

Leseprobe

Christiani

seit 1931

Hermann Geiss

Einführung in die Getriebetechnik

Einfach und praxisnah mit Aufgaben



SEW
EURODRIVE

Dr.-Ing. Paul Christiani GmbH & Co. KG
www.christiani.de

1	Getriebe	1
1.1	Getriebearten	1
1.2	Bezugsgrößen bei Getrieben	1
1.3	Getriebe mit gestufter Übersetzung	1
1.3.1	Nicht schaltbare Getriebe	2
1.3.2	Schaltbare Getriebe	2
1.4	Getriebe mit stufenloser Übersetzung	2
1.5	Getriebebauformen	2
1.5.1	Stirnradgetriebe	3
1.5.2	Kegelradgetriebe	4
1.5.3	Schneckengetriebe	4
1.5.4	Planetengetriebe	5
1.5.5	Schieberädergetriebe	6
1.5.6	Kupplungsgetriebe	6
1.5.7	Wendegetriebe	7
1.5.8	Reibradgetriebe	8
1.5.9	Zugmitteltrieb verstellbar	8
1.5.10	Kurvengetriebe	9
1.5.11	Malteserkreuzgetriebe	9
1.5.12	Cyclogetriebe	10
1.5.13	Harmonic Drive Getriebe	10
1.5.14	Wälzkörpergetriebe	10
1.5.15	Hydrostatisches Getriebe	11
1.5.16	Kugelgewindtrieb	12
1.6	Kenngößen und Kenndaten	13
1.6.1	Technische Dokumentation	13
1.6.2	Befestigungsarten von Getrieben	14
1.6.3	Wellenanordnung	15
1.6.4	Antriebsanschlüsse	16
2	Getriebemontage	23
2.1	Allgemeine Hinweise	23
2.1.1	Allgemein	23
2.1.2	Bestimmungsgemäße Verwendung	23
2.1.3	Mängelhaftungsansprüche	23
2.1.4	Produktnamen und Marken	23
2.1.5	Aufbau der Warnhinweise	23
2.1.6	Haftungsausschluss	24
2.1.7	Mitgeltende Unterlagen	24
2.2	Montage Stirnradgetriebe	24
2.2.1	Stückliste und Explosionszeichnung	25
2.2.2	Aufbau des Schulungskoffers	26
2.2.3	Getriebemontage	29
2.2.4	Montageanleitung 2-stufiges Getriebe	30
2.2.5	Montageanleitung eines 3-stufigen Stirnradgetriebes	43
2.2.6	Ansprechpartner	59
2.3	Montage Kegelradgetriebe	59
2.3.1	Stückliste und Explosionszeichnung	60
2.3.2	Aufbau des Schulungskoffers	61
2.3.3	Getriebemontage	65
2.3.4	Ersatzteilliste und Ansprechpartner	80
2.4	Montage Schneckenradgetriebe	81
2.4.1	Stückliste und Explosionszeichnung	82
2.4.2	Aufbau des Schulungskoffers	83
2.4.3	Getriebemontage	86
2.4.4	Ersatzteilliste und Ansprechpartner	98

2.5	Montage Planetengetriebe	100
2.5.1	Stückliste und Explosionszeichnung	100
2.5.2	Aufbau des Schulungskoffers	101
2.5.3	Getriebemontage	104
2.5.4	Montage Adapter ECH05	105
2.5.5	Montage Abtriebskopf (1-stufiges Getriebe)	110
2.5.6	Endmontage (1-stufiges Getriebe)	117
2.5.7	Montage Adapter ECH05 (2-stufiges Getriebe)	121
2.5.8	Montage Abtriebskopf (2-stufiges Getriebe)	126
2.5.9	Endmontage (2-stufiges Getriebe)	136
2.5.10	Ersatzteilliste und Ansprechpartner	140

3 Maschinenelemente **141**

3.1	Befestigungselemente	141
3.1.1	Schraubenarten	141
3.1.2	Muttern	144
3.1.3	Festigkeitsklassen und Anzugsmomente	145
3.1.4	Verbindungsarten	147
3.1.5	Schraubensicherungen	147
3.1.6	Schraubenwerkzeuge	149
3.1.7	Gewinde	150
3.1.8	Sicherungsring	151
3.2	Wellen- Nabenverbindungen	152
3.2.1	Formschlüssige Wellen-Nabenverbindungen	152
3.2.2	Stift- und Bolzenverbindungen	155
3.2.3	Kraftschlüssige Wellen-Nabenverbindungen	157
3.3	Wellen und Achsen	158
3.3.1	Wellen	158
3.3.2	Achsen	158
3.3.3	Montage und Demontage von Achsen und Wellen	159
3.4	Kupplungen	161
3.4.1	Nicht schaltbare Kupplungen	162
3.4.2	Schaltbare Kupplungen	163
3.4.3	Ein- und Ausbau von Kupplungen	165
3.4.4	Bremsen	166
3.5	Wälzlager	167
3.5.1	Einteilung und Aufbau von Wälzlagern	167
3.5.2	Wälzlagerarten	168
3.5.3	Lagerbezeichnung und Kurzzeichen	173
3.5.4	Einbau von Wälzlagern	177
3.5.5	Ausbau von Wälzlagern	182
3.5.6	Schmierung von Wälzlagern	183
3.6	Gleitlager	184
3.6.1	Gleitlagerwerkstoffe	184
3.6.2	Schmierungsarten	185
3.7	Schmierstoffe und Schmierverfahren	186
3.7.1	Schmierstoffe	186
3.7.2	Schmierverfahren	190
3.7.3	Schmierplan	192
3.8	Dichtungen und Dichtungsarten	194
3.8.1	Statische Dichtungen	194
3.8.2	Dynamische Dichtungen - Berührend	196
3.8.3	Berührungslose Dichtungen	199
3.9	Federn	200
3.9.1	Federnarten	200
3.9.2	Federrate	203

