 - 0,4
ASME SB/ASTM B 338	Grade 12	0,03	0,08	0,015	0,30	0,25				0,2 - 0,4

* Bei Wanddicken unter 2 mm sowie an Fertigteilen ist ein Wasserstoffgehalt bis 0,015% zulässig.

Mechanische Eigenschaften und Wärmebehandlung

	Ni	Sonstige		Titan	Rp 0,2 MPa	Rp 1,0 MPa	Rm MPa	A	Wärmebehandlung
		Einzeln	Zusammen		min. max.	min.	min. max.	min. %	
		0,1	0,4	Rest	180	200	290 - 410	30	weichgeglüht
		0,1	0,4	Rest	180	200	290 - 410	30	weichgeglüht
		0,1	0,4	Rest	138 - 310		240	24	geglüht
		0,1	0,4	Rest	250	270	390 - 540	22	weichgeglüht
		0,1	0,4	Rest	250	250	390 - 540	22	weichgeglüht
		0,1	0,4	Rest	275 - 450		345	20	geglüht
		0,1	0,4	Rest	320	350	460 - 590	18	weichgeglüht
		0,1	0,4	Rest	320	320	460 - 590	18	weichgeglüht
		0,1	0,4	Rest	380 - 550		450	18	geglüht
		0,1	0,4	Rest	250	270	390 - 540	22	weichgeglüht
		0,1	0,4	Rest	250	270	390 - 540	22	weichgeglüht
		0,1	0,4	Rest	275 - 450		345	20	geglüht
		0,1	0,4	Rest	520		620	15	weichgeglüht
		0,1	0,4	Rest	725		860	10	geglüht
		0,1	0,4	Rest	180	200	209 - 410	30	weichgeglüht
		0,1	0,4	Rest	180	200	209 - 410	30	weichgeglüht
		0,1	0,4	Rest	138 - 310		240	24	geglüht
	0,6 - 0,9	0,1	0,4	Rest	345	370	480	18	weichgeglüht
	0,6 - 0,9	0,1	0,4	Rest	345		483	18	geglüht

Rp 0,2 = Dehnung Rp 1,0 = Dehnung Rm = Zugfestigkeit A = Bruchdehnung

Rohre und Wärmetauscherrohre

Nahtlose kaltgefertigte Edelstahlrohre im Außendurchmesserbereich von 5,0 bis 60,3 mm, speziell in Wärmetauscher- und Kondensatorrohrabmessungen, können in Fix- oder Herstellungslängen, in gerader Form oder U-förmig gebogen geliefert werden. Nahtlose TPS-Rohre in Edelstahl, Nickellegierungen und Titan werden in der chemischen-, petrochemischen-,

Düngemittel-, Kraftwerks- und Schiffbauindustrie sowie in Heizkraftwerken in der ganzen Welt eingesetzt. Auch bei Einsatz unter kritischen Bedingungen haben nahtlose TPS-Rohre bewiesen, dass sie den höchsten Anforderungen im Hinblick auf Qualität, Ausführung und Beständigkeit entsprechen.

KALTGEFERTIGTE ROHRE

Herstellungsstandard	EN 10216-5	ASME SA/ASTM A 268	ASTM A 269	ASME SA/ASTM A 312
Toleranznorm	EN 10216-5 Tabelle 13 EN ISO 1127 DIN 28180 DIN EN 10305-1	ASME SA/ASTM A 268	ASTM A 269	ASME SA/ASTM A 1016

Rohre nach diesen Spezifikationen müssen nicht als Wärmetauscherrohre verwendet werden.

KALTGEFERTIGTE WÄRMETAUSCHERROHRE

Herstellungsstandard	EN 10216-5 VD-TÜV-WB	ASME SA/ASTM A 213	ASME SA/ ASTM B 338	ASME SA/ASTM A 789
Toleranznorm	EN ISO 1127 DIN 28180 EN 10216-5 Tabelle 13	ASME SA/ASTM A 1016	ASME SA/ ASTM B 338	ASME SA/ASTM A 789

Rohre nach diesen Spezifikationen können auch als Leitungsrohre verwendet werden.

KALTGEFERTIGTE ROHRE

ASME/ASTM						
Norm	**Außendurchmesser**				**Wall Wandstärke**	
SA/A 1016	**< 25 mm** < 1,000"	**25 - 40 mm** 1,000 -w 1,500"	**> 40 - < 50 mm** > 1,500" - < 2,000"	**50 - < 65 mm** 2,000" - < 2,500"		
	+/- 0,10 mm +/- 0,004"	**+/- 0,15 mm** +/- 0,006"	**+/- 0,20 mm** +/- 0,008"	**+/- 0,25 mm** +/- 0,010"	**-0/+20% (Mindestwand) (Mittelwand +/- 10% auf Wunsch))**	
SA/A 268	**< 12,7 mm** < 0.500"	**12,7 - 38,1 mm** 0.500" - 1.500"	**< 88,90 mm** < 3.500"		**< 12,7 mm (0.500")** +/- 15%	
	+/- 0,13 mm +/- 0.005"	**+/- 0,13 mm** +/- 0.005"	**+/- 0,25 mm** +/- 0.010"		**12,70 - 88,90 mm (0.500" - 3.500")** +/- 10%	
SA/A 269	**< 13,00 mm** < 0.500"	**13,0 - 38,0 mm** 0.500" - 1.500"	**38,0 - 89,0 mm** 1.500" - 3.500"		**< 13,0 mm (0.500")** +/- 15%	
	+/- 0,13 mm **+/- 0.005"**	**+/- 0,13 mm** **+/- 0,005"**	**+/- 0,025 mm** +/- 0.010"		**13 - 89 mm (0.500" - 3.500")** +/- 10%	
SA/A 789	**+/- 0.005"**	**+/- 0.005"**	**+/- 0.010"**		**OD < 12,7 mm**	**+/- 15% - Mittelwand +30-0% - Mindestwand**
					OD < 38,1 mm	**+/- 10% - Mittelwand +20/-0% - Mindestwandl**
					OD < 88,9 mm	**+/-10% - Mittelwand +20/-0% - Mindestwandl**
SB/B 338	**< 25,4 mm** < 1,000"	**25,4 - < 38,1 mm** 1,000" - < 1,500"	**38,1 - < 50,8 mm** 1,500" - < 2,000"	**50,8 - < 63,5 mm** 2.000" - < 2.500"		
	+/- 0,102 mm +/- 0,004"	**+/- 0,127 mm** +/- 0,005"	**+/- 0,152 mm** +/- 0,006"	**+/- 0,178 mm** +/- 0.007"	**+/- 10%**	

