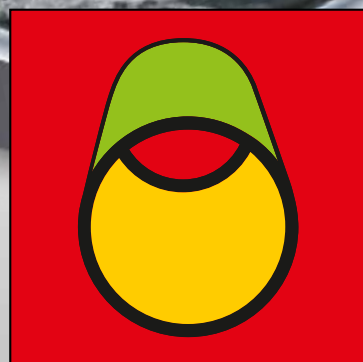
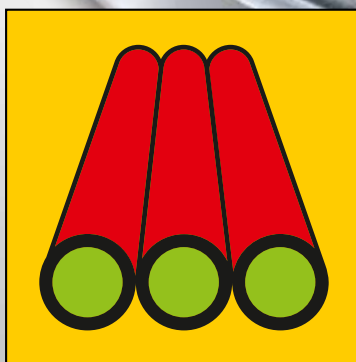


OBERFLÄCHEN VON EDELSTAHLROHREN

✓ Wir machen die
Unterschiede sichtbar!



GEFÄHRDUNG DURCH BELÄGE

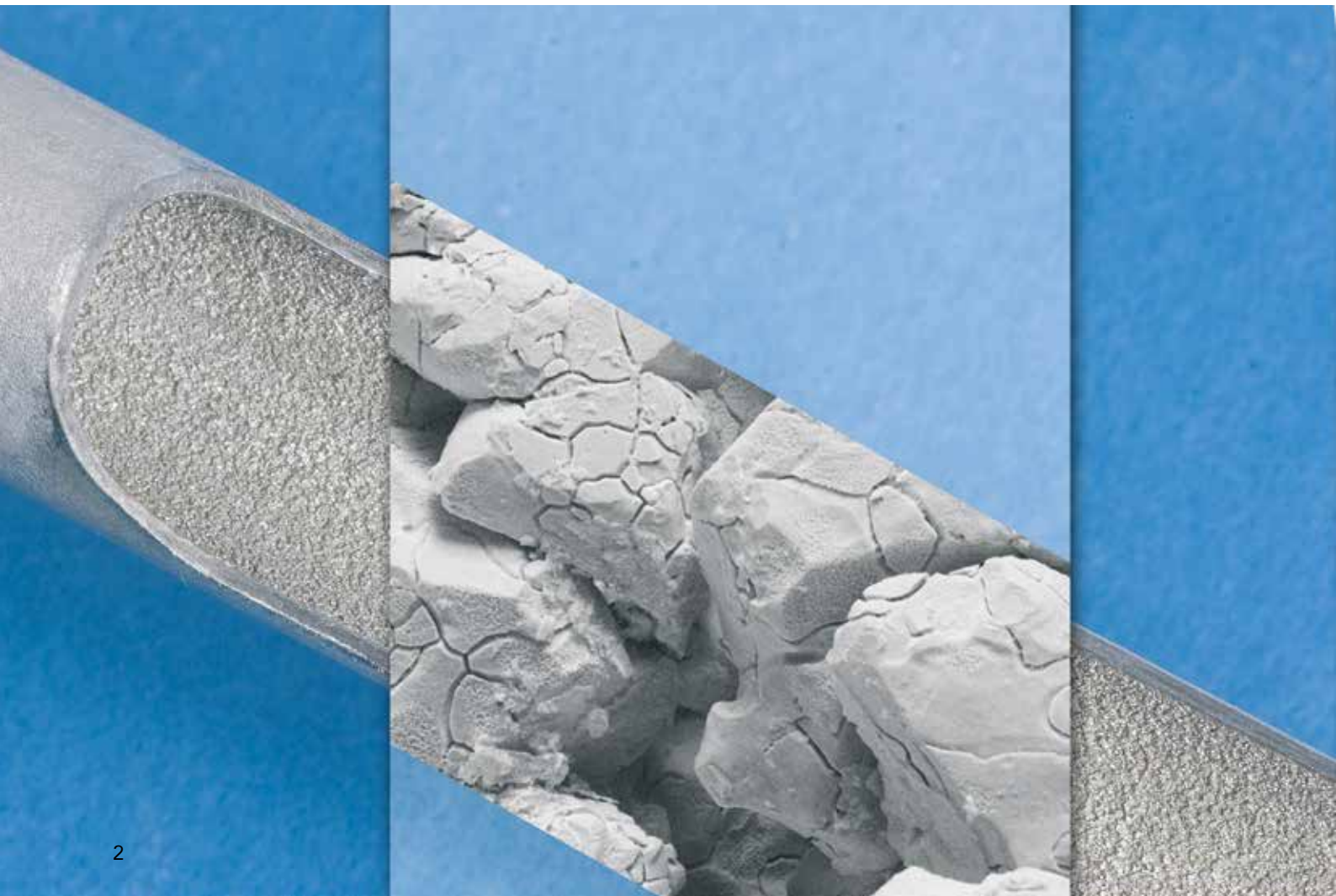
Eine glatte, reflektierende Edelstahloberfläche wird überall dort gewünscht, wo eine leichte Reinigung in Verbindung mit sehr guten Korrosionseigenschaften erforderlich ist.