3.10	Riemen und Ketten	203
3.10.1	Kettentriebe	203
3.10.2	Riementriebe	206
3.11	Zahnräder	210
3.11.1	Zahnprofile	210
3.11.2	Bestimmungsgrößen von Zahnrädern	211
3.11.3	Zahnradarten	212
3.11.4	Schäden an Zahnrädern	214
4	Wartung und Instandhaltung	215
4.1	Instandhaltungsstrategie	215
4.1.1	Vorausschauende Instandhaltungsstrategie	215
4.1.2	Schadensabhängige Instandhaltungsstrategie	216
4.1.3	Vorbeugende Instandhaltungsstrategie	216
4.2	Instandhaltung	217
4.2.1	Inspektion	217
4.2.2	Wartung	218
4.2.3	Instandsetzung	218
4.2.4	Begriffe zur Instandhaltung nach DIN 31051	219
4.3	Systematische Fehlersuche	220
4.3.1	Systematische Vorgehensweise	220
4.3.2	Hinweise zur Arbeitssicherheit	222
4.3.3	Hinweise zum Umweltschutz	222
5	Kenntnisfragen zur Getriebetechnik und Maschinenelementen	223
5.1	Gebundene Fragen zur Getriebetechnik	223
5.1.1	Lösungshinweise für Mathematikaufgaben	236
5.2	Übungsfragen ungebunden	237

1 Getriebe

Als Erstes die Frage: Was ist ein Getriebe?

Diese Frage lässt sich schnell erklären. Ein Getriebe, oder auch Umformelement, ist ein Maschinenelement, mit dem Bewegungen geändert werden können. Ein Getriebe besitzt einen Antrieb und einen Abtrieb. Am Antrieb wird eine Bewegungsgröße von einem Motor eingespeist. Der Abtrieb gibt diese Energie an ein Maschinenelement weiter. Mit einem Getriebe können z. B. rotierende Bewegungen in lineare Bewegungen und auch Pendelbewegungen umgewandelt werden. Drehbewegungen können in ihrer Richtung, ihrer Drehzahl sowie im Drehmoment und der Kraft verändert werden.



Getriebe
gear

Bild 1.1 Somit sind Getriebe aus dem Maschinenbau nicht mehr wegzu-denken.

Die VDI-Richtlinie VDI2127 besagt ganz einfach:

„Getriebe dienen zur Übertragung und Umformung von Bewegungen, Energie und/ oder Kräften“.



Bild 1.1.1

1.1 Getriebearten

(Bild 1.1.1) Getriebe werden nach verschiedenen Kriterien unterteilt. Generell unterteilt man nach der Kraftübertragung. Hier unterscheidet man zwischen kraftschlüssigen und formschlüssigen Getrieben. Kraftschlüssige Getriebe sind z. B. Umschlingungsgetriebe wie Riementriebe. Als formschlüssige Getriebe werden Zahnrad- oder Kettentriebe bezeichnet. Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal ist die Veränderung der Übersetzung. Man unterscheidet Getriebe mit gestufter Übersetzung, das heißt, es können z. B. nur fest vorgegebene Drehzahlen eingestellt werden und Getriebe mit stufenloser Übersetzung. Bei der stufenlosen Übersetzung können in einem bestimmten Drehzahlbereich alle Drehzahlen eingestellt werden.

Natürlich finden wir auch eine große Anzahl von Sonderbauformen.

Sie sehen schon, dass die Getriebetechnik ein weites Feld ist. Wir werden nun die gängigsten Getriebe genauer betrachten.

1.2 Bezugsgrößen bei Getrieben

Übersetzung

Das Verhältnis der Antriebsdrehzahl n_1 zur Abtriebsdrehzahl n_2 wird als Übersetzung bezeichnet. Die Übersetzung kann über die Drehzahlen n_1 und n_2 , die Durchmesser d_1 und d_2 sowie die Zähnezahlen z_1 und z_2 berechnet werden. Das Übersetzungsverhältnis wird durch Reibungsverluste nicht beeinflusst.

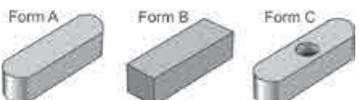
$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{z_2}{z_1}$$

Getriebemontage

37

Schritt	Abbildung	Vorgehen
16	 <p>497918475</p> <p>Bild 2.2.23</p>	<p>Prüfen Sie vor der Montage des Flansches, ob der O-Ring montiert ist.</p> <p>Stecken Sie die Montagehülse auf die Welle auf.</p> <p>Stecken Sie den Flansch passend zum Bohrbild auf.</p>
<p>O-Ring</p> <p>Der O-Ring ist eine statische Dichtung. Er eignet sich nicht für die Abdichtung bewegter Teile. Der O-Ring besteht aus einem Elastomer. Gemessen wird bei O-Ringen der Durchmesser der Ringschnur und der Innendurchmesser des O-Rings.</p>		

Schritt	Abbildung	Vorgehen
17	 <p>497926411</p> <p>Bild 2.2.24</p>	<p>Ziehen Sie die Befestigungsschrauben an und ziehen Sie die Montagehülse ab.</p>
<p>Anzugsmoment der Schrauben</p> <p>Ziehen sie die Schrauben über Kreuz an. Dadurch vermeiden Sie ein Verspannen des Flansches.</p> <p>Wählen Sie das richtige Anzugsmoment für die Schrauben. Dieses Anzugsmoment ist vom Schraubendurchmesser und von der Güteklasse abhängig. Das erforderliche Anzugsmoment können Sie aus Tabellen der Schraubenhersteller oder aus Tabellenbüchern entnehmen.</p>		

