

# BETRIEBSANLEITUNG

ZF-Duoplan

Zweigang-Schaltgetriebe

2K250 / 2K300



Copyright © ZF Friedrichshafen AG

Das vorliegende Dokument ist urheberrechtlich geschützt.  
Die vollständige oder auszugsweise Vervielfältigung und Verbreitung dieses  
Dokuments ist ohne die Genehmigung von ZF Friedrichshafen AG untersagt.  
Zuwiderhandlungen werden zivil- und strafrechtlich verfolgt.

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>Vorwort</b> .....   | <b>5</b>  |
| 1.1      | Sicherheitshinweise .....  | 5         |
| 1.2      | ZF-Hinweise .....  | 5         |
| 1.3      | Verbrauchsmaterial .....   | 6         |
| <b>2</b> | <b>Einsatz und Aufbau</b> .....                                  | <b>7</b>  |
| 2.1      | Einsatz .....  | 7         |
| 2.2      | Merkmale .....   | 7         |
| 2.3      | Aufbau .....   | 8         |
| 2.4      | Technische Daten.....  | 9         |
| 2.5      | Einbaulagen .....  | 10        |
| <b>3</b> | <b>Ersteinbau</b> .....  | <b>11</b> |
| 3.1      | Rund-, Planlauf- und Längentoleranzen Antriebsmotor.....         | 11        |
| 3.2      | Wuchtung .....   | 12        |
| 3.2.1    | Halbkeilwuchtung .....   | 12        |
| 3.2.2    | Vollkeilwuchtung.....  | 12        |
| 3.3      | Adaption Motor/Getriebe.....                                     | 13        |
| 3.3.1    | Offene Bauform.....  | 13        |
| 3.3.2    | Geschlossene Bauform mit Nabenlagerung und Wellendichtring ..... | 14        |
| 3.3.3    | Geschlossene Version (mit Wellendichtring).....                  | 15        |
| 3.3.4    | Offene Bauform mit Adapterring.....                              | 16        |
| 3.3.5    | Passfederlose Nabe.....  | 17        |
| 3.3.6    | Ausführung mit Riemenscheibenantrieb .....                       | 18        |
| 3.4      | Anbau des Getriebes .....  | 19        |
| 3.5      | Abtrieb .....  | 20        |
| 3.5.1    | Ausführung mit Riemenabtrieb.....                                | 20        |
| 3.5.2    | Ausführung mit koaxialem Abtrieb.....                            | 20        |
| 3.5.3    | Ausführung mit TSC .....   | 20        |
| 3.6      | Elektrischer Anschluss Getriebeumschaltung.....                  | 20        |
| 3.6.1    | Schalteinheit .....  | 20        |
| 3.6.2    | Schaltlogik .....  | 23        |
| 3.7      | Schmierung.....  | 24        |
| 3.7.1    | Tauchschmierung.....   | 24        |
| 3.7.2    | Umlaufschmierung .....   | 24        |
| 3.7.3    | Anschlüsse für Schmierung .....                                  | 26        |

---

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>4</b> | <b>Inbetriebnahme.....</b>                    | <b>29</b> |
| 4.1      | Erstprüfung .....                             | 29        |
| 4.2      | Überprüfung des Einstellmaßes Sonnenrad ..... | 29        |
| <b>5</b> | <b>Wartung.....</b>                           | <b>29</b> |
| 5.1      | Ölwechsel .....                               | 29        |
| <b>6</b> | <b>Reparatur .....</b>                        | <b>30</b> |
| 6.1      | Checkliste Getriebestörung.....               | 30        |
| 6.2      | Demontage Getriebe .....                      | 31        |
| 6.3      | Nabe .....                                    | 31        |
| <b>7</b> | <b>Häufig gestellte Fragen (FAQ) .....</b>    | <b>32</b> |

## 1 Vorwort

Vorliegende Dokumentation wurde für Fachpersonal entwickelt, das Erfahrung im Ausführen von Wartungs- und Reparaturarbeiten hat.

Dokumentiert ist ein ZF-Serienprodukt nach Konstruktionsstand des Ausgabedatums.

Im vorliegenden Handbuch werden folgende Sicherheitshinweise verwendet:

### HINWEIS

Dient als Hinweis auf besondere Arbeitsabläufe, Methoden, Informationen, Anwendung von Hilfsmitteln, usw.

### VORSICHT

**Wird verwendet, wenn abweichende und nicht fachgerechte Arbeitsweise zu Schäden am Produkt führen kann.**



#### **GEFAHR!**

**Wird verwendet, wenn mangelnde Sorgfalt zu Personenschäden oder Lebensgefahr führen kann.**

---



#### **GEFAHREN FÜR DIE UMWELT!**

**Schmierstoffe und Reinigungsmittel dürfen nicht in das Erdreich, Grundwasser oder in die Kanalisation gelangen.**

- **Sicherheitsdatenblätter bei Ihrer zuständigen Umweltschutzbehörde für die entsprechenden Produkte anfordern und beachten.**
  - **Altöl in einem ausreichend großen Behälter auffangen.**
  - **Altöl, verschmutzte Filter, Schmierstoffe sowie Reinigungsmittel nach den Vorschriften der Umweltschutzverordnungen entsorgen.**
  - **Beim Umgang mit Schmierstoffen und Reinigungsmitteln jeweils die Vorschriften des Herstellers beachten.**
- 

## 1.1 Sicherheitshinweise

- Grundsätzlich sind Instandsetzer von ZF-Aggregaten für die Arbeitssicherheit selbst verantwortlich.
- Die Beachtung aller geltenden Sicherheitsvorschriften und gesetzlichen Auflagen ist Voraussetzung, um Schäden an Personen und am Produkt bei Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten zu vermeiden.
- Instandsetzer haben sich vor Beginn der Arbeiten mit diesen Vorschriften vertraut zu machen.
- Die sachgemäße Instandsetzung dieser ZF-Produkte setzt entsprechend geschultes Fachpersonal voraus.
- Die Pflicht zur Schulung obliegt dem Instandsetzer.
- Bevor mit den Prüfungen und Instandsetzungsarbeiten begonnen wird, ist zuerst die vorliegende Anleitung genau durchzulesen.

