

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	Planetengertriebe	5
1.5.5	Schieberädergetriebe	6
1.5.6	Kupplungsgetriebe	6
1.5.7	Wendegertriebe	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	Kugelgewindetrieb	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

Getriebemontage

37

Schritt	Abbildung	Vorgehen
16	 <p>Bild 2.2.23 19419099019</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Stecken Sie die Montagehülse auf die Abtriebswelle. <p>Hinweis: Die Montagehülse verhindert, dass die Passfedernut den Radial-Wellendichtring beschädigt.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Montieren Sie den Flansch [16] passend zum Bohrbild.
<p>O-Ring 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>Bild 2.2.24 19419102987</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Schrauben Sie den Flansch [16] mit den Schrauben M8 × 20 [14] und dem Innensechskantschlüssel Gr. 6 über Kreuz fest. <p>Optional können Sie die Schrauben mit einem Drehmomentschlüssel anziehen. Die M8-Schrauben bestehen aus korrosionsbeständigem Stahl mit Festigkeitsklasse 70. Daraus resultiert ein Anzugsdrehmoment von 19 Nm.</p>
<p>Anzugsmoment der Schrauben Ziehen sie die Schrauben über Kreuz an. Dadurch vermeiden Sie ein Verspannen des Flansches. 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>Bild 2.2.25 19420450955</p>	<p>Ziehen Sie die Montagehülse von der Abtriebswelle ab.</p>



Wälzlager
 rolling bearings

Schritt	Abbildung	Vorgehen
19	 <p style="text-align: right;">9252987659</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>

Bild 2.3.26

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.

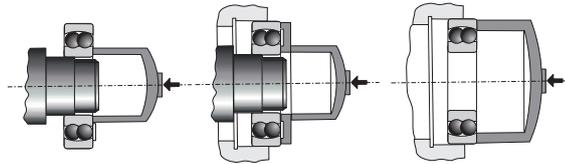


Bild 2.3.27



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

Schritt	Abbildung	Vorgehen
20	 <p style="text-align: right;">9252989579</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>

Bild 2.3.28

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).

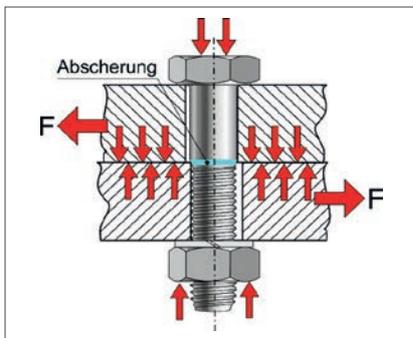


Bild 3.1.1

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 verschiedene Werkzeuge zur Schrau-



Sechskantschraube
hexagon screw



■ Vorteile von kraftschlüssigen Verbindungen

- Zerstörungsfrei lösbar
- Wiederverwendbar
- Leicht zu montieren
- Genormt



Zylinderschraube
cylinder screw

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