Schritt	Abbildung	Vorgehen
18	 <p>498047115</p> <p>Bild 2.2.25</p>	<p>Setzen Sie die Passfeder ein.</p> <p>Nehmen Sie die Montagehilfe ab.</p> <p>Drücken Sie die Antriebswelle Richtung Flansch und halten Sie die Wälzlager (6206) dagegen, bis die Welle am Anschlag sitzt.</p>
<p>Passfeder</p> <p>(Bild 2.2.26) Die Passfeder ist eine sogenannte „Wellen-Naben-Verbindung“. Es handelt sich um genormte Maschinenelemente. Dabei sind verschiedene Ausführungen möglich.</p>		
 <p>Bild 2.2. 26</p>		



Passfeder
feather key oder key



Wälzlager
 rolling bearings

Schritt	Abbildung	Vorgehen
19	 <p>Bild 2.3.26</p>	<p>Bauen Sie die Montagevorrichtung um. Legen Sie das Gehäuse mit der A-Seite auf.</p> <p>Hinweis: Die Montagehilfe dient zur sicheren Auflage des Getriebes auf der A- und B-Seite. Stecken Sie die Montagehilfe so zusammen, dass das Gehäuse waagrecht und sicher aufliegt. Wenn Sie die Montagehilfe umstecken, können Sie die jeweils andere Seite einstellen.</p> <p>Legen Sie das Distanzrohr 45 × 55 × 10 mm [17] auf das Wälzlager auf.</p> <p>Hinweis: Über die kleine Rändelschraube an der Montagehilfe stellen Sie die Höhe ein. Dadurch liegt das Getriebe sicher und waagrecht auf.</p>

Lagermontage

(Bild 2.3.27) Bei der Montage von Wälzlagern ist darauf zu achten, dass nur der Lagerring belastet wird, der montiert werden soll. Es ist sinnvoll, geeignete Montagewerkzeuge zu verwenden, die von den Lagerherstellern angeboten werden. Man kann diese Hilfswerkzeuge meistens auch selbst herstellen. Durch diese Hilfsmittel können die Lager beim Einbau nicht beschädigt werden. Auf keinen Fall sollte mit einem Hammer auf das Lager geschlagen werden.

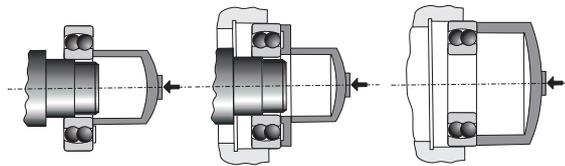


Bild 2.3.27



Zahnräder müssen beim Einbau sauber sein. Schmutz in den Zähnen kann das Abwälzen blockieren und die Zähne beschädigen.

Schritt	Abbildung	Vorgehen
20	 <p>Bild 2.3.28</p>	<p>Legen Sie das Rad 6 (42463) [6] auf das Distanzrohr auf.</p> <p>Der Radius der Bohrung von Rad 6 (42463) [6] zeigt nach oben Richtung Abtriebsseite B.</p> <p>Zentrieren Sie das Rad mit dem Fügwerkzeug.</p> <p>Wichtig: Wenn die Abtriebswelle eingebaut wird, muss der runde Wellenbund gegen den Radius des Zahnrades anliegen.</p>

Montage

Achten Sie bei der Montage des Zahnrades und der Lager auf absolute Sauberkeit. Die Lager sind offen. Das heißt, die Wälzkörper und die Laufflächen sind nicht abgedichtet. Schmutz kann die Wälzlager und auch die Zähne der Ritzelwelle erheblich beschädigen und dadurch die Laufzeit des Getriebes erheblich reduzieren. Dadurch entstehen zusätzliche Kosten.

3 Maschinenelemente

3.1 Befestigungselemente

Schraubverbindungen

Schraubverbindungen gelten als lösbare Verbindungen. Eine Schraubverbindung kann ohne Zerstörung wieder gelöst werden. Bei Schraubverbindungen werden die Bauteile durch Verschrauben von Außen- und Innengewinde gefügt. Schraubverbindungen sind generell kraftschlüssige Verbindungen. Das heißt, dass Schrauben nicht auf Abscherung belastet werden. Durch das Anziehen der Schraube wirken Kräfte in Achsrichtung. Daher wird die Schraube gedehnt und übt eine Kraft auf die zu verbindenden Teile aus. Im Extremfall sind die von außen auf die Verbindung wirkenden Kräfte jedoch so groß, dass sie den Reibungswiderstand überwinden und die Werkstücke gegeneinander verschieben. Ist dies der Fall, wird die Schraube auf Abscherung beansprucht (Bild 3.1.1).

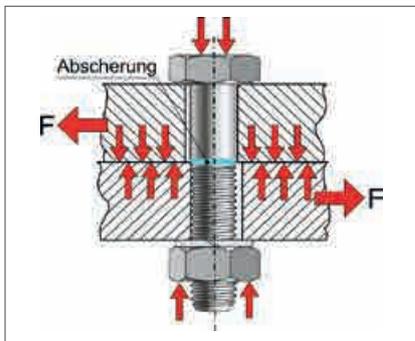


Bild 3.1.1

Die Festigkeitsklasse einer Schraube wird an der Schraube angegeben. Sie gibt Auskunft über die Mindestzugfestigkeit, also die Kraft, bei der die Schraube reißt. Die Streckgrenze ist die Kraft, bei der sich die Schraube plastisch verformt.

