

Werkstoffauswahl erleichtern



Ihr Leitfaden, um durch die richtige Auswahl die Auswirkungen von Korrosion zu verringern



Swagelok®

Index

Mit Vertrauen wählen	3
Was ist Korrosion	4
Schritte zur Korrosionskontrolle	5
Erkennen von Korrosionstypen und Auswahl von Werkstoffen	6
Finden der richtigen Werkstoffe	6
Allgemeine (oder gleichmäßige) Korrosion	7
Lokale Korrosion: Lochfraß und Spaltkorrosion	8
Lochfraß	9
Spaltkorrosion	10
Spannungsrissskorrosion (SCC)	11
Sauer gas- oder Schwefelwasserstoff-Spannungsrissskorrosion (SCC)	12
Wasserstoffversprödung	13
Intragranulare Korrosion (IGC)	14
Kontaktkorrosion	15

Edelstahl 316	16
6-Moly Legierungen	17
Alloy 2507 Super Duplex Edelstahl	18
Alloy 825	19
Alloy 625	20
Alloy C-276	21
Alloy 400	22
Titan-Legierungen	23
Überprüfte Kombinationen	24
Verstehen von Anforderungen und Normen	25
NACE® Anforderungen	26
NACE MR0175/ISO 15156 Übersicht	27
NACE-Anforderungen für Alloy 2507 Super-Duplex-Rohrverschraubungen	28
NACE-Anforderungen für Standard-Rohrverschraubungen aus Alloy 625 und Rohrverschraubungen für mittleren Druck	29
NACE-Anforderungen für Rohrverschraubungen, Schweiß- und Gewindefittings aus 6-Moly Legierungen	30
NORSOK Normen	31

Lernen Sie mehr	33
Schulung Werkstoffwissenschaften	33
Weitere Ressourcen	34
Qualität und Zuverlässigkeit	34
Produkt- und Systemschulung	35
Evaluierungs- und Beratungsservice	35
Kundenspezifische Lösungen	35
Technische Beratung finden	35
Artikel	36
Handbuch	36
Produkttestberichte	36
NACE	36
Sichere Produktauswahl	37

Eine Offshore-Plattform kann ca. 15.000 Meter an Rohren, mehr als 20.000 Fluidsystem-Bauteile, mindestens 10.000 Verschraubungen und bis zu 8.000 mechanische Anschlüsse aufweisen.

Daher verwundert es nicht, dass die Auswahl eines Werkstoffs kein einfaches Unterfangen ist.

Bei der Auswahl von Werkstoffen für Instrumentierungsleitungen, Hydraulikleitungen, chemischen Einspritzanlagen, Sprühflutanlagen, etc. muss Vieles berücksichtigt werden.

Aber hier kann Swagelok helfen. Wir bekämpfen Korrosion bereits seit 1947. Dank unserer Expertise bezüglich der Faktoren, die zur Korrosion beitragen, sowie den speziellen Eigenschaften unserer Werkstoffe, die bei der Korrosionsbekämpfung helfen, können wir Ihnen beim Auswahlprozess behilflich sein. Wir verwenden Legierungen mit mindestens zwei, aber oftmals bis zu zehn unterschiedlichen Elementen in optimierten Zusammensetzungen, die unseren Werkstoffen einen besseren Korrosionsschutz geben und somit unsere Produkte besser machen.

Zum Beispiel:

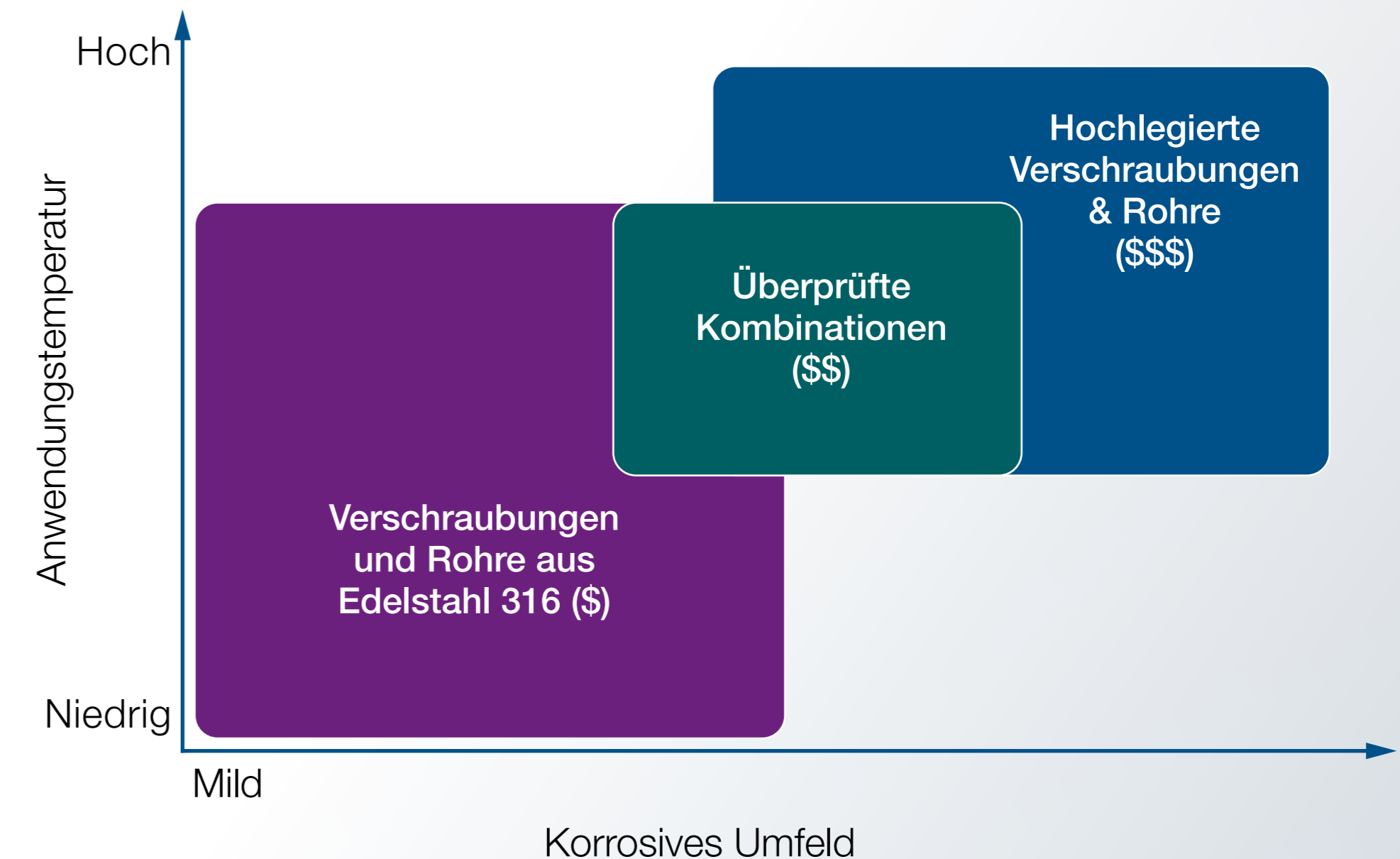
Nickel [Ni] + Kupfer [Cu] = Alloy 400 (Monel®)

Eisen [Fe] + Nickel [Ni] + Chrom [Cr] + Molybden [Mo] = 316 Austenitischer Edelstahl

Dank unserer strengen Qualitätskontrollmaßnahmen, von Experten bereitgestellten Anweisungen und autorisierten Vertriebs- und Service-Zentren bietet Swagelok einzigartige Expertise in den weltweit anspruchsvollsten Umgebungen. Wir machen die Werkstoffauswahl für unsere Kunden zur Vertrauenssache. Swagelok kann in Ihrem Betrieb einen wichtigen Unterschied machen.

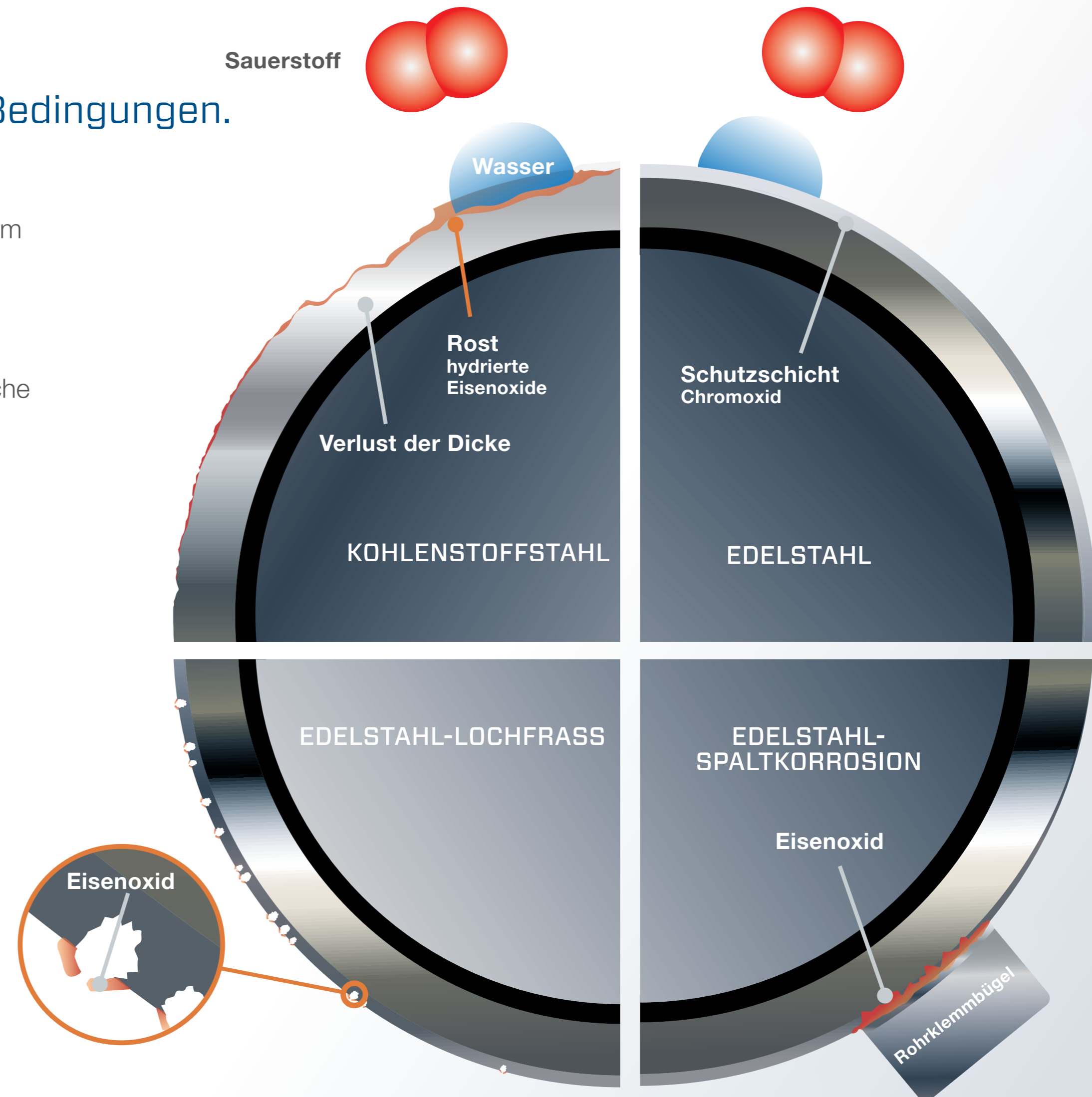
Auswahl von Verschraubungs- und Rohr-Legierungen

Anwendung und Kosten



So gut wie jedes Metall korrodiert unter bestimmten Bedingungen.

Korrosion ist die physikalische Zersetzung eines Materials aufgrund von Wechselwirkungen mit seiner Umgebung. Korrosion tritt dann auf, wenn ein Metallatom durch eine Flüssigkeit oxidiert wird, was zu Materialverlust auf der Metalloberfläche führt. Dieser Verlust führt dazu, dass die Oberfläche dünner und anfälliger für mechanischen Schaden wird. So gut wie jedes Metall korrodiert unter bestimmten Bedingungen. Zum Beispiel ist Rost ein häufiges Nebenprodukt von Korrosion und ergibt sich aus korrodierendem Eisen, das Eisenoxid bildet. Es gibt aber auch zahlreiche andere Arten der Korrosion. Jede Art stellt eine Gefahr dar, die untersucht werden muss, wenn Sie das optimale Material für Ihre Anwendung auswählen.



Die Gesamtkosten für Korrosion in der gesamten Öl- und Gasgewinnungsindustrie werden jährlich auf 1,3 Milliarden US-Dollar geschätzt.

Für Öl- und Gasproduzenten kann dieses Problem besonders kostspielig sein. Der Industrieverband NACE International schätzt die jährlichen Gesamtkosten in der gesamten Öl- und Gasgewinnungsindustrie für Korrosion auf \$1,3 Milliarden USD¹. Wenn aber das Personal Korrosion sehen kann und weiß, worauf geachtet werden muss, kann das Risiko minimiert werden. Und wenn Ingenieure Korrosion erahnen und den besten Werkstoff wählen können, verbessern sich die Systemintegrität, die Langlebigkeit ihrer Vermögenswerte, die Leistung und die Sicherheit.

Nehmen Sie die folgenden Schritte, um die Auswirkungen der Korrosion auf Ihre Anwendungen zu reduzieren:

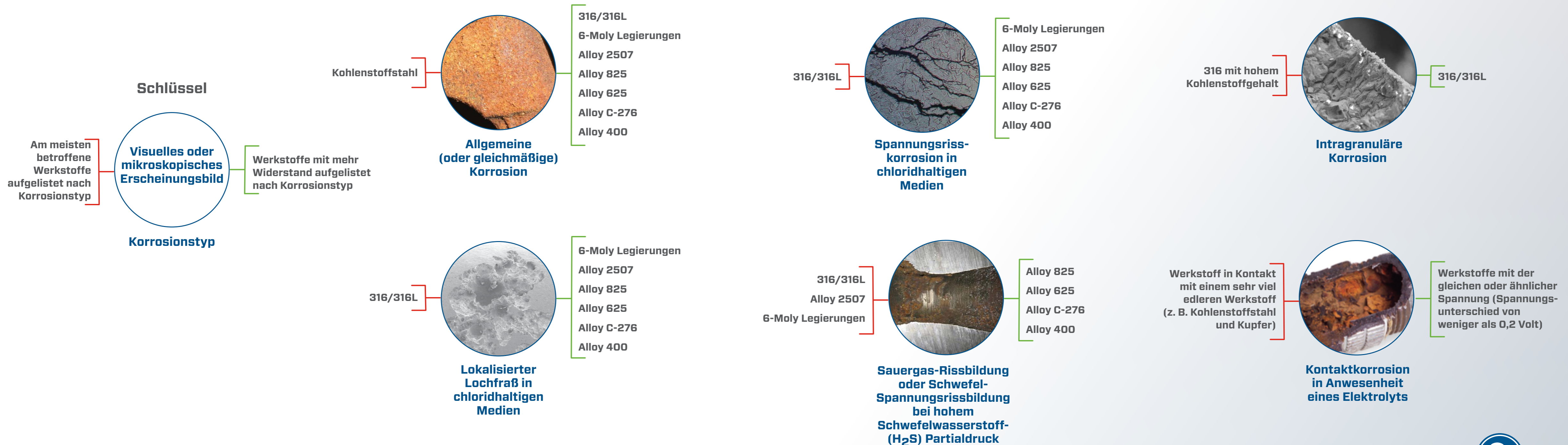
- Identifizieren Sie die Korrosionstypen – wie sieht sie aus, wo tritt sie auf und warum
- Wählen Sie Werkstoffe aus, die korrosionsresistent sind
- Reduzieren Sie Stellen, an denen Spaltkorrosion auftreten kann
- Vermeiden Sie den Kontakt ungleicher Metalle, der zur Kontaktkorrosion führen kann zur.
- Geben Sie alles vor - von den -Halterungen und Klemmen bis hin zu den Rohren um das Korrosionspotenzial zu reduzieren
- Verstehen Sie die Anforderungen und Normen
- Erfahren Sie mehr mithilfe von Schulungen und Ressourcen

¹Schätzungen von NACE International (NACE) 2002



Wenn man die richtige Werkstofflösung finden will, muss man mit der Ursache des Problems beginnen.