EN 10216-5 Tabelle 13 / EN ISO 1127			
Norm		**Außendurchmesser**	**Wandstärke**
Toleranz-klasse	D2	**+/- 1,00%** **min. +/- 0,5 mm**	**T2 +/- 12,5% min.** **+/- 0,40 mm**
	D3	**+/- 0,75%** **min. +/- 0,3 mm**	**T3 +/- 10,0%** **min. +/- 0,20 mm**
	D4	**+/- 0,50%** **min. +/- 0,1 mm**	**T4 +/- 7,50%** **min. +/- 0,15 mm**

DIN 28180							
Norm		**Außendurchmesser**				**Wandstärke**	
		16-20 mm	**25 mm**	**30 mm**	**38 mm**	**≤ 2 mm**	**> 2 mm**
Toleranz-klasse	TC1	+/- 0,10mm	+/- 0,12 mm	+/- 0,15 mm	+/- 0,20 mm	+/- 0,20 mm	+/- 10 %
	TC2	+/- 0,30 mm	+/- 0,30 mm	+/- 0,30 mm	+/- 0,40 mm	+/- 0,20 mm	+/- 10 %
	TC3	-	-	-	-	+/- 0,20 mm	+15%/-10%

ABMESSUNGEN | GEWICHTE

BWG (Birmingham Wire Gauge)

Wandstärke									
BWG		22	20	18	16	14	12	11	10
mm		0,711	0,889	1,245	1,651	2,108	2,769	3,048	3,404
Außendurchmesser		**Gewicht in kg/m (nur für Edelstahl)**							
inches	**mm**								
1/4“	6,350		0,122	0,159	0,194				
5/16“	7,950		0,157	0,209	0,260				
3/8“	9,525		0,192	0,258	0,326	0,392			
1/2“	12,700	0,213	0,263	0,357	0,457	0,559	0,688	0,737	
5/8“	15,875	0,270	0,334	0,456	0,588	0,727	0,908	0,979	
3/4“	19,050		0,404	0,555	0,719	0,894	1,130	1,220	1,330
7/8“	22,225	0,383	0,475	0,654	0,851	1,060	1,350	1,460	1,600
1“	25,400	0,440	0,546	0,752	0,982	1,230	1,570	1,710	1,870
1 1/4“	31,750	0,553	0,687	0,950	1,240	1,570	2,010	2,190	2,420
1 1/2“	38,100	0,666	0,828	1,150	1,510	1,900	2,450	2,680	2,960
1 3/4“	44,450	0,779	0,970	1,350	1,770	2,240	2,890	3,160	3,500
2“	50,800	0,892	1,110	1,540	2,030	2,570	3,330	3,650	4,040
2 1/2“	63,500			1,940	2,560	3,240	4,210	4,610	5,120

SWG (Standard Wire Gauge)

Wandstärke									
SWG		22	20	18	16	14	12	11	10
mm		0,711	0,914	1,219	1,626	2,032	2,642	2,946	3,251
Außendurchmesser		**Gewicht in kg/m (nur für Edelstahl)**							
inches	**mm**								
1/4“	6,350		0,124	0,157	0,192				
5/16“	7,950		0,161	0,205	0,257				
3/8“	9,525		0,197	0,253	0,321	0,381			
1/2“	12,700	0,213	0,270	0,350	0,451	0,543	0,665	0,720	
5/8“	15,875	0,270	0,342	0,447	0,580	0,704	0,875	0,954	
3/4“	19,050		0,415	0,544	0,709	0,866	1,090	1,190	1,290
7/8“	22,225	0,383	0,488	0,641	0,838	1,030	1,300	1,420	1,550
1“	25,400	0,440	0,560	0,738	0,967	1,190	1,510	1,660	1,800
1 1/4“	31,750	0,553	0,706	0,931	1,230	1,510	1,930	2,130	2,320
1 1/2“	38,100	0,666	0,851	1,130	1,480	1,840	2,350	2,590	2,840
1 3/4“	44,450	0,779	0,996	1,320	1,740	2,160	2,770	3,060	3,350
2“	50,800	0,892	1,140	1,510	2,000	2,480	3,190	3,530	3,870
2 1/2“	63,500			1,900	2,520	3,130	4,030	4,470	4,910