### VORSICHT

**Gezeigte Bilder, Zeichnungen und Teile stellen nicht immer das Original dar, es wird der Arbeitsablauf gezeigt.**

**Die Bilder, Zeichnungen und Teile sind nicht dem Maßstab entsprechend gezeichnet, es dürfen keine Rückschlüsse auf Größe und Gewicht (auch nicht innerhalb einer Darstellung) gezogen werden.**

**Die Arbeiten müssen nach dem beschriebenen Text durchgeführt werden.**

Nach den Instandsetzungsarbeiten und den Prüfungen muss sich das Fachpersonal davon überzeugen, dass das Produkt wieder einwandfrei funktioniert.

## 1.2 ZF-Hinweise

- An allen Dichtflächen die alten Dichtungsrückstände entfernen. Gratbildungen oder ähnliche Unebenheiten sind mit einem Ölstein sorgfältig zu entfernen.
- Geöffnete Getriebe sind durch sorgfältiges Abdecken gegen Eindringen von Fremdkörpern zu schützen.

## 1.3 Verbrauchsmaterial

| Produkt                        | Name/Spezifikation   | Menge<br>(ca.)<br>[dm <sup>3</sup> ]   | Einsatz  | Bemerkung   |
|--------------------------------|--|--|--|---|
| Fett                           | Shell Avania WR2<br>Fuchs Renolit CXEP2<br>Esso Beacon EP2 |  | Montagehilfe<br>allgemein  |   |
| Getriebeöl                     | HLP 68 nach ISO VG 68                                      | <b>2K250</b><br>B5: 1,5<br>V1: 1,2<br><br><b>2K300</b><br>B5: 2,8<br>V1: 1,5 | Getriebeöl bei<br>Tauchschmierung<br>je nach Einbaulage  | Einsatz auch möglich<br>bei Umlaufschmierung<br>und Umlaufschmierung<br>mit Wärmetauscher |
| Getriebeöl                     | HLP 46 nach ISO VG 46                                      |  | Getriebeöl bei<br>Umlaufschmierung   | Einsatz auch möglich<br>bei Umlaufschmierung<br>mit Wärmetauscher                         |
| Getriebeöl                     | HLP 32 nach ISO VG 32                                      |  | Getriebeöl bei<br>Umlaufschmierung<br>mit Wärme-<br>tauscher   |   |
| Getriebeöl                     | HLP 22 nach ISO VG 22                                      |  | Getriebeöl bei<br>Umlaufschmierung<br>mit Wärmetau-<br>scher und inte-<br>griertem Schmier-<br>öl-System |   |
| Fügestoff<br>(Flüssigdichtung) | Loctite 574  |  | Abdichtung<br>Verschlussdeckel<br>in Nabe  |   |
| Verschluss-scheibe             | 40 DIN 470   | 1  | Nabenabdichtung  | Nach Demontage der<br>Nabe tauschen   |

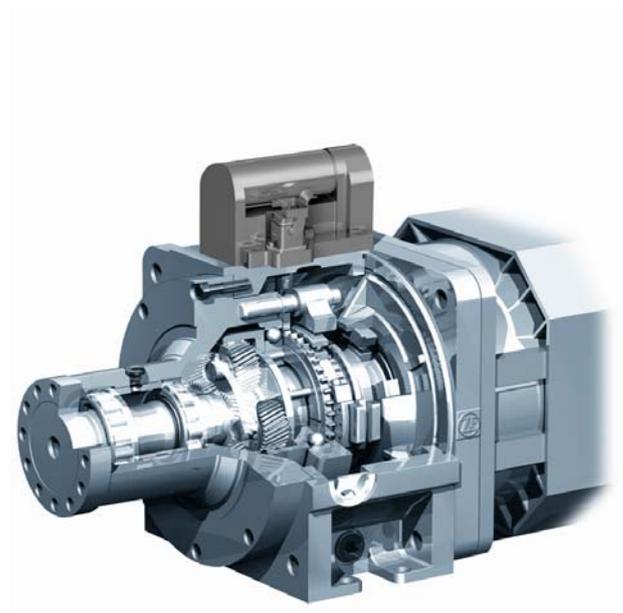
## 2 Einsatz und Aufbau

### 2.1 Einsatz

Das ZF-Zweigang-Schaltgetriebe DUOPLAN findet hauptsächlich Verwendung in Werkzeugmaschinenantrieben.

Durch die unterschiedlichen Einbaulagen kann das Getriebe z. B. für Drehmaschinen (horizontal B5) oder Bearbeitungszentren (vertikal V1) verwendet werden. Zusätzlich wird das Getriebe in den verschiedensten Anlagen eingesetzt, in welchen eine Erhöhung der Drehmomente bzw. Reduzierung der Drehzahlen erforderlich ist.

Die Getriebe haben koaxialen Abtrieb und sind für die hohen Drehzahlen im Werkzeugmaschinenbau geeignet.



