

# Unsere bevorzugten Werkstoffe:

<b>1</b>	<b>Allgemein: Werkstoffeigenschaften.....</b>	<b>3</b>
1.1	Dichte .....	3
1.2	Härte.....	3
1.3	Elastizitätsmodul (E-Modul) .....	4
1.4	Zugfestigkeit .....	4
1.5	Elektrische Leitfähigkeit .....	5
1.6	Durchschlagfestigkeit.....	5
1.7	Zähigkeit.....	5
<b>2</b>	<b>Aluminium .....</b>	<b>6</b>
2.1	EN AW-5083 AlMg4,5Mn - 3.3547 .....	6
2.2	EN AW-7075 AlZn5,5MgCu - 3.4365 .....	6
2.3	EN AW-2017A AlCuMg1 – 3.1325 .....	7
2.4	EN AW-5754 AlMg3 – 3.3535 .....	7
2.5	EN AW-6082 AlMgSi1 – 3.2315 .....	7
2.6	EN AW-6060 AlMgSi0,5 – 3.3206 .....	8
2.7	EN AW-2007 AlCuMgPb – 3.1645 .....	8
<b>3</b>	<b>Kupferlegierungen .....</b>	<b>9</b>
3.1	CuZn39Pb3 - CW614N - 2.0401 (Messing).....	9
3.2	CuZn37Mn3Al2PbSi - CW713R - 2.0550 (Messing).....	9
3.3	CuZn37 - CW508L - 2.0321 (Messing).....	9
3.4	Cu-ETP - CW004A (E-Kupfer) .....	10
3.5	CuCr1Zr - 2.1293 - CW106C (Wirbalit-Legierung).....	10
3.6	Cu2Be - 2.1247 - CW104C (Wirbalit-Legierung) .....	10
3.7	CuSn8 - CW453K (Bronze).....	11
3.8	CuSn7Zn4Pb7 - 2.1090 - CC493K / RG7 (Rotguss) .....	11
<b>4</b>	<b>Kunststoffe .....</b>	<b>12</b>
4.1	PA6 Polyamid .....	12
4.2	PE-HD Polyethylen .....	12
4.3	PP-H Polypropylen.....	12
4.4	POM Polyoxymethylen (Delrin) .....	13
4.5	PEEK Polyetheretherketon .....	13
4.6	PTFE Polytetrafluorethylen .....	13
4.7	PA66 GF30 .....	14

4.8	PMMA Polymethylmethacrylat (Acrylglas, Plexiglas).....	14
4.9	PC Polycarbonat.....	14
4.10	PVC-U Polyvinylchlorid .....	15
4.11	PVDF Polyvinylidenfluorid.....	15
4.12	„S“ - grün .....	15
<b>5</b>	<b>Edelstahl.....</b>	<b>16</b>
5.1	1.4104 X14CrMoS17 .....	16
5.2	1.4301 X5CrNi18-10 .....	16
5.3	1.4305 X8CrNiS18-9.....	17
5.4	1.4404 X2CrNiMo17-12-2 .....	17
<b>6</b>	<b>Stahl.....</b>	<b>18</b>
6.1	1.0715 - 11SMn30 / 9SMn29 .....	18
6.2	1.0037 - S235JR - ST37 .....	18
6.3	1.0045 - S355JR - ST52 .....	19
6.4	1.0503 - C45.....	19
6.5	1.7131 - 16MnCr5.....	19
6.6	1.2842 - 90MnCrV8.....	19

# 1 Allgemein: Werkstoffeigenschaften

→ Werkstoffeigenschaften sind die physikalischen, chemischen und technologischen Eigenschaften eines Werkstoffes.

Einige typische Werkstoffeigenschaften sind:

Werkstoffeigenschaft	Werkstoffkennwert	Definition
Dichte		<b>Dichte</b> = physikalische Größe, die eine Massenverteilung beschreibt
Härte		<b>Härte</b> = mechanische Widerstand, den ein Körper dem Eindringen eines anderen Körpers entgegensetzt
Steifigkeit	E-Modul	<b>Steifigkeit</b> beschreibt Zusammenhang zwischen der Last, die auf einen Körper einwirkt und dessen <b>elastischer Verformung</b> .
	Schubmodul	
Festigkeit	Zugfestigkeit	<b>Festigkeit</b> = mechanische Widerstandsfähigkeit eines Stoffes gegenüber <b>plastischer Verformung</b> und Trennung
	Streckgrenze	
	Dehngrenze	

## 1.1 Dichte

→ gibt an, wie viel eine bestimmte Menge (bestimmtes Volumen) eines Stoffes wiegt.

- Formel/Einheit:  $\rho = \frac{m}{V} = \left[ \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} \right]$

## 1.2 Härte

→ ist der mechanische Widerstand, den ein Körper dem Eindringen eines anderen Körpers entgegensetzt.

*Die meisten Materialien großer Härte haben auch eine hohe Sprödigkeit, sie lassen sich also kaum plastisch verformen und brechen plötzlich.*

- Einige wichtige Härteprüfungen/Härteangaben:

Härteprüfung nach:	Prüfkörper	Angabe/Kürzel	Anwendungen bei:
Brinell	Kugel aus gehärtetem Stahl, bzw. Wolframkarbidkugel	HBW	Metalle
Vickers	Diamantpyramide	HV	Hartmetall, Keramik, Bleche
Rockwell	Diamantkegel	HRC	v.a. Metall
	Kugel aus gehärtetem Stahl	HRB	Metall, Kunststoff
Shore	federbelasteter Eindringkörper aus gehärtetem Stahl	ShoreA, ShoreB, ShoreC, ShoreD, Shore0, Shore00	für Elastomere und verformbaren Kunststoffe

