



# Werkstoff-Tabelle

Werkstoff	Materialstärke (mm)	Minimale Zugfestigkeit (N/mm)	Scherfestigkeit (N/mm)	Max. empfohlene Betriebstemp.	Elastizitätsmodul (N/mm)	Chem. Zusamm.	AFNOR	DIN
<b>Kohlenstoffstahl</b>								
Vergütet im Ölbad SAE 1070 - 1090	0,152 - 0,356	1855	1055	121	20,7 x 10 <sup>4</sup>	Kohlenstoffstahl XC67 bis XC75	N/A	1,1231- 1,1248 <sup>1</sup>
	0,357 - 0,533	1758	1000					
	0,534 - 1,092	1524	869					
	1,093 & larger	1455	827					
Kaltgezogen SAE 1060 - 1075	0,152 - 0,762	1586	896	121	20,7 x 10 <sup>4</sup>	Kohlenstoffstahl XC67 bis XC75	N/A	1,1231- 1,1248 <sup>1</sup>
	0,763 - 2,794	1248	710					
	2,795 - 5,588	1076	614					
<b>Edelstahl</b>								
AISI 302 AMS-5866	0,051 - 0,559	1448	820	204	19,3 x 10 <sup>4</sup>	X10 CrNi 18-8	N/A	1,4310
	0,560 - 1,194	1379	786					
	1,195 - 1,575	1276	724					
	1,576 - 1,880	1207	689					
	1,881 - 2,261	1138	648					
	2,262 & larger	1069	607					
AISI 316 ASTM A313 <sup>1</sup>	0,051 - 0,584	1344	765	204	19,3 x 10 <sup>4</sup>	X 5 CrNiMo 17-12-2	Z 7 CND 17-12-2	1,4401
	0,585 - 1,219	1310	745					
	1,220 - 1,549	1207	683					
	1,550 & larger	1172	669					
17-7 PH/CH900 Condition CH900 AMS-5529		1655 <sup>2</sup>	945 <sup>2</sup>	343	20,3 x 10 <sup>4</sup>	X 7 CrNiAl 17-7	Z 9 CNA 17-07	1,4568
<b>Speziallegierungen</b>								
A-286 AMS-5810		1276 <sup>2</sup>	724 <sup>2</sup>	538		X 6 NiCrTiMoVB 25-15-2	Z6NCT- DV25-15	1,4980
INCONEL <sup>®</sup> Alloy X-750 Spring Temper AMS-5699 <sup>3</sup>		1517 <sup>2</sup>	862 <sup>2</sup>	371	21,4 x 10 <sup>4</sup>	NiCr 15 Fe 7 TiAl	NC 15 Fe 7 TA	2,4669
INCONEL <sup>®</sup> Alloy X-750 No. 1 TEMPER "MAX. Rc 35" AMS-5699 <sup>1,3</sup>		938 REF	531					
INCONEL <sup>®</sup> Alloy X-750 No. 1 TEMPER AMS-5698		1069 <sup>2</sup>	607 <sup>2</sup>					
INCONEL <sup>®</sup> Alloy 718 AMS-5596 <sup>1</sup>		1241 <sup>2</sup>	703 <sup>2</sup>	704	20,4 x 10 <sup>4</sup>	NiCr 19 NbMo	NC 19 FeNb	2,4668
ELGILOY <sup>®</sup> AMS-5876 <sup>1,3</sup>	≤ 0,102	2068 <sup>2</sup>	1179 <sup>2</sup>	427	20,7 x 10 <sup>4</sup>	CoCr20 Ni16 Mo7	N/A	N/A
	0,103 - 0,483	1999 <sup>2</sup>	1138 <sup>2</sup>					
	0,484 - 0,635	1931 <sup>2</sup>	1096 <sup>2</sup>					
	0,636 - 2,540	1862 <sup>2</sup>	1062 <sup>2</sup>					
BERYLLIUM KUPFER TEMPER TH02 ASTM B197 <sup>1</sup>		1276 <sup>2</sup>	883 <sup>2</sup>	204	12,8 x 10 <sup>4</sup>	CuBe2	N/A	2,1247
MP35N <sup>®</sup> AMS 5758 <sup>1</sup>		1655	1034	316	23,5 X 10 <sup>4</sup>	N/A	N/A	2,4999
Hastelloy <sup>®</sup> C-276 ASTM B 74 <sup>1</sup>	< 0,406	1586	903	399	20,5 x 10 <sup>4</sup>	NiMo 16Cr15W	N/A	2,4819
	0,406 - 0,813	1448	820					
	0,813 - 1,372	1379	786					
	1,372 & larger	1310	745					
Monel <sup>®</sup> K-500 QQ-N-286 <sup>1</sup>		1172	669	288	17,9 x 10 <sup>4</sup>	NiCu30Al	N/A	2,4375
Hinweis: Weitere Werkstoffe sind u.a. Phosphorbronze, Edelstahl 1.4006, MONEL <sup>®</sup> 400, Waspaloy <sup>®</sup> , Duplexstahl usw. Wenden Sie sich für weitere Auskünfte an die Entwicklungsabteilung von TFC.								
<sup>1</sup> Verweis nur für chemische Zusammensetzung <sup>2</sup> Nach der Ausscheidungshärtung erhaltene Werte <sup>3</sup> Entspricht dem NACE-Standard MR-0175 <sup>4</sup> Eine Überschreitung dieser Temperaturen führt zu erhöhter Materialermüdung. Wenden Sie sich für die Hochtemperaturanwendungen an die Entwicklungsabteilung von TFC. <sup>5</sup> ELGILOY ist ein eingetragenes Markenzeichen von Combined Metals of Chicago. INCONEL und MONEL sind eingetragene Markenzeichen von Special Metals Corporation. HASTELLOY ist ein eingetragenes Markenzeichen von Haynes International. WASPALOY ist ein eingetragenes Markenzeichen von United Technologies Corp. MP35N ist ein eingetragenes Markenzeichen von SPS Technologies Inc. <sup>6</sup> L'Association française de normalisation abrégée								



