

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

Vorwort

Dieses Buch soll Ihnen die Grundlagen der Getriebetechnik und den gebräuchlichsten Maschinenelemente vermitteln, die im Maschinenbau Anwendung finden. Es soll Ihnen helfen die Schulungsgetriebe von SEW Eurodrive fachgerecht und zielgerichtet zu montieren und mit dazugehörigen Randnotizen hintergrundwissen zu erfahren.

Im Theorieteil habe ich die gängigsten Maschinenelemente, die im Maschinenbau Anwendung finden, noch einmal genauer beschrieben. Diese Elemente sind, unabhängig von der eingesetzten Technologie, die Grundlage des Maschinenbaus. Durch die Vielzahl der Übungsaufgaben werden die erworbenen Kenntnisse noch einmal vertieft. Bei der Lösung der Aufgaben finden sie auch im Tabellenbuch Unterstützung.

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



Sechskantmutter
 hexagon nut

Sicherungsscheibe
 lock washer

2.5.9 Endmontage (zweistufiges Getriebe)

Die Endmontage des zweistufigen Planetengetriebes ist mit der Endmontage des einstufigen Getriebes nahezu identisch.

Schritt	Abbildung	Vorgehen
1	 <p style="text-align: right;">24417279499</p>	<p>HINWEIS: Quetsch- und Klemmgefahr durch Einführen des Adapters in die Verzahnung! Tragen Sie Handschuhe. Führen Sie den Adapter vorsichtig in die Verzahnung ein.</p> <p>Setzen Sie den vormontierten Adapter ECH05.</p> <p>HINWEIS: Durch vorsichtiges Drehen des Sonnenrades und der Planetenräder können Sie die Zahnflanken so ausrichten, dass diese ineinander gleiten.</p>

Bild 2.5.82

Montage

Durch das geringe Spiel zwischen dem Sonnenrad und den Planetenrädern kann das Einführen des Adapters in die Planetenräder ein bisschen schwierig werden. Wenden Sie aber auf keinen Fall größere Kräfte, z. B. durch Hammerschläge, an. Durch eine solche Handlung wird sicherlich das Sonnenrad oder die Planetenräder beschädigt oder gar zerstört. Mit ein bisschen Geduld und vorsichtigen Drehbewegungen des Sonnenrades gleiten die Zahnräder sicher und beschädigungsfrei ineinander.

Schritt	Abbildung	Vorgehen
2	 <p style="text-align: right;">24322124427</p>	<p>Legen Sie die vier Sicherungsscheiben [471] auf die Gewinde der Stiftschrauben.</p> <p>Schrauben Sie den Adapter mit den Sechskantmuttern [206] fest.</p>

Bild 2.5.83

Güteklasse von Muttern

Ebenso wie bei Schrauben, wird auch bei Muttern die Güteklasse angegeben. Bei Muttern aus Stahl wird in der Regel die Güteklasse mit einer Zahl auf die Mutter aufgebracht. Um eine sichere Schraubverbindung herzustellen, muss die Güteklasse der Schrauben die gleiche Güteklasse haben wie die Mutter. Hier ein Beispiel: Güteklasse der Schraube 8.8 = Güteklasse der Mutter 8.

Schritt	Abbildung	Vorgehen
3	 <p>Bild 2.5.84 24417281419</p>	<p>Ziehen Sie die Muttern nacheinander über Kreuz fest.</p> <p>HINWEIS: Beschädigung der Plexiglasteile durch zu starkes Anziehen der Muttern. Ziehen Sie die Muttern nur so fest an, bis diese handfest sitzen.</p>

Anzugsmoment von 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.