Die Schraubenart, die Schraubenausführung und das Schraubenmaterial hängen von ihrem Einsatzbereich ab:

- Befestigungsschrauben für lösbare Verbindungen von Bauteilen aller Art
- Bewegungsschrauben zur Umwandlung von Drehbewegungen in Längsbewegungen
- Dichtschrauben zum Verschließen von Einfüll- und Auslauföffnungen
- Einstellschrauben zur Ausrichtung von Geräten und Maschinen und zum Herstellen von Abständen

3.1.1 Schraubenarten

Die Anzahl der verschiedenen Schraubenarten ist sehr groß. Schrauben unterscheiden sich hauptsächlich in der Form von Kopf und Schaft. Mit ihnen können die verschiedensten Materialien verbunden werden. Gleichzeitig handelt es sich dabei um genormte Maschinenelemente. Dadurch wird die Wiederbeschaffung erheblich erleichtert. Neben der Vielzahl der Schraubenarten sind auch die Maßsysteme ein wichtiges und umfangreiches Kriterium zur Bestimmung von Schrauben. Die nachfolgende Aufstellung der Schrauben und Muttern erhebt nicht den Anspruch der Vollständigkeit. Allerdings finden Sie hier die gebräuchlichsten Verbindungselemente, die im Maschinenbau Anwendung finden.

Sechskantschraube

Sie ist womöglich die am meisten eingesetzte Schraubenart.

Dabei unterscheidet man Schaftschrauben (Bild 3.1.2, a) und Schrauben mit Gewinde bis zum Schraubenkopf (Bild 3.1.2, b). Bei Schaftschrauben ist die Gewindelänge genormt. Die genauen Maße für diese standardisierten Maschinenelemente, wie z. B. Schlüsselweite, Gewinde, Kerndurchmesser oder auch Spannungsquerschnitt, können aus Tabellenbüchern oder Herstellerangaben ermittelt werden.



Bild 3.1.2

Zylinderschraube

Den Namen „Zylinderschraube“ haben diese Maschinenelemente von ihrer zylindrischen Kopfform. Der Vorteil dieser Kopfform gegenüber der Sechskantschraube ist die Möglichkeit, den Schraubenkopf vollständig zu versenken. Diese Schrauben eignen sich auch für kleine Schraubenabstände, da sich der Sechskant zum Anziehen der Schraube im Kopf befindet.

Man unterscheidet bei dieser Schraubenart auch die Kopfform. Je nach Kopfform müssen



Sechskantschraube
hexagon screw



Vorteile von kraftschlüssigen Verbindungen

- Zerstörungsfrei lösbar
- Wiederverwendbar
- Leicht zu montieren
- Genormt



Zylinderschraube
cylinder screw

3.4.1 Nicht schaltbare Kupplungen

(Bild 3.4.2) Beschäftigen wir uns zuerst mit den nicht schaltbaren Kupplungen. Sie verbinden die Wellenenden permanent miteinander. Man unterscheidet dabei starre und elastische Kupplungen. Elastische Kupplungen können im Gegensatz zu starren Kupplungen Schwingungen oder Stöße mindern. Je nach Bauform können auch Fluchtfehler (b), Winkelversatz (a) oder axialer Versatz (c) ausgeglichen werden. Nachfolgend finden Sie die gebräuchlichsten Bauformen der nicht schaltbaren Kupplungen.

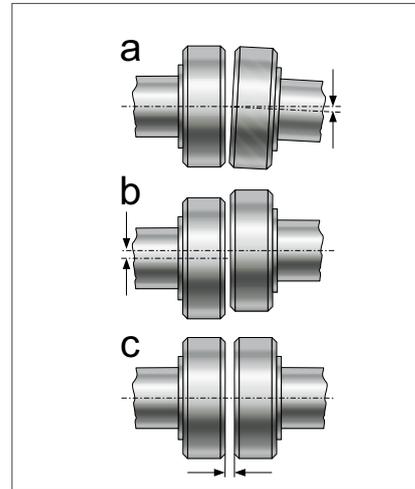


Bild 3.4.2

Schalenkupplung

(Bild 3.4.3) Diese Kupplungsbauf orm besteht aus zwei gleichen Halbschalen. Die Halbschalen werden mit Schrauben auf die Wellenenden geklemmt. Durch diese Bauform ist die Kupplung leicht zu montieren und zu demontieren. Auch Passungsrost, der im Laufe der Zeit entsteht, hat keine Auswirkung auf die Montage, da die Halbschalen einfach nach oben abgenommen werden können.



Bild 3.4.3

Die Wellenenden müssen genau fluchten und es darf kein Winkelversatz auftreten. Die beim Betrieb auftretenden Fliehkräfte wirken der Spannkraft der Schrauben entgegen. Daher sind die zu übertragenden Umdrehungsfrequenzen kleiner als z. B. bei Scheibenkupplungen.

Schalenkupplungen sind nach DIN 115 genormt.

Scheibenkupplung

(Bild 3.4.4) Die Scheibenkupplung ist neben der Schalenkupplung wohl die gebräuchlichste Kupplung unter den starren Kupplungen. Sie besteht, wie der Name schon sagt, aus zwei Scheiben, die durch Schrauben oder Kunststoffelemente miteinander verbunden sind.