Beginnen Sie hier, um mehr über die zahlreichen Korrosionstypen, die am meisten betroffenen Werkstoffe und die Werkstoffe mit dem größten Widerstand gegenüber jedem Typ, zu lernen.



Allgemeine (oder gleichmäßige) Korrosion

Leicht zu erkennen: die Oberfläche ist gleichmäßig von „rotem Rost“ betroffen

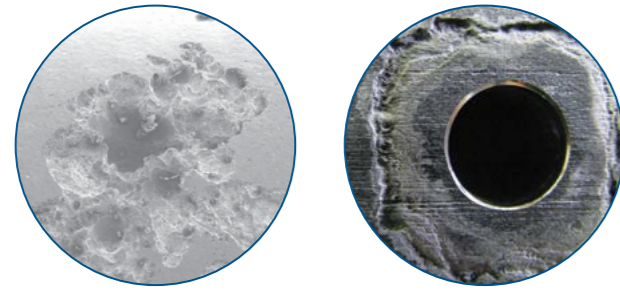
Was ist es: Die am besten bekannte Art von Korrosion kann auch am ehesten erkannt und vorhergesehen werden. Es ist ungewöhnlich — aber nicht unmöglich — dass allgemeine Korrosion zu katastrophalen Schäden führt. Aus diesem Grund wird allgemeine Korrosion oft als ein unschönes und nicht als schwerwiegendes Problem angesehen. Allgemeine Korrosion tritt relativ gleichmäßig an der gesamten Metalloberfläche auf. Das allmähliche Dünnerwerden der Wandstärke eines Bauteils muss beim Berechnen der Druckraten berücksichtigt werden.

So bildet sie sich: In einer Salzwasserumgebung oder in einer anderen korrosiven Umgebung beginnt die Oberfläche des Kohlenstoffstahls oder des niedriglegierten Stahls sich zu zersetzen, und es bilden sich Eisenoxidablagerungen, die mit der Zeit dicker werden, bis sie abfallen und es bilden sich daran anschließend neue Ablagerungen.

Allgemeine Korrosion kann wie folgt gemessen werden:

- Geschwindigkeit des Materialschwunds pro Jahr. Zum Beispiel kann ungeschützter Kohlenstoffstahl in Salzwasserumgebung pro Jahr um 1 mm zurückgehen.
- Der Gewichtsverlust einer Legierung, die mit korrosiven Fluiden in Kontakt kommt, wird normalerweise in Milligramm pro Quadratcentimeter an ausgesetztem Material pro Tag gemessen.





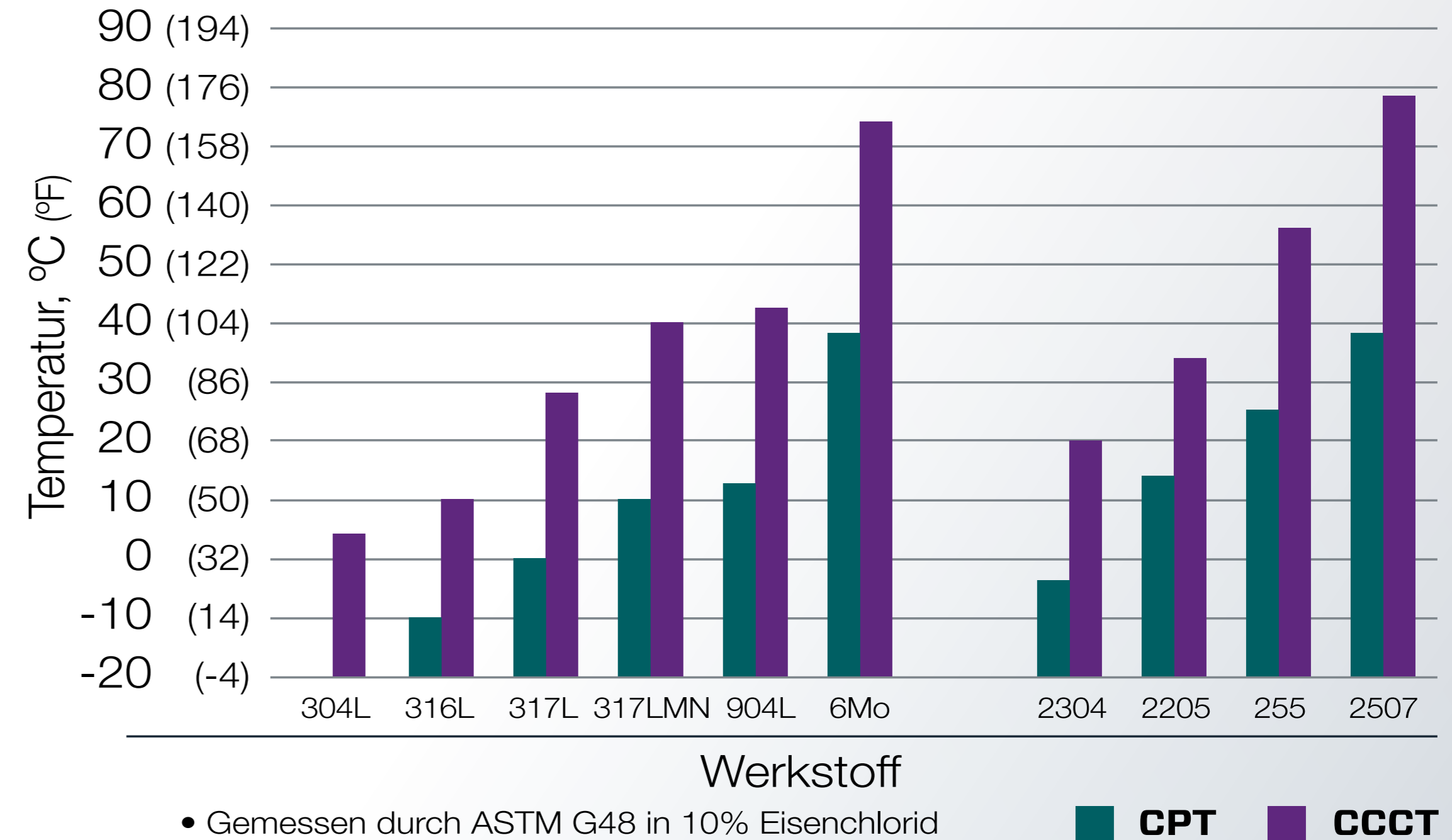
Lokale Korrosion: Lochfraß und Spaltkorrosion Üblich in Salzwasserumgebungen

Was ist es: Lochfraß und Spaltkorrosion sind schwerer zu erkennen als allgemeine Korrosion. Daher sind diese Korrosionstypen schwerer zu bestimmen, vorherzusehen und zu verhindern.

So bildet sie sich: Die Oxid-Schutzschicht des Materials kann sich zersetzen, wenn das Material chloridhaltigen Medien ausgesetzt wird. Ein Material ist resistenter gegenüber lokalisierter Korrosion je höher die Kritische Lochfraßtemperatur (CPT) und die Kritische Spaltkorrosionstemperatur (CCCT) ist. Das sind die Mindesttemperaturen, bei denen Lochfraß und Spaltkorrosion zu beobachten sind. Methoden zum Messen der CPT und CCCT werden in ASTM Standard G48 beschrieben.

➤ **Erfahren Sie mehr über Lochfraß**

➤ **Erfahren Sie mehr über Spaltkorrosion**



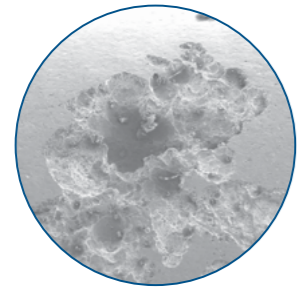
Spaltkorrosion kann bei niedrigeren Temperaturen auftreten als Lochfraß. Zum Beispiel kann bei Edellstahl 316L in einer 10% Eisenchlorid-Umgebung Lochfraß bei 10°C (50°F) auftreten, aber Spaltkorrosion bereits bei -10°C (14°F).

Quelle: Practical Guidelines for the Fabrication of Duplex Stainless Steels, Int. Molybdenum Assoc., 2001

Der richtige Werkstoff ist wichtig Weitere Informationen finden Sie [Preventing Pitting and Crevice Corrosion](#) in der Publikation *World Oil*.

➤ **Siehe potenzielle Lösungen:** 6-Moly Legierungen; Alloy 2507; Alloy 825; Alloy 625; Alloy C-276; Alloy 400





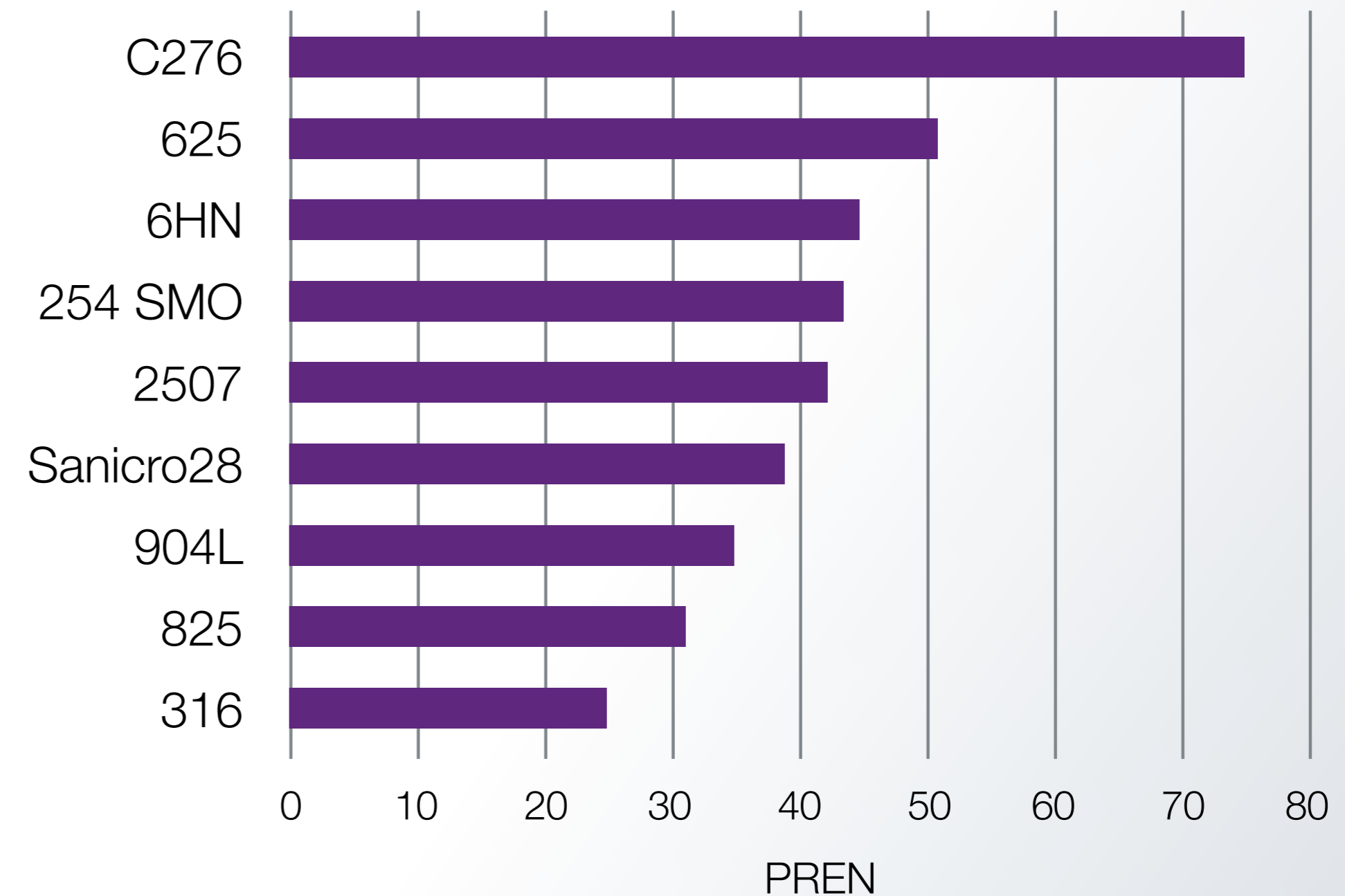
Lochfraß

Meist in Umgebungen mit hohem Chloridgehalt bei erhöhten Temperaturen

Was ist es: Lochfraß verursacht kleine Aushöhlungen, oder Löcher, die sich an der Oberfläche des Materials bilden.

Obwohl diese Löcher normalerweise visuell zu erkennen sind, können sie tief genug werden und ein Rohr vollständig durchlöchern. Lochfraß wird meist in Umgebungen mit hohem Chloridgehalt bei erhöhten Temperaturen beobachtet.

So bildet sie sich: Wenn die Schutzschicht des Oxids (oder die passive Oxidschicht) auf der Oberfläche des Metalls zerfällt, wird das Metall für Elektronenverlust anfällig. Das führt dazu, dass sich das Eisen im Metall im anodischeren unteren Teil des Lochs auflöst, nach oben diffundiert und zu Eisenoxid, oder Rost oxidiert. Die Eisenchloridlösungskonzentration in einem Loch kann sich erhöhen und säurehaltiger werden, je tiefer das Loch wird. Das führt zu einem schnelleren Lochwachstum, Perforation der Rohrwände und Leckagen.



$$PREN = \%Cr + 3.3 \times (\%Mo + 0.5W) + 16 \times \%N$$

Höhere PREN-Werte verweisen auf einen größeren Lochfraßwiderstand.

Lochfraß kann am ehesten durch die Auswahl der richtigen Legierungen verhindert werden. Verschiedene Metalle und Legierungen können mithilfe ihres Pitting Resistance Equivalence Number (PREN)-Werts miteinander verglichen werden, der aus der chemischen Zusammensetzung des Werkstoffs berechnet wird. Der PREN-Wert erhöht sich je höher der Anteil an Chrom, Molybdän und Stickstoff ist.

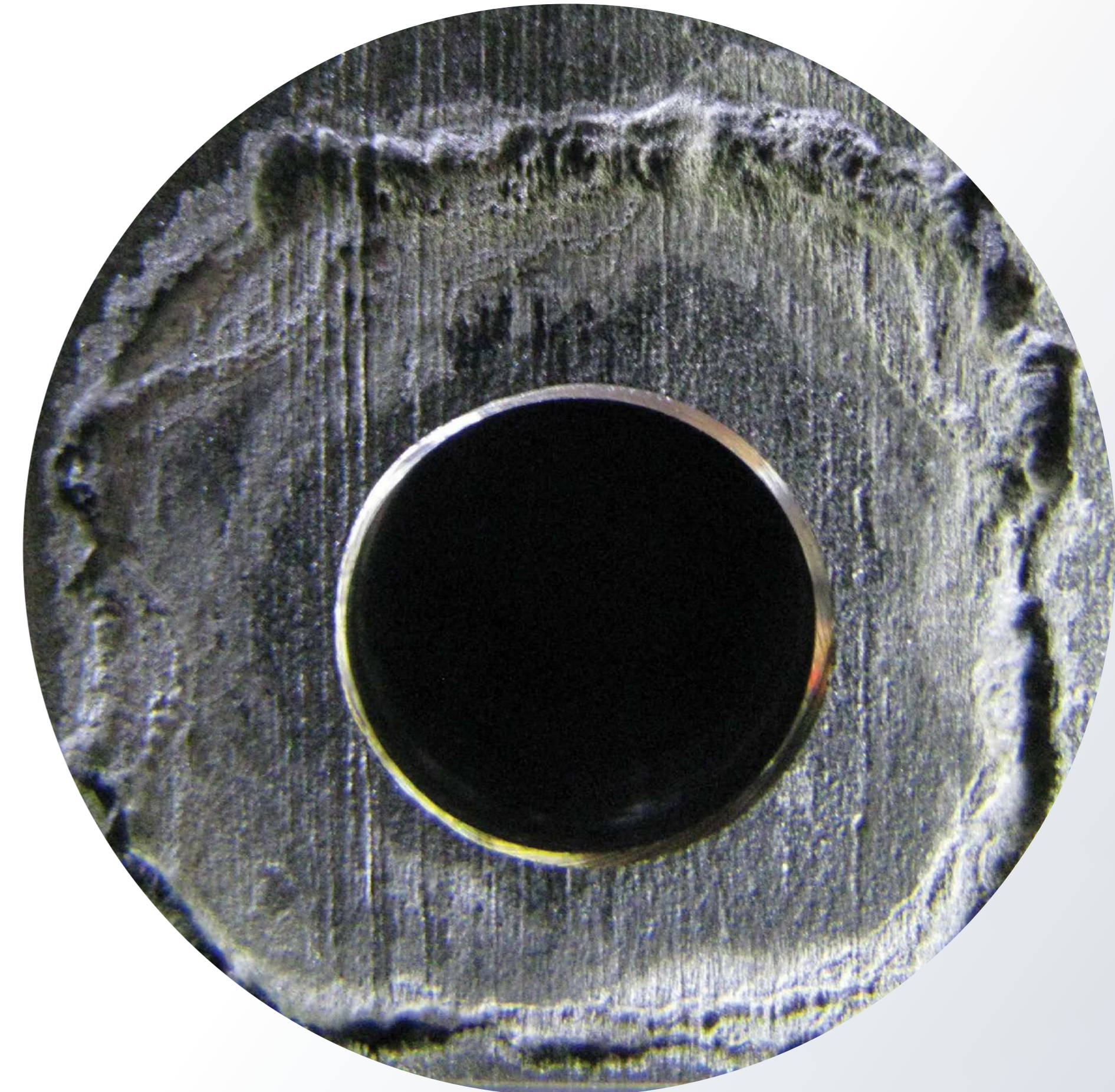
Spaltkorrosion

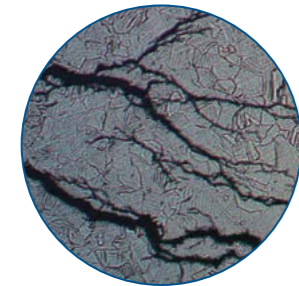
Lokalisierte Korrosion, die bei engen Abständen auftritt

Was ist es: In einem typischen Fluidsystem kommen Spalten zwischen Rohren und Rohrbefestigungen oder Rohrklemmen, zwischen nebeneinander liegenden Rohrleitungen und unter Schmutz und Ablagerungen vor, die sich unter Oberflächen gebildet haben. In Rohrmontagen sind Spalten so gut wie nicht vermeidbar, und enge Spalten stellen das größte Korrosionspotenzial dar.