### 2.2 Merkmale

- Zweigang-Schaltgetriebe für AC- und DC-Hauptspindelantriebe in Werkzeugmaschinen
- Geringer Platzbedarf durch Planetenbauweise
- Direkter Anbau an alle AC-, DC- und Norm-Motoren in Flanschbauform
- Hohe Laufruhe und niedriges Laufgeräusch durch Schrägverzahnung
- Geringes Verdrehspiel
- Einfache Montage
- Hohe Radialkräfte am Abtrieb zulässig
- Aufnahme von kombinierten Axial- und Radialkräften optional möglich
- Hoher Wirkungsgrad
- Elektro-mechanische Getriebeumschaltung

## 2.3 Aufbau

Das Getriebe besteht im Wesentlichen aus folgenden Baugruppen:

### Anschlusssteile:

- Antriebsnabe (1)
- ggf. Adapterplatte (2) mit Radialwellendichtring (3) und Nabenlagerung (4)

### Gehäuse:

- Getriebegehäuse (5)

### Antrieb:

- Sonnenrad (6)
- Hohlrad (7)
- Hohlradlagerung (8)

### Abtrieb:

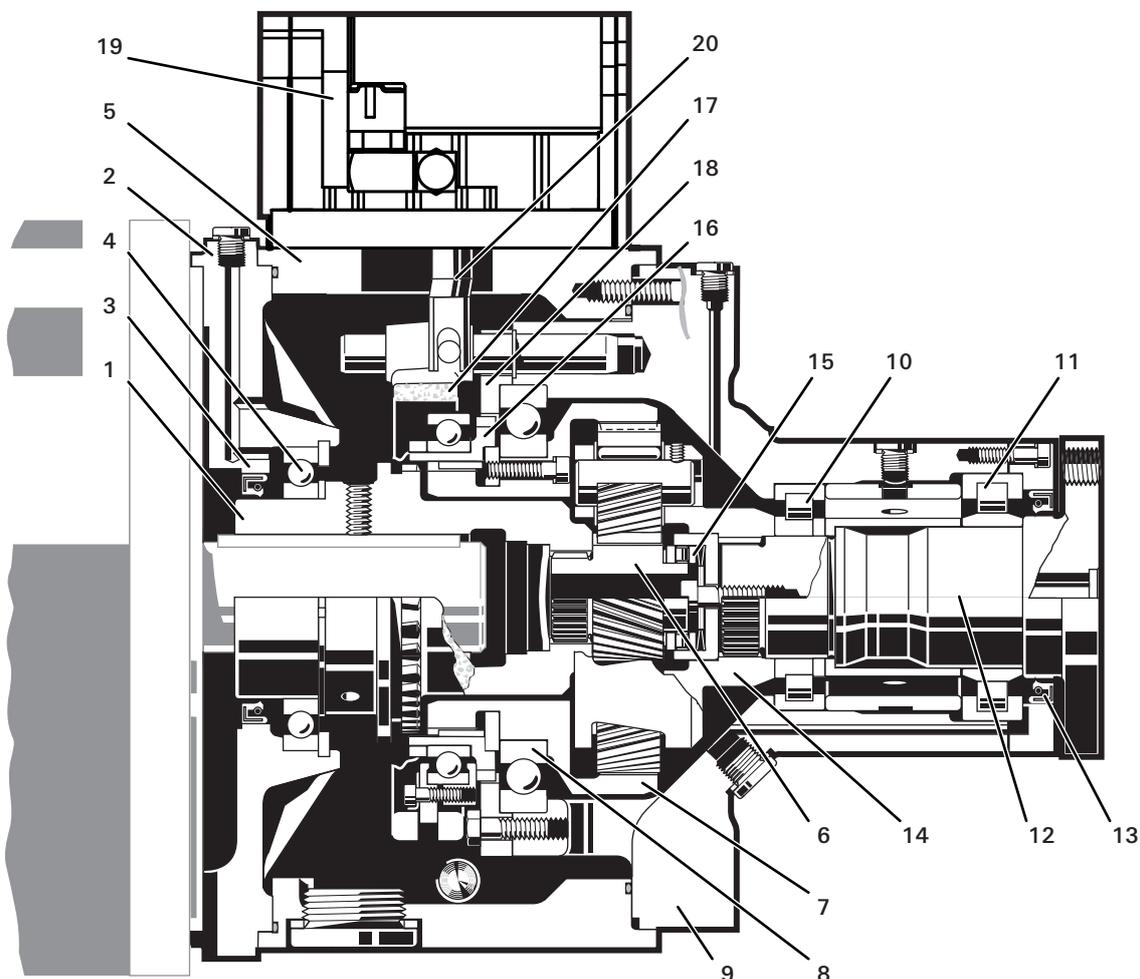
- Lagergehäuse (9)
- Abtriebslagerung (10, 11)
- Abtriebswelle (12)
- Radialwellendichtring (13)
- Planetenträger (14)
- Axiallager mit Tellerfedern (15)

### Schaltung:

- Schiebemuffe (16)
- Schaltgabel (17)
- Bremsscheibe (18)

### Schalteinheit:

- Schalteinheit (19)
- Schaltfinger (20)