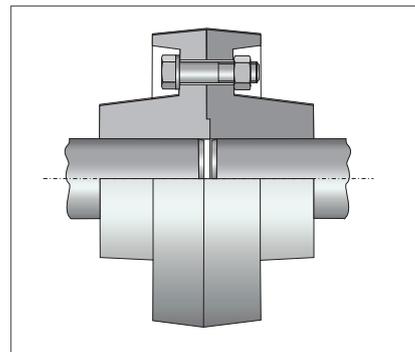


Bild 3.4.4

Allerdings darf die Scheibenkupplung nicht mit der Einscheibenkupplung verwechselt werden. Die Scheibenkupplung ist im Gegensatz zur Einscheibenkupplung nicht schaltbar. Um die Verbindung elastischer zu gestalten, werden die Verbindungskörper oft mit Elastomeren überzogen. Dadurch wird der Schlag beim Anlauf gedämpft.

Bei dieser Kupplungsform müssen, ebenso wie bei der Schalenkupplung, die Wellenenden exakt fluchten. Ein Winkelversatz kann nicht ausgeglichen werden.

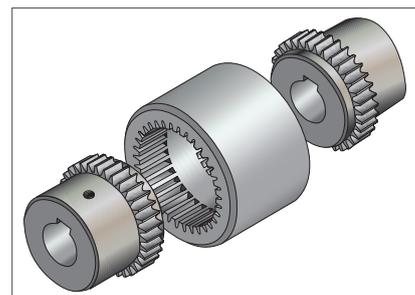


Bild 3.4.5



Ist die Schalenkupplung mit einer Passfedernut versehen, wird das Drehmoment formschlüssig übertragen.

Werden die Wellenenden nur durch die Schalenkupplung geklemmt, wird das Drehmoment kraftschlüssig übertragen.



Scheibenkupplung
disc clutch

Zweireihiges Schrägkugellager

(Bild 3.5.8) Diese Lager haben auf einer Seite eine Füllnut, die zur Herstellung des Lagers unerlässlich ist. Bei einseitiger Belastung sollte daher bei der Montage darauf geachtet werden, dass die Wälzkörper nicht gegen diese Füllnut gepresst werden.

Das zweireihige Schrägkugellager entspricht der O-Anordnung von zwei einreihigen Schrägkugellagern. Daher ist dieses Lager von beiden Seiten axial voll belastbar. Zweireihige Schrägkugellager werden dort eingesetzt, wo eine starre axiale Führung verlangt wird.

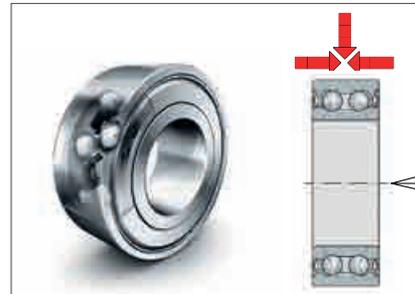


Bild 3.5.8

Pendelkugellager

(Bild 3.5.9) Pendelkugellager haben zwei Kugelreihen mit einer gemeinsamen hohlkugelförmigen Laufbahn im Außenring. Dadurch können winkelige Wellenverlagerungen und Fluchtfehler ausgeglichen werden. Sie sind radial und auch axial in beiden Richtungen belastbar. Eingesetzt werden Pendelkugellager dort, wo durch Montageungenauigkeiten Fluchtfehler zu erwarten sind, oder bei Wellen, bei denen man mit Durchbiegung rechnen muss.

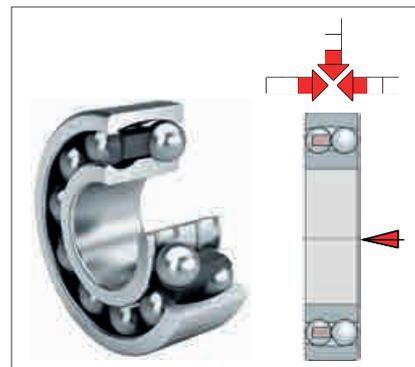


Bild 3.5.9

Vierpunktlager

(Bild 3.5.10) Unter dem Begriff „Vierpunkt-lager“ versteht man ein Schrägkugellager mit geteiltem Innenring. Dadurch kann das Vierpunkt-lager axiale Kräfte in beiden Richtungen aufnehmen.

Der Name „Vierpunkt-lager“ ergibt sich aus der Tatsache, dass bei radialer Belastung des Lagers die Kugel die Lauffläche an vier Punkten berührt.

Durch den geteilten Innenring ist das Lager zerlegbar. Einsatzbereiche dieser Lager sind z.B. der Getriebebau und Lagerungen, bei denen die axiale Belastung in beiden Richtungen erfolgt und eine geringe Lagerbreite erforderlich ist.

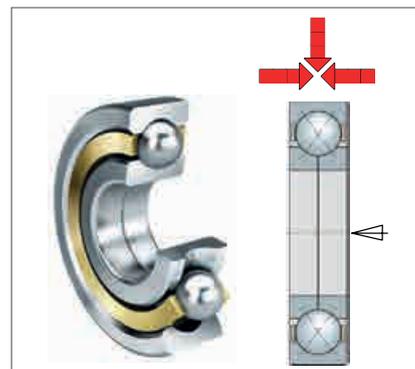


Bild 3.5.10

Zylinderrollenlager

(Bild 3.5.11) Zylinderrollenlager sind radial höher belastbar als Kugellager. Ausschlaggebend hierfür ist die linienförmige Berührung zwischen Rollenbahn und Wälzkörper.

Zylinderrollenlager sind axial nicht belastbar. Es können auch keine Flucht- oder Winkelfehler aufgenommen werden. Man unterscheidet bei Zylinderrollenlagern verschiedene Bauformen. Die Unterschiede beziehen sich dabei auf die Art der Seitenborde.