So bildet sie sich: Wie der Lochfraß beginnt auch die Spaltkorrosion mit dem Zerfall der passiven Oxidschicht, die das Metall schützt. Dieser Zerfall führt zur Bildung kleiner Löcher. Die Einbuchtungen werden größer und tiefer, bis sie die gesamte Oberfläche bedecken. An einigen Stellen kann das Rohr sogar perforiert sein. Spaltkorrosion tritt bei weit niedrigeren Temperaturen auf als Lochfraß.

Der richtige Werkstoff ist wichtig Wenn Salzwasser in einen Spalt diffundiert, lösen sich einige Fe^{++} Ionen auf und können nicht schnell aus einem engen Spalt heraus diffundieren. In Salzwasser können negativ geladene Chloridionen (Cl^-) von diesen positiv geladenen Fe^{++} Ionen angezogen werden und beginnen, in den Spalt zu diffundieren. Wenn die Chloridkonzentration ansteigt, wird die Spaltlösung korrosiver und mehr Eisen wird aufgelöst, was wiederum dazu führt, dass die Chloridionen in den Spalt diffundieren. Die Spaltlösung verwandelt sich schließlich in eine säurehaltige Lösung mit hoher Chloridkonzentration, die sehr korrosiv ist.





Spannungsrissskorrosion (SCC)

Häufig in Edelstahl (durch Chlorid ausgelöst), Baustahl (durch Alkali ausgelöst) und Messing (durch Ammoniak ausgelöst)

Was ist es: Spannungsrissskorrosion (SCC) ist gefährlich, da sie eine Komponente bei einer Belastung zerstören kann, die unter der Streckgrenze einer Legierung liegt. Bei Anwesenheit von Chloridionen ist austenitischer Edelstahl anfällig gegenüber SCC. Die Ionen reagieren mit dem Material an der Spitze eines Risses, wo die Zugspannung am stärksten ist, wodurch sich der Riss leichter ausbreiten kann. SCC ist oft schwer feststellbar, und das endgültige Versagen kommt oft plötzlich.

So bildet sie sich: Für das Entstehen von Spannungsrissskorrosion müssen drei Bedingungen gleichzeitig erfüllt sein:

- Das Metall muss SCC gegenüber anfällig sein.
- Es müssen die richtigen Umgebungsbedingungen (Medium oder Temperatur) für SCC existieren.
- Die Zugspannung (Angewandte + Eigenspannung) muss über einem kritischen Niveau liegen.

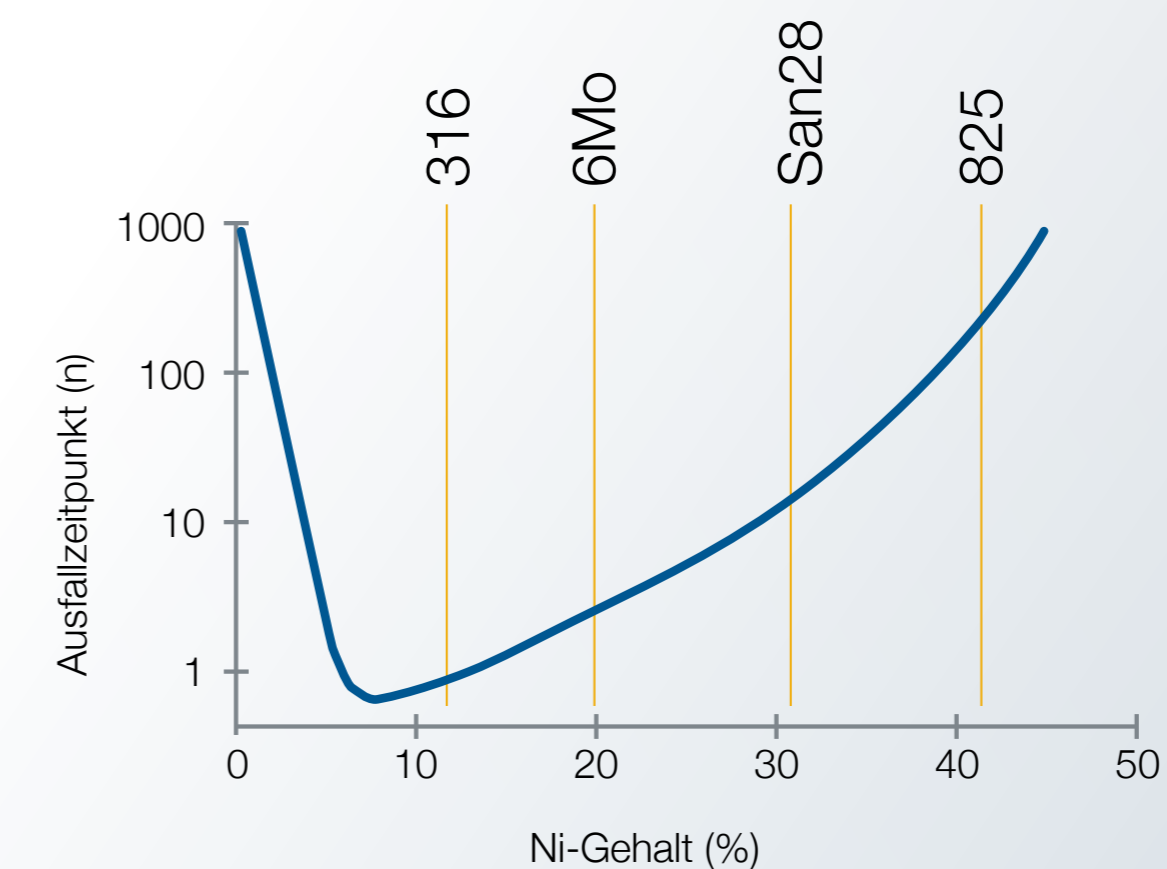
Werkstoffe, die gegenüber durch Chlorid ausgelöste SCC beständig sind, sind u.a.:

- Nickelbasierte Legierungen
- Duplex-Edelstahl

Der richtige Werkstoff ist wichtig Erfahren Sie mehr über die Auswahl von Fluidsystemkomponenten für saure Ölfelder mit Swagelok. Lesen Sie den Rat unseres führenden Experten für die Leser von [Offshore Magazine](#).



Ein höherer Nickelgehalt führt zu einem größeren Widerstand gegen durch Chlorid ausgelöste SCC.



Saugergas-Rissbildung oder Schwefel-Spannungsrissbildung

Üblich in neuen Sauer-Reservoirs und älteren Reservoirs, in die Salzwasser für bessere Ölgewinnung injiziert wurde

Was ist es: Saugergaskorrosion, die auch als Schwefelinduzierte Spannungsrisse (SSC) bekannt sind, ist der Zerfall des Metalls aufgrund von Kontakt mit Schwefelwasserstoff (H_2S) und Feuchtigkeit. H_2S wird in Anwesenheit von Wasser sehr korrosiv. Dieser Zustand kann zur Versprödung des Materials führen, was bei Spannung und Korrosion dann zu Rissen führt.

So bildet sie sich: Für das Entstehen von SSC müssen drei Bedingungen gleichzeitig erfüllt sein:

- Das Metall muss SSC gegenüber anfällig sein
- Die Umgebung muss sauer genug sein (hoher Anteil an H_2S)
- Die Zugspannung (Angewandte + Eigenspannung) muss über einem kritischen Niveau liegen

Das Risiko von Spannungsrissen (SSC) erhöht sich, wenn die folgenden Faktoren zunehmen:

- Materialhärte/Zugwiderstand
- Wasserstoffionenkonzentration (niedriger pH-Wert)
- H_2S Partialdruck
- Gesamte Zugspannung (Angewandte + Eigenspannung)
- Expositionszeit

Das Risiko von SSC erhöht sich bei niedrigeren Temperaturen, wenn Werkstoffe weniger dehnbar sind.

Der richtige Werkstoff ist wichtig Die [NACE MR0175/ISO 15156](#) Norm beschreibt geeignete Werkstoffe für saure Umgebungen in der Öl- und Gasproduktion. Mehr Hilfe zur Auswahl der Bauteile für saure Ölfelder finden Sie in diesem [Artikel](#) in der Publikation *Offshore Magazine*.



Nachgedruckt aus Science Direct, Volume 1, Issue 3, S.M.R. Ziaei, A.H. Kokabi, M. Nasr-Esehani, Sulfide Stress Corrosion Cracking and Hydrogen Induced Cracking of A216-WCC Wellhead Flow Control Valve Body case study, Pages 223-224, July 2013 mit Genehmigung von Elsevier.



Wasserstoffversprödung

Kann in gasförmigem Hochdruck-Wasserstoff entstehen oder wenn sich atomarer Wasserstoff an einer Metalloberfläche bildet

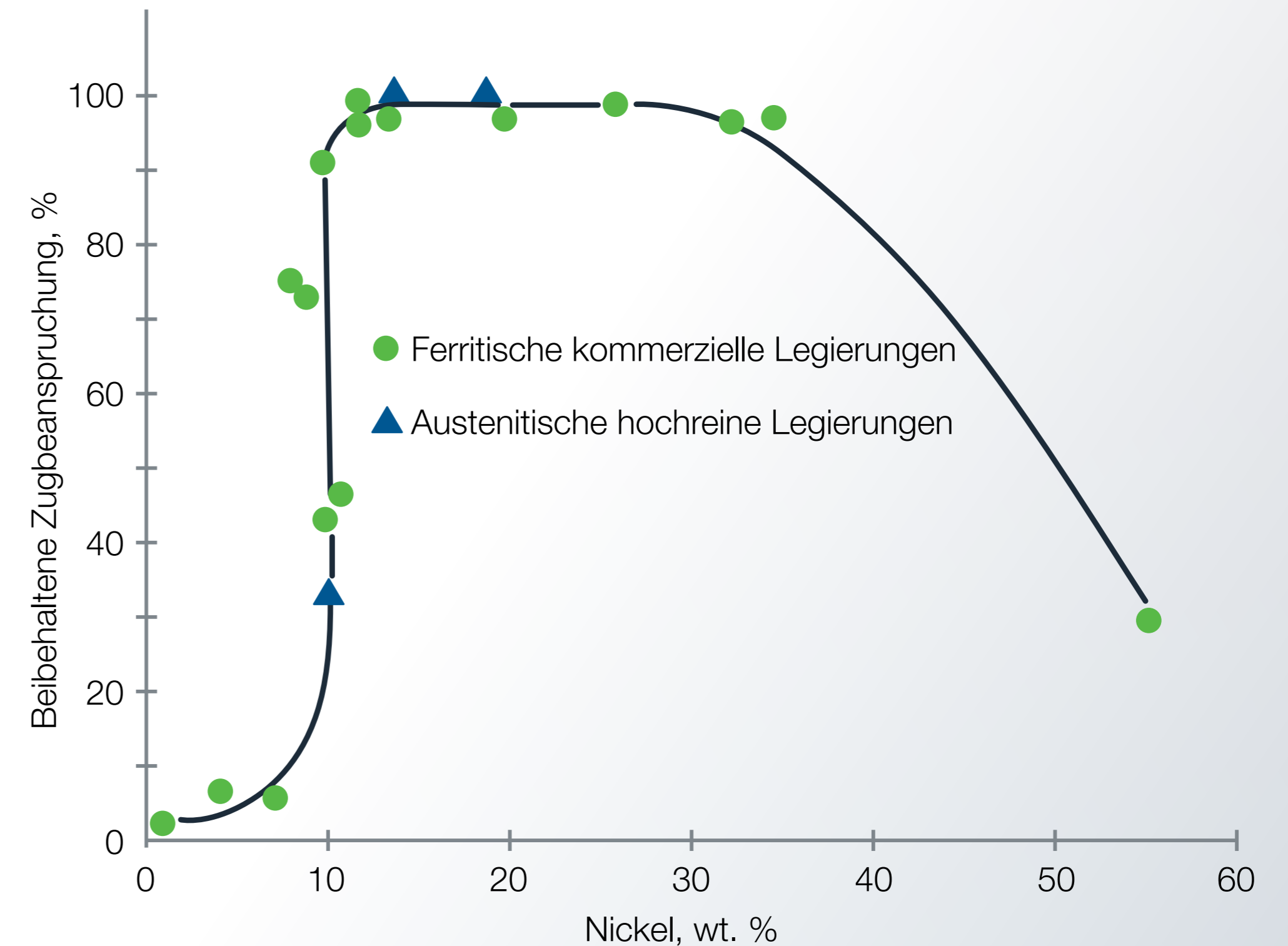
Was ist es: Wasserstoffatome können in Metalle diffundieren und diese verspröden. Alle Werkstoffe, die Wasserstoffversprödung gegenüber anfällig sind, sind auch sehr anfällig für Spannungsrisskorrosion.

So bildet sie sich: Wasserstoff-induzierte Risse können auftreten, wenn das Metall statischer oder zyklischer Zugspannung ausgesetzt ist.

Wasserstoff kann Veränderungen der mechanischen Eigenschaften und des Metallverhaltens herbeiführen, darunter auch:

- Verminderung der Dehnbarkeit (Verlängerung oder Verkürzung des Bereichs)
- Reduzierung der Kerbschlagzähigkeit und Bruchfestigkeit
- Erhöhte Materialermüdung

Wasserstoffversprödung kann vermieden werden, indem Material ausgewählt wird, das wasserstoffresistent ist, wie zum Beispiel austenitische Legierungen mit einem Nickelgehalt zwischen 10% und 30%.



Ferritische Legierungen mit sehr niedrigem Nickelanteil werden sehr spröde, aber austenitische Legierungen mit einem Nickelgehalt zwischen 10% und 30% weisen relativ wenig Versprödung auf.

