

# Tabellenbuch Metalltechnik



















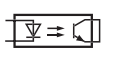


























von  
Alfred Kruft, Hans Lennert, Rolf Schiebel, Hermann Wellers

4. Auflage

Christiani, Konstanz 2014

Verlag C.H. Beck im Internet:  
[www.beck.de](http://www.beck.de)

ISBN 978 3 86522 738 6

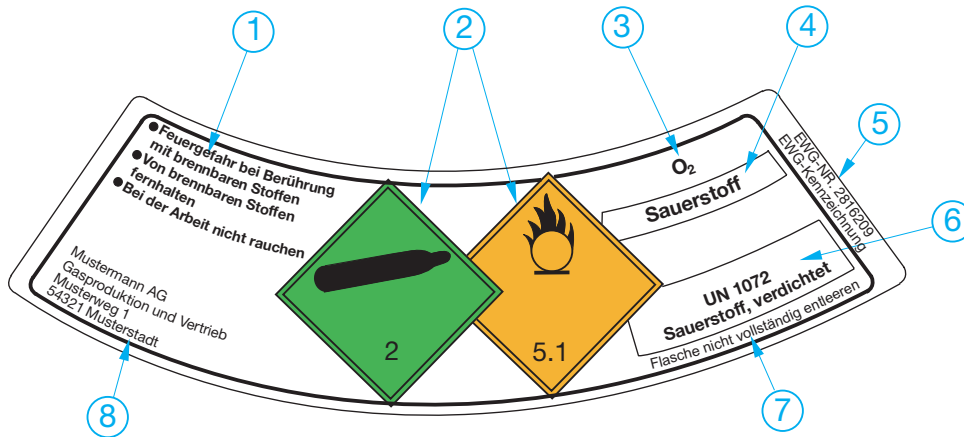
Symbole und Schaltzeichen der Elektrotechnik					
Halbleiter			Wechsler mit Unterbrechung		Schließer öffnet und schließt verzögert
	Isolierschicht-FET, Anreicherungstyp, Substratanschluss		Zweiwegschließer mit Mittelstellung AUS		Wechsler ohne Unterbrechung (Form 1)
	Substrat intern mit Source verbunden		Schütz, Schließer		Gasentladungsröhre mit Thermokontakt; Starter (Leuchtstoff)
Sensoren			Schütz, Öffner		Schalter, betätigt (betätigter Schließer)
	Diode, lichtempfindlich		Schütz mit selbsttätiger Auslösung		Lasttrennschalter mit Selbstauslösung
	Widerstand, lichtempfindlich		Handbetätigter Schalter, allgemein	Antriebe	
	Fotoelement, Fotozelle		Trennschalter, Leerschalter		Elektromechanischer Antrieb, allgemein
	Optokoppler		Leistungsschalter		Elektromechanischer Antrieb mit getrennten Wicklungen
	Hallgenerator		Druckschalter		Elektromechanischer Antrieb mit zwei getrennten Wicklungen
	magnetempfindlicher Widerstand		Zugschalter		Elektromechanischer Antrieb mit Ansprechverzögerung
	Ionisationskammer		Drehschalter		Elektromechanischer Antrieb mit Rückfallverzögerung
	Halbleiterdetektor		Kippschalter		Elektromechanischer Antrieb eines Remanenzrelais
	Peltierelement		Lasttrennschalter		Elektromechanischer Antrieb eines polarisierten Relais
	Piezoelektrischer Kristall		Erdungsschalter		Elektromechanischer Antrieb eines schnell schaltenden Relais
Schaltgeräte			Schließer schließt bei Betätigung verzögert		Elektromechanischer Antrieb eines schnell schaltenden Relais
	Schließer, allgemein		Öffner schließt bei Rückfall verzögert		
	Öffner, allgemein				