Schritt	Abbildung	Vorgehen
4	 <p>Bild 2.5.85 24322128267</p>	<p>Nehmen Sie das Getriebe von der Montagehilfe herunter.</p> <p>Stecken Sie die Montagehülse auf die Abtriebswelle.</p> <p>Die Montagehülse schützt und erleichtert die Montage des Wellendichtrings auf die Abtriebswelle.</p>



Schutzhülle
 protective cover

Schutzhülle

Eine Schutzhülle über der Abtriebswelle hat hier verschiedene Aufgaben. Zum einen dient sie als Hilfsmittel für den Radial-Wellendichtring. Somit können scharfe Kanten an der Passfedernut oder der Abtriebswelle den Radial-Wellendichtring nicht beschädigen. Zum anderen kann die Abtriebswelle beim Transport nicht beschädigt werden.

Schritt	Abbildung	Vorgehen
5	 <p>Bild 2.5.86 24322130187</p>	<p>Montieren Sie die Verschlusskappe [131] mit Wellendichtring.</p>

Radial-Wellendichtring

Bei der Montage des Getriebedeckels ist Vorsicht geboten. Bei der Montage muss der Radial-Wellendichtring (RWDR) über die Abtriebswelle geführt werden. Um die Dichtlippen dabei nicht zu beschädigen, wurde hier eine Montagehülse verwendet. Verwenden Sie für das Eindrücken ein geeignetes Werkzeug. Hier ist eine Montagehülse mit dem Durchmesser des RWDR eine gute Wahl. Verwenden Sie keine Durchschlag- oder Splintreiber. Bei diesen Werkzeugen ist eine Beschädigung des RWDR meist schon vorprogrammiert. Es sollte auch nicht vergessen werden, die Dichtlippen des RWDR vor der Montage mit Fett zu schmieren.

TB
 Festigkeitsklassen von Schrauben

Schritt	Abbildung	Vorgehen
6	 Bild 2.5.87 24322132107	Entfernen Sie die Montagehülse.

Passfedernut
 Nachdem die Schutzhülle wieder abgenommen worden ist, kommt die Passfedernut wieder zum Vorschein. Die Breite und die Tiefe der Passfedernut richten sich nach dem Wellendurchmesser. Die Maße können bei Bedarf aus einem Tabellenbuch entnommen werden.

Schritt	Abbildung	Vorgehen
7	 Bild 2.5.88 24322134027	Setzen Sie die Passfeder A10 x 8 x 56 [8] in die Passfedernut der Abtriebswelle ein.

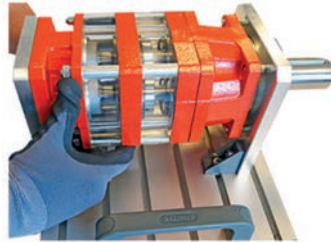
Passfeder
 Die Passfeder ist eine sogenannte „Wellen-Naben-Verbindung“. Es handelt sich um genormte Maschinenelemente. Dabei sind verschiedene Ausführungen möglich.
 A = Form der Nutenden = Radien an beiden Seiten
 10 = Passfederbreite 10 mm
 8 = Passfederhöhe 8 mm
 56 = Länge der Passfeder = 56 mm

Schritt	Abbildung	Vorgehen
8	 Bild 2.5.89 24322135947	Befestigen Sie die Flanschplatte an der Aluminium-Grundplatte. Schrauben Sie die Platten mit den zwei Winkeln zusammen. 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 N.m.

Güteklassen für Stahlschrauben
 Die verwendeten Sechskantschrauben haben eine Güteklasse von 12.9. Das bedeutet:
 Mindestzugfestigkeit = $12 \cdot 100 = 1200 \text{ N/mm}^2$
 Mindeststreckgrenze = $12 \cdot 9 \cdot 10 = 1080 \text{ N/mm}^2$
 Können Schrauben mit der Güteklasse 10.9 bei der Getriebemontage verwendet werden?
Nein, die Schrauben könnten den Belastungen nicht standhalten.

Getriebemontage

139

Schritt	Abbildung	Vorgehen
9	 Bild 2.5.90 24417283339	Führen Sie das Getriebe durch die Bohrung in die Flanschplatte ein.

Montage

Wie in der Realität wird das Getriebe in die Bohrung der Flanschplatte eingeführt und darin fixiert.