**2.4 Technische Daten**

|   | 2K250   | 2K300   |
|---|---|---|
| Nennleistung  | max. 39 kW  | max. 47 kW  |
| Nenn Drehzahl   | 1 500 min <sup>-1</sup>                             | 1 500 min <sup>-1</sup>                             |
| Max. Drehzahl<br>in Übersetzung i≠1<br>im Direktgang i=1<br>(mit Getriebeöl-<br>kühlung und inte-<br>griertem Schmieröl-<br>system).<br>Beachte Kap. 3.7.3.3<br>„Anschlüsse bei<br>integriertem<br>Schmierölsystem<br>und bei Maximal-<br>drehzahl“ | 6 300 min <sup>-1</sup><br>10 000 min <sup>-1</sup> | 6 300 min <sup>-1</sup><br>10 000 min <sup>-1</sup> |

|                                  | 2K250       | 2K300                                       |
|----------------------------------|-------------|---|
| Eingangsnenn-<br>moment          | max. 250 Nm | max. 300 Nm,<br>bei i = 5,50<br>max. 250 Nm |
| Abtriebs-<br>moment, max.<br>für |             |   |
| i = 1,00                         | 250 Nm      | 300 Nm                                      |
| i = 3,17                         | 792 Nm      | 951 Nm                                      |
| i = 4,00                         | 1000 Nm     | 1200 Nm                                     |
| i = 5,50                         | 1375 Nm     | 1375 Nm                                     |
| Gewicht                          | ca. 68 kg   | ca. 86 kg                                   |

**HINWEIS**

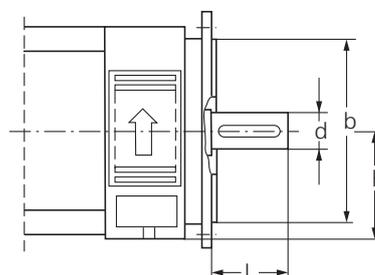
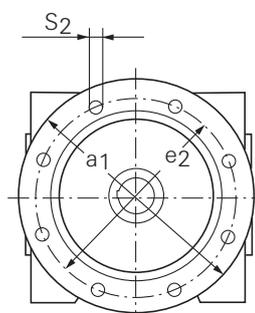
Bei Verwendung von Motorbremsen bzw. Gegen-  
bestromung zum Abbremsen der Spindel (z. B.  
Notstopp) ist darauf zu achten, dass die Massen-  
trägheitsmomente nicht die zulässigen Abtriebs-  
momente überschreiten. Die Bremszeiten sind  
dementsprechend anzupassen.

Standard-Anbaumaße (in mm)  
nach EN 50347: 2001

| Zweistufiges<br>Schaltgetriebe | 2K250<br>FF300 | 2K300<br>FF350 |
|--------------------------------|----------------|----------------|
| Motor-<br>Baugröße             | 132            | 160            |
| h                              | 132            | 160            |
| d                              | 42/48/55       | 48/55/60       |
| l                              | 110-0,2        | 110-0,2        |
| b                              | 250            | 300            |
| e <sub>2</sub>                 | 300            | 350            |
| a <sub>1</sub>                 | -              | -              |
| s <sub>2</sub>                 | 18             | 18             |

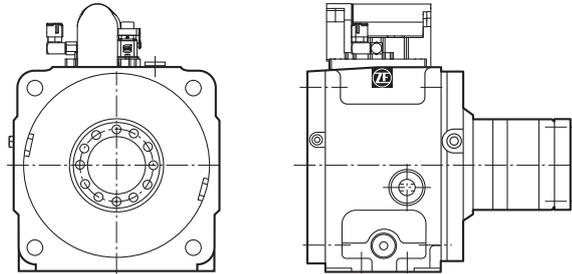
Typenschild (Standard)  
(auf Getriebegehäuse angebracht)

|   |   |  |  |
|---|---|--|--|
|  |   | ZF FRIEDRICHSHAFEN AG<br>MADE IN GERMANY |  |
| TYPE _____  | PARTS LIST _____  |  |  |
| RATIO i _____   | SERIAL-NO. _____  |  |  |
| BACKLASH<br>MAX. _____ MIN.   | INPUT TURN _____ RPM<br>POWER MAX. _____ KW<br>AT _____ RPM |  |  |
| INPUT<br>TORQUE _____ NM  | OIL GRADE _____   |  |  |
| SHITING<br>UNIT _____ V   | OIL<br>QUANTITY _____                                       |  |  |



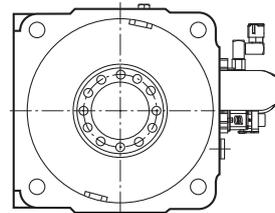
## 2.5 Einbaulagen

Horizontal B5

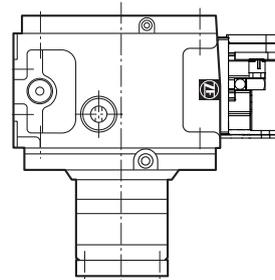


Horizontal B5

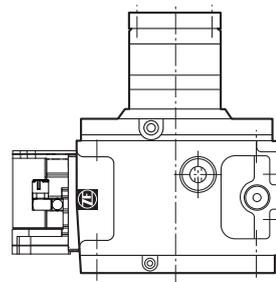
Schalteneinheit seitlich rechts  
Getriebe um Längsachse gedreht  
(Ansicht auf Abtrieb)



Vertikal V1



Vertikal V3



### VORSICHT

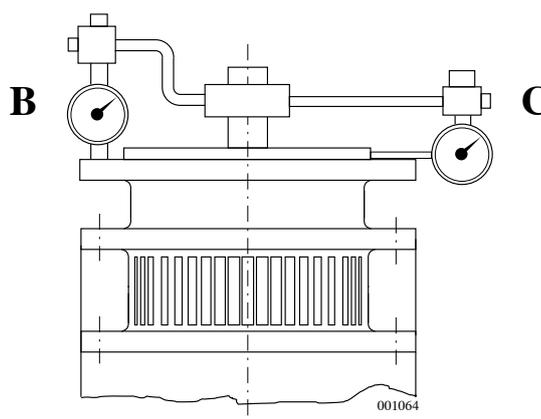
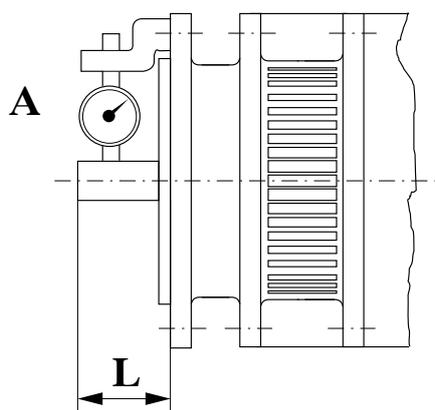
Der Entlüfterausgang muss in allen Einbaulagen  
nach oben montiert sein.