## Wahl des Werkstoffs

Die Wahl des richtigen Werkstoffs ist immer abhängig von den Umgebungsbedingungen in der Anwendung. TFC bietet daher verschiedene Materialgüten bei den Wellenfedern & Sicherungsringen an, die entweder standardmäßig oder als Sonderteil erhältlich sind.

### Kohlenstoffstahl

Sicherungsringe und Wellenfedern von TFC sind standardgemäß in zwei Kohlenstoffstahl-Ausführungen erhältlich. Kohlenstoffstahl ist kostengünstig und langlebig, verfügt aber über eine geringe Korrosionsbeständigkeit. Er ist sehr magnetisch und liegt in unterschiedlichen Farben wie Blau, Grau und Schwarz vor. Zum Schutz beim Transport und während der Lagerung werden unsere Teile aus Kohlenstoffstahl mit einem im Tauchbad aufgetragenen Ölfilm geliefert.

#### SAE 1070-1090

Die im Ölbad vergüteten, hoch kohlenstoffhaltigen Federstähle nach SAE 1070-1090 sind die von TFC am häufigsten verwendeten C-Stähle. Für die maximale Zugfestigkeit und Streckgrenze sorgt die Wärmebehandlung im Ölbad zur Optimierung des Martensitgefüges.

#### SAE 1060-1075

Die nach SAE 1060-1075 vergüteten, hoch kohlenstoffhaltigen Federstähle verdanken ihre Güte dem Prozess des Kaltziehens.

Kohlenstoffstahl eignet sich für den Einsatz in geschützten Umgebungen, wo kein Kontakt mit korrosiven Medien möglich ist bzw. der Stahl durch einen Schmierfilm geschützt wird. Zusätzlichen Korrosionsschutz gewährleisten Oberflächenbehandlungen.



### Edelstahl

TFC bietet drei Edelstahl-Sorten für Sicherungsringe und Wellenfedern an. Edelstahl 302 und 316 wird standardgemäß für Sicherungsringe und Edelstahl 17-7 PH für Wellenfedern verwendet. Edelstahl ist im Vergleich zu Kohlenstoffstahl zwar teurer, bietet jedoch eine bessere Korrosions- und höhere Temperaturbeständigkeit. Er ist leicht magnetisch und liegt in unterschiedlichen Farben wie Blau, Braun und Silber vor. Teile aus Edelstahl werden bei TFC grundsätzlich einer Ultraschallreinigung und Dampffettung unterzogen.

#### 302

Dieser Edelstahl wird aufgrund seiner guten Korrosionsbeständigkeit und guten physikalischen Eigenschaften geschätzt. 302 Edelstahl erhält seine Federhärte durch Kaltverformung. Obwohl er als nichtmagnetisch eingestuft wird, weist dieser Edelstahl infolge der Kaltverformung einen geringen Restmagnetismus auf. Er ist nicht durch Wärmebehandlung härtbar.