Schritt	Abbildung	Vorgehen
10	 Bild 2.5.91 24322139787	Sichern Sie das Getriebe mit den Muttern an dem Stehbolzen der Flanschplatte. Legen Sie je eine Unterlegscheibe [471] unter die Muttern [206]. Ziehen Sie die Muttern nacheinander über Kreuz fest, bis diese handfest sitzen.

Unterlegscheiben

Unterlegscheiben sind genormte Maschinenelemente. Manchmal stellt sich die Frage, wozu Unterlegscheiben eigentlich gut sind. Der Haupteinsatzpunkt für Unterlegscheiben ist der Schutz des darunterliegenden Werkstückes. Muttern können beim Anziehen Kratzer verursachen. Unterlegscheiben verhindern dies.



Unterlegscheibe
washer

Schritt	Abbildung	Vorgehen
11	 Bild 2.5.92 24417285259	Stecken Sie das Handrad auf die Antriebswelle. Drehen Sie die Kurbel und prüfen Sie, ob die Abtriebswelle dreht.

Hiermit ist die Montage des zweistufigen Planetengetriebes abgeschlossen.

Getriebe demontieren

Die Demontage des Getriebes erfolgt in umgekehrter Reihenfolge der Montage. Der mitgelieferte Magnet dient der leichteren Entfernung und Demontage von Pass-Scheiben, Stützscheiben und anderen Kleinteilen.

2.5.10 Ersatzteilliste und Ansprechpartner

Bezeichnung	Teile-Nr.	Stückzahl	Sach-Nr.
2. Verzahnstufe	[128]	1	10669566
Abtriebsflansch (EN AC-AISI8Cu3)	[24]	1	10663991
Adapterwelle (komplett)	[210]	1	13534610
Anbaugehäuse (Plexiglas)	[118], [218]	1	10664033
Anlaufscheibe	[54], [105]	3	15852938
Adapter ECH05	[200]	1	10664181
Getriebedeckel (komplett)	[100]	1	13534602
Hohlrad (EN-GJS-600-3)	[59], [159]	1	10664041
Kunststoffring (D89×10)	[131]	1	13534645
Montagehülse	-	1	13442643
Nadelkranz (DIN 5405 K10×14×10-TN-WH)	[18], [112]	6	13256602
Passfeder (DIN 6885-1 AS×5×12)	[280]	1	10669590
Passfeder (DIN 6885-1 A10×8×56)	[8]	1	13228218
Planetenrad	[17], [113]	3	10663983
Planetenradachse	[16], [111]	3	10664017
Planetenträger/Abtriebswelle	[1]	1	13525301
Rillenkugellager	[12], [13]	1	10664068
Rillenkugellager	[211]	1	10669620
Sechskantmutter (ISO 4032 M8-8)	[206]	4	00101990
Sicherungsring (DIN 471 35×1,5-FS)	[208]	1	00102806
Sicherungsring (DIN 471 40×1,75-FS)	[21]	1	00102830
Sicherungsring (DIN 472 62×2-FS)	[209]	1	00103217
Sicherungsscheibe (DIN 6798-8.4-FS)	[471]	4	09439773
Stiftschraube (DIN 835 M8×75-8.8-A2F für PSC521)	[204]	4	13259733
Stiftschraube (DIN 835 M8×125-8.8-A2F für PSC522)	[204]	4	13259741
Wellendichtring	-	1	13534645
Zylinderschraube (ISO 4762 A-M8×16-8.8-A2F)	[101]	4	00123153

Ansprechpartner

Für weitere Informationen zu den Didaktikmodulen wenden Sie sich an:

Vertrieb Didaktik
SEW-EURODRIVE GmbH & Co KG
 Ernst-Blickle-Str. 42
 76646 Bruchsal
 GERMANY
 Tel.: +49 7251 75-3213
didaktik@sew-eurodrive.de
<http://www.sew-eurodrive.de>