- **Bsp1:** AlMg4,5Mn ca. 69-75 HBW
- **Bsp2:** 1.4305 ≤ 230 HBW

## Allgemein: Werkstoffeigenschaften

### 1.3 Elastizitätsmodul (E-Modul)

Vorab zur genauen Unterscheidung der Begriffe „E-Modul“ und „Steifigkeit“:

Steifigkeiten:

- 1) Dehnsteifigkeit = **E-Modul des Werkstoffes** · Querschnittsfläche
- 2) Biegesteifigkeit = **E-Modul des Werkstoffes** · Flächenmoment 2. Grades
- 3) Torsionssteifigkeit = Schubmodul des Werkstoffes · polares Flächenmoment 2. Grades

*Steifigkeiten bestehen immer aus einem Werkstoff- und einem Geometrieterm. Welche Werkstoffgröße eingesetzt wird (also Schub- oder Elastizitätsmodul) hängt von der Beanspruchung ab, welche die äußere Belastung hervorruft.*

#### Der Elastizitätsmodul (E-Modul):

→ **gibt an wieviel Widerstand ein Material seiner Verformung entgegensetzt.**

→ gibt Aufschluss über die Steifigkeit eines Materials (Bsp. Stahl ist steifer. Gummi ist nachgiebiger)

→ hängt von verschiedenen Umgebungsbedingungen wie z. B. Temperatur, Feuchte oder der Verformungsgeschwindigkeit ab.

→ ist als Steigung des Graphen im Spannungs-Dehnungs-Diagramm bei einachsiger Belastung innerhalb des linearen Elastizitätsbereichs definiert (Hookesche Gerade)

→ hat keinen strengen Bezug zur Härte des Materials

→ hat keinen strengen Bezug zur Zugfestigkeit des Materials

- Formel/Einheit: 
$$E = \frac{\frac{\text{Kraft}}{\text{Querschnittsfläche}}}{\frac{\text{Längenänderung}}{\text{Länge}}} = \frac{\text{Spannung}}{\text{Dehnung}} = \left[ \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2} = 1\text{GPa} \right]$$
- Typische Zahlenwerte:

Material	E-Modul in GPa (bei 20°C)
Edelstahl/Stahl	Ca. 200/210
CuCr	Ca. 100
Messing	Ca. 95
Aluminium	Ca. 70
Kunststoff	Ca. 0,5 - 5,5

### 1.4 Zugfestigkeit

→ **auch Reißfestigkeit, sagt aus bei welcher Zugkraft ein Werkstoff versagt.**

→ die maximale mechanische Zugspannung, welche im Zugversuch an einer entsprechenden Werkstoffprobe wirkte (Zugprobe ist plastisch verformt, jedoch noch ohne Einschnürung)

- Formel/Einheit: 
$$R_m = \frac{\text{Höchstzugkraft}}{\text{Querschnittsfläche}} = \left[ \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 1\text{MPa} \right]$$

## Allgemein: Werkstoffeigenschaften

### 1.5 Elektrische Leitfähigkeit

→ gibt die Fähigkeit eines Stoffes an, elektrischen Strom zu leiten.

- Formelzeichen/Einheit:  $\sigma$  in  $\left[\frac{S}{m}\right]$  = Siemens pro Meter]

### 1.6 Durchschlagfestigkeit

→ diejenige elektrische Feldstärke, welche in einem Stoff (mit definierter Dicke) höchstens herrschen darf, ohne dass es zu einem Spannungsdurchschlag kommt.

- Formelzeichen/Einheit:  $E_d$  in  $\left[\frac{kV}{mm}\right]$

### 1.7 Zähigkeit

→ beschreibt die Widerstandsfähigkeit eines Werkstoffes gegen Rissausbreitung oder Bruch.

Zähe Werkstoffe können mehr Verformungsenergie aufnehmen (plastische Verformung), als spröde Werkstoffe, bevor es zum Bruch kommt. Beispiele für zähe Werkstoffe sind die meisten Metalle und Kunststoffe.

Das Gegenteil der Zähigkeit ist die Sprödigkeit (Keramik, Glas, gehärteter Stahl, einige Kunststoffe).

## 2 Aluminium

Aluminium ist ein Werkstoff, der sehr häufig für das Fräsen und Drehen eingesetzt wird. Aluminium zeichnet sich durch ein geringes spezifisches Gewicht (etwa ein Drittel von Stahl), eine hohe Wärmeleitfähigkeit und sehr gute Korrosionsbeständigkeit aus. Dreh- und Frästeile aus Aluminium werden insbesondere im Maschinen- und Anlagenbau sowie in der Feinmechanik eingesetzt.

Mögliche Oberflächenbehandlungen von Aluminiumbauteilen: eloxieren (anodisieren) in naturfarben, schwarz und diverse Farben, hart eloxieren (anodisieren), vernickeln, chromatieren, vergolden, versilbern

### Unsere Aluminiumlegierungen (weitere Legierungen auf Anfrage:

#### 2.1 EN AW-5083 AlMg4,5Mn - 3.3547

Unsere Empfehlung für hochpräzise Frästeile (geeignet für kleine Teile, sowie für große plattenförmige Frästeile). Als Walzplatte oder Rundstab verfügbar.

<b>Dichte</b>	Ca. 2,66 kg/mm <sup>3</sup>
<b>Härte</b>	Ca. 69 - 75 HBW
<b>E-Modul</b>	Ca. 71 GPa (= 71.000 N/mm <sup>2</sup> )
<b>Zugfestigkeit</b>	Ca. 255 - 350 N/mm <sup>2</sup>

EN AW-5083 ist besonders widerstandsfähig gegenüber Korrosion und wird insbesondere im Maschinen- und Anlagenbau eingesetzt.

- ✓ schweißbar
- ✓ eloxierbar
- ✓ naturhart
- ✓ witterungsbeständig
- ✓ korrosionsbeständig
- ✓ chemikalienbeständig.