Die Entstehung von fest haftenden Belägen auf der Oberfläche wird auf glatten, geschlossenen Oberflächen erschwert. Zerklüftete Oberflächen fördern hingegen die Bildung und den Aufbau von fest haftenden Belägen, da sich hier Partikel leichter verankern können. Hat sich einmal eine Belagschicht gebildet, können in und unter der Belagschicht hochkonzentrierte, aggressive Korrosionszentren entstehen. Diese führen kurzfristig zur Zerstörung der Passivschicht und damit zur punktuellen Zerstörung des Materials.

Am Rohr selbst ist diese Erscheinung bei ungünstigen Strömungsverhältnissen innerhalb des Rohres noch gravierender. Durch die zwangsläufig im Rohr stattfindende Verwirbelung des zu transportierenden Mediums wird der Aufbau fest haftender Beläge begünstigt.

Kommt noch eine schlechte Spülwirkung in Verbindung mit einer zerklüfteten Rohroberfläche hinzu, bauen sich Beläge in kurzer Zeit auf. Beläge auf der Rohrinnenoberfläche führen automatisch zur Verengung des Querschnitts, bis hin zum vollständigen Verschluss des Rohres.

Speziell in Rohrbündel-Wärmetauschern, welche Wärmeenergie an das in oder um die Rohre strömende Medium abgeben, spielt die Vermeidung oder Verzögerung von Belagbildung hinsichtlich der Wärmeleitfähigkeit eine wichtige Rolle.