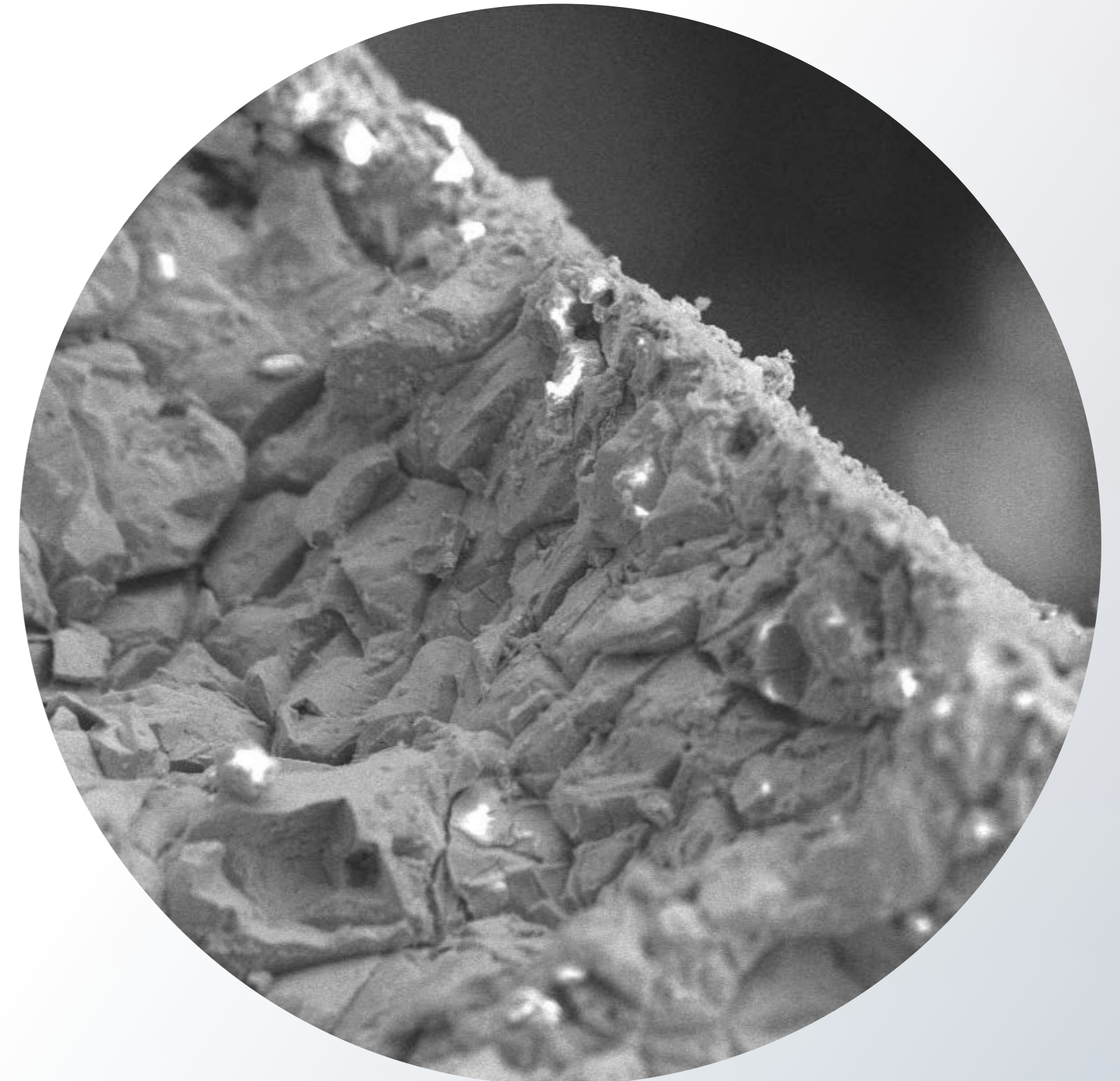
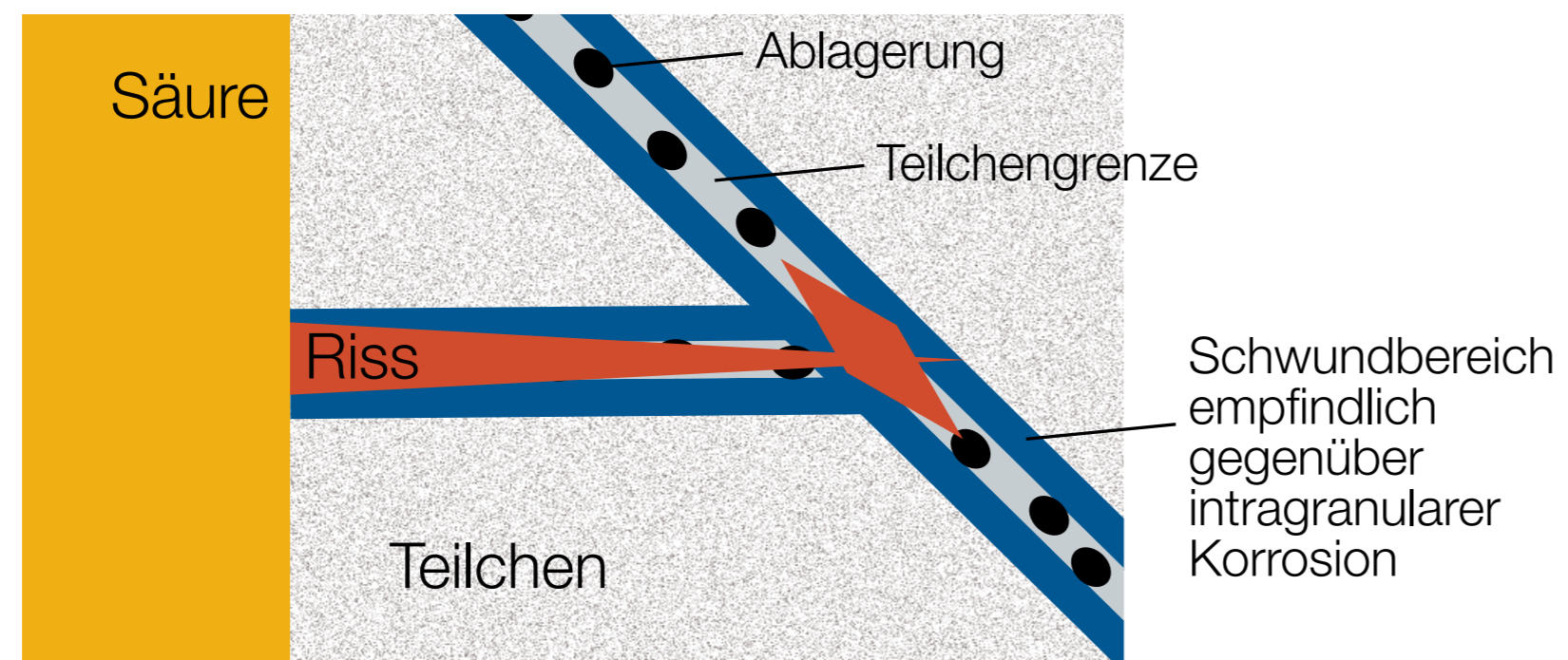
Quelle: G.R. Caskey, Hydrogen Compatibility Handbook for Stainless Steels (1983)

Intergranulare Korrosion (IGC)

Häufig in Schweißumgebungen, Wärmebehandlung, Hochtemperatur-Anwendungen

Was ist es: Um IGC zu verstehen, muss man zunächst beachten, dass alle Metalle aus einzelnen Körnern bestehen. In jedem Teilchen sind die Atome systematisch angeordnet und bilden ein dreidimensionales Gitter. IGC greift das Material an den Korngrenzen entlang an (wo die Körner zusammen kommen, die das Metall bilden).

So bildet sie sich: Beim Schweißen, bei der Wärmebehandlung oder Exposition gegenüber hohen Temperaturen können sich Karbide an den Teilchengrenzen bilden. Diese Karbidausfällungen können mit der Zeit größer werden. Diese Karbidbildung wirkt sich auf die gleichmäßige Verteilung der Elemente im Metall aus, weil es dem Material an den Korngrenzen wichtige Elemente, wie Chrom entzieht. Wenn korrosive Flüssigkeiten (wie Säuren) dann die chromentleerten Bereiche angreifen, können sich intragranuläre Risse bilden. Diese Risse können sich dann im gesamten Material fortsetzen und unentdeckt bleiben, wodurch IGC zu einer gefährlichen Art von Korrosion wird.





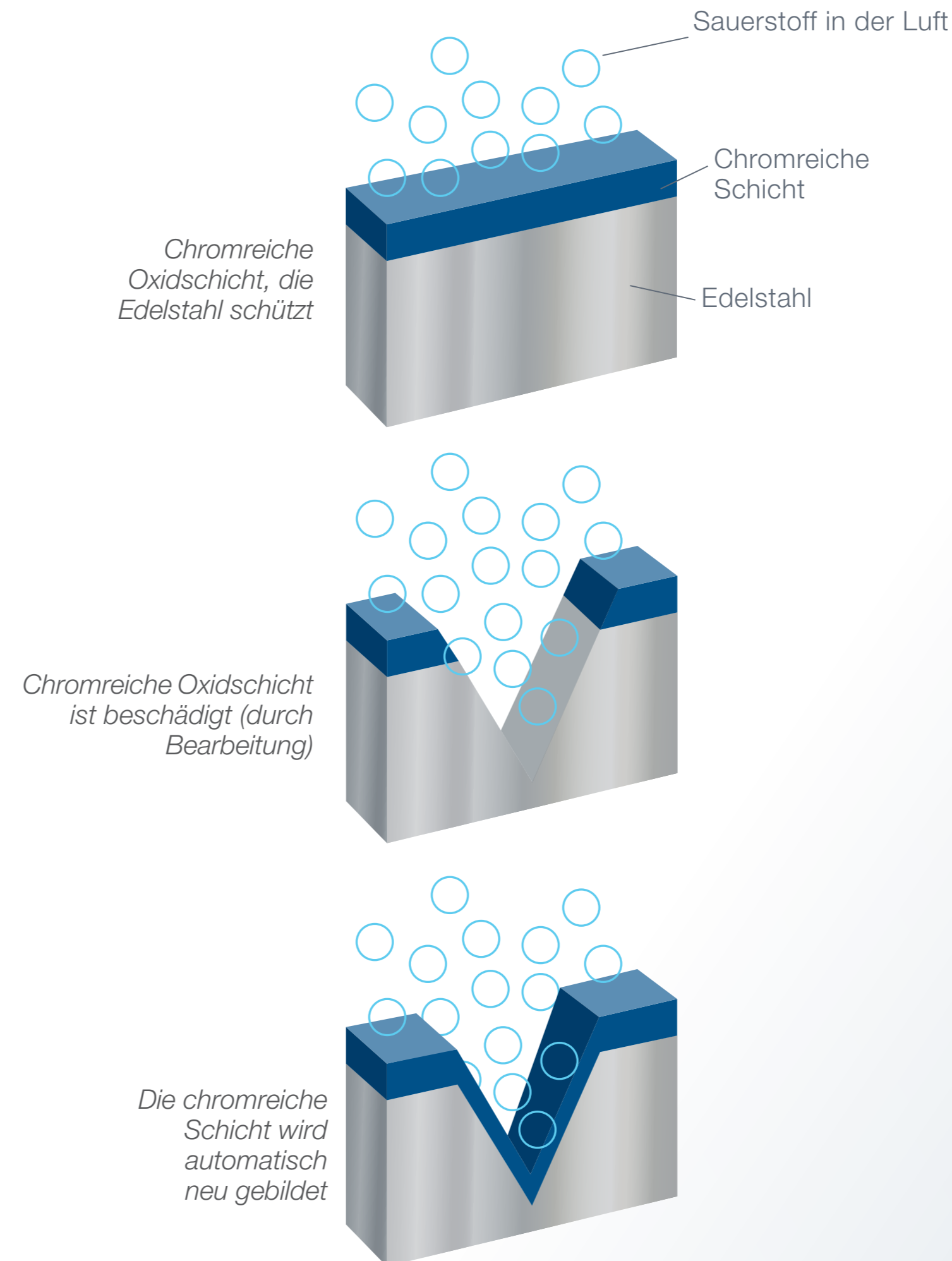
Kontaktkorrosion

Kann auftreten, wenn zwei unterschiedliche Werkstoffe in engem Kontakt miteinander sind und ein Elektrolyt anwesend ist

Was ist es: Kontaktkorrosion tritt dann auf, wenn Materialien mit unterschiedlichem Elektrodenpotenzial in Anwesenheit eines Elektrolyts in Kontakt sind. Die passive Schicht auf Edelstahl besteht aus einem sehr dünnen chromreichen Film, der sich automatisch in der Umgebungsluft bildet und das Material vor Korrosion schützt. Die passive Schicht veredelt das Material und macht es weniger anfällig gegenüber Korrosion. Die Verträglichkeit der Metalle kann mithilfe des anodischen Index¹ bestimmt werden, der das Potenzial oder den Spannungsunterschied von Metallen in Salzwasser im Vergleich zu einer Standardelektrode misst.

So bildet sie sich: Wenn der potenzielle Unterschied zwischen zwei unterschiedlichen Metallen in Anwesenheit eines Elektrolyts zu groß ist, zersetzt sich die passive Schicht des Materials.

Um Kontaktkorrosion zu vermeiden, sollte man Materialien mit einem Spannungsunterschied von höchstens 0,2 V wählen. Eine Verschraubung aus Edelstahl 316 (-0,05V) mit 6-Moly-Rohren (0,00V) würde eine Spannung von 0,05V zwischen den beiden Legierungen aufweisen. Diese Spannung ist wesentlich niedriger als die geforderten 0,2 V, daher ist das Risiko einer Kontaktkorrosion niedrig.



Volt vs. SCE	Werkstoff
-1.60	Magnesium
-1.00	Zink
-0.95	Aluminum
-0.70	Kadmium
-0.60	Stahl
-0.50	Typ 304 (aktiv)
-0.40	Typ 316 (aktiv)
-0.35	Salzwasserfestes Messing
-0.30	Muntz-Metall
-0.30	Kupfer
-0.30	Manganbronze
-0.25	90-10 Cu-Ni
-0.20	70-30 Cu-Ni
-0.20	Blei
-0.15	Nickel
-0.10	Typ 304 (aktiv)
-0.05	Typ 316 (aktiv)
0.00	E-BRITE(r) Alloy
0.00	AL 29-4C(r) Alloy
0.00	AL-6XN(r) Alloy
0.05	ALloy 625, Alloy 276
.010	Titan
.025	Graphit

SCE steht für Standard Calomel Electrode.

Anodischer Index
Hochedle Materialien mit „passiven Oberflächen“ sind nicht so empfindlich gegenüber Kontaktkorrosion wie weniger edle Materialien oder edle Materialien mit „aktiven Oberflächen“. In dieser Tabelle ist das am wenigsten edle Material Magnesium und Graphit ist das edelste Material.