#### 2.2 EN AW-7075 AlZn5,5MgCu - 3.4365

Unsere Empfehlung für hochpräzise Drehteile sowie hochpräzise Frästeile mit hoher Festigkeit. Als Walzplatte oder Rundstab verfügbar.

<b>Dichte</b>	Ca. 2,8 kg/mm <sup>3</sup>
<b>Härte</b>	Ca. 104-160 HBW
<b>E-Modul</b>	Ca. 71 GPa (= 71.000 N/mm <sup>2</sup> )
<b>Zugfestigkeit</b>	Ca. 360-540 N/mm <sup>2</sup>

EN AW-7075 ist besonders formstabil und sehr gut zerspanbar. Wird im Maschinen- und Anlagenbau eingesetzt.

- ✓ eloxierbar
- ✓ naturhart
- ✓ witterungsbeständig
- ✓ korrosionsbeständig
- ✓ chemikalienbeständig

### 2.3 EN AW-2017A AlCuMg1 – 3.1325

Diese Legierung ist vorwiegend in Form von Platten erhältlich.

<b>Dichte</b>	Ca. 2,8 kg/mm <sup>3</sup>
<b>Härte</b>	Ca. 101 - 110 HBW
<b>E-Modul</b>	Ca. 72 GPa (= 72.000 N/mm <sup>2</sup> )
<b>Zugfestigkeit</b>	Ca. 360-390 N/mm <sup>2</sup>

EN AW-2017 ist eine Aluminiumlegierung mit guten mechanischen Eigenschaften und einer guten Zerspanbarkeit.

✓ witterungsbeständig ✓ korrosionsbeständig

### 2.4 EN AW-5754 AlMg3 – 3.3535

Als Platten und Bleche verfügbar

<b>Dichte</b>	Ca. 2,67 kg/mm <sup>3</sup>
<b>Härte</b>	Ca. 45-88 HBW
<b>E-Modul</b>	Ca. 70 GPa (= 70.000 N/mm <sup>2</sup> )
<b>Zugfestigkeit</b>	Ca. 180-290 N/mm <sup>2</sup>

EN AW-5754 hat eine hohe Korrosionsbeständigkeit gegenüber salzhaltigem Wasser sowie klimatischen Einflüssen und wird häufig im Schiffbau und Anlagenbau eingesetzt.

✓ schweißbar ✓ eloxierbar, ✓ witterungsbeständig ✓ naturhart ✓ korrosionsbeständig

### 2.5 EN AW-6082 AlMgSi1 – 3.2315

Als Stangenmaterial (Rund, Flach, Vierkant) in diversen Abmessungen verfügbar

<b>Dichte</b>	Ca. 2,7 kg/mm <sup>3</sup>
<b>Härte</b>	Ca. 35-95 HBW
<b>E-Modul</b>	Ca. 70 GPa (= 70.000 N/mm <sup>2</sup> )
<b>Zugfestigkeit</b>	Ca. 160-310 N/mm <sup>2</sup>

EN AW-6082 ist eine der am häufigsten verwendeten Aluminiumlegierungen mit einer mittleren bis hohen Festigkeit und geringen Anfälligkeit gegenüber Spannungsrissskorrosion.

✓ schweißbar ✓ eloxierbar ✓ korrosionsbeständig

## Aluminium

### 2.6 EN AW-6060 AlMgSi0,5 – 3.3206

Als Stangenmaterial (Rund, Flach, Vierkant, Rohre, Winkel) in diversen Abmessungen verfügbar. Nachteile bei der spanenden Bearbeitung, weil langspanend.

<b>Dichte</b>	Ca. 2,7 kg/mm <sup>3</sup>
<b>Härte</b>	Ca. 50-75 HBW
<b>E-Modul</b>	Ca. 69,5 GPa (= 69.500 N/mm <sup>2</sup> )
<b>Zugfestigkeit</b>	Ca. 60 - 215 N/mm <sup>2</sup>

EN AW-6082 ist eine der am häufigsten verwendeten Aluminiumlegierungen mit einer geringen bis mittleren Festigkeit.

✓ schweißbar ✓ eloxierbar ✓ korrosionsbeständig

### 2.7 EN AW-2007 AlCuMgPb – 3.1645

<b>Dichte</b>	Ca. 2,85 kg/mm <sup>3</sup>
<b>Härte</b>	Ca. 45-105 HBW
<b>E-Modul</b>	Ca. 72,5 GPa (= 72.500 N/mm <sup>2</sup> )
<b>Zugfestigkeit</b>	Ca. 250 - 370 N/mm <sup>2</sup>

EN AW-2007 ist eine beliebte Aluminiumlegierung mit sehr guten Zerspanungseigenschaften und einer guten Festigkeit. Diese Legierung ist vorwiegend in Rundstangen erhältlich. EN-AW-2007 **ist nicht RoHS konform.**

✓ witterungsbeständig ✓ korrosionsbeständig

## Weiter Al-Legierungen auf Anfrage

### 3 Kupferlegierungen

Die meisten Kupferlegierungen (Kupfer, Messing und Rotguss) besitzen sehr gute Zerspanungseigenschaften und eignen sich für das Drehen und Fräsen. In der Anwendung bieten diese Werkstoffe sehr gute Gleiteigenschaften, gute elektrische Leitfähigkeiten, gute Wärmeleitfähigkeiten.

#### 3.1 CuZn39Pb3 - CW614N - 2.0401 (Messing)

<b>Dichte</b>	Ca. 8,4 kg/mm <sup>3</sup>
<b>Härte</b>	Ca. 80-150 HBW
<b>E-Modul</b>	Ca. 96 GPa (= 96.000 N/mm <sup>2</sup> )
<b>Zugfestigkeit</b>	Ca. 360-550 N/mm <sup>2</sup>
<b>Elektrische Leitfähigkeit</b>	Ca. 14,6 MS/m
<b>Wärmeleitfähigkeit</b>	Ca. 113 W/(m*K)

CuZn39Pb3 (Messing) ist die am meisten verwendete Kupferzinklegierung für die Zerspanung. Es zeichnet sich durch sehr gute Gleiteigenschaften sowie einer guten Wärmeleitfähigkeit aus.