### 3 Ersteinbau

#### 3.1 Rund-, Planlauf- und Längentoleranzen Antriebsmotor

Für einen störungsfreien Betrieb muss der anzuschließende Motor die aufgeführten Toleranzen einhalten.

Bei Motoren mit Festlager auf der B-Seite (gegenüberliegend der Motorabtriebswelle) ist die Längenausdehnung der Motorwelle durch die Erwärmung zu berücksichtigen.



Rund-, Planlauf- und Längentoleranzen des Befestigungsflansches der elektrischen Maschine:

| Getriebetyp      | Toleranz |       |       |         |
|------------------|----------|-------|-------|---------|
|                  | A        | B     | C     | L       |
| 2K250 /<br>2K300 | 0,025    | 0,063 | 0,063 | - 0,200 |

Toleranzen A, B, C nach DIN 42955R

Bitte beachten Sie die gegenüber DIN eingeschränkte Toleranz der Wellenlänge „L“

#### VORSICHT

Die Einhaltung der Toleranz speziell der Wellenlänge „L“ ist wichtig für die störungsfreie Getriebefunktion. Bei Untermaß ist die fehlende Länge beim Anbau an den Motor durch Passscheiben auszugleichen, bei Übermaß ist die Welle abzdrehen.

Zulässige axiale Kräfte auf die Motorwelle beachten. Siehe auch Katalog ZF-DUOPLAN (4161 750 002), Kapitel Leistungsdaten.

### 3.2 Wuchtung

Die Naben (2) werden serienmäßig mit einer Passfedernut (1) zur Kraftübertragung von der Motorwelle (3) geliefert.

Es gibt zwei Wucharten für Motor und Getriebe: Halbkeil und Vollkeil und wird in DIN ISO 8821 genauer beschrieben.

Es ist zu beachten, dass die Nabe nach derselben Wuchart wie der Motor gewuchtet wird.

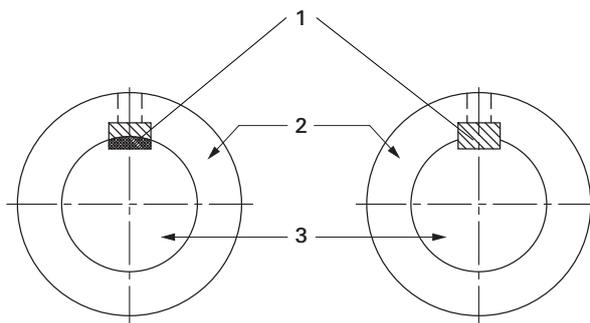
Bei der Bestellung ist darum die Angabe des Motors mit den dazugehörigen Maßen und der Wuchart von großer Wichtigkeit.

#### Motorabtriebswellen mit Standard-Passfeder nach EN 50347: 2001

| Wellendurchmesser | Passfeder | Passfederlänge |
|-------------------|-----------|----------------|
| 48 mm             | A14x9     | 90 mm          |
| 55 mm             | A16x10    | 90 mm          |

#### HINWEIS

Bei Motorwellen mit offenen Enden der Passfedernut ist die Passfeder in die Nut einzukleben, um ein axiales Wandern der Passfeder bzw. Nabe zu vermeiden.



Halbkeilwuchtung

Vollkeilwuchtung

#### 3.2.1 Halbkeilwuchtung

Bei Halbkeilwuchtung wird die Passfedernut durch einen Wuchtausgleich ausgefüllt und entspricht etwa einer halben Passfeder, standardmäßig Form B. Dabei wird die Original-Passfeder, Form, Länge und Lage des Motorherstellers zugrunde gelegt und als Ausgleichsgewicht definiert. Da bei Halbkeilwuchtung im Gegensatz zur Vollkeilwuchtung, die Trennung durch ein gemeinsames Bauteil geht, können toleranzbehaftete Unwuchten nach dem Zusammenbau auftreten.

Es wird daher ein Nachwuchten nach der Montage der Verbundteile empfohlen.

#### 3.2.2 Vollkeilwuchtung

Bei Vollkeilwuchtung wird die Motorwelle mit ganzer Passfeder gewuchtet, die Nabe jedoch ohne. Hierbei ist die Passfeder, Form, Länge und Lage unwichtig.

### 3.3 Adaption Motor/Getriebe

Für den Anbau der Getriebe sind Motoren in Flanschbauform erforderlich.

Die Getriebegehäuse werden standardmäßig über den Zentrierdurchmesser am Lagergehäuse an die Maschine adaptiert.

Zusätzlich steht auch eine Fußbefestigung am Getriebegehäuse für 2K250 und 2K300 zur Verfügung.

Je nach Motorausführung kommen verschiedene Getriebevarianten zum Einsatz. Dementsprechend differiert der Anbau der Getriebe.

#### Kontrollmaße für Position Nabe

| Getriebetyp | Maß D in mm |
|-------------|-------------|
| 2K250       | 125,0-0,2   |
| 2K300       | 125,0-0,2   |

#### VORSICHT

Bei Motoren mit Festlager auf der B-Seite Maß  $D = 124,5-0,2$ .