Alle Zylinderrollenlager sind zerlegbare Lager. Das heißt, Innenring und Außenring werden separat montiert.

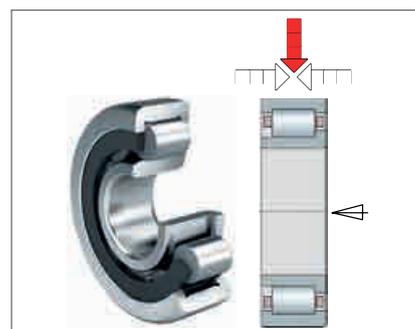


Bild 3.5.11

Beispiel:

NU2340 P5 S0

NU = Zylinderrollenlager mit zwei Borden am Außenring

2 = Breitenreihe 2

3 = Durchmesserreihe 3

40 = Bohrungskennzahl = $40 \cdot 5 = 200$ mm Bohrungsdurchmesser

P5 = Lager mit besonders hoher Maß-, Form- und Lauf-Genauigkeit

S0 = Lager für Betriebstemperaturen bis 150 °C

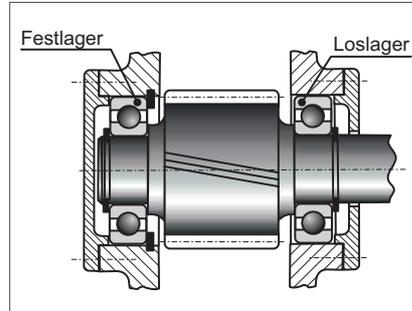


Bild 3.5.31

3.5.4 Einbau von Wälzlagern

Um Wälzlager fachgerecht montieren, aber auch demontieren zu können, sind einige Vorbereitungen und natürlich Kenntnisse erforderlich. Dabei ist nicht nur das richtige Werkzeug ausschlaggebend, sondern auch das Wissen über die Lageranordnung und die richtige Passung für die jeweilige Lageranordnung.

Befassen wir uns zunächst mit der Lageranordnung.

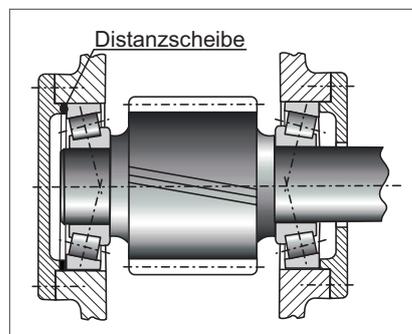


Bild 3.5.32

Loslager/Festlager

(Bild 3.5.31) Bei reinen Radiallagern wird im Allgemeinen eine Los-Festlagerkombination gewählt. Dabei wird ein Lager der Lagerpaarung fest eingebaut. Das heißt, sowohl der Innenring als auch der Außenring des Lagers ist in seiner axialen Richtung fixiert. Das zweite Lager wird entweder am Innenring oder am Außenring lose gepasst. Somit kann dieses Lager Maßveränderungen durch Temperatureinflüsse oder durch Bauteiltoleranzen ausgleichen. Welcher Lagerring eine lose Passung erhält, ist von der Punktlast des jeweiligen Lagerrings abhängig. Das Thema Punktlast oder Umfangslast wird uns später noch beschäftigen. Würden beide Lager fest eingebaut, das heißt, sie könnten keine axialen Längen ausgleichen, würden die verwendeten Lager extremen axialen Belastungen ausgesetzt, die die Lebensdauer der Lager wesentlich verkürzen würden.

Angestellte Lager

(Bild 3.5.32) Lager, die für axiale und radiale Belastungen ausgelegt sind, müssen gegeneinander verspannt werden. Diese Art der Lagerung wird als angestellte Lagerung bezeichnet. In der Praxis sind dies Schrägkugellager oder Kegelrollenlager.

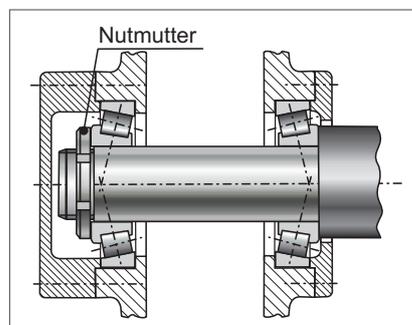


Bild 3.5.33

Die Verspannung bzw. Anstellung der Lager erfolgt entweder durch eine Mutter (Bild 3.5.33) oder durch Distanzscheiben (Bild 3.5.32), die zwischen Lagerdeckel und Lager gelegt werden. Dabei werden die Lagerluft bzw. das Lagerspiel eingestellt. Diese Einstellung bedarf einer gewissen Übung. Wird die Lagerluft zu klein eingestellt, also das Lager zu hoch vorgespannt, steigt durch die dabei entstehende Reibung die Temperatur in der Lagerung. Das heißt, alle Komponenten dehnen sich aus. Dabei wird je nach Lageranordnung, O oder X, die Lagerluft weiter oder enger.

Kommen wir nun zum Thema Lageranordnung. Bei angestellten Lagern hat man die



Die Lebensdauer eines Lagers ist zum großen Teil von der fachgerechten Montage abhängig. Wird das Lager beim Einbau beschädigt, ist ein vorzeitiger Ausfall vorausprogrammiert.



Durch das Loslager können Wärmeausdehnung und Längentoleranzunterschiede ausgeglichen werden und Verspannungen vermieden werden.

