

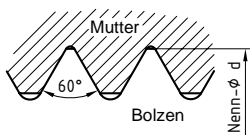
## Schrauben und Schraubverbindungen

### Gewindearten

Das in Europa gebräuchliche Gewinde bei Befestigungsschrauben ist das metrische ISO-Gewinde nach DIN 13, ein eingängiges, rechtssteigendes **Spitzgewinde** mit 60° Flankenwinkel. Bei der Bemessung wird der Kennbuchstabe M und der Nenndurchmesser (= Aussendurchmesser des Bolzens) angegeben, z.B. M12. Ohne weitere Angabe ist dies ein "Regelgewinde" mit einer vom Nenn-Ø abhängigen Steigung P (siehe Normtabellen). Üblich und weit verbreitet sind auch "Feingewinde" mit kleinerer Steigung, die dann zusätzlich angegeben werden muss, z.B. M12x1,5.

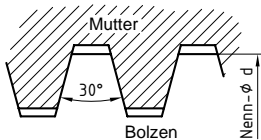
Bei Rohrverschraubungen (Wasserleitungen, Ölhydraulik, Pneumatik) sind Witworth-Gewinde mit Spitzenwinkel 55° in Zoll-Abmessungen üblich, gekennzeichnet durch den Kennbuchstaben R oder G vor der Maßzahl, z.B. R1½: Rohrgewinde für genormtes Rohr mit Nennweite 1,5 Zoll (= lichter Innen-Ø), Außengewinde kegelig (1:16), Innengewinde zylindrisch nach DIN EN 10226 (alt: DIN 2999)

G1½: wie R-Rohrgewinde, aber Außen- und Innengewinde zylindrisch nach DIN ISO 228 (alt: DIN 259)



metrisches Spitzgewinde nach DIN 13  
Bezeichnungsbeispiel: M12  
Regelgewinde (hier 1,75mm Steigung),  
Nenn-Ø 12mm

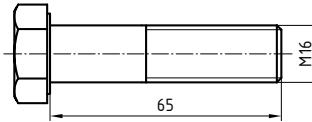
Andere Gewindearten außer Spitzgewinden finden überwiegend bei Bewegungsgewinden Verwendung, z.B. bei der Spindel eines Wagenhebers oder in Linearantrieben.



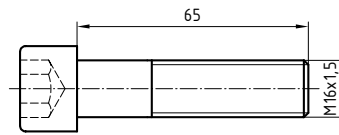
metrisches Trapezgewinde nach DIN 103  
Bezeichnungsbeispiel: Tr 40x7  
Nenn-Ø 40mm, Steigung 7mm  
(Bei Tr Steigung stets angeben!)

### Befestigungsschrauben und Muttern

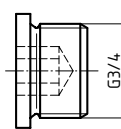
Schrauben und Muttern sind die wichtigsten genormten Bauteile, z.B.



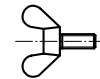
Sechskantschraube  
ISO 4014 M16x65-10.9  
(kürzere Skt.-Schrauben mit  
Gewinde bis fast unter Kopf:  
z.B. ISO 4017 M16x30-8.8)



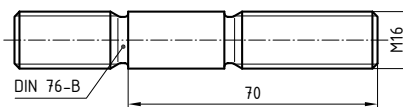
Zylinderschraube  
ISO 4762 M16x1,5x65-8.8  
("Inbus®-Schraube" bzw.  
"Allen® bolt" auf englisch,  
hier: Feingewinde mit  
kleinerer Steigung P=1,5mm)



Verschlusschraube  
DIN 908 - G¾A - PA  
(mit Zoll-Gewinde,  
Toleranzen nach  
Produktklasse A,  
Werkst.: Polyamid)



Flügelchraube  
DIN 316 - M4x10 - GT  
(Werkstoff: Temperguss)

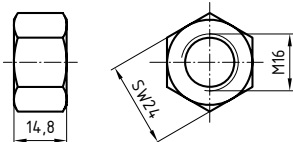


Stiftschraube  
DIN 835 - M16x70 - 8.8

-8.8 kennzeichnet die Festigkeitsklasse des Schraubenwerkstoffs, hier:

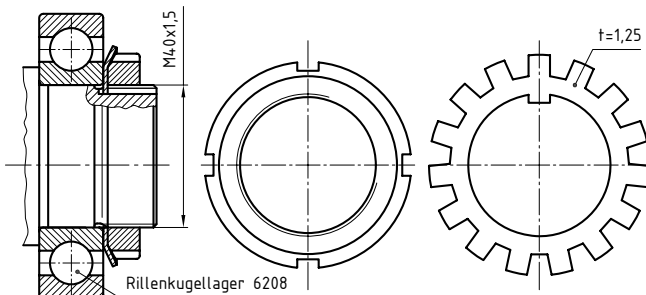
8x100 = 800 N/mm² Zugfestigkeit  
80% davon = 640 N/mm² Streckgrenze  
andere übliche Werte z.B.: 5.6, 6.8, 10.9, 12.9