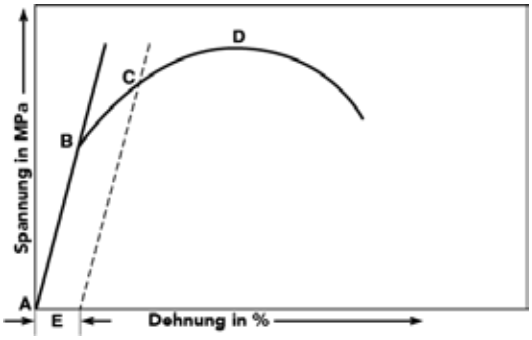
MECHANISCH | ZERSTÖRUNGSFREI | KORROSION

Edelstahl-, Nickel- und Titanrohre werden auf modernsten Anlagen hergestellt, bei denen das angewandte Herstellungsverfahren den größtmöglichen Qualitätsstandard sicherstellt. Darüber hinaus ist unser unabhängiges Prüflabor mit modernsten Testvorrichtungen ausgestattet, um eine gleichbleibende Qualität sicherzustellen. Hierzu gehören u.a. unsere Zugprüfmaschine, Härteprüfmaschine, Ultraschall- und Wirbelstromprüfanlage, Kaltwasserdruckprüfvorrichtigung und viele andere zerstörende und zerstörungsfreie Prüfmittel. Alle Prüfungen, die an den Fertigrohren ausgeführt werden, können in folgende Gruppen unterteilt werden: Mechanische- und technologische Prüfungen, mikroskopische Untersuchungen, zerstörungsfreie Prüfungen und Korrosionsprüfungen.Die nun aufgeführten Prüfungen werden nach den entsprechenden Standards oder nach Kundenspezifikation ausgeführt; vorbehaltlich einer vorhergehenden Prüfung durch unsere Qualitätsstelle.

MECHANISCHE PRÜFUNGEN

Zugversuch gemäß ASTM A 370 / DIN EN ISO 6892-1

Eine Längsprobe wird von einer definierten Querschnittsfläche des Materials genommen, an jedem Ende eingespannt und gedehnt, bis ein Bruch auftritt. Durch Aufzeichnung der aufgebrachten Last und der Verlängerung während des Zugs kann ein Spannungsdehnungsdiagramm aufgezeichnet werden.



A-B	Elastischer Verformungsbereich
B	Elastizitätsgrenze
C	Streckgrenze Rp 0,2
D	Zugfestigkeit Rm
E	Festgelegte Dehnbeanspruchung

Anhand dieses Diagramms können die folgenden Werte errechnet werden:

Zugfestigkeit Rm (D)
Die während des Tests aufgebrachte maximale Last dividiert durch den ursprünglichen Querschnittsfläche des Probestückes.

Streckgrenze Rp (C)
Dies ist die Belastung, unter der das Probestück dauerhaft steht, um einen bestimmten Prozentsatz des Originals verlängert (z. B. 0,2 %).

Elastizitätsgrenze (B)
Die höchste Belastung, bei der keine bleibende Verformung beim Probestück auftritt.

TECHNOLOGISCHE PRÜFUNGEN

Ringfaltversuch nach ASTM A 370 / DIN EN 10233

Bei dieser Prüfung wird das Testrohr zwischen zwei parallelen Flächen auf ein spezifiziertes Maß „x“ zusammen gedrückt. Nach dem Falten dürfen innen und außen keine sichtbaren Risse oder Brüche erkennbar sein.

Aufweitversuch nach ASTM A 370 / DIN EN 10234

Dies ist eine Form der Dehnungsprüfung. Das Testrohr wird an einem Ende mit einem spezifizierten Kegel um den spezifizierten Wert „x“ aufgeweitet. An der gedehnten Kante dürfen keine sichtbaren Risse erkennbar sein.

Härteprüfungen

nach Brinell HBW (ASTM E10, DIN EN 6506-1)
Eine Stahl- oder Hartmetallkugel mit einem spezifizierten Durchmesser wird mit einer spezifizierten Prüfkraft senkrecht in die Oberfläche der Probe eingedrückt. Nach Wegnahme der Prüfkraft wird auf der Prüffläche der Durchmesser des entstandenen Eindruckes gemessen. Über den Durchmesser des Eindruckes lässt sich in der Brinell-Tabelle die Brinellhärte ablesen.

nach Vickers HV (ASTM E92, DIN EN 6507-1)
Ein pyramidenförmiger Diamant-Eindringkörper wird mit einer spezifizierten Prüfkraft senkrecht in die Oberfläche der Probe eingedrückt. Nach Wegnahme der Prüfkraft werden am entstandenen Eindruck die beiden Diagonalen gemessen und der Mittelwert gebildet. Über den Mittelwert lässt sich in der Vickers-Tabelle die Vickershärte ablesen.

nach Rockwell HRB, HRC, HR30T (ASTM E18, DIN EN 6508-1)
Ein Eindringkörper von festgelegter Größe, Form und Werkstoff (abhängig von der angewandten Rockwell Skala) wird unter vorgegebenen Bedingungen in zwei Stufen in die Probe gedrückt. Nach Rücknahme der Prüfzusatzkraft wird die Eindringtiefe unter Prüfkraft gemessen. Das HRC-Verfahren wird bei harten Werkstoffen angewendet.