Tauchschmierung

(Bild 3.7.9) Die Tauchschmierung ist für niedrig belastete Getriebe geeignet. Bei dieser Art der Schmierung wird der untere Bereich mit Schmierstoff gefüllt. Durch die Drehbewegung, wie in unserem Bild das Lager, oder ein Ring oder Zahnrad, wird der Schmierstoff nach oben geschleudert. Dadurch gelangt der Schmierstoff an alle Schmierstellen. Es ist möglich, durch günstige Konstruktion auch höher gelegene Schmierstellungen durch Abtropfen mit Schmierstoff zu versorgen. Planschverluste im Getriebe können bei dieser Schmierungsart gering gehalten werden.

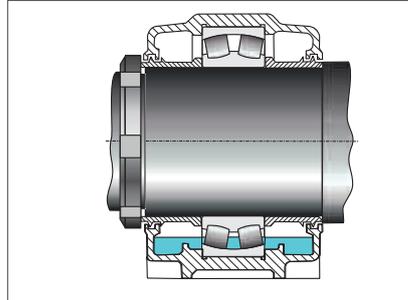


Bild 3.7.9

Lebensdauerschmierung

Diese Schmierungsart findet man meistens bei Lagern oder auch bei Linearführungen. Dabei sind die Reibstellen bereits vom Hersteller mit Schmierstoff gefüllt. Diese Füllmenge reicht bis zum Ende der Nutzungsdauer des Bauteils. Ein Nachfüllen von Schmiermittel ist in den meisten Fällen nicht mehr möglich, da die Bauteile komplett abgedichtet sind.

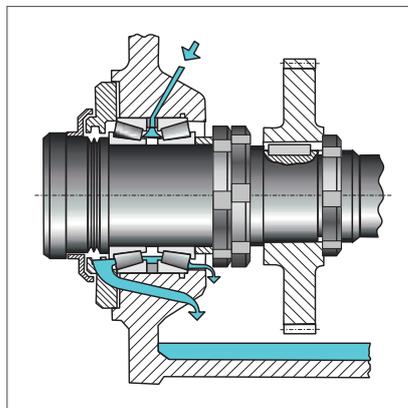


Bild 3.7.10

Umlaufschmierung

(Bild 3.7.10) Bei der Umlaufschmierung wird das Schmiermittel mit einer Pumpe an die zu schmierenden Stellen befördert. Dabei schmiert das Öl die Bauteile und fließt anschließend wieder in den Ölbehälter zurück. Dabei handelt es sich um ein geschlossenes System. Bevor das Öl wieder von der Pumpe angesaugt wird, kann es durch einen Ölfilter gereinigt werden.

Wird von der Schmierpumpe ein Druck zwischen 0,5 und 5 bar erreicht, spricht man von einer Druckumlaufschmierung.

Bei dieser Schmierungsart wird auch bei großen Getrieben verhältnismäßig wenig Schmierstoff verwendet. Bei hohen Drehzahlen besteht die Gefahr, dass nicht genügend Schmierstoff an die Lagerstellen gelangt. Um das zu verhindern, wird mithilfe der Einspritzschmierung das Öl mit Druck durch eine Düse direkt der Schmierstelle zugeführt.

Ölnebelschmierung

(Bild 3.7.11) Bei diesem Schmierverfahren wird das Schmieröl mittels Druckluft an die zu schmierende Stelle geblasen. Dabei wird das Schmiermittel mit einer Düse vernebelt. Dieses Verfahren setzt man bei sehr hohen Drehzahlen ein. Somit wird gewährleistet, dass die ausreichende Ölmenge an die Schmierstelle gelangt. Ein weiterer Einsatzort sind Schmierstellen, die schwer erreichbar sind.

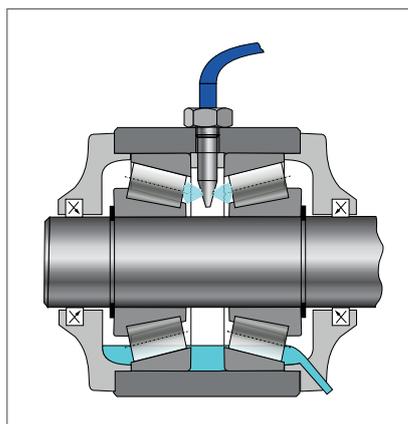


Bild 3.7.11



Umlaufschmierung
circulation lubrication



Ölnebelschmierung
oil fog lubrication



Stirnrad
spur gear

Pfeilverzahnung
herringbone gearing

3.11.3 Zahnradarten

Stirnäder (geradverzahnt)

Stirnäder sind die am häufigsten verwendeten Zahnäder im Maschinenbau. Sie sind verhältnismäßig einfach herzustellen. Stirnäder tragen ihre Zähne am Umfang des Rades. Beim Stirnrad liegen die Achsen parallel zum Gegenrad. Geradverzahnte Stirnäder werden in Schieberädergetrieben verwendet. Sie werden mit Außenverzahnung (Bild 3.11.4, a) und Innenverzahnung (Bild 3.11.4, b) hergestellt. Durch die Geradverzahnung treten bei dieser Zahnradart nur Radialkräfte auf. Der Nachteil bei dieser Verzahnungsart sind die Laufgeräusche: Sie laufen wesentlich geräuschvoller als schrägverzahnte Stirnäder.

Stirnäder (schrägverzahnt)

(Bild 3.11.5) Bei schrägverzahnten Stirnädern sind im Gegensatz zu geradverzahnten immer mehrere Zähne im Eingriff. Das heißt, die Zähne gleiten kontinuierlich ineinander. Dadurch werden Laufgeräusche erheblich reduziert. Der Nachteil dieser Verzahnungsart sind die durch die Schrägung auftretenden axialen Kräfte. Die Axial- und Radialkräfte müssen durch eine geeignete Lagerung aufgenommen werden. Man braucht also Lager, die sowohl Axial- als auch Radialkräfte aufnehmen können. Das sind z. B. Schrägkugellager oder Kegelrollenlager. Um die Axialkräfte zu begrenzen, sollte der Schrägungswinkel β nicht größer als 20° sein.