Bei Muttern gibt die Festigkeitsklasse nicht direkt Auskunft über die Werkstofffestigkeit, sondern es erfolgt eine Zuordnung zu geeigneten Schrauben. Eine Mutter der Festigkeitsklasse 8 ist z.B. geeignet zur Verwendung mit Schrauben bis zur Festkeitsklasse 8.8, Festigkeitsklasse 10 für Schrauben bis 10.9 u.s.w.



Sechskantmutter  
ISO 4032 - M16 - 8  
Mutter M16, vorgesehen für Schrauben  
bis Festigkeitsklasse 8.8

Hinweis: genormte Mutterhöhe ist ein  
Anhaltswert für Mindesteinschraub-  
tiefe in Stahl vergleichbarer Festigkeit



Nutmutter DIN 981 - KM8 mit dazugehörigem Sicherungsblech DIN 5406 - MB8  
Diese "Wellenmutter" werden häufig zur Montage von Wälzlagern auf Wellen  
verwendet, Nenngröße 8 bezieht sich auf die Bohrungskennzahl 8 des Lagers  
(hier: Bohrungskennzahl x 5 = Nenn-Ø der Lagerbohrung in mm)

### Alte DIN - neue ISO

Fast alle DIN-Normen für Schrauben und Muttern wurden in den letzten Jahren zurückgezogen, für ungültig erklärt und durch ähnliche EN- oder ISO-Normen ersetzt. In der betrieblichen Praxis sind die alten gewohnten DIN-Teile aber noch häufiger anzutreffen, als die oft identischen ISO-Teile. Folgende Zusammenstellung enthält die neuen und alten Normen für die wichtigsten Anwendungen.

Bezeichnung	neu	alt
Sechskantschrauben mit Schaft (Regelgewinde)	ISO 4014	DIN 931
Sechskantschrauben mit Schaft (Feingewinde)	ISO 8765	DIN 960
Skt.-Schraube mit Gew. bis Kopf (Regelgew.)	ISO 4017	DIN 933
Skt.-Schraube mit Gew. bis Kopf (Feingew.)	ISO 8676	DIN 961
Zylinderschraube mit Innensechskant	ISO 4762	DIN 912
Sechskantmutter	ISO 4032	DIN 934
Nutmutter mit Sicherungsblech	ISO 2982-2	DIN 981

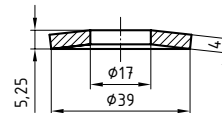
### Unterlegscheiben

Anmerkung zu Unterlegscheiben: Bei Schraubkonstruktionen mit massiven Bauteilen bringen Unterlegscheiben oft nur Nachteile und Mehrkosten! Unterlegscheiben sind erforderlich bei hochfesten Verschraubungen auf weichen Werkstoffen (z.B. Baustahl, Alu) oder bei Langlochkonstruktionen (Vergrößerung der Auflagefläche). Diese Unterlegscheiben müssen ausreichende Größe, sowie hohe Härte und Steifigkeit aufweisen. Diese Voraussetzungen sind bei den in jedem TZ-Buch zitierten Scheiben nach DIN 125 (neu: ISO 7091) nicht gegeben!

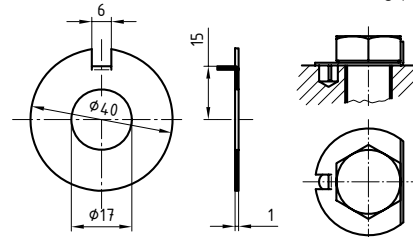
Ein anschauliches Beispiel: eine Skt.-Schraube ISO 4014 M16-10.9, montiert mit Drehmomentschlüssel, erreicht bei 110 kN Vorspannung an der Schraubenkopfaufgabe eine Flächenpressung von etwa 800 N/mm². Die Unterlage (incl. Scheibe) darf sich hier noch nicht nennenswert plastisch verformen. Für diesen Anwendungszweck existiert keine geeignete genormte Unterlegscheibe!

Folge: hochfeste Schraubverbindungen möglichst ohne Unterlegscheibe!

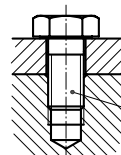
### Beispiele für Schraubensicherungen



Spannscheibe DIN 6796 - 16 - FS  
federnde, steife Unterlegscheibe aus Federstahl,  
vorgesehen für Schrauben-Nenngröße M16.  
Kompensiert durch starke Federwirkung das  
"Setzen" und erhält die Vorspannung der  
Schraubverbindung (mehr dazu im 2. Sem.).