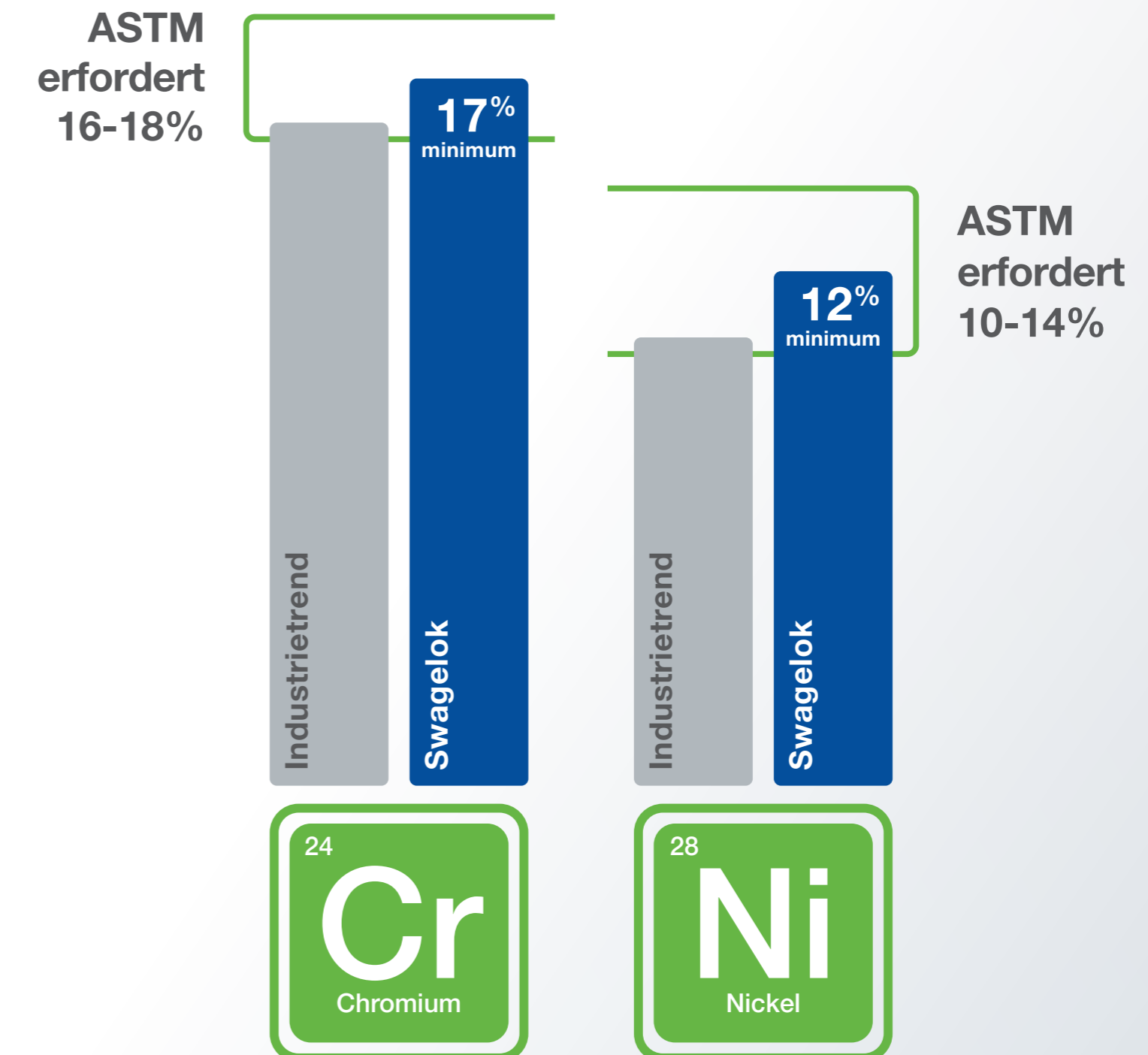
Edelstahl

Edelstahl 316

In Edelstahl sind Chrom und Nickel wichtig für Korrosionsbeständigkeit und Dehnfestigkeit. Der Zusatz von >10% Chrom verwandelt Stahl in Edelstahl und schafft so eine haftende und unsichtbare Oxidschicht, die chromreich ist. Die Oxidschicht bildet sich, wenn Chrom in der Legierung mit Sauerstoff in der Umgebungsluft reagiert. Diese Schicht verleiht dem Stahl diese rostfreie Eigenschaft. Der Zusatz von Nickel liefert gute Dehnfestigkeit und vereinfacht das Verformen und Schweißen.

Stangenmaterial ist nicht gleich Stangenmaterial. Swagelok Rohrverschraubungen aus Edelstahl 316/316L und Instrumentierungsventile enthalten mehr Nickel und Chrom als der von der ASTM-Norm für Stangen und Schmiedekörper vorgegebene Mindestanteil.

Beachten Sie, dass Edelstahl zwar nicht anfällig gegenüber allgemeiner Korrosion ist, aber Kontaktkorrosion aufweisen kann.



Swagelok Rohrverschraubungen aus Edelstahl 316 und Instrumentierungsventile überschreiten die ASTM -Mindestspezifikationen.

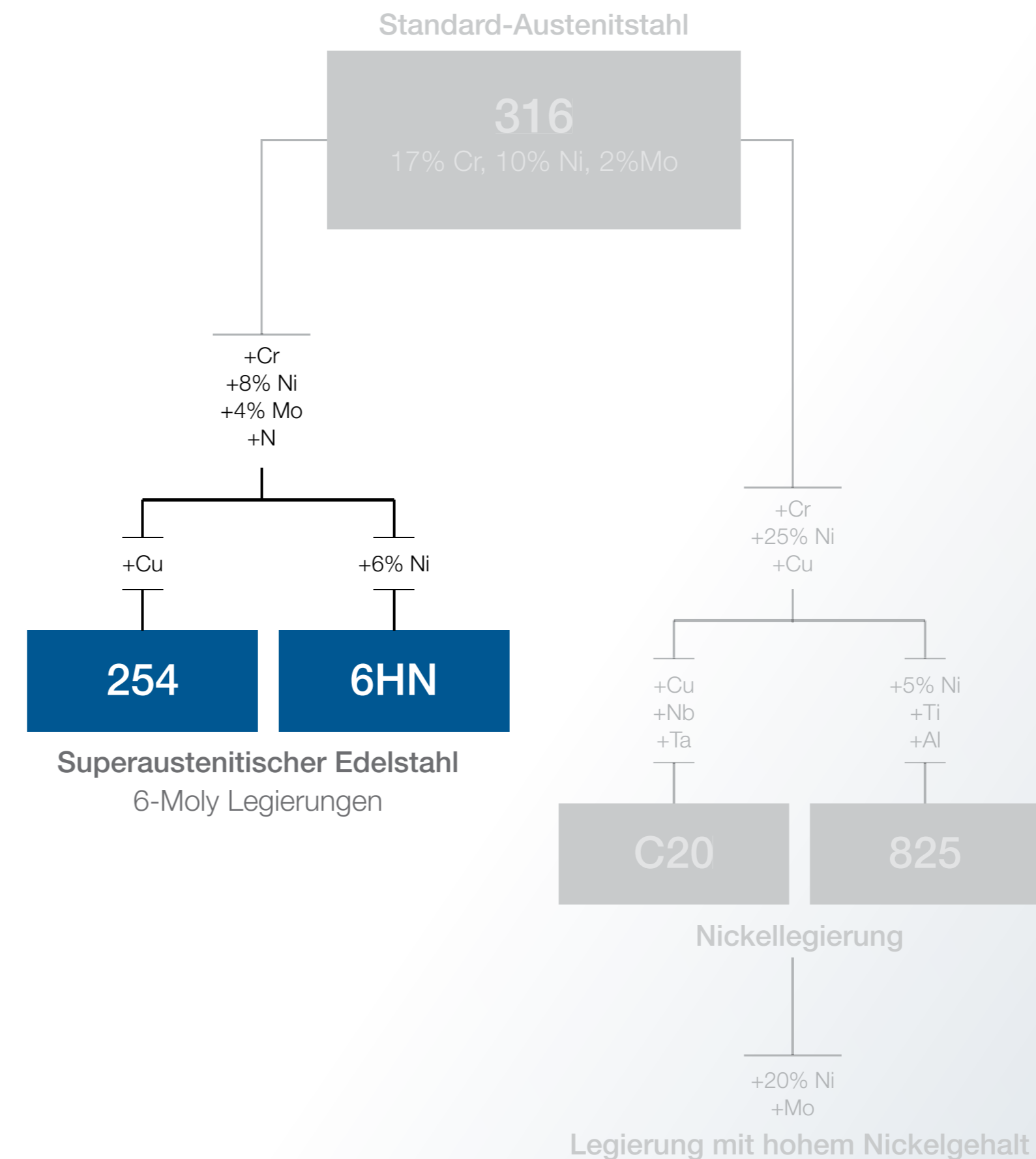
Der richtige Werkstoff ist wichtig Das Risiko von Spannungsrisskorrosion (SCC) erhöht sich, wenn Chloridkonzentrationen, Temperaturen und die Zugspannung hoch sind. Kein Edelstahl ist vollkommen immun gegen SCC. Wir haben SCC-Tests auf Swagelok-Verschraubungen mit außergewöhnlichen Ergebnissen durchgeführt. [Siehe Testergebnisse.](#)

Edelstahl

6-Moly Legierungen

6-Moly (6Mo) Legierungen sind superaustenitische Edelstähle, die mindestens 6% Molybdän enthalten und einen PREN von mindestens 40 aufweisen. Alloy 6HN (UNS N08367) enthält 6 Gewichtsprozent mehr Nickel (Ni) als Alloy 254 (UNS S31254). Dieser erhöhte Nickelanteil gibt 6HN zusätzliche Stabilität bezüglich der Bildung unerwünschter intermetallischer Phasen. Alloy 6HN weist besseren Korrosionswiderstand in chlorhaltigen Fluiden auf als Alloy 254.

- Resistent gegen Chlorid-Lochfraß und Spaltkorrosion
- Resistent gegen Chlorid-Spannungsrisskorrosion (CSCC)
- Materialfestigkeit 50% höher als austenitischer Edelstahl Serie 300
- Stoßfestigkeit, Umformbarkeit und Schweißbarkeit
- Geeignet für Sauergasanwendungen (NACE MR0175/ISO 15156)
- Swagelok 6-Moly-Produkte sind verfügbar von 6HN (UNS N08367) Stangenmaterial und Schmiedekörpern, die für die Anforderungen der NORSOK M-650-Lieferketten-Qualifikationsnorm qualifiziert sind.



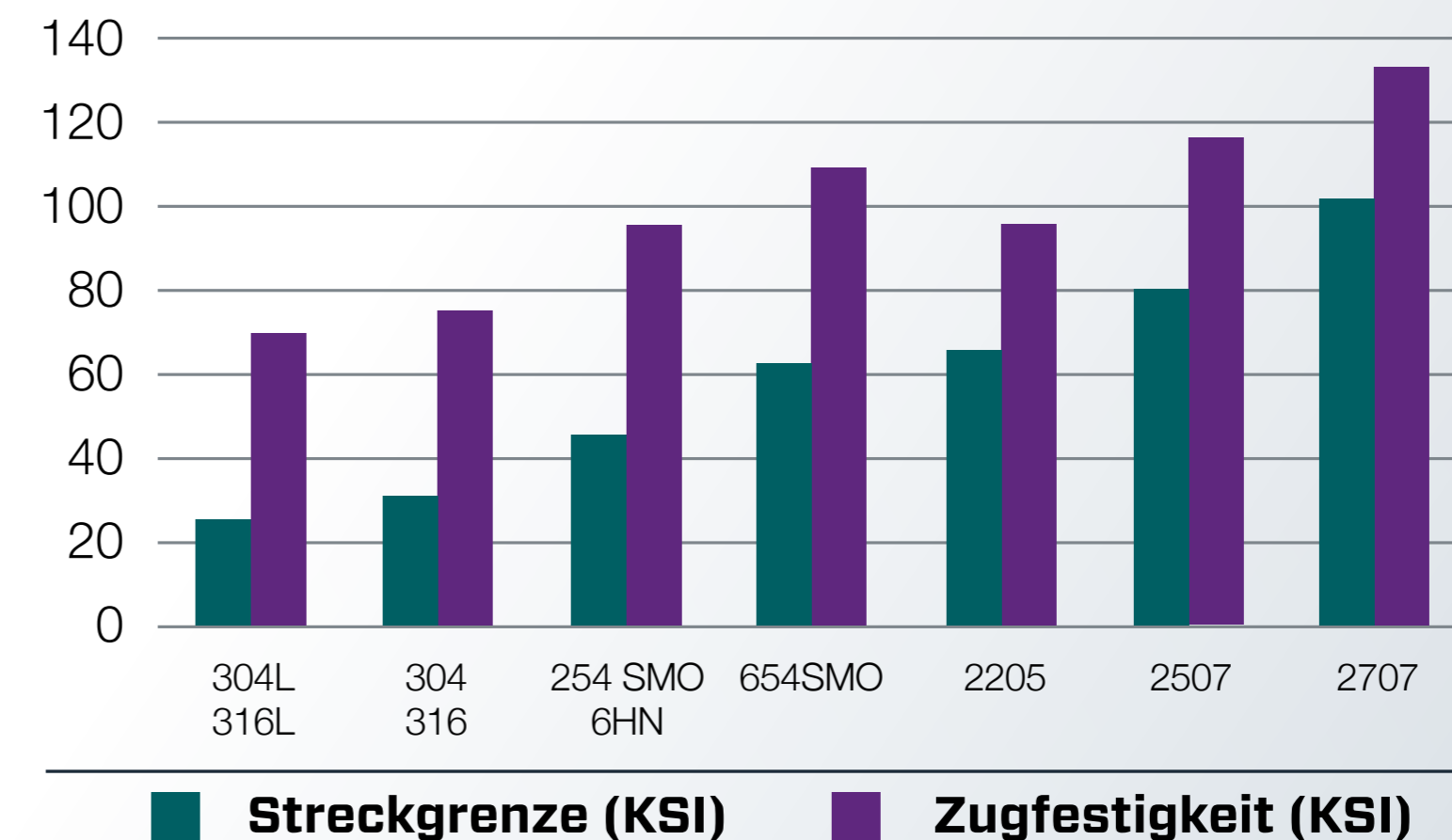
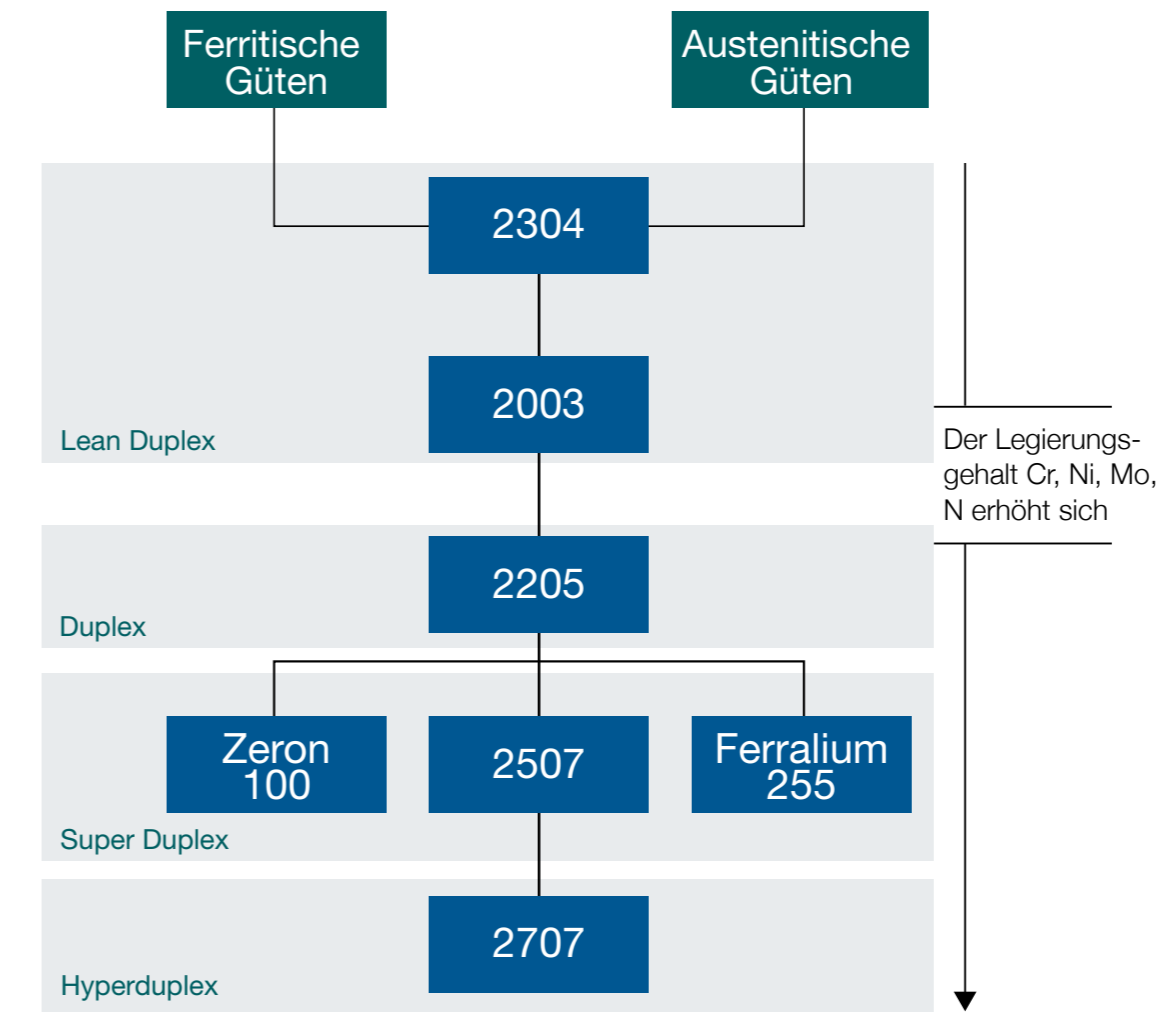
Edelstahl

Alloy 2507 Super Duplex Edelstahl

Duplex-Edelstähle weisen eine zweiphasige Mikrostruktur aus austenitischen und ferritischen Fasern auf. Diese Struktur verleiht diesen Materialien eine Kombination aus attraktiven Eigenschaften, darunter auch Beanspruchbarkeit, Dehnfestigkeit und Korrosionsbeständigkeit.