#### 316

316 Edelstahl ist hinsichtlich seiner physikalischen Eigenschaften und Temperaturbeständigkeit nahezu identisch mit dem 302 Edelstahl. Durch den Zusatz von Molybdän weist er jedoch eine bessere Beständigkeit gegen Korrosion, insbesondere gegen Lochfraß auf. Der Restmagnetismus ist geringer gegenüber dem 302. Allerdings steigt er wie beim 302 Edelstahl mit jeder Kaltverformung an. Er ist nicht durch Wärmebehandlung härtbar.

#### Edelstahl 17-7 PH Condition CH900

Dieser Edelstahl besitzt eine ähnliche Korrosionsbeständigkeit wie 302 Edelstahl und bietet eine hohe Zugfestigkeit und Streckgrenze. Bei ermüdungskritischen Anwendungen und sehr hoher Belastung übertrifft der Edelstahl 17-7 sogar die höchste Güte von Kohlenstoffstahl. Diese Legierung erhält ihre Federeigenschaften durch Ausscheidungshärtung von Zustand C zu Zustand CH900. Dadurch kann der Werkstoff bei Temperaturen von 343° (650° F) eingesetzt werden, ohne seine Federeigenschaften zu verlieren. Der 17-7 PH Condition CH900 weist einen ähnlichen Magnetismus wie Hartstahl auf. Nach der Ausscheidungshärtung hat der 17-7 eine blaue, braune bzw. silberne Farbe; erfolgt die Wärmebehandlung unter kontrollierter Atmosphäre, ist die Farbe heller.



## Superlegierungen

In Fällen, in denen Kohlenstoff- und Edelstahl nicht den anwendungsspezifischen Anforderungen genügen, hilft TFC mit Superlegierungen aus. Superlegierungen stellen sicher, dass der Werkstoff seine Eigenschaften unter extremen Betriebsbedingungen beibehält, sind nicht magnetisch und haben eine blaue, braune oder silberne Farbe.

Ihre Wärmebehandlung erfolgt an Luft oder unter kontrollierter Atmosphäre im Ofen. Eine Wärmebehandlung an Luft kann zu Zunder und somit nicht selten zu dunklen Rückständen führen. Wird die Wärmebehandlung unter kontrollierter Atmosphäre durchgeführt, erhalten die Teile eine zunderfreie hellere Oberfläche.

### Inconel® X-750

Inconel X-750 ist eine Nickel-Chrom-Legierung, die durch Ausscheidungshärtung in den Zustand „federhart“ gebracht wird, um Temperaturen von bis zu 371°C widerstehen zu können. Zur Erzielung geringfügig abweichender physikalischer Eigenschaften stehen weitere Vergütungsverfahren zur Verfügung. Darüber hinaus hält TFC gemäß Ihren Anforderungen von der National Association of Corrosion Engineers (NACE) zugelassene Werkstoffe bereit.

### Legierung A286

Die Legierung A286 auf Nickel-Eisen-Basis bietet ähnliche Eigenschaften wie Inconel X-750, zeichnet sich jedoch zusätzlich durch eine Temperaturbeständigkeit von bis zu 538°C aus. Sie erhält ihre Federhärte durch Ausscheidungshärtung.

### Elgiloy®

Elgiloy ist eine für ihre hohe Festigkeit und ausgezeichnete Korrosionsbeständigkeit geschätzte Legierung auf Kobaltbasis. Sie eignet sich für Umgebungen mit Betriebstemperaturen von bis zu 427°C. Elgiloy weist gegenüber anderen NACE-zugelassenen Werkstoffen eine bessere Spannungsrisssbeständigkeit in schwefeligen Umgebungen auf.

### MP35N®

Die Legierung MP35N auf Nickel-Kobalt-Basis zeichnet sich durch hohe Festigkeit und Korrosionsbeständigkeit aus. Sie ist für den Einsatz in Umgebungen mit Temperaturen von bis 316°C ausgelegt und wird oft für die Öl- und Gasindustrie-Anwendungen genutzt.

### Hastelloy® C-276

Die gemeinhin in der Chemieindustrie verwendete Legierung Hastelloy C-276 auf Nickelbasis macht sich besonders gut in Anwendungen bewährt, die Korrosion ausgesetzt sind. Wie andere Legierungen auf Nickelbasis lässt sie sich leicht dehnen und formen und verfügt über eine ausgezeichnete Beständigkeit gegen Spannungsrissskorrosionen in Chloridlösung. Sie hält Temperaturen von bis zu 399°C stand.