Stirnäder (pfeilverzahnt)

(Bild 3.11.6) Durch eine Pfeilverzahnung oder Doppelschrägverzahnung lassen sich axiale Kräfte gegeneinander aufheben. Diese Verzahnungsart eignet sich zur Übertragung hoher Drehmomente. Sie wird auch eingesetzt, wenn schrägverzahnte Zahnäder zu breit, oder die auftretenden Axialkräfte zu groß würden.

Kegeläder

(Bild 3.11.7) Kegeläder dienen zur Übertragung von Drehmomenten, bei denen sich die Wellen in einem 90° -Winkel schneiden. Sie werden wie Stirnäder mit gerad- oder schrägverzahnten Zähnen verwendet. Geradverzahnte Kegeläder werden für niedrigere Umdrehungsfrequenzen und schrägverzahnte Kegeläder für höhere Umdrehungsfrequenzen eingesetzt. Außerdem ist bei schrägverzahnten Kegelädern die Laufruhe höher als bei geradverzahnten. Das kleinere Kegelrad

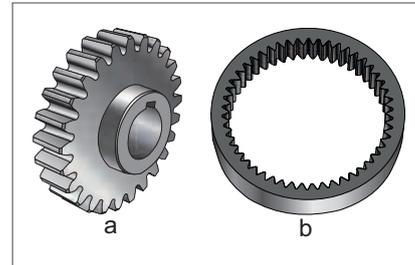


Bild 3.11.4



Bild 3.11.5

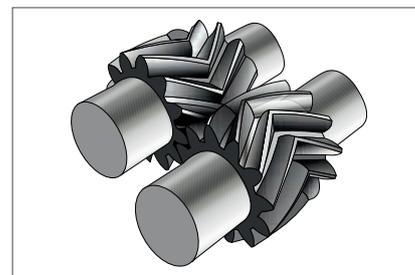


Bild 3.11.6

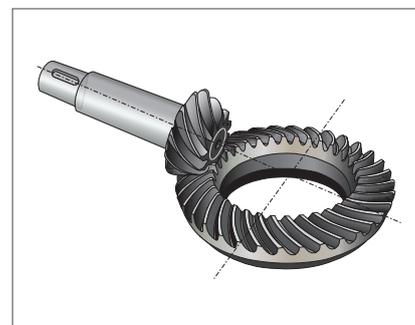


Bild 3.11.7

wird meist als Ritzel und das größere Kegelrad als Tellerrad bezeichnet.

5 Kenntnisfragen zur Getriebetechnik und Maschinenelementen

5.1 Gebundene Fragen zur Getriebetechnik

Die nachfolgenden Kenntnisfragen zur Getriebetechnik sind nach dem Multiple-Choice-Verfahren erstellt. Kreuzen Sie die richtige Antwort an. Dabei ist je Frage nur eine Antwort richtig.

5.1.1 Welchen Nachteil haben schrägverzahnte Zahnräder gegenüber geradzahnten Zahnrädern?

- Sie haben hohe Laufgeräusche.
- Ihre Lebensdauer ist beschränkt.
- Es treten axiale Kräfte auf.
- Sie sind nur für Schieberädergetriebe geeignet.
- Sie haben nur eine geringe Belastbarkeit.



Bild 5.1.1

5.1.2 Welcher Vergleich von Wälz- und Gleitlagern ist richtig?

- Gleitlager müssen nicht geschmiert werden.
- Wälzlager sind für stoßartige Belastungen bestens geeignet.
- Gleitlager haben schlechte Notlauf Eigenschaften.
- Gleitlager erfordern einen hohen Wartungsaufwand.
- Wälzlager benötigen Dauerschmierung.

5.1.3 Eine Zylinderschraube mit Innensechskant ist mit der Festigkeitsklasse 8.8 gekennzeichnet. Welche nachstehende Antwort ist richtig?

- Mindestzugfestigkeit = 88 N/mm²
- Mindeststreckgrenze = 800 N/mm²
- Mindestzugfestigkeit = 640 N/cm²
- Mindestzugfestigkeit = 800 N/mm²
- Mindestzugfestigkeit = 880 N/mm²

5.1.4 (Bild 5.1.1) Um welches Getriebe handelt es sich bei diesem Schnittmodell?

- Kegelradgetriebe
- Schneckengetriebe
- Stirnradgetriebe
- Planetengetriebe
- Reibradgetriebe

5.1.5 (Bild 5.1.1) Wie erfolgt bei diesem Getriebe die Kraftübertragung?

- Stoffschlüssig
- Formschlüssig
- Kraftschlüssig
- Reibschlüssig
- Form- und kraftschlüssig

5.1.6 (Bild 5.1.1) Welche Zahnräder finden wir in diesem Getriebe?

- Stirnrad und Kegelrad
- Stirnrad und Schneckenrad
- Kegelrad und Schraubenrad
- Schraubenrad und Zahnstange
- Kegelrad und Schneckenwelle

5.1.7 (Bild 5.1.1) Wieviele Getriebestufen hat dieses Getriebe?

- Eine Stufe
- Zwei Stufen
- Drei Stufen
- Vier Stufen
- Eine Reibstufe

5.1.8 (Bild 5.1.1) Mit welcher Dichtung ist die Abtriebswelle abgedichtet?

- O-Ring
- Flachdichtung
- Filzdichtung
- Radial-Wellendichtring
- Flüssigdichtung