In Verbindung mit Distanzscheiben werden Passscheiben in verschiedenen Dicken mitgeliefert. Diese dienen zum Ausgleich der Motorwellen-Längentoleranzen und damit zur Einhaltung des Kontrollmaßes „D“.

#### 3.3.1 Offene Bauform

Die offene Version bezeichnet das Getriebe ohne Adapterplatte, jedoch mit Abdichtung an der Motorabtriebswelle (2) gegen Getriebeöl.

Die Antriebsnabe (1) wird mit dem Getriebe lose mitgeliefert. Die Passflächen von Motor (3) und Antriebsnabe sind zu reinigen. Die Motorwelle ist im Rundlauf, Planschlag und Länge gemäß Kap. 3.1 zu überprüfen und ggf. zu korrigieren. Bei Untermaß Passscheiben zum Ausgleich verwenden. Bei Übermaß Motorwelle kürzen. Zusätzlich muss die Motorwelle leicht mit Fett eingefettet werden.

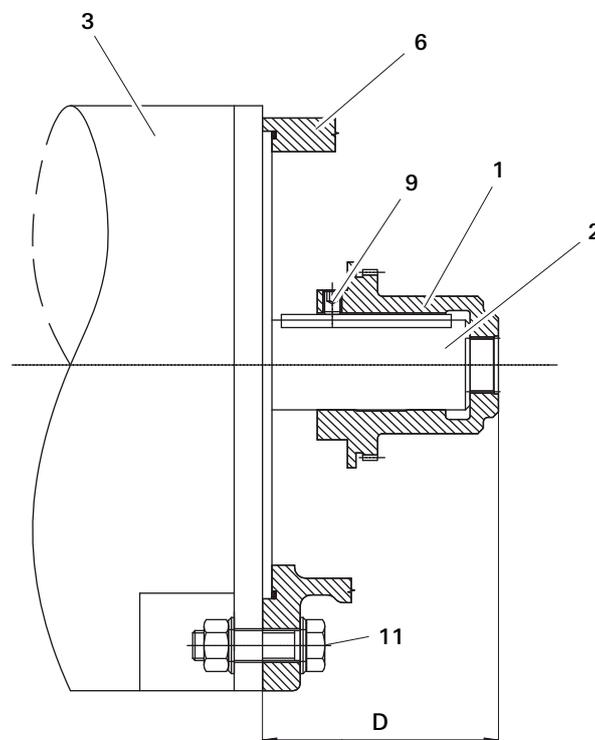
Nach der Reinigung der Passflächen muss die Antriebsnabe von der Öffnung her auf ca. 120 °C erwärmt werden und auf die Motorwelle bis auf den Anschlag, ggf. Passscheibe geschoben werden.

Anschließend das Kontrollmaß „D“ überprüfen.

#### VORSICHT

Bei ungenügender Erwärmung der Nabe kann die Motorwelle beschädigt werden.

Der Gewindestift (9) ist festzuziehen und gegen Verdrehung zu sichern, siehe Kap. 3.4.



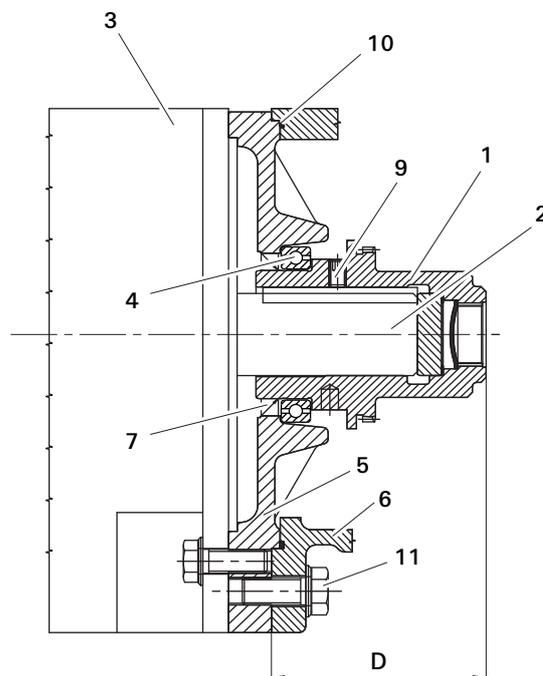
### 3.3.2 Geschlossene Bauform mit Nabenlagerung und Wellendichtring

Variante mit Kugellager (4), worin die Nabe (1) zusätzlich gelagert wird, um ein axiales Wandern der Nabe zu verhindern.

Für die Montage ist die Antriebsnabe (1) mit der Adapterplatte (5) vom Getriebegehäuse (6) zu trennen. Die Passflächen von Motor (3) und Antriebsnabe sind zu reinigen. Die Motorwelle (2) ist im Rundlauf und Planschlag gemäß Kap. 3.1 zu überprüfen. Zusätzlich muss die Motorwelle leicht mit Fett eingefettet werden.

Nach der Reinigung der Passflächen muss die Antriebsnabe von der Öffnung her auf ca. 120 °C erwärmt werden und auf die Motorwelle bis auf den Anschlag Motorflansch geschoben werden.

Das Kontrollmaß „D“ ist werksseitig eingestellt.



#### VORSICHT

Bei ungenügender Erwärmung der Nabe kann die Motorwelle beschädigt werden.

#### HINWEIS

Bei der Montage muss sich die Nabe leicht auf die Motorwelle aufschieben lassen, bis die Adapterplatte am Motorflansch anliegt.

#### VORSICHT

Die Nabe nicht mit Hilfe der Adapterplatte auf die Motorwelle schieben.