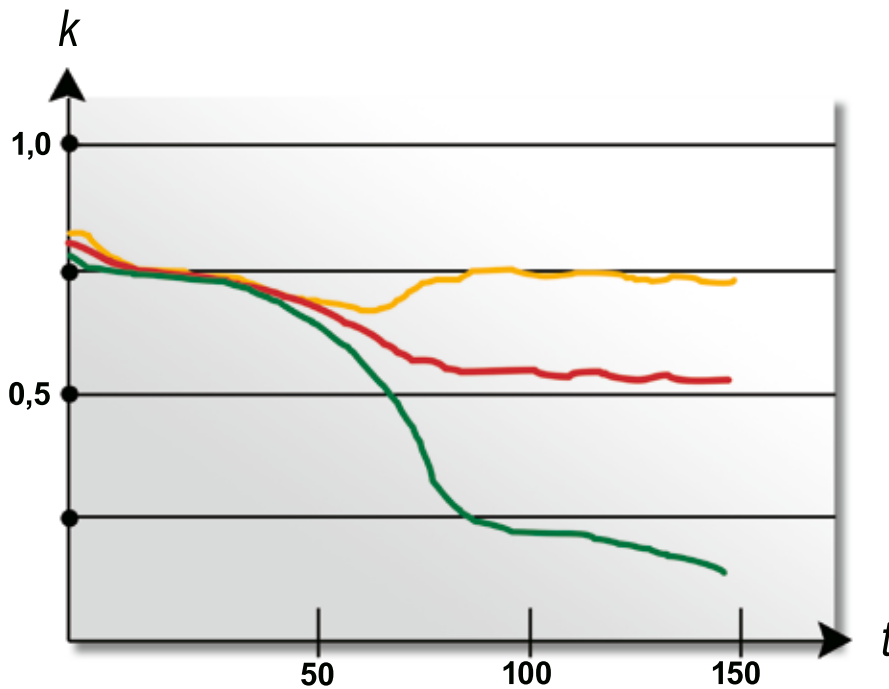


Die Praxis zeigt, dass bereits nach wenigen Betriebsstunden und je nach Fließmedium der Wärmedurchgangswert (k) sich um bis zu 10% des Ausgangswertes reduziert (siehe Diagramm). Mit zunehmender Betriebszeit entstehen regelrechte Isolierschichten, die bis zur völligen Unterbindung der Wärmeübertragung führen. Genau dieses Phänomen gilt es durch entsprechend hergestellte, glatte Rohroberflächen zu vermeiden bzw. zu verzögern.

Reduzierung des Wärmedurchgangswertes k bei steigender Betriebszeit t

in ...

(circa-Werte)



- einem elektropolierten Rohr
- einem blankgeglühten Rohr in TPS-Qualität
- einem Standard-Rohr, geschliffen und gebeizt

GEGLÜHT, CHEMISCH ENTZUNDERT - GEBEIZTE OBERFLÄCHE

Speziell bei der Herstellung von rostfreien Rohren hat die Art der abschließenden Wärmebehandlung entscheidenden Einfluss auf die Qualität der Rohroberflächen. Die einschlägigen Normen für nahtlose, kaltgefertigte, rostfreie Rohre fordern als Lieferzustand eine zunderfreie Rohroberfläche.

Auf dem Weltmarkt ist für kaltgefertigte rostfreie Rohre die gebeizte Rohroberfläche am häufigsten anzutreffen. Grund hierfür ist der Einsatz einfachster Wärmebehandlungstechnik. Die Wärmebehandlung erfolgt in einem sogenannten offenen Ofen unter Einfluss von atmosphärischem Sauerstoff, der zur Verzunderung des Glühgutes führt.

Die nachfolgende Entzunderung der Rohroberfläche erfolgt üblicherweise durch Beizen in Fluss-Säure mit anschließendem Passivieren in Lauge. Der Beizprozess soll die fest haftenden Verzunderungen von der Rohroberfläche ablösen. Unvermeidbar ist ein damit verbundener chemischer Angriff der Rohroberfläche (siehe A2). Abhängig von der Konzentration und Temperatur der Beize sowie der Dauer des Beizvorganges wird die Rohroberfläche matter und stumpfer (siehe A1). Der Einsatz von Fluss-Säure ist zudem umwelttechnisch sehr bedenklich.

Das zum Blankglühen erforderliche Equipment steht nur wenigen Herstellern in ausreichender Kapazität zur Verfügung. Daher wird von manchen Herstellern häufig statt des Begriffes „blankgeglüht“ der Begriff „lösungsgelüht, zunderfrei“ verwendet. Hier wird eine zunderfreie Oberfläche vermittelt, die aber nicht der reflektierenden, blankgeglühten Oberfläche (Bild C1/C2) entsprechen muss.

Stattdessen wird die Rohroberfläche von vielen Herstellern durch einen Beizvorgang nach der Wärmebehandlung entzundert (Bild A2). Diese Oberfläche begünstigt die Entstehung von fest haftenden Verkrustungen.



gebeizte Außenoberfläche
Rauigkeit Ra ca. 2,5 µm



AUSSEN GESCHLIFFENE OBERFLÄCHE - INNEN GEBEIZT

Vornehmlich bei Instrumentierungs- und Wärmetauscherrohren ist es weit verbreitet, die Rohre nach dem Beizen außen zu schleifen, um optisch eine metallisch blanke Oberfläche darzustellen. Die Innenoberfläche solcher Rohre bleibt dennoch gebeizt (siehe A2).