<b>Technische Dokumentation</b>	
<b>Normung</b>	
<b>Technisches Zeichnen</b>	
<b>Gewinde</b>	DIN ISO 6410-1
<b>Gewindedarstellung</b>	
	<ol style="list-style-type: none"> <li>① Gewindeteile mit Außengewinde werden so dargestellt, dass sie Teile mit Innengewinde verdecken.</li> <li>② Bei <i>Stiftschraubenverbindungen</i> wird der Gewindeauslauf der Stiftschraube in die nutzbare Gewindelänge mit einbezogen. Passungen zwischen Gewindeteilen (zusammengeschraubt dargestellt)</li> <li>③ Für das Muttergewinde wird die Toleranzklasse 6G hoch und für das Bolzengewinde 6e tief gestellt.</li> </ol>
<p><b>Ausführliche Darstellung</b></p> <p> <math>d</math> Gewinde- Nenndurchmesser  <math>b</math> nutzbare Gewindelänge  <math>l</math> Schrauben-Lieferlänge  <math>k</math> Schrauben-Kopfhöhe  <math>e</math> Eckenmaß  <math>m</math> Mutternhöhe  <math>s</math> Schlüsselweite SW  <math>e = 1,16 \cdot s</math>  <math>r_1 = 3/4 \cdot e</math>  <math>r_2 = 1/2 \cdot m</math>  <math>r_2 = 1/2 \cdot k</math>  <math>r_3 = 1/2 \cdot e</math> </p>	<p><b>Vereinfachte Darstellung</b></p> <p>Richtmaße  <math>m \approx 0,8 \cdot d</math>  <math>k \approx 0,7 \cdot d</math>  <math>e \approx 2 \cdot d</math>  <math>s \approx 0,87 \cdot e</math> </p>
<b>Vereinfachte Darstellungen</b>	
<b>Gewinde</b>	
DIN ISO 6410-3	
	<p>Darstellung und Maßangaben dürfen <i>vereinfacht</i> erfolgen, wenn</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>① der Durchmesser <math>\leq 6</math> mm ist oder</li> <li>② eine regelmäßige Anordnung von Bohrungen oder Gewinden gleicher Art und Größe vorliegt.</li> <li>③ Alle notwendigen Hinweise (Durchmesser, Tiefe, Anzahl, Gewinde) werden auf einer Hinweislinie, die zum Bohrungsmittelpunkt weist, eingetragen.</li> </ol>

Maschinen-  
elemente

Maschinenelemente					
Stifte, Kerbnägel, Blindniete					
Spannstifte (Spannhülsen), geschlitzt, schwere Ausführung, Form A				DIN EN ISO 8752	
<p>Der Durchmesser der Aufnahmebohrung (Toleranzklasse H12) am Werkstück ist gleich dem Nenn-durchmesser <math>d</math> des Spannstiftes. Der Schlitz darf nach dem Einbau nicht geschlossen sein.</p>	<b>Nenn-durchmesser <math>d_1</math></b>	<b><math>d_1</math> min.</b>	<b><math>a</math></b>	<b><math>s</math></b>	<b><math>l</math></b>
	<b>2</b>	2,3	0,45	0,4	4 – 30
	<b>3</b>	3,3	0,6	0,6	4 – 40
	<b>4</b>	4,4	0,75	0,8	4 – 50
	<b>5</b>	5,4	1,0	1,0	5 – 80
	<b>6</b>	6,4	1,3	1,2	10 – 100
	<b>8</b>	8,5	1,8	1,5	10 – 120
	<b>10</b>	10,5	2,2	2,0	10 – 160
	<b>12</b>	12,5	2,2	2,5	10 – 180
	<b>16</b>	16,5	2,2	3,0	10 – 200
<b>20</b>	20,5	3,2	4,0	10 – 200	
<b>30</b>	30,5	3,2	6,0	14 – 200	
<b>Werkstoff</b>	Stahl (St), Kohlenstoff- oder Silizium-Mangan-Stahl vergütet auf max. 560 HV 30. Austenitischer nicht rostender Stahl (A), martensitischer nicht rostender Stahl (C), Legierungen siehe Norm, vergütet auf max. 560 HV 30.				
<b>Lieferlängen</b>	6 – 32, 2er-Stufung, 35 – 100 5er-Stufung, 120 – 200, 20er-Stufung				
<i>Bezeichnungsbeispiel: Spannstift ISO 8752 - A - 10x60 - FSt</i> Form A, Durchmesser 10 mm, Länge 60 mm, Federstahl					
Kerbstifte			DIN EN ISO 8739, 8740, 8741, 8742, 8743, 8744, 8745		
<b>Zylinderkerbstifte mit Einführende</b> DIN EN ISO 8739	<b>Zylinderkerbstifte mit Fase</b> DIN EN ISO 8740	<b>Kegelkerbstifte</b> DIN EN ISO 8744			
<b>Steckkerbstifte</b> DIN EN ISO 8741	<b>Knebelkerbstifte mit kurzen/langen Kerben</b> DIN EN ISO 8742 (DIN EN ISO 8743)	<b>Passkerbstifte</b> DIN EN ISO 8745			
$d_1^{(1)}$	$d_1$ (Auswahl)	$d_1^{(1)}$	$d_1$ (Auswahl)	$d_1^{(1)}$	$d_1$ (Auswahl)
2	8–30	6	14–80	16	22–100
3	10–40	8	14–100	20	26–200
4	10–60	10	14–100		
5	14–60	12	18–100		
<b>Werkstoff</b>	Stahl (St), Härte 125 bis 245 HV 30, austenitischer nichtrostender Stahl (A), Härte 210 bis 280 HV 30				
<b>Lieferlängen</b>	8, 10, 2er-Stufung bis 32, 35, 40, 50, 5er-Stufung bis 100, 20er-Stufung bis 200				
<sup>1)</sup> Aufnahmebohrung H11		<i>Bezeichnungsbeispiel</i> <b>Kerbstift ISO 8739-6x50-St</b> Zylinderkerbstift mit Einführende, aus Stahl, mit Nenn-durchmesser $d_1 = 6$ mm, Nennlänge $l = 5$ mm			