✓ sehr gute Gleiteigenschaften ✓ gute Korrosionsbeständigkeit ✓ sehr gut zerspanbar

#### 3.2 CuZn37Mn3Al2PbSi - CW713R - 2.0550 (Messing)

<b>Dichte</b>	Ca. 8,1 kg/mm <sup>3</sup>
<b>Härte</b>	Ca. 130-220 HBW
<b>E-Modul</b>	Ca. 93 GPa (= 93.000 N/mm <sup>2</sup> )
<b>Zugfestigkeit</b>	Ca. 540-590 N/mm <sup>2</sup>
<b>Elektrische Leitfähigkeit</b>	Ca. 7,8 MS/m
<b>Wärmeleitfähigkeit</b>	Ca. 63 W/(m*K)

✓ hohen Verschleißwiderstand ✓ hohe Festigkeit ✓ sehr gute Korrosionsbeständigkeit ✓ mittlere Spanbarkeit

#### 3.3 CuZn37 - CW508L - 2.0321 (Messing)

<b>Dichte</b>	Ca. 8,4 kg/mm <sup>3</sup>
<b>Härte</b>	Ca. 50-170 HBW
<b>E-Modul</b>	Ca. 110 GPa (= 110.000 N/mm <sup>2</sup> )
<b>Zugfestigkeit</b>	Ca. 290-490 N/mm <sup>2</sup>
<b>Elektrische Leitfähigkeit</b>	Ca. 15,5 MS/m
<b>Wärmeleitfähigkeit</b>	Ca. 121 W/(m*K)

CuZn37 ist die Hauptlegierung für Kaltumformung (Tiefziehen, Drücken, Stauchen, Prägen, Biegen, Bördeln).

### 3.4 Cu-ETP - CW004A (E-Kupfer)

<b>Dichte</b>	Ca. 8,9 kg/mm <sup>3</sup>
<b>Härte</b>	Ca. 35-115 HBW
<b>E-Modul</b>	Ca. 127 GPa (= 127.000 N/mm <sup>2</sup> )
<b>Zugfestigkeit</b>	Ca. 200-360 N/mm <sup>2</sup>
<b>Elektrische Leitfähigkeit</b>	Ca. 57 MS/m
<b>Wärmeleitfähigkeit</b>	Ca. 394 W/(m*K)

CW004A hat einen Kupferanteil von 99,9%. Der Werkstoff zeichnet sich besonders durch die hohe elektrische Leitfähigkeit bei relativ hoher Korrosionsbeständigkeit aus. Anwendungsgebiete sind bspw. Elektroden für das Funkenerodieren sowie Verbindungselemente in Batteriesystemen. Nur mäßige Spanbarkeit (sehr zäher Werkstoff).

✓ hohe elektrische Leitfähigkeit ✓ sehr korrosionsbeständig ✓ sehr gute Wärmeleitfähigkeit

### 3.5 CuCr1Zr - 2.1293 - CW106C (Wirbalit-Legierung)

<b>Dichte</b>	Ca. 8,9 kg/mm <sup>3</sup>
<b>Härte</b>	Ca. 120-180 HBW
<b>E-Modul</b>	Ca. 100 GPa (= 100.000 N/mm <sup>2</sup> )
<b>Zugfestigkeit</b>	Ca. 370-470 N/mm <sup>2</sup>
<b>Elektrische Leitfähigkeit</b>	Ca. 20 MS/m
<b>Wärmeleitfähigkeit</b>	Ca. 170 W/(m*K)

Der Elektrodenwerkstoff CuCrZr ist ein aushärtbarer Werkstoff mit guten mechanischen Eigenschaften und hoher thermischer und elektrischer Leitfähigkeit. Er wird vor allem für Punkt- oder Rollenelektroden verwendet.

✓ hohe elektrische Leitfähigkeit ✓ sehr korrosionsbeständig ✓ sehr gute Wärmeleitfähigkeit  
✓ hohe Festigkeit

### 3.6 Cu<sub>2</sub>Be - 2.1247 - CW104C (Wirbalit-Legierung)

<b>Dichte</b>	Ca. 8,7 kg/mm <sup>3</sup>
<b>Härte</b>	Ca. 60-310 HBW
<b>E-Modul</b>	Ca. 130 GPa (= 130.000 N/mm <sup>2</sup> )
<b>Zugfestigkeit</b>	Ca. 240-730 N/mm <sup>2</sup>
<b>Elektrische Leitfähigkeit</b>	Ca. 26 MS/m
<b>Wärmeleitfähigkeit</b>	Ca. 208 W/(m*K)

Der Werkstoff besitzt eine Festigkeit und Härte, die mit Werkzeugstahl vergleichbar ist. Die Wärmeleitfähigkeit von CuCo<sub>2</sub>Be ist jedoch vier bis sechsmal größer. Aufgrund der hohen Härte ist die Legierung langlebiger als andere leitfähigen Kupferlegierungen. Zudem ist der Verschleiß durch Reibungswiderstand gegen andere Kupfergusslegierungen sehr gering. Nur mäßige Spanbarkeit (sehr zäher Werkstoff).