MECHANISCH | ZERSTÖRUNGSFREI | KORROSION

ZERSTÖRUNGSFREIE PRÜFUNGEN

Wirbelstromprüfung

nach ASTM E309/E426/E571/EN ISO 10893-1/EN ISO 10893-2

Die Wirbelstromprüfung wird als Ersatz für die Wasserdruckprüfung oder zum Auffinden von Unvollkommenheiten eingesetzt. Sie ist, wie die Ultraschallprüfung, eine Vergleichsprüfung mit einem spezifizierten Kontrollkörper.
Die Prüfung erfolgt mit Rundumspulen im Durchlaufverfahren. Eine direkte Messund der Fehlertiefe ist nicht möglich.

Ultraschallprüfung

nach ASTM E213/EN ISO 10893-10

Die Ultraschallprüfung auf Fehler ist eine Vergleichsprüfung mit einem spezifizierten Kontrollkörper. Sie dient zum Auffinden von Längs- und Querfehlern, die aufgrund ihrer Lage mit der Wirbelstromprüfung nicht sicher gefunden werden können. Eine direkte Messung der Fehlertiefe ist bei der Fehlerpfügung nicht möglich.

PMI-Test / Prüfung auf Materialverwechslung

Der PMI-Test dient zur einfachen und schnellen Sortierung von Metallen sowie zur Bestimmung einer Vielzahl im Metall enthaltener Elemente. Die Prüfung erfolgt mit einem Röntgen-Fluoreszenz-Analysator.
Während der Prüfung vergleicht das Prüfgerät die gemessenen Elemente mit den im Gerät abgespeicherten Grenzwerten zahlreicher Werkstoffe und zeigt bei Übereinstimmung den passenden Werkstoff an.

Dichtheitsprüfung durch Wasserdruckprobe (max. 450 bar)

Bei der Wasserdruckprobe werden beide Enden des zu prüfenden Rohres verschlossen und der Rohrinnenraum luftfrei mit entmineralisiertem Wasser gefüllt.
Anschließend wird mit Hilfe einer Hochdruckpumpe der geforderte Prüfdruck aufgebracht und gehalten. Während der Haltezeit darf der Prüfdruck am Manometer nicht absinken.

Farbeindringprüfung

nach ASTM E 165 / ASTM E 1418 / EN 571-1

Bei der Eindringprüfung werden die Kapillarkräfte von feinen Oberflächenrissen und Poren genutzt, um diese sichtbar zu machen. Ein rotes Eindringmittel (Kontrastmittel) wird durch Aufsprühen, Pinseln oder Tauchen aufgebracht und muss eine spezifizierte Zeit lang einwirken. Nach Ablauf der Einwirkzeit wird die Oberfläche üblicherweise mit Wasser gereinigt und getrocknet. Anschließend wird der weiße Entwickler aufgesprüht. Dieser zieht das durch die Kapillarwirkung in die Risse und Poren eingedrungene Eindringmittel an die Oberfläche und macht somit lokale Fehlerstellen sichtbar.

Gefügeuntersuchungen/Mikroschliffe

Gefügeuntersuchungen werden anhand von Mikroschliffen durchgeführt. Anhand der Schliffbilder lassen sich die Korngröße, die Kornstruktur, Verunreinigungen im Stahl, intermetallische Phasen und der Ferrit-Gehalt bestimmen.

KORROSIONSTESTS

Korrosionstests werden grundsätzlich zur Untersuchung von Teilen auf Beständigkeit gegen Korrosion in bestimmten wässrigen Medien durchgeführt.

Moneypenny-Strauss Test

nach ASTM A 262 Practice E / EN ISO 3651-2 Methode A

Der Strauss-Test ist ein Verfahren zur Ermittlung der Beständigkeit von nichtrostenden ferritischen, austenitischen und ferritisch-austenitischen (Duplex-) Stähle gegen interkristalline Korrosion in schwefelsäurehaltigen Medien.

Huey Test

nach ASTM A 262 Practice C / EN ISO 3651-1

Der Huey-Test ist ein Verfahren zur Ermittlung der Beständigkeit von nicht rostenden austenitischen und ferritisch-austenitischen (Duplex-) Stählen gegen interkristalline Korrosion in Salpetersäure durch Messung des Massenverlustes.

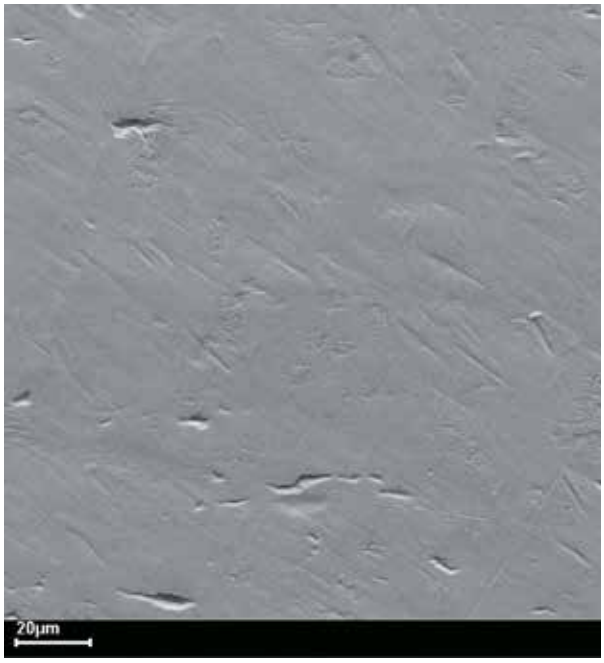
TPS Standard SBS Level 2: Kaltgepilgert und blankgeglüht

TPS hat ein spezielles Blankglühverfahren entwickelt, welches ohne Säuren und Laugen auskommt. Die Wärmebehandlung erfolgt in einem in sich geschlossenen Ofensystem. Das Glühgut ist während des gesamten Wärmebehandlungsprozesses von Schutzgas umgeben. Dies gewährleistet den Ausschluss von atmosphärischem Sauerstoff aus dem Ofensystem und verhindert das Entstehen von Zunder und Anlauffarben auf dem Glühgut.