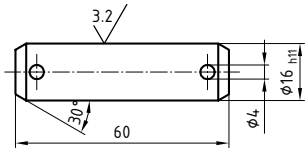
Scheibe mit Nase  
DIN 432 - 17 - St,  
für Schraube M16,  
typisches Beispiel einer  
Losdrehsicherung mit  
Normteilen (Scheibe bei  
Montage umgebogen)



ISO 4017 M10x20-10.9  
gesichert mit Loctite 639

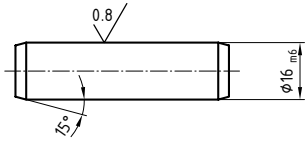
Beispiel für Losdrehsicherung einer  
Schraube mit Spezialklebstoff in den  
Gewingegängen, bei richtiger  
Anwendung beste Sicherung.  
Nicht genormt.

### Bolzen und Stifte



Bolzen ISO 2340 - B - 16x60x4 - St  
Bolzen ohne Kopf mit Splintlöchern,  
Werkstoff: Automatenstahl  
(identisch mit alter DIN 1443)

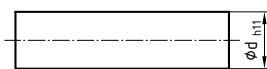
Bolzen mit Kopf: ISO 2341 (DIN 1444)



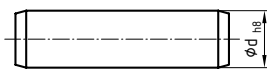
Zylinderstift ISO 2338-16m6 x 60-St  
Ungehärteter "Passstift",  
Werkstoff: Automatenstahl

Mit identischer Nenngeometrie wie der gezeigte Passstift sind genormt:  
- Zylinderstift ISO 2338-16h8 x 60-St (ungehärteter Stift,  $\phi h8$ , max.  $R_a1,6$ )  
- Zylinderstift ISO 8734-A-16m6 x 60-St (durchgehärteter Zylinderstift, Typ A)  
- Zylinderstift ISO 8734-B-16m6 x 60-St (einsatzgehärteter Zylinderstift, Typ B)

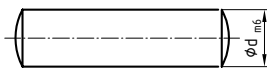
Bei Zylinderstiften nach den alten Normen DIN 7 (= DIN EN 22338, ungehärtet) und DIN 6325 (= DIN EN 28734, gehärtet) ist das Toleranzfeld an der Form des Stiftendes erkennbar. Diese Normen sind zwar offiziell zurückgezogen, die Teile werden aber in der Praxis noch verwendet.



ungehärtet, Durchmessertoleranz h11



Kegelkuppe: ungehärtet,  $\phi$ -Toleranz h8



Linse: ungehärtet,  $\phi$ -Toleranz m6

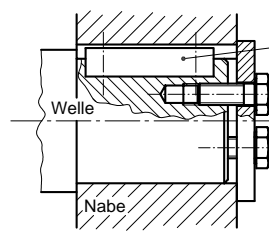


Kegel + Linse nach DIN 6325:  
gehärtet, Durchmessertoleranz m6

### Welle-Nabe-Verbindungen

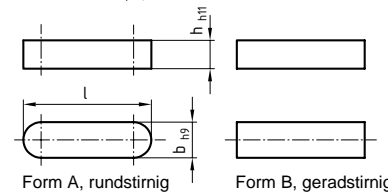
#### Passfeder DIN 6885

"Mitnehmer" zwischen Welle und Nabe, überträgt Drehbewegung und -moment



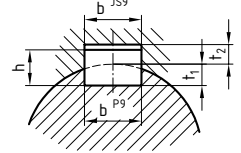
Passfeder DIN 6885 - A 10 x 8 x 36

Das Beispiel zeigt die Anwendung einer Passfeder mit Rückenspiel (die in der Norm erwähnte Passfeder mit Übermaß wird praktisch nicht angewendet). Die axiale Festlegung der Nabe erfolgt hier über Wellenabsatz und "Endscheibe".



Form A, rundstirnig

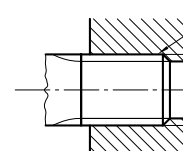
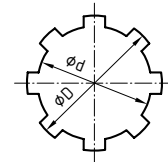
Form B, geradstirnig



Rückenspiel =  $t_1 + t_2 - h$ ,  
Nabennut  $b_{D10}$  für  
verschiebbare Naben

#### Keilwellen-Verbindung DIN ISO 14 (alt: DIN 5461 ff.)

Wenn eine einzelne Passfeder das Drehmoment nicht übertragen kann, wird statt mehrerer Passfedern besser ein Keilwellenprofil verwendet.