### 3.7 CuSn8 - CW453K (Bronze)

<b>Dichte</b>	Ca. 8,8 kg/mm <sup>3</sup>
<b>Härte</b>	Ca. 75-185 HBW
<b>E-Modul</b>	Ca. 109 GPa (= 109.000 N/mm <sup>2</sup> )
<b>Zugfestigkeit</b>	Ca. 370-750 N/mm <sup>2</sup>
<b>Elektrische Leitfähigkeit</b>	Ca. 7,5 MS/m
<b>Wärmeleitfähigkeit</b>	Ca. 67 W/(m*K)

CuSn8 (Bronze) ist eine Kupfer-Zinn-Legierung, die sich durch sehr gute Federeigenschaften sowie guten Gleiteigenschaften auszeichnet.

- ✓ gute Gleiteigenschaften
- ✓ sehr korrosionsbeständig
- ✓ sehr gute Federeigenschaften
- ✓ verschleißfest

### 3.8 CuSn7Zn4Pb7 - 2.1090 - CC493K / RG7 (Rotguss)

<b>Dichte</b>	Ca. 8,8 kg/mm <sup>3</sup>
<b>Härte</b>	Ca. 60-70 HBW
<b>E-Modul</b>	Ca. 101 GPa (= 101.000 N/mm <sup>2</sup> )
<b>Zugfestigkeit</b>	Ca. 230-260 N/mm <sup>2</sup>
<b>Elektrische Leitfähigkeit</b>	Ca. 7,5 MS/m
<b>Wärmeleitfähigkeit</b>	Ca. 64 W/(m*K)

Rg7(Rotguss) ist eine Kupferlegierung mit ausgesprochen guten Gleit-/ Notlauf-eigenschaften. Hauptanwendungsgebiete dieses Werkstoffs sind Gleitlager und Lagerbuchsen für den Maschinenbau. Rg7 ist nicht RoHS konform.

- ✓ sehr gute Gleiteigenschaften
- ✓ sehr korrosionsbeständig
- ✓ sehr gute Notlaufeigenschaften
- ✓ sehr gut zerpanbar

## 4 Kunststoffe

Für die CNC-Bearbeitung mit Drehen und Fräsen kommen verschiedenste Kunststoffe mit unterschiedlichsten Eigenschaften zum Einsatz. Kunststoffe sind vielseitig verwendbar, elektrisch isolierend und leicht zerspanbar. Sie zeichnen sich im Allgemeinen durch deutlich geringere Fertigungskosten beim Drehen und Fräsen aus, als die metallischen Werkstoffe.

### Unsere Kunststoffe:

#### 4.1 PA6 Polyamid

<b>Dichte</b>	Ca. 1,14 kg/mm <sup>3</sup>
<b>Härte (Shore)</b>	Ca. D82 Shore
<b>E-Modul</b>	Ca. 3,3 GPa (= 3.300 N/mm <sup>2</sup> )
<b>Zugfestigkeit</b>	Ca. 79-84 N/mm <sup>2</sup>
<b>Durchschlagsfestigkeit</b>	Ca. 15-30 kV/mm

PA ist ein Konstruktionskunststoff, der sich besonders zur Herstellung von Konstruktions- und Gleitelementen, mit dynamischen Belastungen eignet.

✓ gute Dämpfungseigenschaften ✓ gute mechanische Eigenschaften ✓ gute Gleiteigenschaften ✓ hohe Verschleißfestigkeit ✓ gut zerspanbar

#### 4.2 PE-HD Polyethylen

<b>Dichte</b>	Ca. 0,95 kg/mm <sup>3</sup>
<b>Härte (Shore)</b>	Ca. D64 Shore
<b>E-Modul</b>	Ca. 1,1 GPa (= 1.100N/mm <sup>2</sup> )
<b>Zugfestigkeit</b>	Ca. 20-30 N/mm <sup>2</sup>
<b>Durchschlagsfestigkeit</b>	Ca. 53 kV/mm

PE ist ein Standardkunststoff mit niedriger Festigkeit und Härte, sowie hoher Wärmedehnung. PE weist eine ausgezeichnete Chemikalienbeständigkeit, sowie eine gute Schlagzähigkeit auf.

✓ gute Dämpfungseigenschaften ✓ sehr gute Chemikalienbeständigkeit ✓ sehr gute elektrische Isoliereigenschaften ✓ bis -50°C einsetzbar

#### 4.3 PP-H Polypropylen

<b>Dichte</b>	Ca. 0,9 kg/mm <sup>3</sup>
<b>Härte (Shore)</b>	Ca. D70 Shore
<b>E-Modul</b>	Ca. 1,4 GPa (= 1.400N/mm <sup>2</sup> )
<b>Zugfestigkeit</b>	Ca. 20-40 N/mm <sup>2</sup>
<b>Durchschlagsfestigkeit</b>	Ca. 50 kV/mm

PP ist ein vielseitig einsetzbarer Standardkunststoff. Gegenüber PE besitzt PP etwas bessere mechanische Eigenschaften, während die chemische Beständigkeit etwas geringer ist. Bei Temperaturen unter 0 °C ist der Kunststoff schlaganfällig.

✓ gute Chemikalienbeständigkeit ✓ sehr gute elektrische Isoliereigenschaften ✓ sehr geringes spezifisches Gewicht

#### 4.4 POM Polyoxymethylen (Delrin)

<b>Dichte</b>	Ca. 1,4 kg/mm <sup>3</sup>
<b>Härte (Shore)</b>	Ca. D81-D83 Shore
<b>E-Modul</b>	Ca. 2,8 GPa (= 2.800N/mm <sup>2</sup> )
<b>Zugfestigkeit</b>	Ca. 70 N/mm <sup>2</sup>
<b>Durchschlagsfestigkeit</b>	Ca. 38-49 kV/mm

POM ist ein vielseitig einsetzbarer, technischer Konstruktionskunststoff mit hoher Festigkeit und Formstabilität. Durch seine hervorragenden Gleiteigenschaften wird er besonders für Anwendungen mit trockener Reibung eingesetzt.