Die Neigung zur Belagbildung ist auf blankgeglühten, unbeschädigten Rohroberflächen deutlich geringer, als auf gebeizten oder geschliffenen Oberflächen. Der Grund hierfür ist in der Topographie der Fläche begründet.

Die unregelmäßigen Erhöhungen und Vertiefungen der Oberflächenstruktur gebeizter bzw. geschliffener Oberflächen begünstigt das Festhaften von Partikeln.

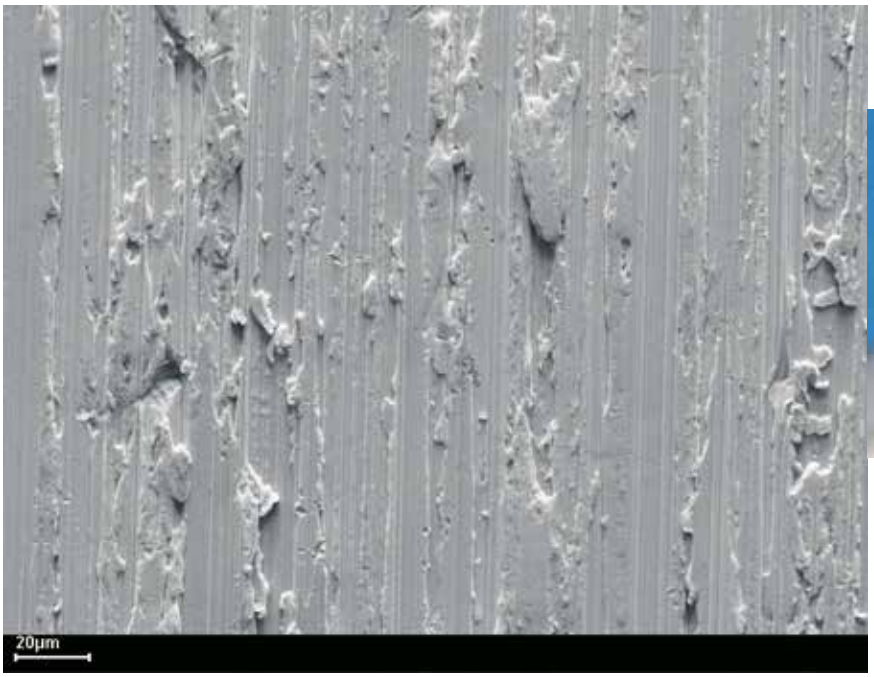
Auf Wunsch kann auch eine elektropolierfähige Ausführung mit Innenrauhigkeit von 0,4 µm gefertigt werden **(TPS SBS Level 1).**



TPS Standard **Super Bright Surface Level 2:**
blankgeglühte Oberfläche
Rauhigkeit Ra max. 0,8 µm

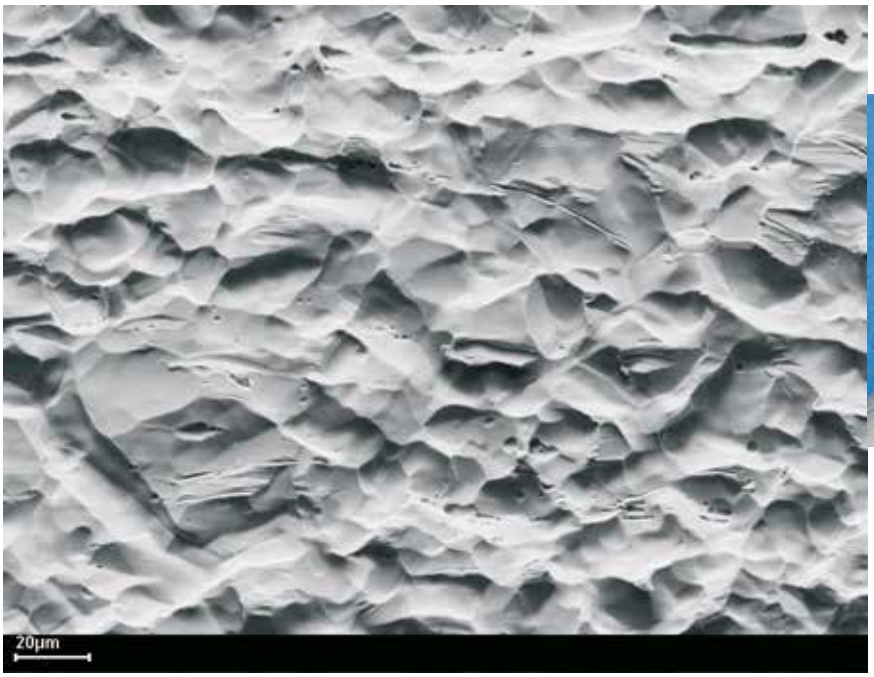
TPS Standard SBS Level 2:
blankgeglühte Oberfläche außen; innen walzpoliert und blankgeglüht
Rauhigkeit außen Ra max. 0,8 µm
Rauhigkeit innen Ra max. 0,8 µm