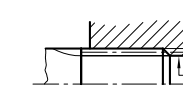
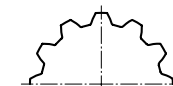


ISO 14 - 8 x 32H7g7 x 38

Beispiel für mittelschwere,  
innenzentrierte Keilwelle mit  
8 "Keilen",  $d=32$ ,  $D=38$

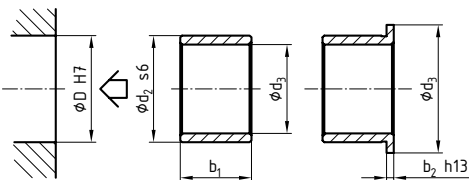
#### Zahnwellenverbindung DIN 5480

im Fahrzeugbau weit verbreitete Welle-Nabe-Verbindung mit Zahnradprofil (d.h. im Vergleich zur Keilwelle keine geraden, sondern gekrümmte Berührflanken)



z.B. Nenn- $\phi$  40, 12 Zähne,  
Verzahnung Modul 3,  $30^\circ$   
DIN 5480 40x3x30x12

### Bronze-Gleitlagerbuchsen nach ISO 4379 (alt: DIN 1850)



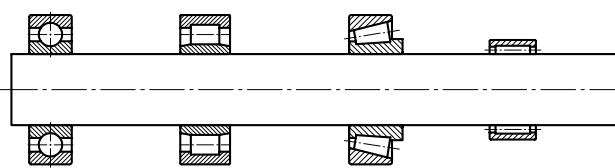
ohne Bund: Form C  
(alte DIN: Form G)  
mit Bund: Form F  
(alte DIN: Form H)

z.B.: Buchse ISO 4379-C 25x32x30 - CuSn 8  
Gleitlagerbuchse Form C,  
Bohrung  $\phi 25$ , Einbau- $\phi$  32, 30 breit,  
Werkstoff = Standard-Lagerbronze

Der Innendurchmesser der Buchsen hat nach dem Einpressen in eine H7-Bohrung etwa das Toleranzfeld H8, d.h. eine Welle, die darin läuft, sollte für eine leichte Spielpassung einen Außendurchmesser mit Toleranzfeld e7...g7 aufweisen.

### Wälzlager

Wälzlager werden durch eine international einheitliche Lagernummer gekennzeichnet, die aus der Lagerbaureihe und der Bohrungskennzahl zusammengesetzt ist. Nachsetzzeichen kennzeichnen z.B. die innere Konstruktion oder die Genauigkeitsklasse. Da Wälzlager üblicherweise aus den Katalogen der Lagerhersteller ausgewählt werden, übernimmt man die dort abgedruckten Bezeichnungen und verzichtet meist auf die Angabe der DIN-Nummer. Die für eine zuverlässige Funktion einzuhaltenen Einbautoleranzen ( $\phi$  von Welle und Gehäusebohrung) findet man ebenfalls in den Herstellerkatalogen. Beispiele:

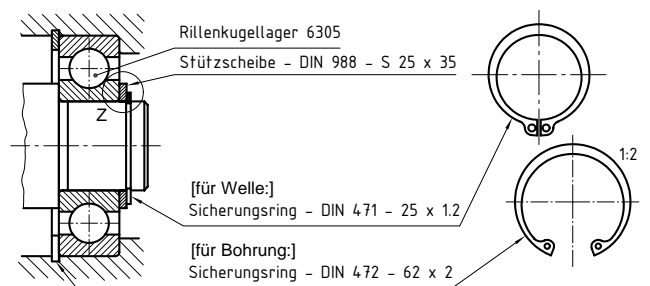


Rillenkugellager 6004, (Baureihe 60)  
Zylinderrollenlager NU204, (Baureihe NU2)  
Kegelrollenlager 32004, (Baureihe 320)  
Nadellager RNA4902 (Baureihe RNA49)

Mit Ausnahme der Nadellager ergibt sich der Bohrungs- $\phi$  des Lagerinnenrings aus der mit 5 multiplizierten Bohrungskennzahl (hier  $04 \times 5 = 20$ mm).

### Sicherungsringe DIN 471 und DIN 472 (Seegering®)

Preiswerte Standardlösung für axiale Festlegung von Bauteilen (z.B. Wälzlager)



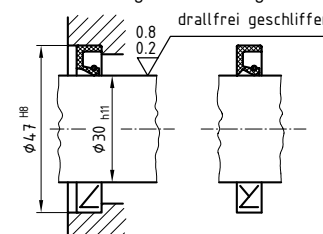
Z5:1

Wellensicherungsringe DIN 471 werden bei hohen Axialkräften mit einer Stützscheibe DIN 988 kombiniert. Diese verhindert ein Kippen auf den Sicherungsring und ein mögliches Umstülpen.