Alloy 2507 Super Duplex, ferritisch-austenitischer Edelstahl eignet sich gut für den Einsatz in hoch korrosiven Umgebungen. Die Verbindung beinhaltet Nickel, Molybdän, Chrom, Stickstoff und Mangan, die einen hervorragenden Widerstand gegenüber Korrosion, Lochfraß und Spaltkorrosion sowie Spannungsrisskorrosion (SCC) liefert, aber die Schweißbarkeit nicht beeinflusst.

- Höhere Streckgrenze und höherer Zugwiderstand für größere Druckraten
- Im Vergleich zu Rohren aus Edelstahl 316/316L mit dem gleichen Außendurchmesser und der gleichen Druckrate führt die geringere Wandstärke zu einem höheren Durchfluss
- Schweißbarkeit
- Anwendungen bis zu 250 °C (482°F)
- Höhere Wärmeleitfähigkeit/niedrigerer Wärmeausdehnungskoeffizient als Edelstahl 316
- Geeignet für Sauergasanwendungen (NACE MR0175/ISO 15156)
- Swagelok 2507-Produkte sind verfügbar von Stangenmaterial und Schmiedekörpern, die für die Anforderungen der NORSOK M-650-Lieferketten-Qualifikationsnorm qualifiziert sind



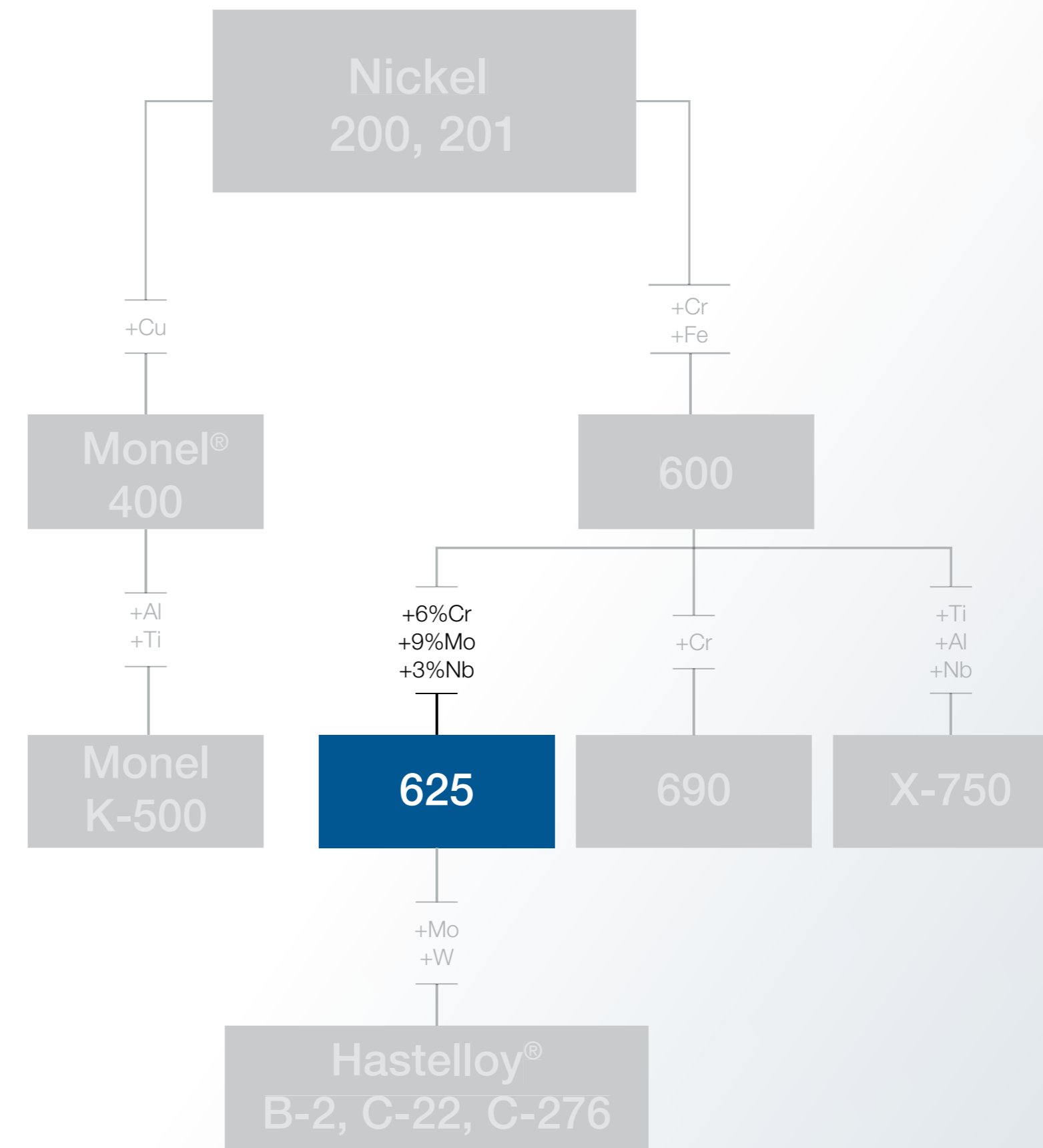
Ihre mechanischen Eigenschaften machen die Legierung Alloy 2507 zu einem guten Material für Hochdruck-Offshore-Anwendungen und Unterwassersysteme, bei denen Korrosion, Fluiddurchfluss und Gewicht beachtet werden müssen.

Nickellegierung

Alloy 625

Alloy 625 (Inconel® 625) ist eine Nickel-Chrom-Molybdän-Legierung mit einer kleinen Menge an Niob zur Reduzierung des Risikos von intragranularer Korrosion in einer Vielzahl stark korrosiver Umgebungen.

- Resistent gegenüber Salzsäure und Salpetersäure
- Festigkeit und Dehnfestigkeit
- Resistent gegenüber Spaltkorrosion und Lochfraß in Anwendungen mit hohen Temperaturen
- Geeignet für Sauergasanwendungen (NACE MR0175/ISO 15156)



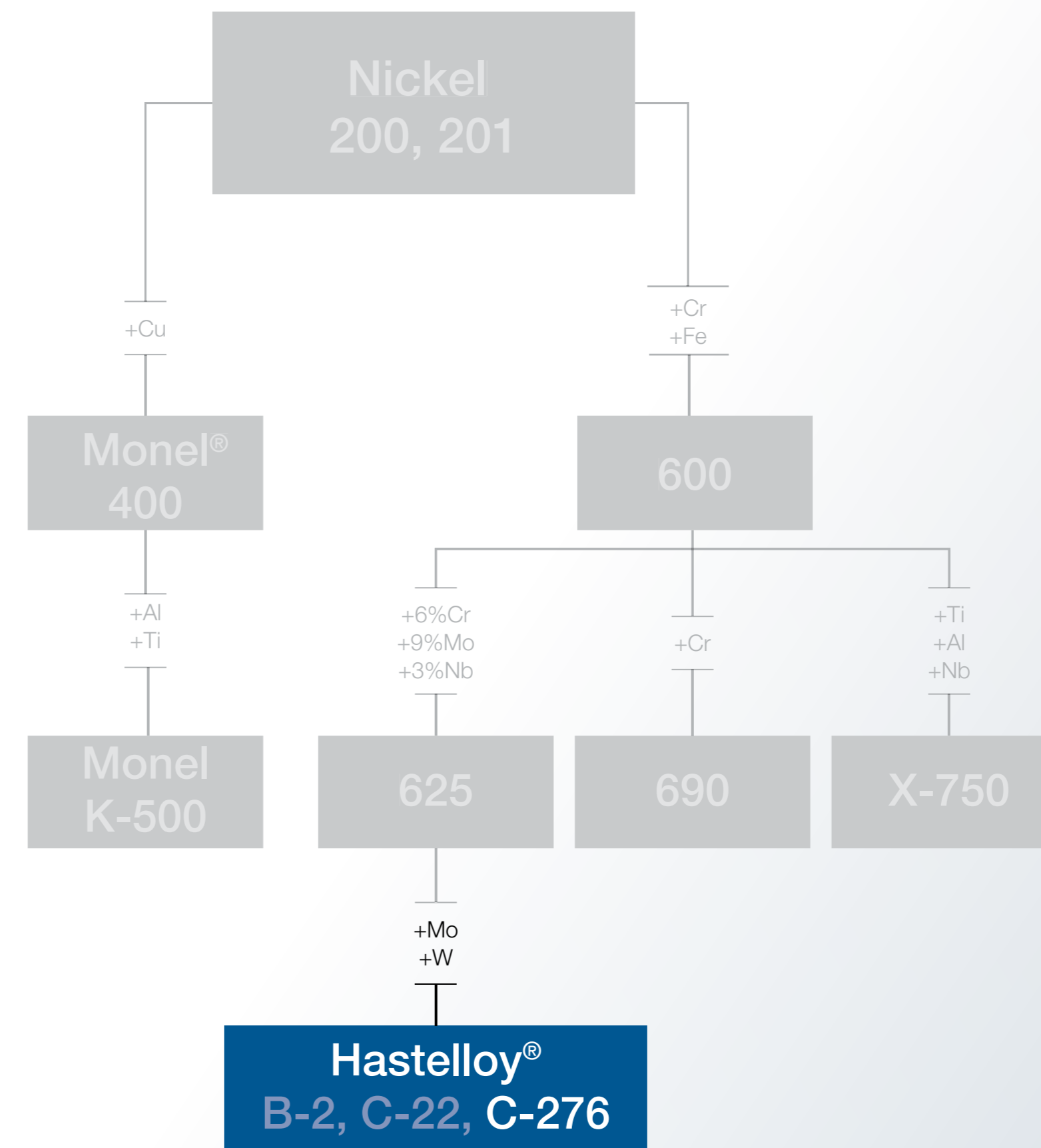
Nickellegierung

Alloy C-276

Alloy C-276 (Hastelloy® C-276) enthält Nickel, Molybdän und Chrom. Ihr hoher Anteil an Molybdän macht diese Legierung besonders widerstandsfähig gegenüber Lochfraß und Spaltkorrosion, und es ist eines der wenigen Materialien, die der Korrosion durch nasses Chlorgas, Hypochlorit und Chlordioxid widerstehen können.

- Resistent gegenüber oxidierenden und reduzierenden Fluiden
- Zugfestigkeit, Härte und Festigkeit bei hohen Temperaturen
- Resistent gegenüber Lochfraß und Spaltkorrosion, schwefelinduzierte Spannungsrisse (SSC) und Intergranulare Korrosion (IGC)
- Geeignet für Sauergasanwendungen (NACE MR0175/ISO 15156)

Beachten Sie, dass diese Legierung NICHT für den Einsatz in hoch oxidierenden Umgebungen, wie heißer und konzentrierter Salpetersäure empfohlen wird.



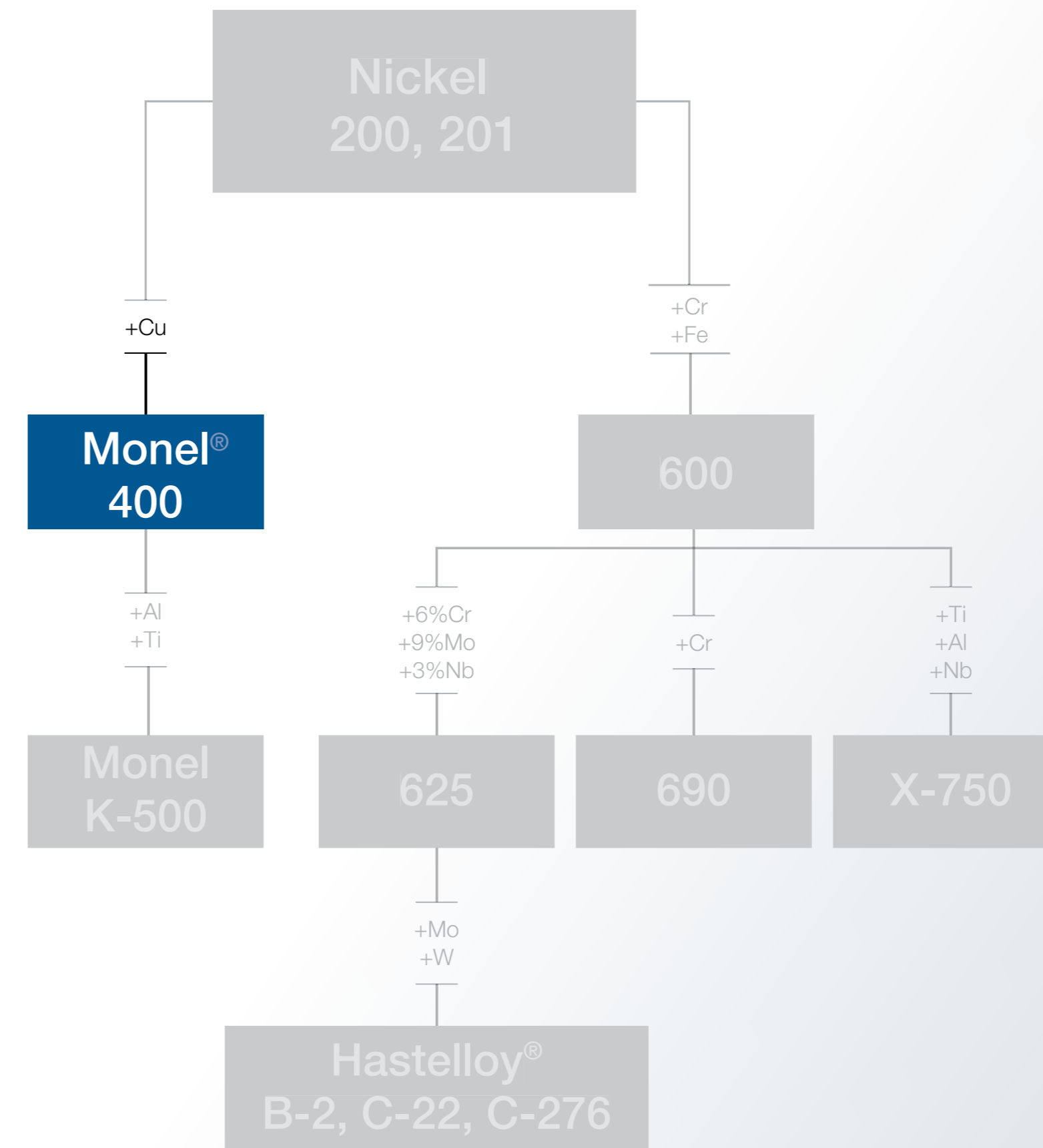
Nickellegierung

Alloy 400

Alloy 400 (Monel® 400) ist eine Nickel-Kupfer-Legierung, die für ihren außergewöhnlichen Widerstand gegenüber Flusssäure, sowie Spannungsrisskorrosion und Lochfraß in den meisten Süßwasser- und Industrierwasser-Anwendungen bekannt ist.

- Festigkeit und Korrosionsbeständigkeit in breitem Temperaturbereich bei vielen verschiedenen Medien
- Mechanische Eigenschaften bleiben bei Temperaturen unter Null erhalten

Beachten Sie, dass stehendes Salzwasser erwiesenermaßen Spaltkorrosion und Lochfraß bei dieser Legierung auslöst.



Titan-Legierungen

Ein stabiler, stark haftender Oxidfilm schützt Titanlegierungen vor Korrosion. Dieser Film bildet sich unverzüglich, wenn eine unverbrauchte Oberfläche Luft und Feuchtigkeit ausgesetzt wird. Wasserfreie Bedingungen ohne Sauerstoffquelle sollten vermieden werden, weil sich der Schutzfilm bei Beschädigung nicht regenerieren kann.