<b>Fertigungstechnik</b>	
<b>Fertigungsverfahren</b>	
<b>Schweißen und Löten</b>	
<b>Farbkennzeichnung von Gasflaschen</b>	DIN EN ISO 7225
<b>Gefahrgutaufkleber für technischen Sauerstoff O<sub>2</sub></b>	



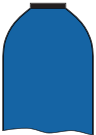

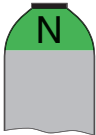
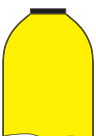



Fertigungs-  
technik

Die einzig verbindliche Kennzeichnung des Gasinhaltes erfolgt auf dem Gefahrgutaufkleber. Der Großbuchstabe **N** weist auf die Farbkennzeichnung gemäß Norm hin. Die Farbkennzeichnung dient als zusätzliche Information über die Gaseigenschaften (brennbar, oxidierend, giftig usw.).

Durch die Markierung der Farbkennzeichnung mit dem Großbuchstaben **N** (Neu, New, Nouveau) auf der Gasflaschenschulter und durch die unterschiedlichen Ventilanschlüsse nach DIN 477-1 für verschiedene Gasarten sind Verwechslungen praktisch ausgeschlossen.

**N** wird zweimal, gegenüberliegend versetzt, auf der Flaschenschulter aufgebracht. Die Farbe N-Kennzeichnung ist weiß, schwarz oder blau, je nach Schulterfarbe und Kontrast. Bei Flaschen zur Inhalation (Atemgase), deren Kennzeichnungsfarbe sich nicht ändert (z. B. H<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>), ist der Buchstabe N nicht notwendig.

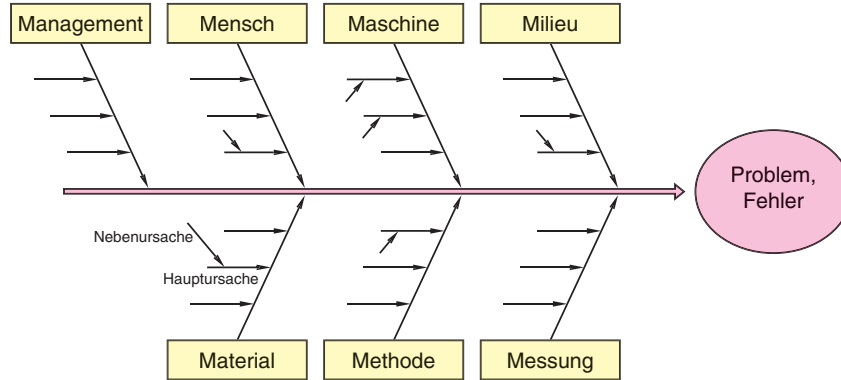
**Darstellung der bestehenden und neuen Flaschenfarben an Beispielen**  
Reingase/Gasgemische für den industriellen Einsatz

bisher	DIN EN 1089-3	bisher	DIN EN 1089-3
<b>technischer Sauerstoff</b>		<b>Xenon, Krypton, Neon</b>	
blau 	weiß 	grau 	leuchtend grün 
blau	blau (grau)	grau (schwarz)	grau (leuchtend grün)
<b>Acetylen</b>		<b>Propan, Wasserstoff</b>	
gelb 	kastanienbraun 	rot 	rot 
gelb (schwarz)	kastanienbraun (schwarz, gelb)	rot	rot

Qualitätsmanagement

Ursachen-Wirkungs-Diagramm (Ishikawa-Diagramm)