Aufgrund der größeren Dicke und Eigensteifigkeit von Bohrungssicherungsringen ist dort eine Stützscheibe nicht erforderlich.

### Radialwellendichtring DIN 3760 (Simmerring®)

Standardlösung zur Abdichtung rotierender Wellen



Form A

Form AS  
mit Staubschutzlippe

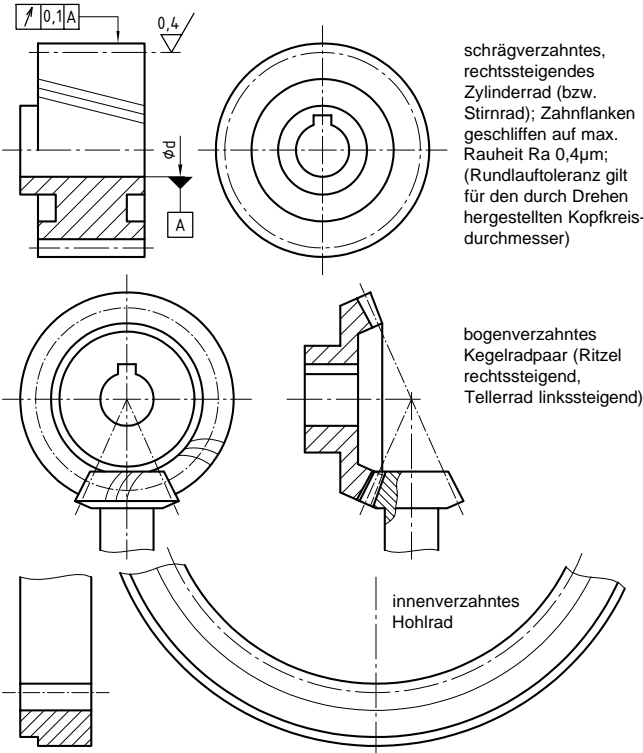
z.B. Radial-Wellendichtring  
DIN 3760 - A - 30x47x7 NBR,  
Werkstoff: Nitril-Butadien-Kautschuk.

In der oberen Hälfte ist jeweils das Schnittbild gezeigt, in der unteren eine genormte, symbolische Darstellung, die dann gewählt wird, wenn es nicht notwendig ist, die genaue Form in allen Einzelheiten zu zeigen. Ebenfalls übliche symbolische Darstellungen:



### Zahnräder

Darstellung nach DIN ISO 2203: Einzelne Zähne werden grundsätzlich nicht dargestellt. Der Bezugskreis (Teilkreis, Mittenkreis) wird stets durch eine schmale Strichpunktlinie, der Fußkreis in der Ansicht optional durch eine dünne Volllinie dargestellt. Üblicherweise wird der Fußkreis nur in Schnitten dargestellt. Die Flankenrichtung bei Schrägverzahnung wird durch drei parallele schmale Volllinien in entsprechender Richtung gekennzeichnet.

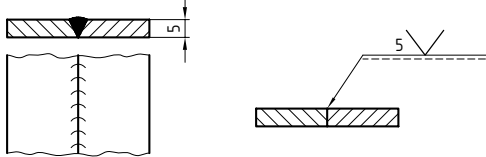


### Schweißverbindungen

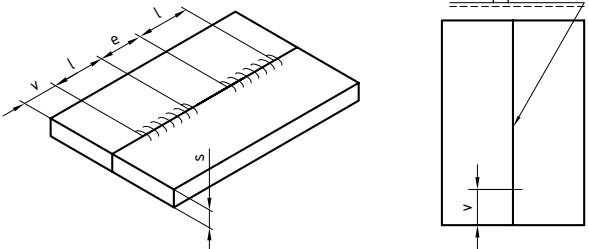
Schweißnähte werden entweder bildlich oder vorzugsweise nur mit Symbolen in Zeichnungen eingetragen. Die Symbole stehen auf einer Bezugslinie (Volllinie und Strichlinie) mit Pfeil und kennzeichnen die Form, Vorbereitung und Ausführung der Schweißnaht. Vor dem Symbol steht die Nahtdicke, danach folgen die Längenmaße.

In den nachfolgenden Beispielen werden nur wenige Beispiele gezeigt, für eine vollständige Auflistung der zahlreichen Symbole siehe DIN EN 22553 bzw. ISO 2553.