Zur Kontrolle muss die Adapterplatte anliegend frei drehbar sein. Damit ist eine vorspannungsfreie Nabenlagerung gegeben.

Der Gewindestift (9) ist festzuziehen und gegen Verdrehung zu sichern, siehe Kap. 3.4.

#### HINWEIS

Bei Verwendung der geschlossenen Bauform ist der Radialwellendichtring A-seitig im Antriebsmotor zu entfernen.

### 3.3.3 Geschlossene Version (mit Wellendichtring)

Diese Variante beinhaltet eine Adapterplatte (5) mit Wellendichtring (7), wodurch das Getriebe eine kompakte, geschlossene Einheit bildet.

Adapterplatte und Antriebsnabe (1) werden getrennt lose mitgeliefert. Die Passflächen von Motor (3) und Antriebsnabe sind zu reinigen. Die Motorwelle ist im Rundlauf und Planschlag gemäß Kap. 3.1 zu überprüfen. Zusätzlich muss die Motorwelle leicht mit Fett eingefettet werden.

Nach der Reinigung der Passflächen ist die Adapterplatte mit Radialwellendichtring auf das Motorgehäuse aufzusetzen. Die Antriebsnabe muss von der Öffnung her auf ca. 120 °C erwärmt werden und auf die Motorwelle bis auf den Anschlag der Distanzscheibe (12) mit Passscheiben (13) geschoben werden.

Anschließend das Kontrollmaß „D“ überprüfen und ggf. mit Hilfe der Passscheiben variieren.

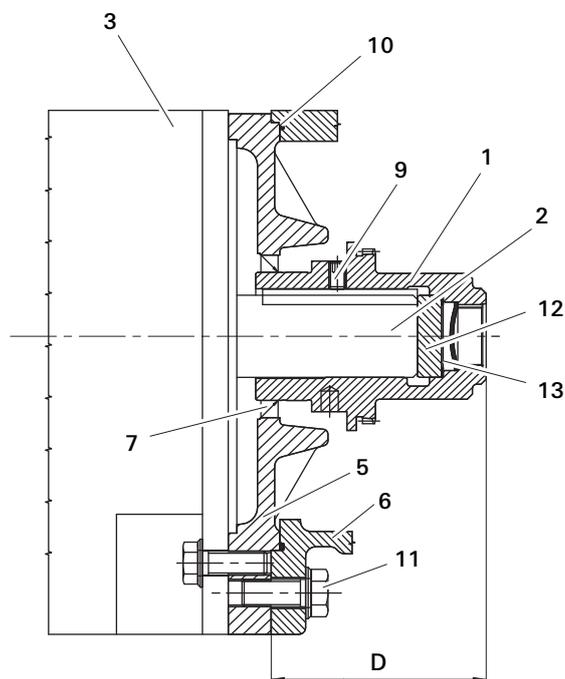
#### VORSICHT

**Bei ungenügender Erwärmung der Nabe kann die Motorwelle beschädigt werden.**

Der Gewindestift (9) ist festzuziehen und gegen Verdrehung zu sichern, siehe Kap. 3.4.

#### VORSICHT

**Der Radialwellendichtring und die Antriebsnabe sind für die Montage gut einzufetten. Bei der Montage muss auf die korrekte Lage der Dichtlippe und Dichtrichtung des Radialwellendichtrings geachtet werden.**



### 3.3.4 Offene Bauform mit Adapterring

Der Adapterring dient zur Angleichung der unterschiedlichen Anschlussmaße. Eine Abdichtung an der Motorabtriebswelle ist notwendig.

Adapterring (5) und Antriebsnabe (1) werden lose mitgeliefert. Die Passflächen von Motor (3) und Antriebsnabe sind zu reinigen. Die Motorwelle (2) ist im Rundlauf und Planschlag gemäß Kap. 3.1 zu überprüfen. Zusätzlich muss die Motorwelle leicht mit Fett eingefettet werden.

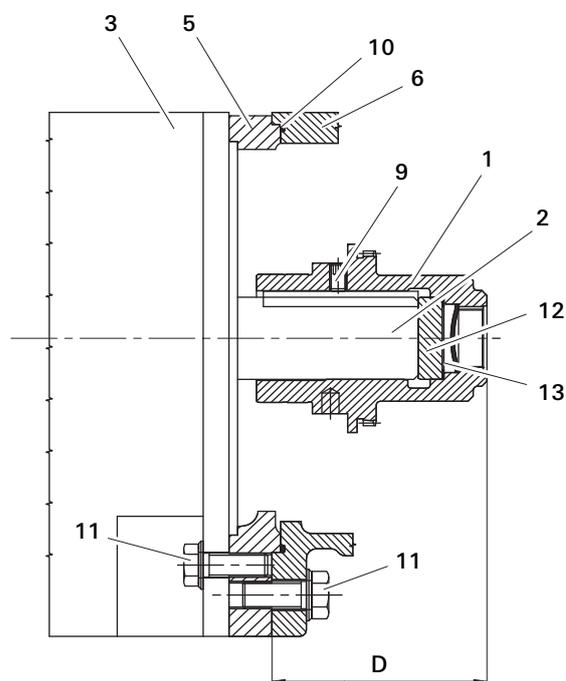
Nach der Reinigung der Passflächen ist der Adapterring auf das Motorgehäuse aufzusetzen. Anschließend muss die Antriebsnabe von der Öffnung her auf ca. 120 °C erwärmt werden und auf die Motorwelle (2) bis auf den Anschlag der Distanzscheibe (12) mit Passscheiben (13) geschoben werden.

Anschließend das Kontrollmaß „D“ überprüfen und ggf. mit Hilfe der Passscheiben variieren.

