
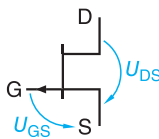

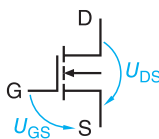

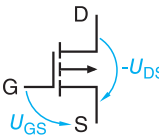

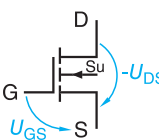

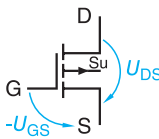
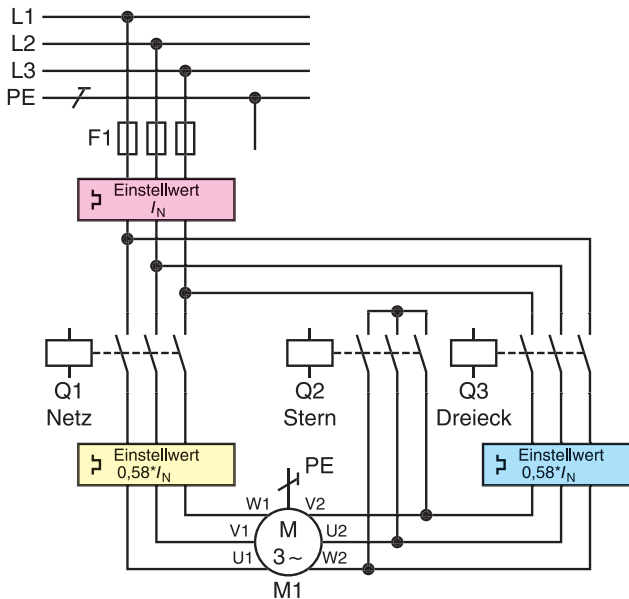


Bauelemente der Elektrotechnik		
Halbleiterbauelemente		
Sperrschicht-Feldeffekttransistoren (JFET)		
<b>Selbstleitender P-Kanal-Sperrschicht-Feldeffekttransistor</b>  		<b>Anwendung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorverstärker</li> <li>• Regeleinrichtungen</li> </ul>
Isolierschicht-Feldeffekttransistoren (JGFET)		
<b>Selbstleitender N-Kanal-Isolierschicht-Feldeffekttransistor (Verarmungstyp)</b>  		<b>Anwendung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kommunikationselektronik</li> </ul>
<b>Selbstleitender P-Kanal-Isolierschicht-Feldeffekttransistor (Verarmungstyp)</b>  		<b>Anwendung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorverstärker</li> <li>• Verstärker</li> <li>• Spannungsmesser</li> </ul>
<b>Selbstsperrender N-Kanal-Isolierschicht-Feldeffekttransistor (Anreicherungsstyp)</b>  		<b>Anwendung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verstärker</li> <li>• elektronische Schalter</li> <li>• Oszillatoren</li> <li>• Regeleinrichtungen</li> </ul>
<b>Selbstsperrender P-Kanal-Isolierschicht-Feldeffekttransistor (Anreicherungsstyp)</b>  		<b>Anwendung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verstärker</li> <li>• Oszillatoren</li> <li>• Regeleinrichtungen</li> </ul>

## Elektrische Maschinen und Antriebe

## Motorschutz

## Motorschutz bei Stern-Dreieck-Anlauf

**Einstellwert beachten**

Wenn der Motorschutz in den Strängen liegt, wird er vom *Strangstrom* durchflossen. Dieser ist um den Faktor  $0,58 (= 1/\sqrt{3})$  geringer als der Außenleiterstrom.

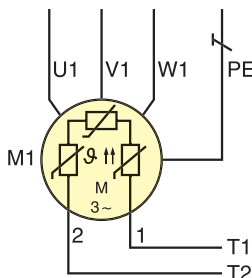
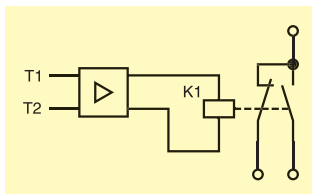
$$I_{\text{Str}} = \frac{I_L}{\sqrt{3}}$$

Der Motorschutz ist dann auf den Wert  $0,58 \cdot I_N$  einzustellen.