**Beispiel 1:** "V-Naht", mit voll durchgeschweißtem Querschnitt, auf der ganzen Länge durchgehend.



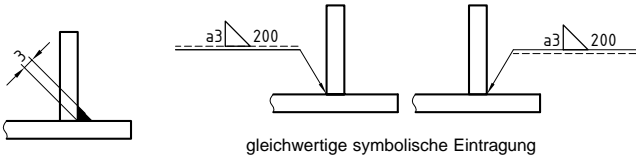
**Beispiel 2:** Unterbrochene "I-Naht"



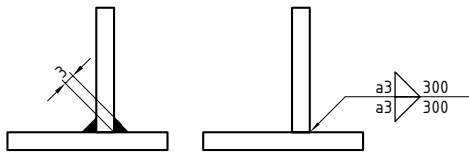
s = Nahtdicke (kann entfallen, wenn Nahtdicke = Blechdicke)  
v = Vormaß, l = Einzelnahtlänge, n = Anzahl der Nähte, e = Nahtabstand

Bedeutung der Bezugs-Volllinie und Bezugs-Strichlinie:  
Steht das Symbol auf der Volllinie, ist die Schweißnaht auf der Seite, auf die der Pfeil zeigt, steht das Symbol auf der Strichlinie, ist die Schweißnaht auf der Pfeilgegenseite. Für die symbolische Eintragung einer einfachen Kehlnaht gibt es demnach zwei unterschiedliche Möglichkeiten.

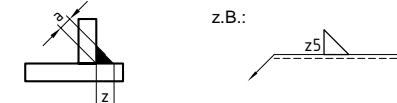
**Beispiel 3:** Einseitige "Kehlnaht", hier auf 200 mm Länge



**Beispiel 4:** Doppel-"Kehlnaht", hier beidseitig auf 300 mm Länge



Achtung: In Deutschland wird die Nahtdicke a eingetragen (a = Höhe des Dreiecks). In USA und anderen Ländern wird die Schenkellänge z angegeben.

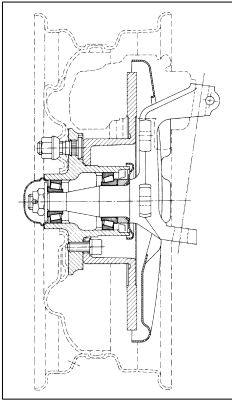


Weitere Eigenschaften der Schweißnaht werden durch Zusatz- und Ergänzungssymbole angegeben. Hier nur wenige Beispiele:

- Flache V-Naht, d.h. gewölbte, überhöhte Naht ist nicht zulässig (meist Nachbearbeitung notwendig)
- Konkave (hohlgekrümmte) Kehlnaht
- ringsum verlaufende Kehlnaht (hier Flach-Kehlnaht)

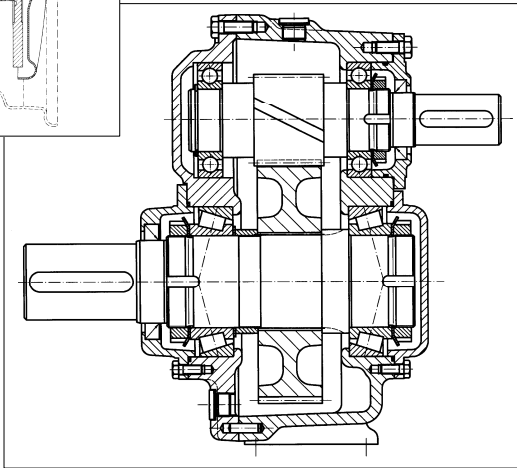
### Gruppen-, bzw. Gesamtzeichnung

In einer Gesamtzeichnung wird das an den Kunden gelieferte Produkt in allen Einzelheiten meist im Schnitt dargestellt. Wenn sich dieses Produkt aus strukturierten Baugruppen zusammensetzt, existiert dafür jeweils eine Gruppenzeichnung. Solche Zeichnungen enthalten keine fertigungstechnischen Details (z.B. Toleranzen, Oberflächensymbole), dafür aber häufig Hinweise für die Montage (z.B. ein einzuhaltendes Spiel). Ein anderer Name dafür ist auch "Zusammenstellungszeichnung" oder "Montagezeichnung".



Beispiel links: Baugruppenzeichnung einer PKW-Vorderradlagerung. Teile, die zum Verständnis des Zusammenhangs dargestellt sind, aber nicht zum Fertigungs- oder Lieferumfang gehören, können mit dünner Strich-Punkt-Punkt-Linie eingezeichnet werden (hier: Felge, Bremssattel).

Beispiel unten: Gesamtzeichnung eines industriellen Stirnradgetriebes



### Stückliste

Alle zur dargestellten Baugruppe oder Gesamtzeichnung gehörigen Einzelteile werden in einer Tabelle, der Stückliste, zusammengefasst. Sie enthält **alle** Einzelteile eines Produkts, d.h. alles vom größten Gehäuseteil bis zu kleinen Unterlegscheiben und dem Typenschild. Die Stückliste besteht im Allgemeinen aus folgenden Spalten:

Pos. | Menge | Einheit | Benennung | Sachnummer/Norm | Bemerkung

Die fortlaufende Positionsnummer wird mit einer Hinweislinie in die Gesamtzeichnung eingetragen.