### Monel® K-500

Monel K-500 ist eine für ihre hervorragende Korrosionsbeständigkeit, Festigkeit und Härte bekannte Legierung auf Nickel-Kupfer-Basis, die Temperaturen von bis zu 288°C standhält.

1 ICONEL X-750 und MONEL sind eingetragene Markenzeichen von Special Metals Corporation.

2 ELGILOY ist ein eingetragenes Markenzeichen von Combined Metals of Chicago.

3 MP35 ist ein eingetragenes Markenzeichen von SPS Technologies Inc.

4 HASTELOY ist ein eingetragenes Markenzeichen von Haynes International.



## Kupferlegierungen

Für Ihre Anwendungen, bei denen Magnetismus oder Leitfähigkeit eine wichtige Rolle spielen, hält Smalley eine Reihe von Kupferlegierungen parat. TFC hat vornehmlich zwei Kupferlegierungen als Sonderwerkstoff im Angebot.

### Berylliumkupfer-Legierung Nr. 25

Berylliumkupfer ist nicht magnetisch und zählt zu den von TFC angebotenen elektrisch leitfähigsten Werkstoffen. Diese i.d.R. gehärtete Legierung besteht durch ihre Kombination aus niedrigem Elastizitätsmodul und einer hohen ultimativen Zugfestigkeit. Die Legierung erhält ihre physikalischen Eigenschaften durch Ausscheidungshärtung. Im Vergleich zu anderen Kupferlegierungen hat Berylliumkupfer die größte Zugfestigkeit und hält Temperaturen bis zu 204°C stand.