Dies ist die Ausnahme von der Regel, dass der Motorschutz auf den *Bemessungsstrom*  $I_N$  des Motors einzustellen ist.

## Motorvollschutz

Nur bei Motoren mit *Temperaturfühlern* möglich. Diese Halbleiter-Temperaturfühler, die in die Motorwicklung eingebaut sind, wirken auf das Auslösegerät ein, wodurch das Motorschutz geschaltet wird. Damit können auch eine *hohe Umgebungstemperatur*, *Reibungsverluste* und *mangelhafte Kühlung* des Motors erfasst werden.



Die Ansprechtemperatur der Thermistoren ist auf die Wicklungsisolationsklasse abgestimmt.

Statt der Thermistoren können auch **Bimetallschalter** in die Motorwicklung eingebaut werden.

## Automatisierungstechnik

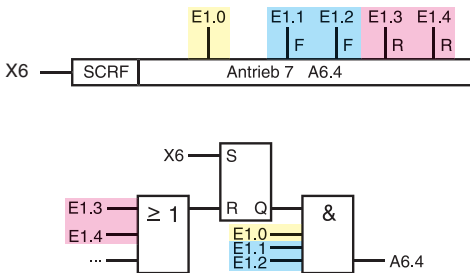
### Steuerungstechnik

#### Befehlsfreigabe, Befehlsrückmeldung

##### • Befehlsfreigabe

Ist ein bedingter Befehl von mehr als einer Bedingung abhängig, sind unterschiedliche Bestimmungszeichen zu verwenden:

- N** Nicht gespeichert, nicht freigabebedingt
- F** Freigabebedingt
- R** Rücksetzen



Wenn nichts anderes angegeben:

- R: Rücksetzeingänge sind ODER-verknüpft
- F: Freigabeeingänge sind UND-verknüpft

*Freigabe erteilt:* Befehlsausführung

*Freigabe entzogen:* Befehlsausführung wird unterbrochen

*Freigabe wieder erteilt:* Befehlsausführung fortgesetzt

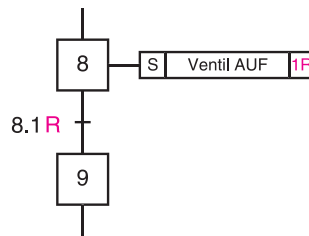
##### • Befehlsrückmeldung

*Verwendete Bestimmungszeichen:*

- A** Befehl ausgegeben
- R** Befehl ausgeführt
- X** Befehlswirkung nicht erreicht

A: SPS-Ausgang „1“, Lastschütz angezogen, Befehl wird ausgegeben.

R: Befehl hat Aktion im Steuerungsprozess bewirkt, was durch Sensorik und Rückmeldung nachzuweisen ist.

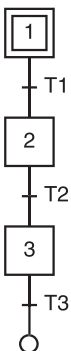


1: Erster (oberer) Befehl am Schritt

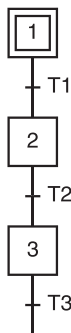
R: Befehlswirkung erreicht

X: Die Befehlswirkung wurde *nicht* erreicht; *keine* entsprechende Aktion im Steuerungsprozess. Gegebenenfalls ist eine *Störungsbehandlung* einzuleiten.