Mögliche Einheiten sind z.B. Stück, lfd. Meter, Liter.

Die Stückliste kann bei einfachen Produkten auf das Schriftfeld der Zeichnung aufgesetzt werden. Meist handelt es sich aber um eine "lose Stückliste", die vom verantwortlichen Konstrukteur zunächst in eine eigene Tabelle eingetragen wird. Für die weitere Projektentwicklung in der industriellen Fertigung werden Stücklisten heute ausnahmslos mit Datenbankprogrammen verwaltet, die meist von den CAD-Programmerstellern angeboten werden (sogenannte EDM- oder PDM-Programme, "engineering data management" bzw. "product data management").

Die Reihenfolge der Positionen in der Stückliste kann nach folgenden Kriterien bestimmt werden:

bei geringer Komplexität:

- Reihenfolge beliebig, ergibt sich z.B. aus den im Uhrzeigersinn fortlaufend eingezeichneten Positionsnummern
- oder Positionsnummern entsprechen der Montagereihenfolge

bei großer Komplexität:

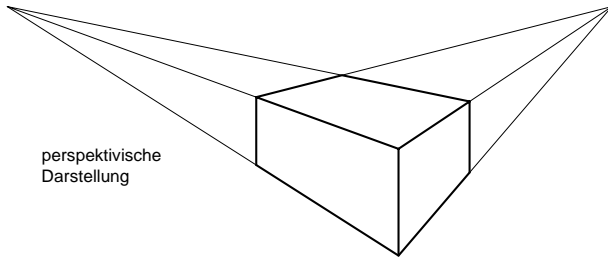
- Strukturstückliste: Positionen werden zu Funktionseinheiten zusammengefasst und strukturiert. Es gibt mehrere Teile-Ebenen (z.B. Position 1.1, 1.2, ...)
- Baugruppenstückliste: Unterbaugruppen werden nicht aufgelöst, sondern erscheinen nur mit einer Position in der obersten Teile-Ebene. Für jede Baugruppe existiert eine eigene externe Stückliste.

Pos.	Menge	Einheit	Benennung	Sachnummer / Norm-Kurzbezeichnung	Bemerkung
15	1	Stück	Sicherheitsring	DIN 471 - 17 x 1	
14	1	Stück	Spannrolle	E340	
13	1	Stück	Überlaufrolle	E295	
12	2	Stück	Rollenlager	DIN 625 - 4003	
11	2	Stück	Sicherungsring	DIN 472 - 35 x 15	
10	1	Stück	Spannrolle	E340 (S170)	
9	1	Stück	Spannhebel	E295	
8	1	Stück	Schwenkhebel	ISO 8752 - 630 - A - S1	
7	2	Stück	Spannstift	ISO 4013 - 2	
6	2	Stück	Spannrolle	LuS08	
5	2	Stück	Arbeitsrolle	LuS08	
4	2	Stück	Lagerbuchse	ISO 4379 - C 20x23x25	
3	4	Stück	Zwischenschraube	ISO 462 - M 6 x 16 - 8.8	
2	1	Stück	Flansch	E295 (S150)	
1	1	Stück	Grundplatte	S295 (S152-3)	

Titel: Remenspannvorrichtung  
 Zeichnung: Übung 2, SS 1999  
 Konstruktion und Entw.: CAD-Praktikum (AutoCAD/Genius)  
 FH München  
 FB 09 - WI  
 Datum: 15.05.2005  
 Blatt: 1 von 1

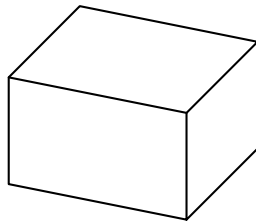
### Perspektivische Darstellung

Die Projektionslinien paralleler Kanten laufen auf Fluchtpunkte zu. Die Abmessungen sind nicht maßstabsgetreu und die manuelle Erstellung perspektivischer Darstellungen ist aufwändig und wird daher kaum gemacht. Mit modernen 3D-CAD-Programmen können solche Abbildungen, deren räumlicher Eindruck sehr gut ist, einfach per Mouse-Click erstellt werden.