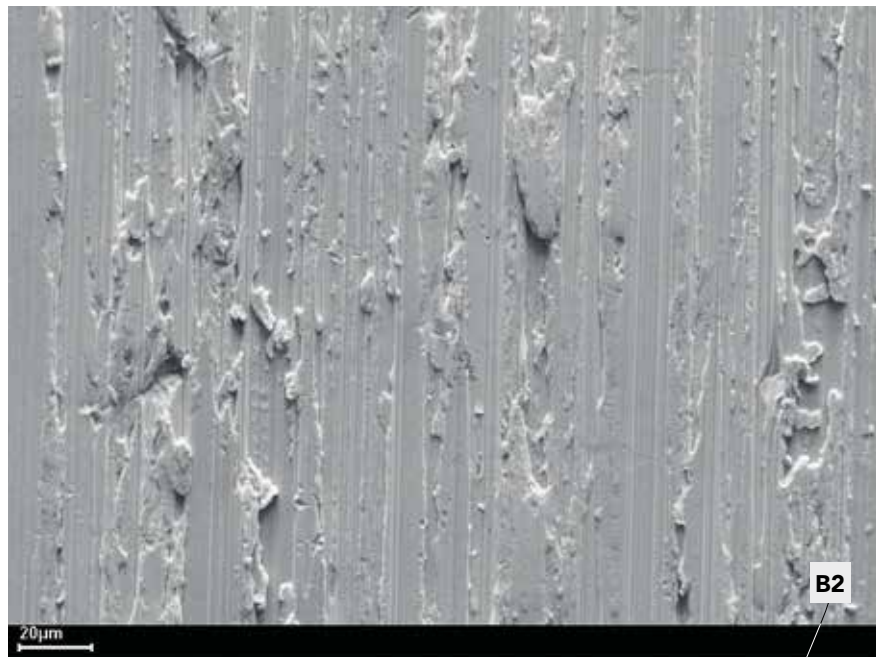
Durch den Schleifprozess wird die Außenoberfläche jedoch bedenklich geschädigt. Bild B2 zeigt eine stark vergrößerte, außen geschliffene Rohroberfläche. Sichtbar ist eine aufgerissene, scharfkantige und zerklüftete Oberfläche aus der Materialpartikel herausgelöst wurden und sich in entstandenen Vertiefungen fest haftend abgelagert haben. Diese Oberfläche begünstigt wie eingangs beschrieben die Herausbildung von Belägen und die damit verbundenen negativen Erscheinungen.



geschliffene Außenoberfläche
Rauigkeit Ra ca. 2,0 µm



gebeizte Innenoberfläche
Rauigkeit Ra ca. 2,5 µm



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

TPS-STANDARD: SUPER BRIGHT SURFACE LEVEL 2

TPS SBS LEVEL 2

In Europa sollte es das Ziel sein, eine hochwertige Edelstahloberfläche ohne umweltschädigende Säuren und Laugen herzustellen.

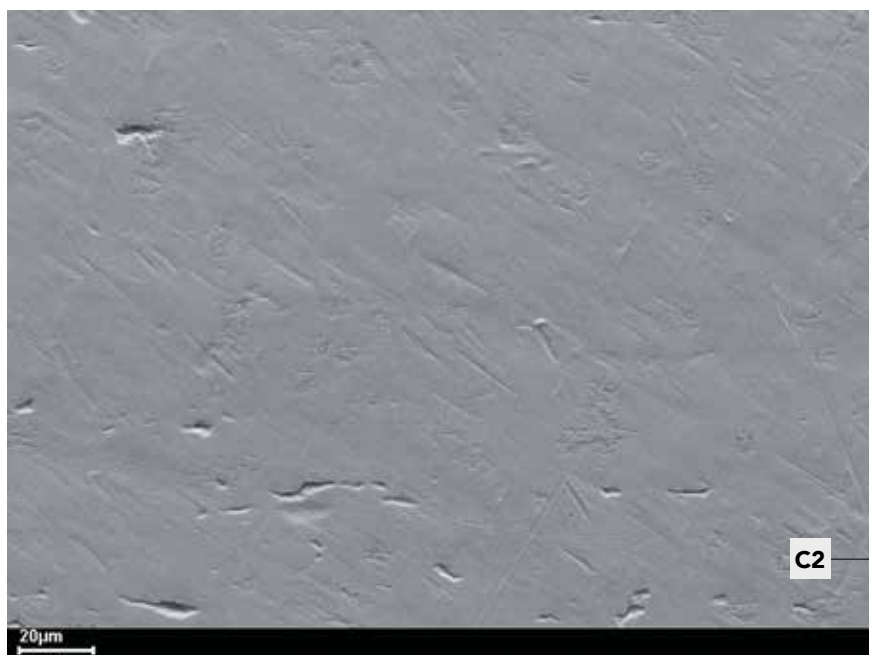
Hierzu hat TPS ein spezielles Blankglühverfahren entwickelt, welches anschließend ohne Säuren und Laugen auskommt.