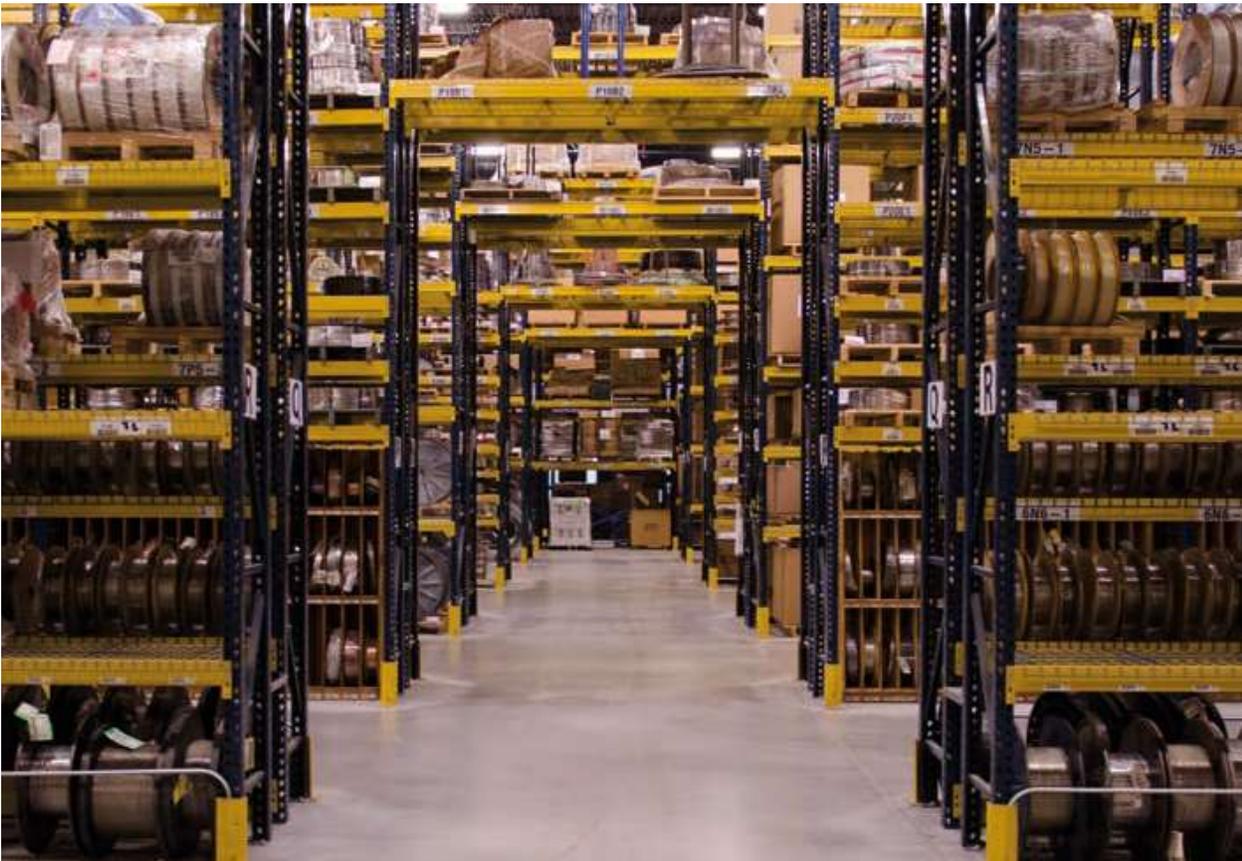
### Phosphorbronze, Güterklasse A

Die nicht magnetische Phosphorbronze verfügt über eine angemessene elektrische Leitfähigkeit. Zur Optimierung der Federeigenschaften wird diese Legierung im federharten Zustand gekauft. Sie lässt sich nur durch Kaltverformung härten. Phosphorbronze weist gute Federeigenschaften auf und wird hinsichtlich der Leistung knapp unter Berylliumkupfer eingeordnet.

### Sonstige Werkstoffe

Neben den oben angeführten Werkstoffen bietet TFC weitere Werkstoffe, Edelstahl 1.4006 und Waspaloy. Sollte der von Ihnen gewünschte Werkstoff nicht darunter sein oder sollten Sie Fragen haben und weitere Auskünfte benötigen, wenden Sie sich bitte an die Entwicklungsabteilung von TFC.

Das Foto unten zeigt eines der Walzwerke von Smalley.





## Oberflächenbehandlung, Plattierung & Beschichtung

Nachdem Sie den geeigneten Werkstoff ausgewählt haben, erfordert Ihre Anwendung möglicherweise eine Oberflächenbehandlung, Plattierung oder Beschichtung. Diese zusätzlichen Verfahren dienen der Verbesserung von Funktion, Optik und Leistung des Teils.

### Brünierung - Black Oxide

#### **MIL-DTL-13924, Klasse 1**

Durch dieses Verfahren erhält die Oberfläche ein mattschwarzes Finish. Sie dient i.d.R. eher der Optik als der Verbesserung der Korrosionsbeständigkeit.

### Ölbad

Hierbei handelt es sich um die Standard-Oberflächenbehandlung für alle TFC Produkte aus Kohlenstoffstahl. Das Öl sorgt für Korrosionsbeständigkeit beim Transport und unter normalen Lagerbedingungen. Dieses Verfahren ist nicht als dauerhafte Oberflächenvergütung anzusehen.

### Passivierung

#### **AMS 2700, Methode 1, Typ 2, Klasse 3**

Passivierung ist ein optionales Reinigungsverfahren für Edelstahl, durch das eine helle Oberfläche und eine bessere Korrosionsbeständigkeit entsteht. Bei der Passivierung werden Eisenpartikel und andere Substanzen aufgelöst, die sich während der Fertigung an der Edelstahl-Oberfläche angeheftet haben. Werden diese Fremdpartikel nicht beseitigt, kann es zu Korrosion, Verfärbung oder Grübchenbildung (Pitting) kommen.

### Zinkphosphatierung

#### **MIL-DTL-16232, Typ Z, Klasse 2**

Durch die bisweilen auch als „Parkerisieren“ bezeichnete Zinkphosphatierung entsteht eine grau-schwarze Verfärbung. Bei der Phosphatierung wird im Vergleich zu Edelstahl eine schlechtere Korrosionsbeständigkeit erzielt. Die Zinkphosphatierung eignet sich nicht für Edelstahl.

### Zinkbeschichtung

#### **Zinkbeschichtet, ASTM B633,**

#### **Typ V, Fe/Zn 5, SC1 (farblos)**

#### **Zinkbeschichtet, ASTM B633,**

#### **Typ V, Fe/Zn 5, SC1 (farbiges Chromat)**

Die Zinkbeschichtung wird bei Kohlenstoff eingesetzt, um eine bessere Korrosionsbeständigkeit des Produkts zu erhalten. Oftmals wird sie als kosteneffektive Alternative zu anderen Beschichtungen oder Edelstahl eingesetzt. Unsere Standard-Zinkbeschichtungen, Typ V und Typ VI, sind RoHS-konform. Die Stärke der Beschichtung muss vom Kunden definiert werden. Bei mehrlagigen Ringen und Federn ist beim Zinkbeschichten nicht gewährleistet, dass eine Beschichtung zwischen Windungen erfolgt. (Weil dieses Verfahren zu Wasserstoffversprödung bei den Ringen führen kann, bietet TFC Edelstahl als bevorzugte Alternative zu Kadmium- und Zinkbeschichtungen an.)