perspektivische  
Darstellung

axonometrische  
Darstellung



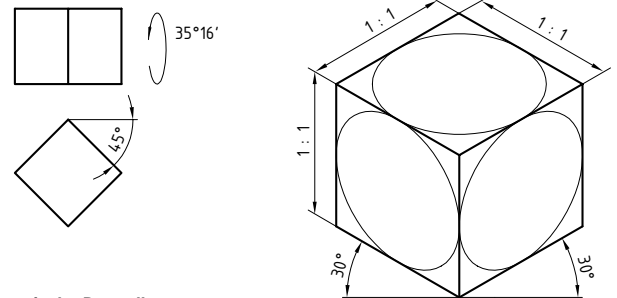
### Axonometrische Darstellung

Die axonometrische Darstellung hat Fluchtpunkte im Unendlichen, daher bleibt die Parallelität von Kanten erhalten. Für jede der Hauptprojektionsrichtungen existiert ein konstanter Abbildungsmaßstab. Liegen die Oberflächen des darzustellenden Körpers parallel zu den Hauptprojektionssebenen, erhält man die übliche Vorderansicht, Seitenansicht und Draufsicht im Maßstab 1:1. Wird der Körper gedreht, erhält man "rechtwinklige, axonometrische Projektionen". Bestimmte Drehstellungen des Körpers sind genormt, z.B. isometrische und dimetrische Darstellung.

### Isometrische Darstellung

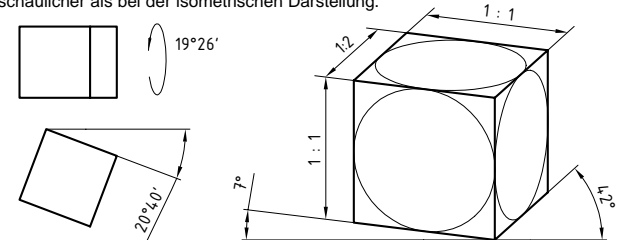
Wird ein Würfel um  $45^\circ$  gedreht und anschließend um  $35^\circ 16'$  nach vorne gekippt, erscheinen die 3 sichtbaren Flächen in gleicher Größe. Die Kanten erscheinen um jeweils  $30^\circ$  zur Horizontalen geneigt. Die Tatsache, dass diese Projektion die Kanten in den 3 Hauptachsen verkürzt darstellt, wird bei technischen Zeichnungen bewusst vernachlässigt. Es werden stets die wahren Kantenlängen im Maßstab 1:1 dargestellt. Kreise werden zu Ellipsen.

Diese isometrische Projektion zeigt Wesentliches aus allen drei Hauptansichten, ist manuell leicht zu erstellen, dafür ist der räumliche Eindruck nicht sehr gut.



### Dimetrische Darstellung

Ähnlich wie bei der Herleitung der Isometrischen Darstellung wird der Würfel zunächst um  $20^\circ 40'$  gedreht, anschließend um  $19^\circ 26'$  nach vorne gekippt. Es entsteht ein Bild, bei dem alle senkrechten Kanten als Senkrechte auftreten und die beiden anderen Hauptachsenrichtungen in Winkeln von rund  $7^\circ$  und  $42^\circ$  zur Waagrechten liegen. Die perspektivische Kantenverkürzung der Vorderansichtsebene wird in technischen Zeichnungen wieder vernachlässigt, nach hinten verlaufende Kanten werden im Maßstab 1:2 dargestellt. Die Konstruktion dieser dimetrischen Darstellung ist aufwändiger, dafür ist der räumliche Eindruck anschaulicher als bei der isometrischen Darstellung.

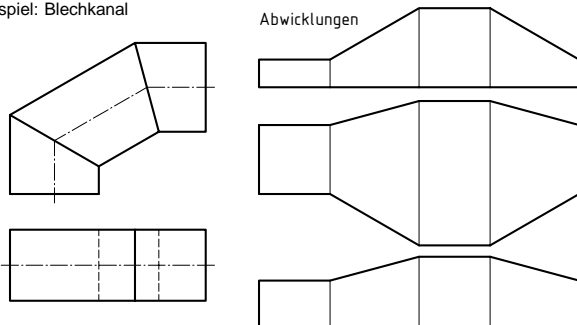


### Abwicklungen

Abwicklungen gebogener Blechstücke lassen Form und Abmessungen des Blechzuschnittes erkennen. Sie werden gewöhnlich neben die Darstellung des Werkstücks gesetzt. Dadurch werden die Herstellung der Stanz- und Biegewerkzeuge sowie die Optimierung des Blechverbrauchs sehr erleichtert. Biegelinien kennzeichnen die Biegestelle und werden als schmale Volllinien eingezeichnet.

Achtung: Die gestreckte Länge entspricht nicht exakt der Länge der Blechmittenfaser, diese ist lediglich ein guter Näherungswert. (Mindestbiegeradien und Korrekturfaktoren für kaltgebogene Stahlbleche siehe DIN 6935)

Beispiel: Blechkanal



Beispiel: Blechwinkel