Weitere Informationen können Sie in unserem Katalog **„Oberflächen von Edelstahlrohren“** nachlesen.



geschliffene Oberfläche

geschliffene Außenoberfläche mit
320er Korn, Rauhigkeit Ra ca. 2,0 µm



gebeizte Oberfläche

Rauhigkeit Ra ca. 2,5 µm

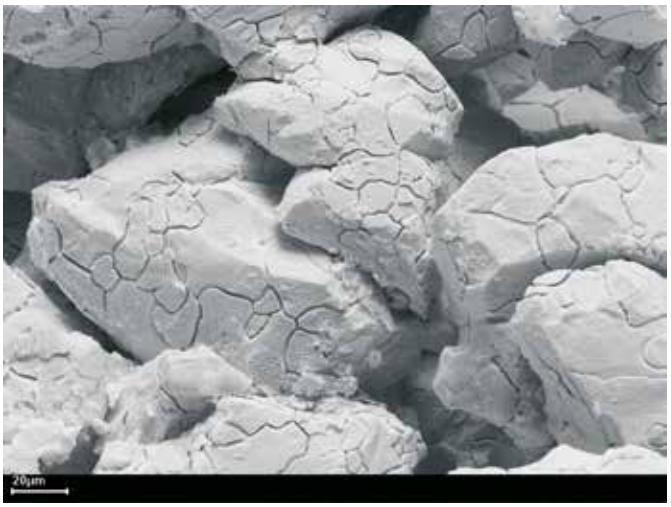
Die Korrosionsbeständigkeit von Edelstählen beruht auf der Eigenschaft, an Luft auf der Oberfläche eine chromreiche Passivschicht zu bilden. Kann sich in einem Medium keine ausreichende Passivschicht bilden oder wird die vorhandene Passivschicht auf mechanischem oder chemischen Weg angegriffen, kann Korrosion auftreten.

Spannungsrisskorrosion

Die Einwirkung von Chloridionen auf unter Spannung stehende Teile kann zu Spannungsrißkorrosion führen. Diese chloridinduzierte Spannungsrisskorrosion nimmt mit steigender Temperatur oberhalb 50°C und Chloridkonzentration zu. Durch höhere Nickel- und Molybdängehalte lässt sich die Beständigkeit der Edelstähle gegen Spannungsrisskorrosion erheblich verbessen.

Interkristalline Korrosion

Angriff entlang der Korngrenzen. Einzelne Körner können sich aus dem Kornverband herauslösen, der Stahl verliert seinen Zusammenhalt. Ursache hierfür sind Ausscheidungen von chromreichen Karbiden an den Korngrenzen. Chromkarbidausscheidungen finden im Temperaturbereich von ca. 500 - 800°C statt, der zum Beispiel beim Wärmebehandeln oder Schweißen durchlaufen wird. Zur Vermeidung von Chromkarbidausscheidungen sollte der C–Gehalt unter 0,03% abgesenkt werden oder Titan oder Niob zulegiert werden. Chromkarbidausscheidungen können durch Lösungsglühen oberhalb 1050°C aufgelöst werden.
Bei unstabilisierten ferritischen Stählen kann Anfälligkeit gegen interkristalline Korrosion durch Glühen bei 800 – 850°C beseitigt werden.



Interkristalline Korrosion

Loch- und Spaltkorrosion

Loch- und Spaltkorrosion wird meist durch Chlorid-ionen verursacht. Die Lochkorrosion wird durch eine Wechselverbindung zwischen den Chloridionen und der Passivschicht verursacht. Dabei wird die Passivschicht punktuell zerstört. Es bilden sich punktförmige Vertiefungen, durch deren Wachstum Lochfraßstellen entstehen. Spaltkorrosion tritt in Spalten, zum Beispiel im Rohrspalt bei Wärmetauschern auf, wo der Flüssigkeitsaustausch mit der Umgebung eingeschränkt ist. Auch hier wird die Passivschicht durch Chloridionen angegriffen.