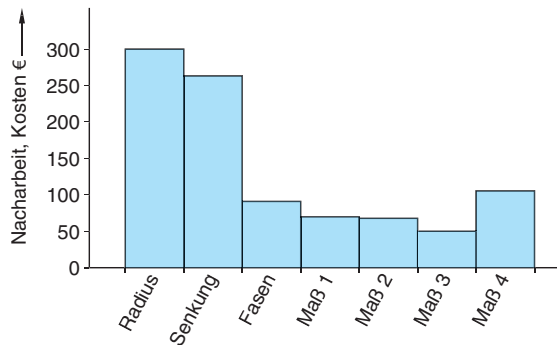
Die möglichen Ursachen und Wirkungen werden in **Haupt- und Nebenursachen** unterteilt. Durch die Diagrammstruktur können sowohl negative als auch positive Einflussgrößen identifiziert und ihre Abhängigkeiten zur Zielgröße dargestellt werden. In der Bewertung ergeben sich einige *Ursachenschwerpunkte*, die dann näher untersucht werden können.



Mess-Prüftechnik

Pareto-Diagramm

Das Pareto-Diagramm basiert auf der festgestellten Tatsache, dass die meisten Auswirkungen eines Problems (80 %) häufig nur auf eine kleine Anzahl von Ursachen (20 %) zurückzuführen sind.



Es ist ein *Säulendiagramm*, das *Problemursachen* nach ihrer Bedeutung ordnet. Je größer die Säule im Diagramm, umso wichtiger ist diese Kategorie. Sie zu beheben, bedeutet die größte Verbesserungsmöglichkeit.

Eine steile Summenkurve deutet darauf hin, dass es sehr wenige wichtige Ursachen für das Problem gibt. Eine flache Kurve zeigt an, dass viele gleichwertige Ursachen vorliegen.

Somit gibt das Pareto-Diagramm eine wertvolle Entscheidungshilfe, indem es diejenigen Ursachen klar herausstellt, die den größten Einfluss ausüben. Es wird so verhindert, dass mit großem Zeit- und Kostenaufwand unwichtige Ursachen beseitigt werden und das Problem dennoch bestehen bleibt.

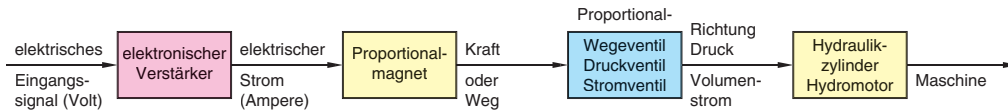
Fluidtechnik

Hydraulik

Hydrauliksteuerungen

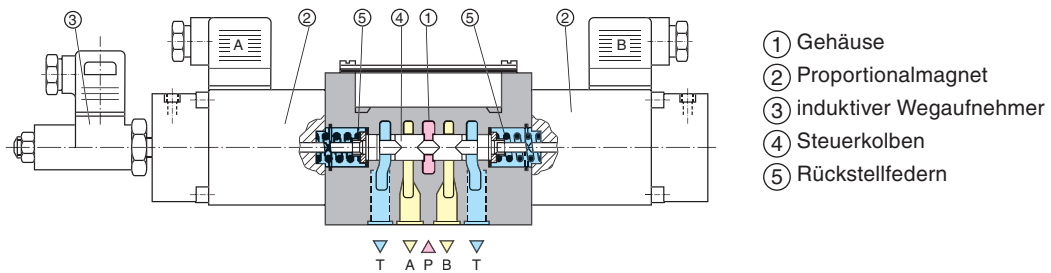
Proportionalventile

Proportional (verhältnisgleich) zu einem Eingangssignal (z. B. eine elektrische Spannung) wird mithilfe eines Proportionalventils ein entsprechendes Ausgangssignal hervorgerufen (z. B. Durchflussmenge).



Bei **Proportional-Wegeventilen** können die Steuerkolben nicht nur eine definierte Mittel- oder Endstellung annehmen, sondern auch *jede beliebige Zwischenposition* halten. Ein Proportionalmagnet positioniert dabei den Steuerkolben.

• **Direkt gesteuertes Proportionalventil**

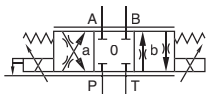


Es gibt auch **vorgesteuerte** Proportionalventile.

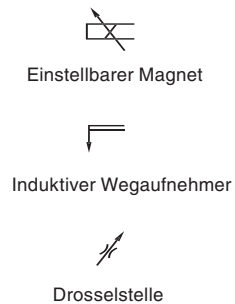
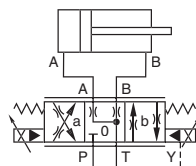
Der induktive Wegaufnehmer erfasst die Ist-Stellung des Steuerkolbens und meldet sie als elektrisches Signal an die Ansteuerelektronik (elektrische Rückführung).