Titan wird aufgrund seines herausragenden Korrosionswiderstands in zahlreichen Anwendungen verwendet:

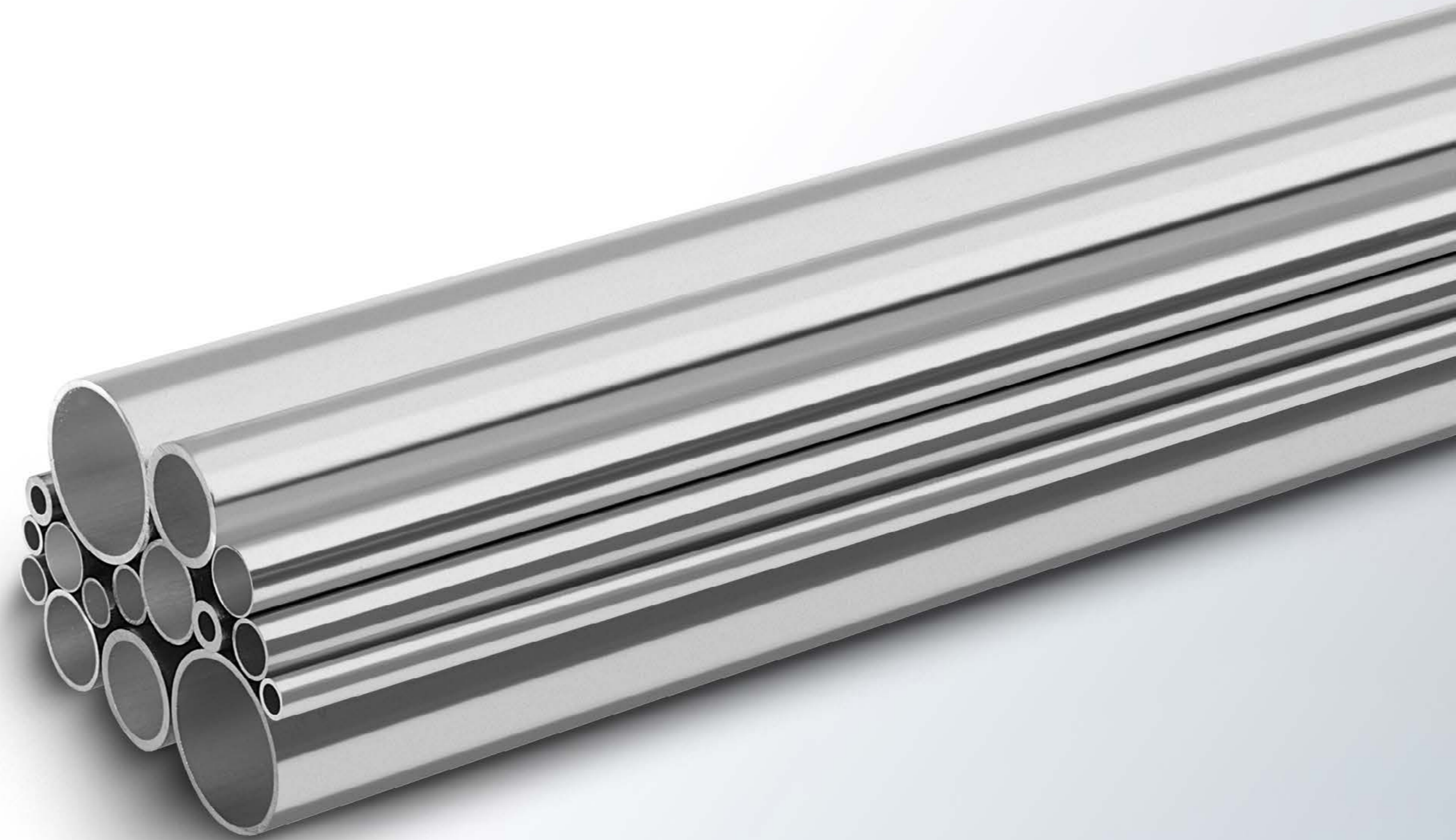
- Chloridhaltige Lösungen und feuchtes Chlorgas
- Wasserhaltige Lösungen von Chloriden, Hypochloriten, Perchloraten und Chlordioxid
- Natürliches und chloriniertes Salzwasser bis relativ hohe Temperaturen

Titan und seine Legierungen:

- Weisen einen außergewöhnlich hohen Widerstand gegenüber microbiologisch induzierter Korrosion (MIC) auf
- Sind hoch resistent gegenüber oxidierenden Säuren in einem weiten Bereich an Konzentrationen und Temperaturen. Gewöhnliche Säuren in dieser Kategorie umfassen Salpetersäure, Chromsäure, Perchlorsäure und Hypochlorsäuren (nasse Cl_2)-Säuren.

Einschränkende Faktoren für die Anwendung von Titan und seine Legierungen umfassen die Folgenden:

- Nicht legiertes Titan korrodiert manchmal in wasserhaltigen Chloridumgebungen, unter Bedingungen die nicht durch allgemeine Korrosionsraten vorhergesehen werden
- Trockenes Chlorgas kann Titan schnell angreifen und sogar entzünden
- Titan eignet sich nicht zur Verwendung mit Fluorgas, reinem Sauerstoff oder Wasserstoff



Überprüfte Kombinationen

In Salzwasseranwendungen, wo Swagelok Rohrverschraubungen aus Edelstahl 316/316L erfolgreich eingesetzt wurden, aber Rohre aus Edelstahl 316/316L Spaltkorrosion bei Rohrhalterungen aufweisen, kann es kostenwirksam sein, Verschraubungen aus Edelstahl 316/316L gemeinsam mit Rohren aus einer korrosionsresistenteren Legierung zu verwenden. Überprüfte Kombinationen verwenden Swagelok Rohrverschraubungen aus Edelstahl 316/316L mit Rohren aus den Alloys 254, 904L, 825 oder Tungum® (Kupfer-Legierung UNS C69100).

Erhöhte Chrom- oder Nickelanteile in Edelstahl 316/316L verleihen Swagelok-Rohrverschraubungen einen höheren Widerstand gegenüber lokalisierter Korrosion. Erstklassige Rohrerfassung wird erreicht mit Swageloks patentiertem Scharnier-Spann-Effekt und dem hinteren Klemmringdesign, durch den die Axialbewegung in eine radiale Verformung auf das Rohr umgesetzt wird, wozu jedoch ein geringes Drehmoment ausreicht. Swageloks patentierter SAT12 Niedertemperatur-Härtungsprozess wird verwendet, um die Oberfläche der hinteren Klemmringe zu härten, was zu einer erstklassigen Rohrerfassung auf Rohren von den oben erwähnten Legierungen führt.

Überprüfte Kombinationen können eine kostenwirksame, korrosionsresistente Lösung sein, die diese Vorteile für Anwendungen in Salzwasserumgebungen bietet:

- Der höhere Nickel- und Chromgehalt im Standard-Edelstahl 316 von Swagelok, der die Mindestanforderungen von ASTM A479 übersteigt, führt zu einem höheren PREN-Wert und einem höheren Widerstand gegenüber lokalisierter Korrosion
- Ein hoher Widerstand gegenüber Lochfraß und Spaltkorrosion mit Rohren aus Speziallegierungen
- Geringes Risiko für Kontaktkorrosion basierend auf den Positionen von Edelstahl 316, 254, 904L und 825 in der galvanischen Tabelle, oder basierend auf langzeitlicher, erfolgreicher Verwendung von Verschraubungen aus Edelstahl 316/316L mit Tungum-Rohren.

Wie bei allen Anwendungen mit gemischten Materialien, werden die Druckraten für Rohre und Verschraubungen unterschiedlicher Legierungen durch den geringeren Materialwert bestimmt. Für Druckraten siehe *Rohrdaten – Überprüfte Kombinationen* [MS-06-117](#).

Wie der Korrosionswiderstand berechnet wird

$$\text{PREN} = \%Cr + 3,3 \times (\%Mo + 0,5W) + 16 \times \%N$$

$$\text{ASTM 316} = 16 + 3,3 \times 2 + 16 \times 0,03 = 23,1 \text{ PREN}$$

$$\text{Swagelok 316} = 17,5 + 3,3 \times 2 + 16 \times 0,03 = 24,6 \text{ PREN}$$

Pitting Resistance Equivalent Number (PREN) misst den Widerstand gegenüber lokalisiertem Lochfraß. Höhere PREN-Werte verweisen auf einen größeren Lochfraßwiderstand.

NACE- und Norsok-Normen

Swagelok Fluidsystemkomponenten aus Edelstahl 316/316L oder Sonderlegierungen sind als Produkte erhältlich, die den Anforderungen der NACE MR0175/ISO 15156 Sauerstoff-Norm entsprechen. Ventile und Verschraubungen aus den Legierungen 6HN (UNS N08367) und 2507 sind von Stangen und Schmiedekörpern erhältlich, die mit Prozessen hergestellt wurden, die den strengen Anforderungen der Norsok M-650 Lieferketten-Qualifikationsnorm entsprechen.

Erfahren Sie mehr über:

- › NACE-Anforderungen
- › NACE MR0175/ISO 15156 Übersicht
- › NACE-Anforderungen für Alloy 2507 Super-Duplex-Rohrverschraubungen
- › NACE-Anforderungen für Alloy 625 Standard-Rohrverschraubungen und Rohrverschraubungen für mittleren Druck
- › NACE-Anforderungen für Rohrverschraubungen, Schweiß- und Gewindefittings aus 6-Moly Legierungen
- › Norsok Standards



NACE-Anforderungen

Die NACE MR0175/ISO 15156 Norm listet vorqualifizierte Materialien zur Verwendung in nachgelagerten Ölfeld-Ausrüstungsteilen auf, bei denen eine schwefelinduzierte Spannungsrisskorrosion in sauren Umgebungen, wie Öl/Gas/Salzwasser-Mischungen möglich ist, wenn Schwefelwasserstoff (H_2S) anwesend ist.

Die Norm gestattet die Verwendung von Rohrverschraubungen in Instrumentierungs- und Steuersystemen, die aus kaltgezogenem Edelstahl 316 bzw. 6-Moly hergestellt sind. Nickellegierungen können auch in kaltverfestigten Bedingungen für Instrumentierungs- und Steuersysteme sowie bei der Arbeit mit Prozessfluiden eingesetzt werden.

Das Dokument umfasst:

- Anforderungen für Materialbedingungen und -eigenschaften
- Umweltbedingungen für die Verwendung der Materialien
- Qualifikationen für den Materialeinsatz unter bestimmten Sauerogasbedingungen

➤ **Erfahren Sie mehr über NACE**

Der richtige Werkstoff ist wichtig Lesen Sie mehr über die Auswahl an Fluidsystemkomponenten für saure Ölfelder im *Offshore Magazine*.

NACE MR0175/ISO 15156 Übersicht

Legierung	Zustand der Legierung	Anwendbare NACE-Tabelle	Anwendung	Temperatur, °C (°F)	Maximaler H ₂ S Partialdruck ^① , kPa (psi)
6Mo (254, 6HN)	Lösungsgeglüht und kaltgezogen	A.11	Rohre zur Instrumentierung und Steuerung und Klemmringverschraubungen	Keine Einschränkungen; siehe NACE MR0175/ISO 15156 für Vorsichtshinweise.	
	Lösungsgeglüht	A.8		140 (60)	15 (100)
625	Lösungsgeglüht und kaltgezogen	A.14	Jedes Gerät oder Bauteil	450 (232)	30 (200)
				425 (218)	300 (2000)
	300 (149)	beliebig			
	Keine Einschränkungen; siehe NACE MR0175/ISO 15156 für Vorsichtshinweise.				
2507	Lösungsgeglüht und kaltgezogen	Nicht NACE-konform	entf.		
	Lösungsgeglüht	A.24	450 (232)	3 (20)	

➤ Lesen Sie mehr über NACE

^① H₂S Partialdruck ist der Druckanteil des Schwefelwasserstoffgas zum Gesamtdruck. Beispiel für Partialdruck: Luft besteht zu 21% aus Sauerstoff; wenn der gesamte Luftdruck 1,00 atm beträgt, ist der Partialdruck von Sauerstoff 0,21 atm.
Siehe ANSI/NACE MR0175/ISO 15156 für detaillierte Informationen zu den Umgebungsgrenzwerten von Legierungen.

NACE-Anforderungen für Alloy 2507 Super-Duplex-Rohrverschraubungen

Damit eine Swagelok Rohrverschraubung aus Alloy 2507 richtig funktioniert, müssen die Überwurfmutter und Klemmringe aus kalt gezogenem Stangenmaterial hergestellt sein. Dieses Material hat die nötige Festigkeit, um ein 2507-Rohr (das eine hohe Oberflächenhärte aufweist) zu erfassen und auch bei den hohen Arbeitsdrücken zu halten, die im Swagelok [Rohrdatenblatt MS-01-107](#) aufgelistet sind.

Swagelok Alloy 2507 Rohrverschraubungen mit Bestellnummern, die eine -SG2-Bezeichnung aufweisen, entsprechen den NACE MR0175/ ISO 15156-Anforderungen zur Anwendung in allen Geräten, im Sinne der Tabelle A.24 der Norm, wenn die Verschraubung im Inneren, aber nicht im Äußeren, mit Sauer gas benetzt ist.

NACE MR0175/ISO 15156 Standardanforderungen für Alloy 2507:

- Gerade Rohrverschraubungskörper werden aus lösungsgeglühtem Stangenmaterial aus Alloy 2507 hergestellt
- Geformte Rohrverschraubungskörper werden aus lösungsgeglühten Schmiedekörpern aus Alloy 2507 hergestellt
- Externe Gewinde eines Rohrverschraubungskörpers, die nicht medienberührt sind, können im Fertigungsprozess gerollt werden
- Intern medienberührte Gewinde werden geschnitten
- Rohrverschraubungsüberwurfmutter werden aus kaltgezogenem 2507-Stangenmaterial hergestellt, sind aber nicht medienberührt
- Hintere Klemmringe werden aus kaltgezogenem 6-Moly-Stangenmaterial hergestellt, sind aber nicht medienberührt
- Vordere Klemmringe werden aus kaltgezogenem Alloy 2507-Stangenmaterial hergestellt
- Die Nase am vorderen Klemmring ist medienberührt; sie ist druckbelastet und daher besteht keine Gefahr von SCC oder Sauer gasrisse, weil per Norm eine Zugspannungskomponente notwendig ist um diese Risse zu ermöglichen
- Rohrstücke und Verschluss-Stopfen werden aus lösungsgeglühtem Alloy 2507-Stangenmaterial hergestellt



Der richtige Werkstoff ist wichtig Für weitere Informationen sollten Sie sich Swageloks vollständiges Datenblatt für *Alloy 2507 Super Duplex Rohrverschraubungen, Gewinde- und Schweiß fittings, die NACE MR0175 konform sind* [MS-06-115](#) ansehen.

➤ **Lesen Sie mehr über NACE**

NACE-Anforderungen für Alloy 625 Standard -Rohrverschraubungen und Rohrverschraubungen für mittleren Druck

Damit eine Swagelok-Rohrverschraubung und Rohrverschraubung für mittleren Druck aus Alloy 625 richtig funktioniert, müssen die Überwurfmutter und Klemmringe aus kalt gezogenem Stangenmaterial hergestellt sein.

Dieses Material hat die richtige Festigkeit um 625-Rohre zu erfassen und den hohen Arbeitsdrücken zu widerstehen, die unter *Swagelok Rohrdatenblatt*, [MS-01-107](#) und *Swagelok Verschraubungen und Adapter für mittleren und hohen Druck—Sonderlegierungsmaterialien [MS-02-474](#) aufgelistet sind.*

Verschraubungen mit Körpern aus kaltgezogenem Stangenmaterial entsprechen den Anforderungen von NACE MR0175/ISO 15156 [Tabelle A.14](#). Verschraubungen, die den Anforderungen von [Tabelle A.13](#) entsprechen, werden wie folgt hergestellt:

- Gerade Rohrverschraubungskörper werden aus geglühtem Stangenmaterial hergestellt
- Geformte Rohrverschraubungskörper werden aus geglühten Schmiedstücken oder geglühtem Stangenmaterial hergestellt
- Rohrverschraubungsüberwurfmutter werden aus lösungsgeglühtem und kaltgezogenem Stangenmaterial hergestellt, sind aber nicht medienberührt
- Hintere Klemmringe werden aus lösungsgeglühtem und kaltgezogenem Stangenmaterial hergestellt, sind aber nicht medienberührt
- Vordere Klemmringe werden aus lösungsgeglühtem und kaltgezogenem Stangenmaterial hergestellt
- Die Nase am vorderen Klemmring ist medienberührt; sie ist druckbelastet und daher besteht keine Gefahr von SCC oder Sauergerissen, weil per Norm eine Zugspannungskomponente notwendig ist um diese Risse zu ermöglichen
- Stopfen, Rohrstücke und Rohradapter werden aus geglühtem Stangenmaterial hergestellt



➤ **Lesen Sie mehr über NACE**

NACE-Anforderungen für Rohrverschraubungen, Schweiß- und Gewindefittings aus 6-Moly Legierungen

Die Norm NACE MR0175/ISO 15156 enthält Tabellen, die Werkstoffanforderungen und Umweltbeschränkungen für Werkstoffe zur Verwendung in vorgelagerten Sauer gas-Anwendungen beschreiben. Die [Tabellen A.8 und A.11](#) der Norm NACE MR0175/ISO 15156 definieren die Anforderungen für 6-Moly Legierungen.