Arten von Prüfbescheinigungen nach DIN EN 10204

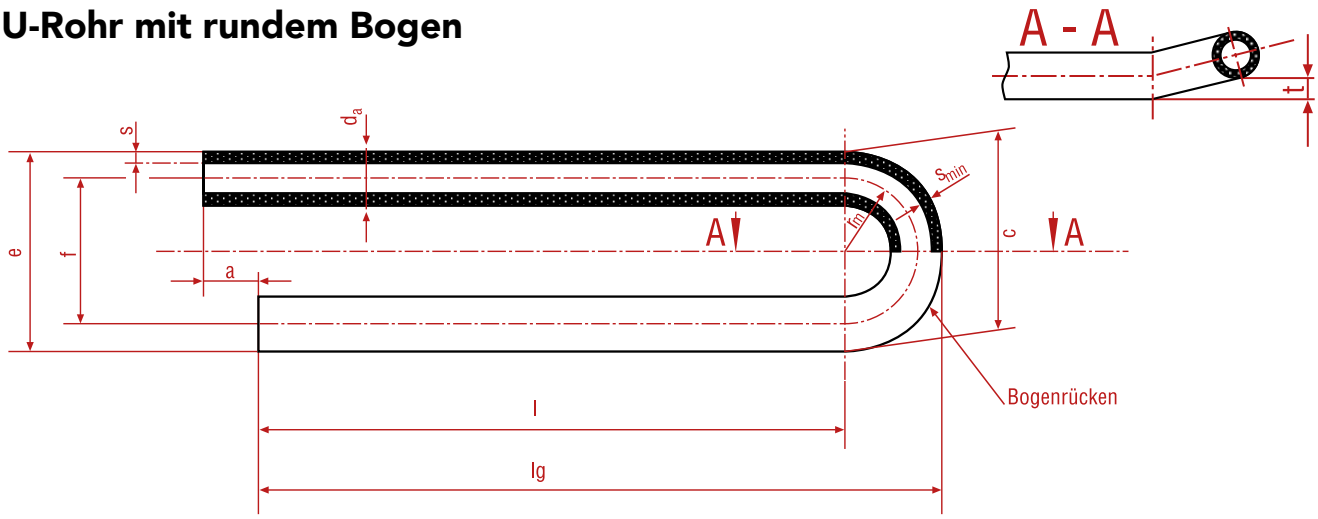
Tabelle A.1 der EN 10204

Art	Bezeichnung der Prüfbescheinigungen			Inhalt der Bescheinigung	Bestätigung der Bescheinigung durch
	Deutsch	English	Französisch		
2.1	Werks-bescheinigung	Declaration of compliance with the order	Attestation de conformité à la commande	Bestätigung der Über-einstimmung mit der Bestellung	den Hersteller
2.2	Werkszeugnis	Test report	Relève de contrôle	Bestätigung der Über-einstimmung mit der Bestellung unter Angabe von Ergebnissen nicht-spezifischer Prüfungen	den Hersteller
3.1	Abnahme-prüfzeugnis 3.1	Inspection certificate 3.1	Certificat de réception 3.1	Bestätigung der Über-einstimmung mit der Bestellung unter Angabe von Ergebnissen spezi-fischer Prüfungen	den von der Fertigungsabtei-lung unabhängigen Abnahme-beauftragten des Herstellers
3.2	Abnahme-prüfzeugnis 3.2	Inspection certificate 3.2	Certificat de réception 3.2	Bestätigung der Über-einstimmung mit der Bestellung unter Angabe von Ergebnissen spezi-fischer Prüfungen	den von der Fertigungsabtei-lung unabhängigen Abnahme-beauftragten des Herstellers und den vom Besteller beauf-tragten Abnahmebeauftragten oder den in den amtlichen Vor-schriften genannten Abnahme-beauftragten

Das Biegen der Geradrohre erfolgt nach den Vorgaben der anwendbaren Normen DIN 28179, TEMA RCB-2.31, ASTM A/ASME SA 688, ASTM B/ASME SB 163 und/oder nach Kundenvorgabe/-anforderung. Standardmäßig können nahtlose Rohre aus austenitischen, ferritischen, martensitischen und Duplex-Stählen sowie Nickel- und nickellegierte Rohre mit Radien ab 1,5xda gebogen werden.

Bei Radien <1,5xda sind für Unrundheit/Ovalität/Abflachung und Mindestwand im Bogen von der Toleranznorm abweichende Toleranzen zu vereinbaren. Bei U-Rohren aus Titan- und titanlegierten Rohren ist das Biegen ab Radius 2xda möglich.

U-Rohr mit rundem Bogen



Bedeutung der Maße und Formeleinheiten:

a	Schenkellängendifferenz
c	Abstand der Schenkel, gemessen an der Bogentangente
d_a	Rohraußendurchmesser
$d_{a\,max}$	größter gemessener Außendurchmesser des U-Rohres im Bogen
$d_{a\,min}$	kleinster gemessener Außendurchmesser des U-Rohres im Bogen
e	Abstand der Schenkel, gemessen an den Rohrtangenten
Rt	Radientoleranz
f	Schenkelabstand, bezogen auf die Rohrmitten am Schenkelende
l	Schenkellänge
lg	Baulänge des U-Rohres, gemessen von Rohrende bis Tangente des Bogenrückens
r_m	Biegeradius, bezogen auf die Mitte des Rohres, Nennmaß (neutrale Faser)
s	Nennwanddicke des U-Rohres
s_{min}	Mindestwanddicke im Bogenrücken
s_o	kleinste zulässige Wanddicke des Ausgangsrohres unter Berücksichtigung der Grenzabmaße für die Wanddicke des Ausgangsrohres vor dem Umformen zum U-Rohr
t	Ebenheitstoleranz
R	zulässige Abweichung der Rundheit

→ Weitere Details entnehmen Sie bitte unserem Faltblatt „U-Rohre für Wärmetauscher"

TOLERANZEN

Radientoleranz Rt

r_m 1,5 d_a - r_m 200	+/- 1,0 mm
r_m > 200 - r_m 400	+/- 1,5 mm
r_m > 400	+/- 2,0 mm

Wandschwächung in der Biegezone Smin

nach DIN 28179

$$S_{min} \geq S_0 \times \frac{(2r_m + d_a)}{2x\,(r_m + d_a)}$$

nach TEMA RCB-2.3 1 für Radien ab 1,5 d_a:
max. 17% Wandschwächung, ausgehend von der Mindestwand des Ausgangsrohres.