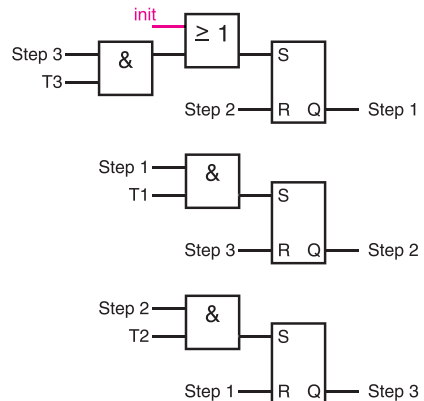
#### Lineare Schrittkette



Kettenende;  
Kette wird nur  
einmal durchlaufen



Kette wird fortlaufend  
bearbeitet;  
nach 3 wieder 1



Lineare Schrittkette mit SR-Speichern

**Werkstofftechnik****Nichteisenmetalle****Bezeichnung von Aluminium und Aluminium-Knetlegierungen (chemische Zusammensetzung)**

Diese Norm ergänzt das numerische Bezeichnungssystem. Die Ergänzungen werden den Werkstoffnummern in eckigen Klammern hinzugefügt.

*Bezeichnungsbeispiele:*

EN	AW	–	1199	[Al99,99]	
EN	AW	–	5052	[AlMg2,5]	
EN	AW	–	3005	[AlMn1Mg0,5]	01

**Chemische Zusammensetzung**

[Al99,9]	Reinaluminium 99,9 %	[AlMgSi]	Al – Mg < Si
[AlMg2,5]	Al – 2,5 % Mg	[AlMg4,5Mn0,7]	Al – Mg 4,5 % – Mn 0,7 %
[AlMn1Mg0,5]	Al – 1 % Mn – 0,5 % Mg	[AlCu4SiMg]	Al – Cu 4 % – Si 0,5 ... 1,2 % – Mg 0,2 ... 0,8 %

**Werkstoffzustand**

DIN EN 515

**Herstellungszustand**

<b>F</b>	keine festgelegten Grenzwerte mechanischer Eigenschaften
----------	--

**Weichgeglüht, Ziel: geringere Festigkeiten**

<b>O</b>	weichgeglüht, Warmumformung zur Erhöhung der Festigkeitswerte
<b>O1</b>	Lösungsgeglühen, schrittweise Abkühlung bis auf RT
<b>O2</b>	Thermomechanische Behandlung, sehr hohe Umformbarkeit
<b>O3</b>	homogenisiert

**Kaltverfestigt, Ziel: vereinbarte und festgelegte mechanischen Eigenschaften**

<b>H111</b>	geringfügig kaltverfestigt	geglüht, gedehnt, gestreckt, gerichtet
<b>H112</b>		Warmumformung, Kaltumformung
<b>H12</b>	kaltverfestigt	1/4-hart
<b>H14</b>		1/2-hart
<b>H16</b>		3/4-hart
<b>H18</b>		4/4-hart
<b>H19</b>		extrahart

**Lösungsgeglüht, Ziel: ausgeglichene Werkstoffzustände**

<b>W</b>	lösungsgeglüht, instabil
----------	--------------------------

**Wärmebehandelt, Ziel: andere Werkstoffzustände als F, O oder H**

<b>T1</b>	abgeschreckt aus Warmumformungstemperatur, T2 auch kaltumgeformt	kaltausgelagert
<b>T2</b>		
<b>T3</b>	lösungsgeglüht	
<b>T4</b>	lösungsgeglüht	
<b>T6</b>	lösungsgeglüht	warmausgelagert
<b>T8</b>	lösungsgeglüht	
<b>T9</b>	lösungsgeglüht	

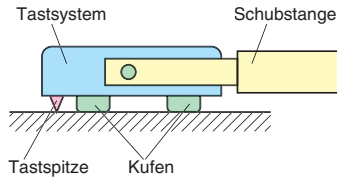
## Mess- und Prüftechnik

## Oberflächenprüftechnik

DIN EN ISO 13565

## Oberflächenprüfung mit Messgeräten

## Tastsystem eines Tastschnittgeräts



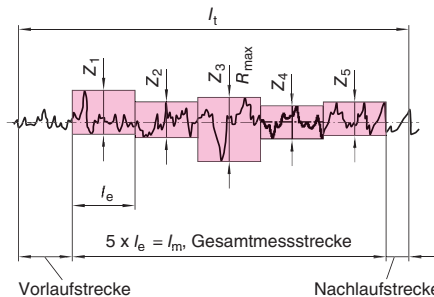
Die meisten Oberflächenmessgeräte sind elektrische Tastschnittgeräte nach DIN EN ISO 3274.