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.



TPS SBS Level 2
innen walzpoliert
Rauigkeit innen und
außen Ra max. 0,8 µm



TPS SBS Level 2
Rauigkeit Ra max. 0,8 µm

TPS-AUSFÜHRUNG: SUPER BRIGHT SURFACE LEVEL 1

TPS SBS LEVEL 1 - GEEIGNET ZUM ELEKTROPOLIEREN



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 begünstigen das Festhaften von Partikeln.

Zum Einsatz von Rohren in der Reinraumtechnik, Halbleiter- bzw. Chipherstellung der Biotechnologie oder anderen speziellen Chemiebereichen sollten Oberflächen mit einer Rauigkeit von unter

Ra max. 0,4 μm eingesetzt werden. Durch Elektropolieren kann dieser Wert um 50% reduziert werden auf eine Rauigkeit von max. Ra 0,2 μm .

Die Innenoberfläche von anderen Herstellern in schwarz geglühter Ausführung, welche mit Wasser abgeschreckt und anschließend gebeizt werden, müssen vor dem Elektropolieren innen aufwendig gehont werden. Dies ist ein separater und kostspieliger zusätzlicher Arbeitsschritt.

Mit unserer Ausführung TPS SBS Level 1 – kaltgepilgert, blankgeglüht, erreichen wir Rauigkeiten von $Ra \leq 0,4 \mu\text{m}$, welche sich bestens zum Elektropolieren eignen.



INTERKRISTALLINE KORROSION AN EDELSTAHLROHREN AUS BILLIGIMPORTEN

Nicht zuletzt durch die Liberalisierung des Welthandels hat die Menge an „Billigimporten“ nahtloser Edelstahlrohre zugenommen.

Parallel hierzu wurde jedoch auch ein vermehrtes Auftreten von IK (interkristalline Korrosion; siehe Bild E1 – E3) bei einem Großteil der Rohre beobachtet, besonders bei nahtlosen Rohren im kleinen Abmessungsbereich. Leider hat nicht jeder Verbraucher die technischen Möglichkeiten, diese Korrosionsart an den Rohren festzustellen, die es nach unserem derzeitigen Qualitätsstandard eigentlich gar nicht mehr geben dürfte.

Eine rein visuelle Überprüfung der Rohaußenoberfläche reicht in der Regel nicht aus, da IK meist an der Rohrrinnenoberfläche vorhanden ist. Rein optisch ist diese Korrosionsart demnach nur

erkennbar, wenn man die Rohre in Längsrichtung aufschneidet.

In der Tat ticken in dieser Hinsicht inzwischen viele „Zeitbomben“ (auch in den Regalen), da es je nach Verwendungszweck der von IK befallenen Rohre unter Umständen Monate dauern kann, bis der Kornzerfall soweit fortgeschritten ist, dass Schäden und technische Probleme sichtbar werden.

Die kurzfristige Kostenersparnis durch Billigimporte kann demnach durch Reparaturen und geringere Haltbarkeit wieder zunichte gemacht werden.