Zulässige Abweichung der Rundheit R

$r_m \leq 4$ da	$R = \frac{d_a}{5\,r_m} \times 100$ (%)
r_m > 4 da	≤ 5%

Berechnung der Ovalität:

$$R = 200 \times \frac{d_{a\,max} - d_{a\,min}}{d_{a\,max} + d_{a\,min}} (\%)$$

Abflachung der Biegezone
nur (TEMA RCB-2.31)

10% vom Nenn-Außendurchmesser

Schenkellängentoleranz l

Schenkellänge	≤ 5000 mm	- 0/+ 3 mm
Schenkellänge	> 5000 mm ≤ 8000 mm	- 0/+ 5 mm

Schenkellängendifferenz a

Schenkellänge	≤ 5000 mm	- 0/+ 3 mm
Schenkellänge	> 5000 mm	- 0/+ 5 mm

Baulängentoleranz lg

≤ 6000 mm	- 0/+ 5 mm
> 6000 mm	- 0/+ 8 mm

Ebenheitstoleranz t

r_m ≤ 300 mm	≤ 1,5 mm
r_m > 300 mm	≤ 2 mm

WÄRMEBEHANDLUNG DER BIEGEZONE

Allgemeines

U-Rohre mit Radien > 1,3da werden nach dem Biegen gemäß AD 2000-Merkblatt HP 7/3 üblicherweise nicht wärmebehandelt. Sollte dennoch eine Wärmebehandlung erforderlich sein, ist dies vor der Bestellung zu vereinbaren.

Reinigung der Oberfläche

Vor der Wärmebehandlung wird die Rohroberfläche in der zu glühenden Zone rückstandsfrei gereinigt.

Methode / Glühverfahren

Der Bogen und max. 300 mm der Schenkel werden durch Widerstandsglühen auf die materialspezifische Temperatur erwärmt. Die Temperaturmessung erfolgt auf der Rohroberfläche mittels Infrarotkamera. Der Rohrinnenraum wird während des Glühvorgangs zum Schutz vor Oxidation mit Schutzgas gespült. Eine leichte Oxidschicht ist gemäß ASTM A688 erlaubt. Auf Wunsch können die Anlauffarben auf der Rohraußenoberfläche mechanisch entfernt werden.

Glühverfahren

Lösungsglühen:
Aufheizen auf eine Temperatur entsprechend der Materialspezifikation, gefolgt von schneller Abkühlung.

Spannungsarmglühen:
Schnelles Aufheizen auf eine Temperatur gem. Materialspezifikation, gefolgt von langsamer Abkühlung an ruhender Luft.

PRÜFUNGEN | VERPACKUNG | DOKUMENTATION

Maßkontrolle

Biegeradius, Unrundheit bzw. Abflachung in der Biegezone, Wandschwächung in der Zugzone sowie die Baulänge werden 1x je Maschineneinstellung dokumentiert. Zusätzlich wird vom kleinsten Radius ein Probebogen in 4 Segmente geschnitten und die Mindestwand in der Zugzone dokumentiert. Bei allen anderen Radien erfolgt die Wanddickenmessung in der Zugzone mittels Ultraschall-Wanddickenmesser.

Dichtheitsprüfung

Nach Vereinbarung kann an U-Rohren ein Innendruckversuch mit entmineralisiertem Wasser (Deionat) bis max. 450 bar durchgeführt werden. Der Druck wird mindestens 5 Sekunden gehalten.

Farbeindringprüfung

Nach Vereinbarung kann eine Farbeindringprüfung an der Biegezone durchgeführt werden.

Sauberkeit

Die Sauberkeit der Innen- und Außenoberfläche wird an jedem U-Rohr geprüft.

Prüfung auf freien Durchgang

Nach Vereinbarung kann der freie Durchgang mittels Kugeldurchlaufprüfung nach DIN 28179 nachgewiesen werden.

Kennzeichnung

Zusätzlich zur Rohrmarkierung wird an der obersten Lage je Radius ein Etikett angebracht mit Angabe von Radius und Anzahl der Rohre.

Verpackung

Standardmäßig erfolgt die Verpackung auf Transportgestellen mit Kämmen und Folienschutz (bei LKW-Versand ohne Umladung). Davon abweichende Verpackung ist bei der Bestellung zu vereinbaren. Die radienweise Entnahme ist sichergestellt. Die Rohrenden können nach Vereinbarung mit Stopfen verschlossen werden.

Dokumentation

Dokumentation nach EN 10204
- Abnahmeprüfzeugnis 3.1 oder
- Abnahmeprüfzeugnis 3.2
- Messprotokoll

Hauptverwaltung

Project Office

Edelstahlrohrwerk

OCTG-Werk

Head Office:
TPS-Technitube Röhrenwerke GmbH
Julius-Saxler-Str. 7 | 54550 Daun/Germany
Postfach 1509 | 54541 Daun/Germany
Tel.: +49 65 92 71 20
E-Mail: service@tpsd.de

Project Office:
TPS-Technitube Röhrenwerke GmbH
Dreischeibenhaus 1 | 40211 Düsseldorf/Germany
Tel.: +49 211 136 502 5390
E-Mail: projects@tpsd.de

www.tpsd.de

TPS-Technitube Röhrenwerke GmbH ist ein Unternehmen der LEPPER Stiftung.

© 2022 by TPS-Technitube Röhrenwerke GmbH, Daun. Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck oder Vervielfältigung, auch auszugsweise, bedarf unserer ausdrücklichen Genehmigung. Dieser Katalog unterliegt nicht dem Änderungsdienst; wir empfehlen, die neuesten zitierten Normen einzusehen. Alle Angaben ohne Gewähr. 4972_03_2022