✓ Sehr gute mechanische Eigenschaften ✓ sehr gute Gleiteigenschaften ✓ gute Kriechfestigkeit ✓ sehr gut zerspanbar

#### 4.5 PEEK Polyetheretherketon

<b>Dichte</b>	Ca. 1,3 kg/mm <sup>3</sup>
<b>Härte (Shore)</b>	Ca. D88 Shore
<b>E-Modul</b>	Ca. 4,0 GPa (= 4.000 N/mm <sup>2</sup> )
<b>Zugfestigkeit</b>	Ca. 116 N/mm <sup>2</sup>
<b>Durchschlagsfestigkeit</b>	Ca. 25-73 kV/mm

PEEK ist ein Hochleistungskunststoff mit besonders hoher mechanischer Festigkeit, Steifigkeit und Temperaturbeständigkeit.

✓ sehr hohe mechanische Festigkeit ✓ sehr hohe Oberflächenhärte ✓ exzellente Verschleißfestigkeit ✓ hohe thermische Belastbarkeit ✓ sehr gute Chemikalienbeständigkeit ✓ gute Strahlungsbeständigkeit ✓ gut zerspanbar

#### 4.6 PTFE Polytetrafluorethylen

<b>Dichte</b>	Ca. 2,1 kg/mm <sup>3</sup>
<b>Härte (Shore)</b>	Ca. D54 Shore
<b>E-Modul</b>	Ca. 0,42 GPa (= 420 N/mm <sup>2</sup> )
<b>Zugfestigkeit</b>	Ca. 15-35 N/mm <sup>2</sup>
<b>Durchschlagsfestigkeit</b>	Ca. 20-30 kV/mm

PTFE ist ein Hochleistungskunststoff, der sich durch einen außergewöhnlich breiten, thermischen Anwendungsbereich von -200 °C bis +260 °C auszeichnet. Er weist eine verhältnismäßig geringe Festigkeit auf.

✓ sehr gute Chemikalienbeständigkeit ✓ sehr gute Gleiteigenschaften ✓ Licht-, witterungs- und strahlenbeständig ✓ nicht entflammbar ✓ sehr gute elektrische Isoliereigenschaften

#### 4.7 PA66 GF30

<b>Dichte</b>	Ca. 1,3 kg/mm <sup>3</sup>
<b>Härte (Shore)</b>	Ca. D86 Shore
<b>E-Modul</b>	Ca. 5,5 GPa (= 5.500 N/mm <sup>2</sup> )
<b>Zugfestigkeit</b>	Ca. 91-120 N/mm <sup>2</sup>
<b>Durchschlagsfestigkeit</b>	Ca. 35 kV/mm

PA66 GF30 ist ein mit 30 % Glasfaser verstärktes Polyamid mit verbesserten mechanischen und thermischen Eigenschaften als unverstärkter PA.

✓ gute Dämpfungseigenschaften ✓ sehr gute mechanische Eigenschaften ✓ gute Wärmeformbeständigkeit ✓ für Gleitanwendungen eher ungeeignet ✓ gut zerspanbar

#### 4.8 PMMA Polymethylmethacrylat (Acrylglas, Plexiglas)

<b>Dichte</b>	Ca. 1,19 kg/mm <sup>3</sup>
<b>Härte (Shore)</b>	Ca. D80 Shore
<b>E-Modul</b>	Ca. 3,3 GPa (= 3.300 N/mm <sup>2</sup> )
<b>Zugfestigkeit</b>	Ca. 72 N/mm <sup>2</sup>
<b>Durchschlagsfestigkeit</b>	Ca. 30kV/mm

PMMA / Acrylglas (Plexiglas) ist ein transparenter Kunststoff mit ausgezeichneter Beständigkeit gegenüber Witterung und UV-Licht. (Brillanterere Transparenz, als beispielsweise PC)

✓ sehr gute elektrische Isoliereigenschaften ✓ Licht-, und witterungsbeständig ✓ hohe Transparenz

#### 4.9 PC Polycarbonat

<b>Dichte</b>	Ca. 1,2 kg/mm <sup>3</sup>
<b>Härte (Shore)</b>	Ca. D85 Shore
<b>E-Modul</b>	Ca. 2,4 GPa (= 2.400 N/mm <sup>2</sup> )
<b>Zugfestigkeit</b>	Ca. 60-75 N/mm <sup>2</sup>
<b>Durchschlagsfestigkeit</b>	Ca. 34 kV/mm

PC ist ein transparenter Kunststoff mit hoher Festigkeit, Schlagzähigkeit und Steifigkeit. PC zeichnet sich durch eine sehr hohe Maßstabilität aus. Er ist im Vergleich zu PMMA jedoch etwas weniger transparent (nebliger/milchiger) und hat eine deutlich höhere Kratzempfindlichkeit.

**Nicht resistent gegen Schmieröl bei der Bearbeitung!**

**Nur das spezielle „PC-UV“ weist eine gewisse UV-Stabilität auf.**

✓ sehr hohe Maßstabilität ✓ gute elektrische Isoliereigenschaften ✓ gut zerspanbar ✓ geringe Wasseraufnahme ✓ für Gleitanwendungen eher ungeeignet

#### 4.10 PVC-U Polyvinylchlorid

<b>Dichte</b>	Ca. 1,4 kg/mm <sup>3</sup>
<b>Härte (Shore)</b>	Ca. D82 Shore
<b>E-Modul</b>	Ca. 3,0 GPa (= 3.000 N/mm <sup>2</sup> )
<b>Zugfestigkeit</b>	Ca. 50-75 N/mm <sup>2</sup>
<b>Durchschlagsfestigkeit</b>	Ca. 20 - 40 kV/mm

PVC-U oder auch Hart-PVC genannt, besitzt eine sehr gute Chemikalienbeständigkeit, gute Gleiteigenschaften und weist gute mechanische Eigenschaften auf.