• **4/3-Proportional-Wegeventil**

mit einstellbarem Magneten, induktivem Wegaufnehmer und Drosselstellen



• **Schaltplan mit vorgesteuertem Proportional-Wegeventil**



Neben dem Proportional-Wegeventil gibt es auch *Proportional-Druckventile* und *Proportional-Stromventile*.

**Vorteile der Proportionaltechnik:**

- keine hohen Druckspitzen beim Schalten,
- unterschiedliche Geschwindigkeiten der Arbeitselemente möglich,
- beherrschbare Beschleunigungs- und Verzögerungsvorgänge bei großen Massen.

Fluid-technik

Werkstofftechnik						
Werkstoffnummern für Gusseisenwerkstoffe					DIN EN 1560	
<b>Bezeichnung</b> In zahlreichen Produktnormen werden noch die herkömmlichen Werkstoffbezeichnungen nach DIN 17006-4 geführt. Dabei wird das Gusszeichen durch einen Bindestrich von den nachstehenden Angaben getrennt:						
G-		gegossen (allgemein)	GT-	EN-GJM-	Temperguss	allgemein
GG-	EN-GJL-	Gusseisen mit Lamellengrafit	GTS-	EN-GJMB-		schwarz
GGG-	EN-GJS-	Gusseisen mit Kugelgrafit	GTW-GS-	EN-GJMW-		weiß
GH-		Hartguss	GS-		Stahlguss	
angehängte Zeichen K, Z			GGK-Kokillenguss, GSZ-Schleuderguss			
Erschmelzungsart E			GS-E-Elektrostahlguss			

Die vollständige Benennung erfolgt entweder nach der **Mindestzugfestigkeit**  $R_m$  oder nach der **chemischen Zusammensetzung**.

Werkstoffbezeichnung für Gusseisenwerkstoffe					DIN EN 1560	
Das Bezeichnungssystem der Gusseisenwerkstoffe besteht aus max. 6 Positionszeichen ohne Zwischenräume.						

Positionsnummern und Werkstoffbezeichnung						
1	2	3 <sup>1)</sup>	4 <sup>1)</sup>	5	6 <sup>1)</sup>	Gusseisen mit
EN- EN-	GJ GJ	S S		-350-19-LT -400-18-RT	-D	Kugelgrafit, tiefe Temperaturen, Rohgussstück Kugelgrafit, Raumtemperatur
EN-	GJ	L		-200	-S	Lamellengrafit, getrennt gegossenes Probestück
EN- EN-	GJ GJ	M M	W W	-450-7 -360-12	-W -W	Temperguss entkohlend geglüht, Schweißbeignung für Verbindungsschweißen
EN-	GJ	N	P	-JV520	-C	vorwiegend perlitisches Gefüge, einem Gussstück entnommenes Probestück
EN-	GJ	L	A	X300CrMo15-3		legiertes, verschleißfestes Gusseisen

<sup>1)</sup> Die Angabe ist freigestellt.

Stoffeigenschaftsänderung von Stahl	
Wärmebehandlungsverfahren	
DIN EN 10052	

**Glühen**

Langsames **Erwärmen** des Werkstücks auf eine bestimmte Glüh­temperatur, kurzzeitiges **Halten** auf dieser Temperatur und langsames **Abkühlen** in Luft.

<p><b>Diffusionsglühen</b></p> <p>Glühen dicht unter der Solidustemperatur (1100 °C bis 1300 °C), längeres Halten und anschließendes langsames Abkühlen, um eine gleichmäßige Gefügeverteilung zu erzielen.</p>	<p><b>Weichglühen</b></p> <p>Beim Glühvorgang um 773 °C formt sich der Zementitanteil (Fe<sub>3</sub>C) um. Nach langsamer Abkühlung sinken Festigkeit und Härte.</p>
<p><b>Rekristallisationsglühen</b></p> <p>Nach einer Kaltverfestigung durch Kaltumformung glüht man das Werkstück auf 400 °C bis 600 °C. Dabei tritt eine Kornneubildung (Rekristallisation) auf.</p>	<p><b>Normalglühen</b></p> <p>Kurzzeitiges Glühen des Werkstückes im Austenitbereich und anschließendem Abkühlen in Luft.</p>

Werkstoffe