Eine Tastspitze, die an einem Messtaster befestigt ist, wird mit geringem Messdruck über die zu prüfende Oberfläche geführt. Die senkrechten Bewegungen der Spitze, die beim Überfahren der Oberfläche auftreten, werden in elektrische Spannungswerte umgewandelt, verstärkt und auf einer Skale in der Einheit der Rauheitskenngröße (z. B.  $\mu\text{m}$ ) angezeigt und eventuell aufgezeichnet.

## Rauheitskenngrößen DIN 4768

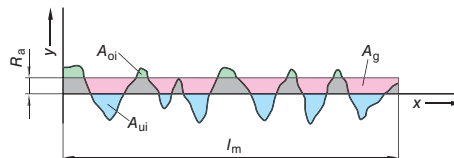
## Rauheitsprofil einer Messstrecke

Die Rauheitskenngrößen werden aus dem Rauheitsprofil ermittelt.

Arithmetischer Mittenrauwert  $R_a$ 

Der arithmetische Mittenrauwert ist der Mittelwert der absoluten Werte der Profilabweichungen innerhalb einer Bezugsstrecke. Gleichbedeutend mit der Höhe eines Rechtecks, dessen Länge gleich der Bezugsstrecken, das flächengleich mit der Summe der zwischen Rauheitsprofil und mittlerer Linie eingeschlossenen Fläche ist.

## Darstellung des Mittenrauheits durch die Höhe eines flächengleichen Rechtecks



Üblicherweise wird der  $R_a$ -Wert innerhalb einer Gesamtmessstrecke  $l_m$  ermittelt, die aus 5 aneinander gereihten Einzelmessstrecken  $l_e$  besteht.

Einzelrautiefe  $Z_i$ 

Abstand zweier Parallelen zur mittleren Linie, die innerhalb der Einzelmessstrecke das Rauheitsprofil am höchsten bzw. am tiefsten Punkt berühren. Sie entspricht  $Z_1$  bis  $Z_5$  innerhalb  $l_m = 5 \cdot l_e$ .

Gemittelte Rautiefe  $R_z$ 

Arithmetisches Mittel der Einzelrautiefen 5 aneinander grenzender Einzelmessstrecken:

$$R_z = \frac{Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 + Z_5}{5}$$

Maximale Rautiefe  $R_{\max}$ 

Die größte auf der Gesamtmessstrecke  $l_m$  vorkommende Einzelrautiefe  $Z_i$ . In technischen Zeichnungen wird bei der Oberflächenkennzeichnung oft anstelle der Rauheitskenngröße  $R_a$  in  $\mu\text{m}$  die entsprechende Rauheitsklasse N angegeben.

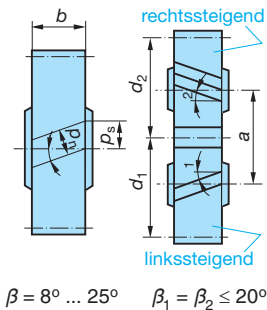
## Rauheitsklassen

$R_a$	0,025	0,05	0,1	0,2	0,4	0,8	1,6	3,2	6,3	12,5	25	50
N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

## Maschinenelemente

## Zahnradtriebe

## Schrägverzahnte Stirnräder (Reihe 1)



Schrägungswinkel (siehe auch „Gradverzahnte Stirnräder“)

## Zähnezahl

$$z = \frac{d}{m_s} = \frac{\pi \cdot d}{p_s}$$

## Teilung

$$p_n = p = \pi \cdot m_n = p_s \cdot \cos \beta$$

## Achsabstand

$$a = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{z_1 + z_2}{2} \cdot \frac{m_n}{\cos \beta}$$