[Tabelle A.8](#) gibt die Umwelt- und Werkstoffbeschränkungen für hochlegierte austenitische Edelstähle an, die für Geräte oder Bauteile in Sauer gasanwendungen eingesetzt werden.

[Tabelle A.11](#) definiert die Umwelt- und Werkstoffbeschränkungen für hochlegierte austenitische Edelstähle, die für Instrumentierungs- und Steuerleitungen, Klemmringverschraubungen sowie Oberflächen- und Bohrlochsiebe eingesetzt werden.



Bauteil	Werkstoff	ASTM-Spezifikation	Kennzeichnung
1 Mutter	Alloy 254 (UNS S31254) or Alloy 6HN (UNS N08367)	A479 ^①	254 oder 6HN auf Oberfläche
2 Hinterer Klemmring	6HN (UNS N08367)	A479 ^②	6HN am Außenrand
3 Vorderer Klemmring	Alloy 254 (UNS S31254) or Alloy 6HN (UNS N08367)	A479 ^①	254 oder 6HN am Außenrand
4 Körper	Alloy 254 (UNS S31254) or Alloy 6HN (UNS N08367)	Gerader Körper— A479 ^① Geformter Körper— A182	Rohrverschraubungen — 254 oder 6HN am Halsstück Schweißverschraubung— 254 or 6HN am Körper Gewinde- und Schweißfittings— SG am Körper

Medienberührte Bauteile sind *kursiv* dargestellt

① A479 (mit Ausnahme von Verlängerung, Reduzierungsbereich und Härte bei kaltgezogenen Stangen)

② A479 (mit Ausnahme von Verlängerung und Härte)

Der richtige Werkstoff ist wichtig Für weitere Informationen sollten Sie sich Swageloks vollständiges Datenblatt für Rohrverschraubungen, Gewinde- und Schweißfittings aus 6-Moly Legierung ansehen, die NACE MR0175/ISO 15156 konform sind, [MS-06-122](#).

NORSOK Standards

NORSOK-Standards (die von der norwegischen Petroleumindustrie entwickelt wurden) beschreiben die Material- und Lieferkettenanforderungen mit einem Fokus auf:

- Gewährleistung der Sicherheit und der Kosteneffizienz des Betriebs
- Ersatz der Vorgaben des Ölkonzerns
- Bereitstellung einer Grundlage für einen internationalen Standardisierungsprozess
- Zurücknahme des Standards nach Veröffentlichung des internationalen Standards

Als Reaktion auf das wachsende Interesse an NORSOK-zugelassenen Produkten, können wir Ihnen ein Angebot für Rohrverschraubungen, Gewindefittings und ausgewählten industriellen Ventilprodukten aus NORSOK-zertifiziertem Material vorlegen.

Wir bieten Produkte an, die aus Stangenmaterial und Schmiedekörpern in den Materialien Alloy 2507, 254 und 6HN hergestellt sind und den Anforderungen des NORSOK M-650 Lieferketten-Qualifikationsstandards entsprechen.

> **Lesen Sie mehr über NORSOK**



NORSOK Normen

Diese Tabelle enthält Details zu den Normen.

Standard	Beschreibung
M-650: Qualifikation für Hersteller von Sondermaterialien	Umfasst Qualifikationsanforderungen zur Bestätigung, dass der Hersteller: <ul style="list-style-type: none"> • Über genügend Kompetenz und Erfahrung mit den jeweiligen Materialgütern verfügt • Über die notwendigen Einrichtungen und Geräte verfügt, um diese Güten in den erforderlichen Formen und Größen mit akzeptablen Eigenschaften herzustellen Bezieht sich auch auf Datenblätter für andere Produktformen, einschl. nahtloser und geschweißter Rohre, Verschraubungen, Schmiedekörper, Platten, Gusskörper, Stangen und Rohre.
M-001: Werkstoffauswahl	Liefert gemeinsam mit ISO 21457 Leitlinien zur Werkstoffauswahl für die Öl- und Gasgewinnung auf Offshore-Anlagen, einschl.: <ul style="list-style-type: none"> • Korrosionsschutz und Kontrolle • Designeinschränkungen für bestimmte Werkstoffe • Qualifikationsanforderungen für neue Werkstoffe und Anwendungen
M-630: Materialdatenblätter und Elementdaten für Rohre	Liefert Datenblätter für die folgenden Werkstoffe: <p>Kohlenstoffstahl: Typ 235, Typ 235LT, Typ 360LT</p> <p>Ferritischer/austenitischer Edelstahl: Typ 22Cr, Typ 25Cr</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kupfer/Nickel 90/10 und andere Kupferlegierungen • Nickelbasierte Legierungen: Typ 625 • Polymere, einschl. glasfaserverstärkt • Austenitischer Edelstahl: Typ 6Mo • Austenitischer Edelstahl: Typ 316 • Titan • Hochfeste, niedrig legierte Stähle

Schulung Werkstoffwissenschaften

Treffen Sie die beste Auswahl für Ihre Anwendung

Swagelok bietet *Schulungen zu Werkstoffwissenschaften*. Lernen Sie mehr über die Auswahl der optimalen korrosionsbeständigen Werkstoffe für Anwendungen, die Produkte mit bestimmten Druckraten erfordern, die in sehr niedrigen oder sehr hohen Temperaturen eingesetzt werden, Korrosionsgefahr widerstehen, bestimmten Industrienormen entsprechen oder bestimmte Leistungsanforderungen erfüllen müssen.

- Wählen Sie die richtigen Werkstoffe, um Ihre Fluidsysteme leckdicht zu halten und effizienten Betrieb zu gewährleisten
- Erfahren Sie, wie bestimmte Legierungen korrosionsbeständig sind, wie sich Werkstoffe verhalten, und wie sich Industrienormen auf Ihre Werkstoffauswahl auswirken

Lerninhalt

- Prinzipien der Werkstoffwissenschaft, Korrosion und andere Faktoren, die sich auf die Werkstoffeigenschaften auswirken
- Arten von Korrosion und wie bestimmte Legierungen Korrosionsschutz bieten
- Auswahl der optimalen Werkstoffe für anspruchsvolle Anwendungen basierend auf Druck- und Temperaturraten, Korrosionsrisiko und Einhaltung der geltenden Vorschriften
- Auswahl der richtigen Werkstoffe bei Sauerstoffkorrosion und NACE-Normen
- Wichtige Konzepte zur Zusammensetzung und dem Verhalten von Werkstoffen, darunter auch eine sehr detaillierte Einsicht in Metalle und mikrostrukturelle Eigenschaften sowie mechanische Eigenschaften von Werkstoffen



Weitere Ressourcen

Qualität und Zuverlässigkeit

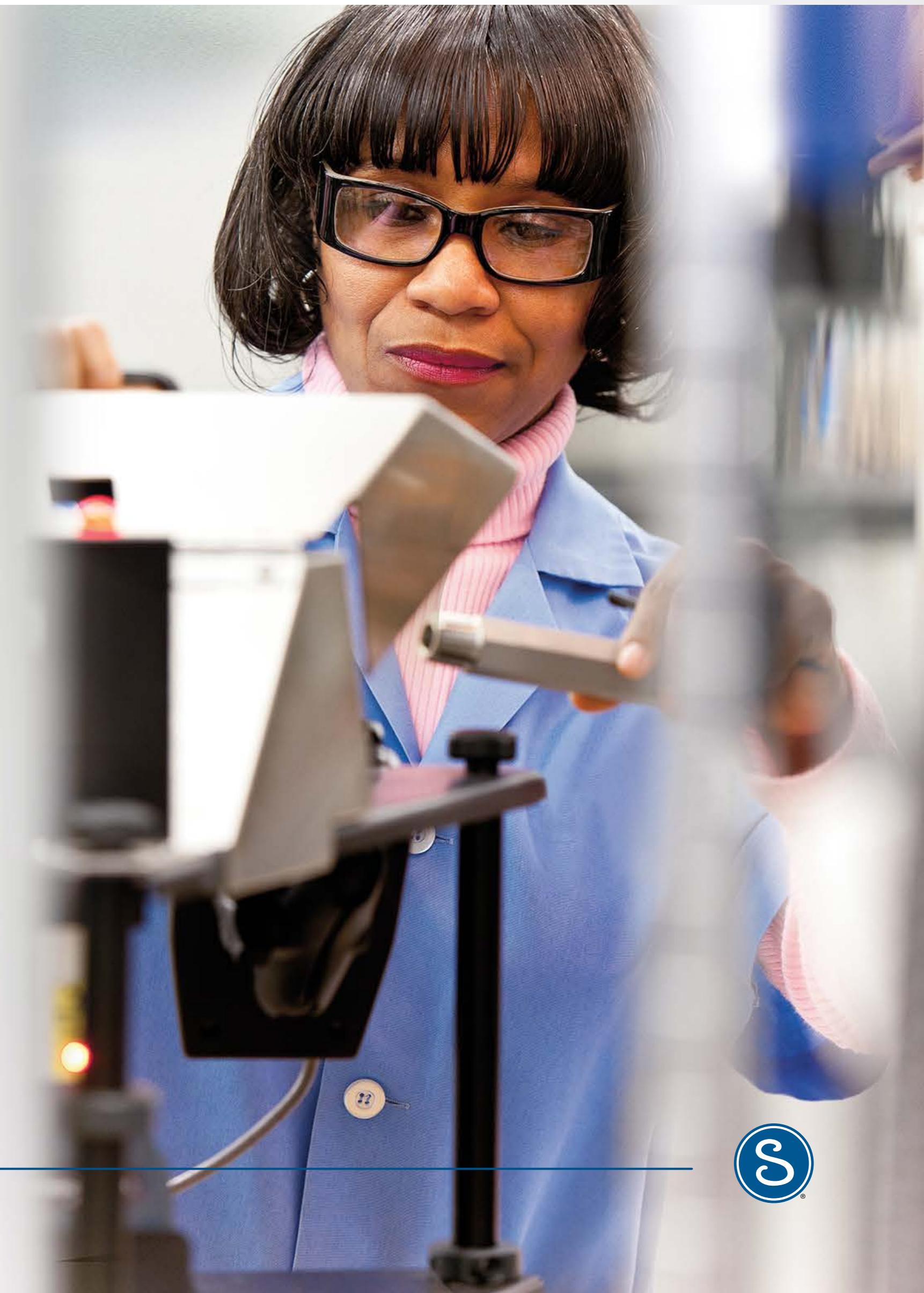
Für hervorragende Leistungen und eine lange Lebensdauer von Fluidsystemprodukten müssen die Konstruktion und der Werkstoff zusammenpassen. Daher hat Swagelok nicht nur eine eigene Qualitätsabteilung – unser gesamtes Unternehmen hat sich der höchsten Qualität verschrieben, wozu auch Produktbewertungen und Testberichte für alle Speziallegierungen gehören.

Statt Material von der Stange zu kaufen, wird bei uns die Materialqualität durch folgende Maßnahmen gründlich kontrolliert:

- Die Materialhersteller müssen strengere Legierungs- und Qualitätsvorgaben erfüllen
- Anwenden von PMI (positive material identification)
- Herstellung der eigenen Werkzeuge
- Verwendung technologiebasierter Methoden von zerstörungsfreien Prüfungen
- Einstellung von Ingenieuren, die sich ausschließlich mit der Lieferkette beschäftigen

Diese Maßnahmen verbessern die Materialkonsistenz und verhindern, dass Fehler in das Endprodukt eingehen. Nach der Installation in Ihr System sind alle von uns verkauften Produkte durch unsere [begrenzte lebenslange Garantie](#) gedeckt.

➤ **Lesen Sie mehr zu Weitere Ressourcen**



Weitere Ressourcen

Produkt- und Systemschulung

Erfahren Sie mehr über Fluidsysteme und verbessern Sie die Fähigkeiten Ihres Teams mit unserem vollständigen Angebot an Schulungsprogrammen.

Evaluierungs- und Beratungsservice

Wenn Sie zusätzliche Unterstützung benötigen, können wir zu Ihnen kommen und Ihre Probeentnahmesysteme, Schlauch- und Dampfsysteme und mehr evaluieren und auf Probleme analysieren.

Swagelok® Custom Solutions

Wir helfen Ihnen bei der Entwicklung, Spezifizierung und beim Bau von Fluidsystem-Baugruppen. Wir liefern Ihnen eine professionelle, wiederholbare Lösung mit Tests, Inspektionen und Verpackung - und all das mit Swageloks [begrenzter lebenslanger Garantie](#).

Technische Beratung finden

Möchten Sie sich über Ihre Materialanforderungen unterhalten? Kontaktieren Sie Ihr autorisiertes Vertriebs- und Servicezentrum.

> Lesen Sie mehr zu Weitere Ressourcen



Weitere Ressourcen

Verwenden Sie die nachstehenden Links zum Zugang zu mehr
hilfreichem Referenzmaterial:

Artikel

[World Oil](#): Preventing pitting and crevice corrosion of offshore stainless steel tubing

[Offshore Magazine](#): Selecting fluid system components for use in sour oilfields

Handbuch

[Rohr-Datenblatt](#) MS-01-107

[Rohrdaten- Überprüfte Kombinationen](#) MS-06-117

Produkttestberichte

Chlorid-Spannungsrissskorrosionstest (CSCC) von überprüften Swagelok®
-Rohrverschraubungskombinationen aus Edelstahl 316

[PTR-4183](#) - Chlorid-Spannungsrissskorrosionstest

Super Austenitic 254 SMO® (6-Moly) Edelstahlrohre mit Swagelok® Edelstahl-
Rohrverschraubungen

[PTR-2834](#) - Zugprüfung

[PTR-2835](#) - Hochtemperaturwechsel- und hydrostatischer Drucktest

[PTR-2836](#) - Tieftemperaturwechsel- und hydrostatischer Drucktest

[PTR-2841](#) - Drehbiegungstest

[PTR-2849](#) - Hydraulik-Impulstest und hydrostatischer Drucktest

[PTR-2852](#) - hydrostatischer Drucktest

[PTR-2853](#) - Dichtigkeitsprüfung mit Stickstoff bei wiederholter Montage

NACE und Norsok

NACE and Norsok konforme Ventile [SCS-00193](#)

SICHERE PRODUKTAUSWAHL

Bei der Auswahl von Produkten muss das gesamte Systemdesign berücksichtigt werden, um eine sichere, störungsfreie Funktion zu gewährleisten. Der Systemdesigner und der Benutzer sind für Funktion, Materialverträglichkeit, entsprechende Leistungsdaten und Einsatzgrenzen sowie für die vorschriftsmäßige Handhabung, den Betrieb und die Wartung verantwortlich.

HASTELLOY® & HAYNES® sind eingetragene Handelsnamen der Haynes International, Inc.

MONEL®, INCOLOY® & INCONEL® sind eingetragene Handelsnamen der Huntington Alloys Corporation.

Offshore Magazine wird von der PennWell Corporation herausgegeben © 2007-2018

World Oil wird von der Gulf Publishing Company herausgegeben © 2017-2018

NACE® - NACE International—The Corrosion Society © 2018 Alle Rechte vorbehalten.

TUNGUM ist ein eingetragenes Warenzeichen von TUNGUM HYDRAULICS LIMITED

SANICRO ist ein eingetragenes Warenzeichen von SANDVIK INTELLECTUAL PROPERTY AB

254 SMO ist ein eingetragenes Warenzeichen von Outokumpu Oyj

Alle abgebildeten Dienstleistungsmarken und Schutzmarken sind von der Swagelok Company eingetragen,

Soweit nicht anders angegeben. www.swagelok.com

© 2019-2020 Swagelok Company, Swagelok TM - Swagelok Company

CORP-0171, RevC, Mai 2020