- ✓ gute Gleiteigenschaften
- ✓ schwer entflammbar
- ✓ sehr gute Chemikalienbeständigkeit
- ✓ sehr gute elektrische Isoliereigenschaften

#### 4.11 PVDF Polyvinylidenfluorid

<b>Dichte</b>	Ca. 1,78 kg/mm <sup>3</sup>
<b>Härte (Shore)</b>	Ca. D78 Shore
<b>E-Modul</b>	Ca. 2,2 GPa (= 2.200 N/mm <sup>2</sup> )
<b>Zugfestigkeit</b>	Ca. 62 N/mm <sup>2</sup>
<b>Durchschlagsfestigkeit</b>	Ca. 20 - 40 kV/mm

PVDF ist ein Hochleistungskunststoff, der eine gute thermische Belastbarkeit aufweist und gegenüber PTFE wesentlich härter und steifer ist.

- ✓ nicht entflammbar
- ✓ sehr gute Chemikalienbeständigkeit
- ✓ Licht-, witterungs- und strahlenbeständig
- ✓ gute elektrische Isoliereigenschaften

#### 4.12 „S“ - grün

<b>Dichte</b>	Ca. 0,94 kg/mm <sup>3</sup>
<b>Härte (Shore)</b>	Ca. D61-D65 Shore
<b>E-Modul</b>	Ca. 0,7 GPa (= 700 N/mm <sup>2</sup> )
<b>Zugfestigkeit</b>	Ca. N/mm <sup>2</sup>
<b>Durchschlagsfestigkeit</b>	Ca. 45 kV/mm

- ✓ sehr gute Gleiteigenschaften
- ✓ sehr gute Chemikalienbeständigkeit
- ✓ Hohe Kerbschlagzähigkeit
- ✓ Hervorragende Stoß- und Schlagdämpfung

**Weitere Kunststoffe auf Anfrage**

## 5 Edelstahl

Rostfreier Edelstahl (nichtrostender Stahl) ist hochlegierter Stahl, welcher durch einen Chromanteil von mehr als 10,5 % über sehr gute Korrosionsbeständigkeit bei guten mechanischen Eigenschaften verfügt. Dreh- und Frästeile aus rostfreiem Edelstahl kommen in unterschiedlichsten Anwendungen zum Einsatz, von der Medizintechnik über die Chemie- und Pharmaindustrie bis zum Maschinen- und Anlagenbau. Oberflächenbehandlungen für Dreh- und Frästeile aus Edelstahl. Martensitische Stähle können gehärtet werden. Austenitische Stähle können nitriert werden. Darüber hinaus stehen Ihnen viele weitere Verfahren zur Oberflächen- und Wärmebehandlung zur Auswahl.

### Unsere nichtrostenden Stahllegierungen:

#### 5.1 1.4104 X14CrMoS17

<b>Dichte</b>	Ca. 7,7 kg/mm <sup>3</sup>
<b>Härte</b>	Ca. 220 HBW
<b>E-Modul</b>	Ca. 215 GPa (= 215.000 N/mm <sup>2</sup> )
<b>Zugfestigkeit</b>	Ca. 650-850 N/mm <sup>2</sup>

Der Werkstoff 1.4104 / X14CrMoS17 ist ein martensitischer Chromstahl, der dank des Zusatzes von Schwefel eine sehr gute Zerspanbarkeit aufweist. Er wird besonders gern für die Fertigung elektronischer Bauteile in der Automobilindustrie verwendet. Dank seiner hohen Korrosionsbeständigkeit und seiner hervorragenden Optik eignet der Stahl sich gut für dekorative Einsatzgebiete wie Küchenzeilen oder Armaturen. Daneben wird der Chromstahl auch gern für die Fertigung von Muttern, Schrauben und Bolzen verwendet. Aufgrund des hohen Schwefelgehalts des Werkstoffes liegt die Korrosionsbeständigkeit vor allem in chlorhaltigen Medien etwas niedriger. Der Chromstahl 1.4104 ist als Rund- oder Sechskant-Material lieferbar.

✓ nicht magnetisch ✓ gut zerspanbar

#### 5.2 1.4301 X5CrNi18-10

<b>Dichte</b>	Ca. 7,9 kg/mm <sup>3</sup>
<b>Härte</b>	Ca. 215 HBW
<b>E-Modul</b>	Ca. 200 GPa (= 200.000 N/mm <sup>2</sup> )
<b>Zugfestigkeit</b>	Ca. 500-750 N/mm <sup>2</sup>

1.4301 ist der für das Drehen und Fräsen am häufigsten verwendete, nichtrostende Stahl und bietet ein ausgewogenes Verhältnis aus allen relevanten Werkstoffeigenschaften.

✓ nicht magnetisch ✓ sehr gut schweißbar ✓ tieftemperaturbeständig bis 0°C ✓ säurebeständig

### 5.3 1.4305 X8CrNiS18-9

<b>Dichte</b>	Ca. 7,9 kg/mm <sup>3</sup>
<b>Härte</b>	Ca. 230 HBW
<b>E-Modul</b>	Ca. 200 GPa (= 200.000 N/mm <sup>2</sup> )
<b>Zugfestigkeit</b>	Ca. 500-700 N/mm <sup>2</sup>

1.4305 eignet sich aufgrund seiner Zusammensetzung besonders gut für die spanende Bearbeitung und wird sehr häufig verwendet, hat jedoch eine geringere Korrosionsbeständigkeit als 1.4301 und ist nicht schweißbar.