## Kopfkreis-Ø

$$d_a = d + 2 \cdot m_n$$

## Normalmodul

$$m_n = m = \frac{p_n}{\pi} = m_s \cdot \cos \beta$$

## Übersetzungsverhältnis

$$i = \frac{z_2}{z_1} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{n_1}{n_2}$$

## Stirnmodul

$$m_s = \frac{m_n}{\cos \beta} = \frac{p_s}{\pi}$$

## Stirnteilung

$$p_s = \frac{p_n}{\cos \beta} = \frac{\pi \cdot m_n}{\cos \beta}$$

## Teilkreisdurchmesser

$$d = m_s \cdot z = \frac{z \cdot m_n}{\cos \beta}$$

## Fußkreis-Ø

$$d_f = d - 2,4 \cdot m_n$$

## ideelle Zähnezahl

$$z_i = \frac{z}{\cos^3 \beta}$$

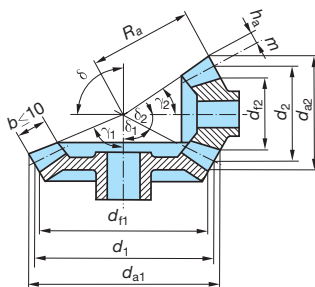
## Kopfhöhe

$$h_a = m_n$$

## Fußhöhe

$$h_f = 1,2 \cdot m_n$$

## Gradverzahnte Kegelräder



$$m = \frac{d - 2 \cdot c \cdot \cos \delta - d_f}{2 \cdot \cos \delta}$$

$$m = \frac{d_a - d}{2 \cdot \cos \delta}$$

Achsenwinkel  $\delta = \delta_1 + \delta_2$ , Regelfall:  $\delta = 90^\circ$   
(siehe auch „Gradverzahnte Stirnräder“)

## Modul

$$m = \frac{d}{z} = \frac{p_t}{\pi}$$

$$m = h_a$$

## Kopfkreisdurchmesser

$$d_a = d + 2 \cdot m \cdot \cos \delta$$

## Fußkreisdurchmesser

$$d_f = d - 2 \cdot (m + c) \cdot \cos \delta$$

## Teilkreiswinkel

$$\tan \delta_1 = \frac{d_1}{d_2} = \frac{z_1}{z_2} = \frac{1}{i} \quad (\text{treibendes Rad})$$

## Teilkreis-Ø

$$d = m \cdot z$$

## Teilkreiswinkel

$$\tan \delta_2 = \frac{d_2}{d_1} = \frac{z_2}{z_1} = i \quad (\text{getriebenes Rad})$$

## Kegelwinkel

$$\tan \gamma_1 = \frac{z_1 + 2 \cdot \cos \delta_1}{z_2 - 2 \cdot \sin \delta_1}$$

$$\tan \gamma_2 = \frac{z_2 + 2 \cdot \cos \delta_2}{z_1 - 2 \cdot \sin \delta_2}$$

## Riementreibe

$d_{w1}$	Wirkdurchmesser, treibende Scheibe	mm	$\beta$	Umschlingungswinkel, kleine Scheibe	° (Grad)
$d_{w2}$	Wirkdurchmesser, getriebene Scheibe	mm	$L_w$	Wirklänge	mm
$n_1$	Drehzahl, treibende Scheibe	1/min	$F_N$	Umfangskraft, statisch	N
$n_2$	Drehzahl, getriebene Scheibe	1/min	$F_A$	Achskraft	N
$v$	Riemengeschwindigkeit	m/s	$f_B$	Anzahl der Riemenbiegungen/Sekunde	1/s
$c_1$	Winkelfaktor (Tabelle)		$P$	zu übertragende Gesamtleistung	kW
$c_2$	Betriebsfaktor (Tabelle)		$P_N$	Nennleistung des Einzelriemens	kW
$c_3$	Längenfaktor (Tabelle)		$s_v$	Verstellweg für Riemenmontage	mm
$z$	Riemenzahl		$s_s$	Spannweg	mm
$e$	Achsabstand	mm			