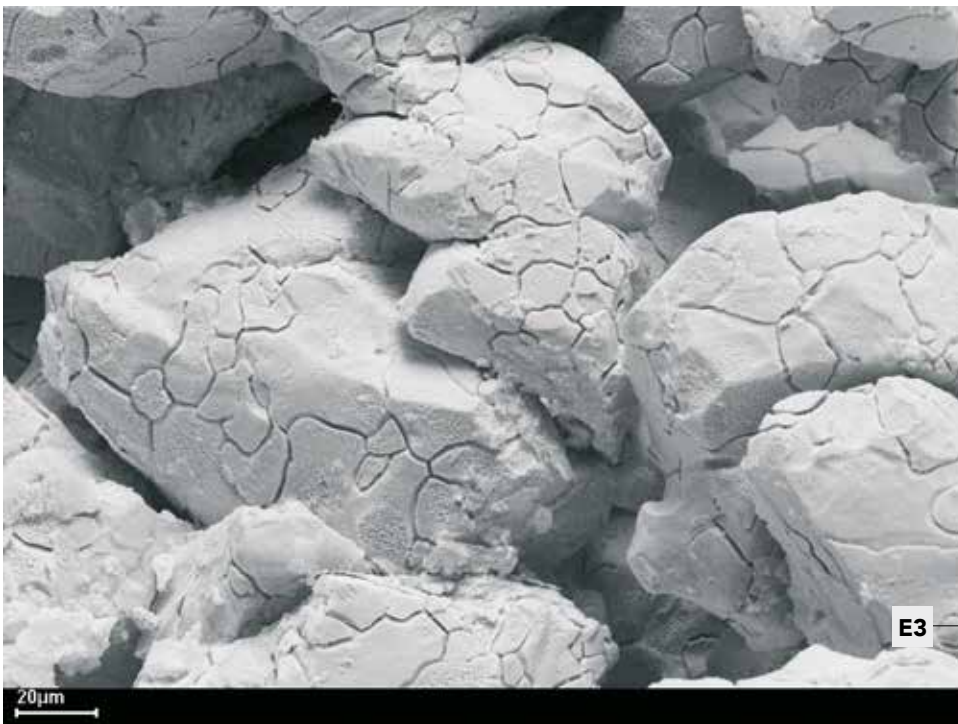
IK-Befall; starke Korrosion

Die Erinnerung an schlechte Qualität währt länger als die kurze Freude am niedrigen Preis.



E2

Interkristalline Korrosion
der Innenoberfläche



E3

Stark vergrößert:
Deutlich sichtbarer Zerfall
der Korngrenzen

**GEGLÜHT, GEBEIZT:
AUSSEN AUF DEN ERSTEN BLICK KAUM ZU
UNTERSCHIEDEN.**



DER UNTERSCHIED IST INNEN:



TPS-QUALITÄT - DER BLANKE UNTERSCHIED

Dagegen steht unsere zukunftsorientierte Qualitätspolitik in völliger Übereinstimmung mit einer bestmöglichen Kundenzufriedenheit.

Dies erreichen wir durch optimierte Preise, beste Qualität, besten Service, hohe Flexibilität und konstante Zuverlässigkeit.

TPS-Rohre finden weltweit ihren Einsatz in zahlreichen industriellen Bereichen wie Raffinerien, petrochemischen- und chemischen Anlagen, in der Halbleiterindustrie zum Transport von Reinstgasen und z.B. als Sauerstoffversorgungsleitungen in Krankenhäusern.

Die Qualität unserer Produkte steht dabei an erster Stelle.



innen:
**IK-Befall; starke
Korrosion**

TPS

Unverkennbare
TPS-Oberfläche
TPS SBS Level 2
innen:
walzpoliert

✓ **The
Perfect
Surface**





Hauptverwaltung



Project Office



Edelstahlrohrwerk



OCTG-Werk

Head Office:

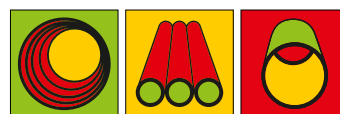
TPS-Technitube Röhrenwerke GmbH
Julius-Saxler-Str. 7 | 54550 Daun/Germany
Postfach 1509 | 54541 Daun/Germany
Tel.: +49 65 92 71 20
E-Mail: service@tpsd.de

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



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. 6220_07_2022