✓ nicht magnetisch ✓ sehr gut zerspanbar

### 5.4 1.4404 X2CrNiMo17-12-2

<b>Dichte</b>	Ca. 8,0 kg/mm <sup>3</sup>
<b>Härte</b>	Ca. 215 HBW
<b>E-Modul</b>	Ca. 200 GPa (= 200.000 N/mm <sup>2</sup> )
<b>Zugfestigkeit</b>	Ca. 500-700 N/mm <sup>2</sup>

1.4404 hat eine sehr hohe Korrosionsbeständigkeit gegenüber Säuren und chlorhaltigen Medien. Er ist sehr gut schweißbar und wird häufig in der chemischen Industrie eingesetzt.

✓ sehr gut schweißbar ✓ nicht magnetisch ✓ säure- und chlorbeständig

**Weitere Edelstähle auf Anfrage**

## 6 Stahl

Im Bereich der niedriglegierten Stähle bieten wir Ihnen die gängigsten Baustähle, Automatenstähle, Einsatzstähle und Vergütungsstähle für das Drehen und Fräsen. Unsere Übersicht hilft Ihnen bei der Auswahl des idealen Werkstoffs für Ihre Dreh- und Frästeile. Wärme- und Oberflächenbehandlungen für Dreh- und Frästeile aus Stahl. Für unsere Stähle stehen Ihnen eine Vielzahl an Wärme- und Oberflächenbehandlungen wie bspw. Härten, Nitrieren, Brünieren, Verzinken und Verchromen zur Auswahl. Je höher der Kohlenstoffgehalt ist, desto höher sind Härte und Festigkeit des Stahls.

**Automatenstahl:** für die spanenden Fertigungsverfahren optimierter Stahl

**unlegierter Baustahl/Massenstahl/Konstruktionsstahl:** kohlenstoffarmer Werkstoff, nicht härtbar

**Einsatzstahl:** für Einsatzhärtung (Aufkohlen, Härten und Anlassen), Kohlenstoffanteil ca. 0,1 bis 0,2%

**Unleg. Vergütungsstahl:** zum Vergüten (Härten), Bainitisieren geeignet, C-Anteil ca. 0,3 bis 0,6%

**Werkzeugstahl (z.B. Kaltarbeitsstahl):** für Werkzeuge, Formen, etc., C-Anteil ca. 0,5 bis 2,0

### Unsere Stähle:

#### 6.1 1.0715 - 11SMn30 / 9SMn29

<b>Dichte</b>	Ca. 7,85 kg/mm <sup>3</sup>
<b>Härte</b>	Ca. 107-169 HBW
<b>E-Modul</b>	Ca. 210 GPa (= 210.000 N/mm <sup>2</sup> )
<b>Zugfestigkeit</b>	Ca. 380-570 N/mm <sup>2</sup>

11SMn30 ist ein **Automatenstahl**, der für spanende Fertigungsverfahren optimiert ist und häufig in der Automobilindustrie verwendet wird.

✓ sehr gut zerspanbar

#### 6.2 1.0037 - S235JR - ST37

<b>Dichte</b>	Ca. 7,85 kg/mm <sup>3</sup>
<b>Härte</b>	Ca. 120 HBW
<b>E-Modul</b>	Ca. 210 GPa (= 210.000 N/mm <sup>2</sup> )
<b>Zugfestigkeit</b>	Ca. 360-470 N/mm <sup>2</sup>

S235JR ist ein **unlegierter Baustahl** und ist die weltweit am häufigsten verwendete Stahlorte. Er zeichnet sich durch seine Vielseitigkeit, gute Zerspanbarkeit und gute Schweißeigenschaften aus.

✓ gut schweißbar

### 6.3 1.0045 - S355JR - ST52

Dichte	Ca. 7,85 kg/mm <sup>3</sup>
Härte	Ca. 140-180 HBW
E-Modul	Ca. 210 GPa (= 210.000 N/mm <sup>2</sup> )
Zugfestigkeit	Ca. 450-680 N/mm <sup>2</sup>

S355JR ist ein **unlegierter Baustahl** mit besseren mechanischen Eigenschaften als S235JR. Aufgrund der höheren Materialqualität empfehlen wir die Verwendung von S355JR für Dreh- und Frästeile gegenüber S255JR.

✓ gut schweißbar

### 6.4 1.0503 - C45

Dichte	Ca. 7,85 kg/mm <sup>3</sup>
Härte	Ca. 175-230 HBW
E-Modul	Ca. 210 GPa (= 210.000 N/mm <sup>2</sup> )
Zugfestigkeit	Ca. 650-780 N/mm <sup>2</sup>

Bei dem Werkstoff C45 handelt es sich um einen **unlegierten Vergütungsstahl** mit einem sehr gleichmäßigen Materialgefüge. Dadurch bietet er eine hohe Maßgenauigkeit und Festigkeit.

✓ härtbar ✓ verschleißfest

### 6.5 1.7131 - 16MnCr5

Dichte	Ca. 7,85 kg/mm <sup>3</sup>
Härte	Ca. 220 HBW
E-Modul	Ca. 210 GPa (= 210.000 N/mm <sup>2</sup> )
Zugfestigkeit	Ca. 640 – 1180 N/mm <sup>2</sup>

16MnCrS5 ist ein **Einsatzstahl**, welcher nach dem Einsatzhärten eine hohe Oberflächenhärte und eine gute Kernfestigkeit aufweist. Der Werkstoff ist gut bearbeitbar, schweißbar und kann somit sehr universell verwendet werden.

✓ schweißbar ✓ härtbar ✓ hohe Festigkeit

### 6.6 1.2842 - 90MnCrV8

Dichte	Ca. 7,85 kg/mm <sup>3</sup>
Härte	Ca. 230 HBW
E-Modul	Ca. 210 GPa (= 210.000 N/mm <sup>2</sup> )
Zugfestigkeit	Ca. 740 N/mm <sup>2</sup>

**Werkzeugstahl** für Schneid- und Stanzwerkzeuge auch in Präzisionsplatten vorrätig

✓ härtbar ✓ verschleißfest

**Weitere Stähle auf Anfrage**