#### VORSICHT

**Bei ungenügender Erwärmung der Nabe kann die Motorwelle beschädigt werden.**

Der Gewindestift (9) ist festzuziehen und gegen Verdrehung zu sichern, siehe Kap. 3.4.



### 3.3.5 Passfederlose Nabe

Beim Anbau an Motor mit glatter Motorwelle ohne Passfeder ist die Verwendung von Ringspannelementen und Druckstücken zwischen Motorwelle und Antriebsnabe zur Drehmomentübertragung notwendig. Ein zentrisches Gewinde in der Motorabtriebswelle ist zwingend notwendig.

Die Passflächen von Motor (1), Motorwelle (10) und Antriebsnabe (9) sind zu reinigen.

Die Motorwelle (10) ist im Rundlauf und Planschlag gemäß Kap. 3.1 zu überprüfen.

Gegenhalter (4), Ringspannelemente (5+6), Buchse (12), Druckstück (7) und Verschraubung mit Gewindegewissicherung (8) lose vormontieren. Dabei auf Lage der Ringspannelemente achten. **Erst innen (6) dann außen liegende (5) Ringspannelemente** im Packet auf Motorwelle montieren.

Je nach Ausführung, Antriebsnabe mit oder ohne Adapterplatte (2) auf Motorwelle aufschieben.

Ringspannelemente mit Hilfe der Verschraubung per Hand zum Anliegen bringen. Durch das Anziehen der Verschraubung bewegt sich die Nabe und ggf. Adapterplatte axial zum Motor hin, was durch ein Vorhaltemaß von +0,4 mm bei 3 Ringspannpaketen bzw. +0,6 mm bei 4 Ringspannpaketen zu berücksichtigen ist.

Verschraubung (8) mit 300 Nm bei M16 und 510 Nm bei M20 anziehen.

Dabei ist auf das maximal zulässige Anziehdrehmoment des Gewindes in der Motorwelle zu achten.

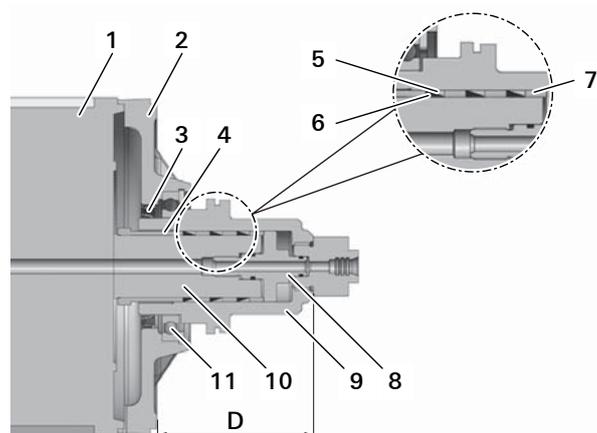
Bei Adaptionen ohne Kühlmitteldurchfluss sind Schrauben mit Festigkeitsklasse 10.9. zu verwenden.

Maß D und Rundlauf Nabe kontrollieren.

Eine zusätzliche interne Abdichtung ist in Verbindung mit Ringspannelementen nicht mehr notwendig. Die Anzahl der Ringspannelemente und der Buchsen kann motorbedingt variieren.

Bei Verschraubungen mit Bohrung für Kühlmitteldurchfluss auf O-Ringe achten und vor Montage einfetten.

Um beim Anziehen ein Verdrehen der Motorwelle und Antriebsnabe zu verhindern, muss die Antriebsnabe blockiert werden. Dies kann mit einem Sonderwerkzeug ZF 1X46 188 387 erfolgen.

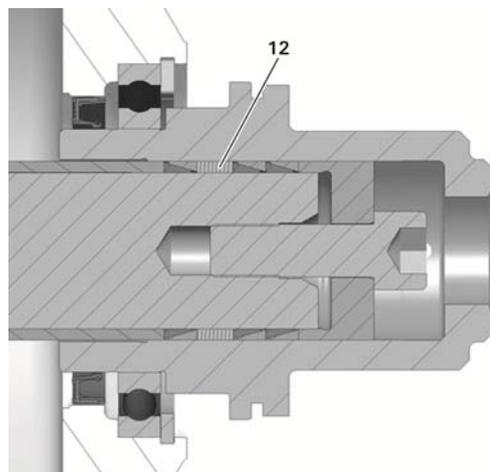


#### VORSICHT

Motorwelle und Bohrung Antriebsnabe nicht fetten! Die Konusfläche der Ringspannelemente sind jedoch leicht einzuölen!

#### HINWEIS

Der Gegenhalter wird an der Schulter der Motorwelle abgestützt. Dabei ist auf eine große Anlagefläche zu achten.



Bei geschlossener Ausführung ohne Nabenlagerung ist die Dichtlauffläche für den Radialwellendichtring auf der Antriebsnabe für die Montage einzufetten. Beim Aufschieben der Antriebsnabe auf die Position der Dichtlippe achten.

#### VORSICHT

Bei Verwendung von geschlossener Bauform mit Nabenlagerung (11) und Radialwellendichtring (3) die Antriebsnabe nicht mit Hilfe der Adapterplatte auf die Motorwelle schieben. Nach dem Anziehen der Verschraubung muss die Adapterplatte am Motorgehäuse anliegen und frei drehbar sein. Damit ist eine verspannungsfreie Nabenlagerung gegeben.

### 3.3.6 Ausführung mit Riemenscheibenantrieb

Die Riemenscheibe wird auf dem Außendurchmesser des Antriebsflansches (Toleranz K6) zentriert, mit Schrauben reibschlüssig befestigt und gesichert, wobei die zulässigen Anziehdrehmomente zu beachten sind.

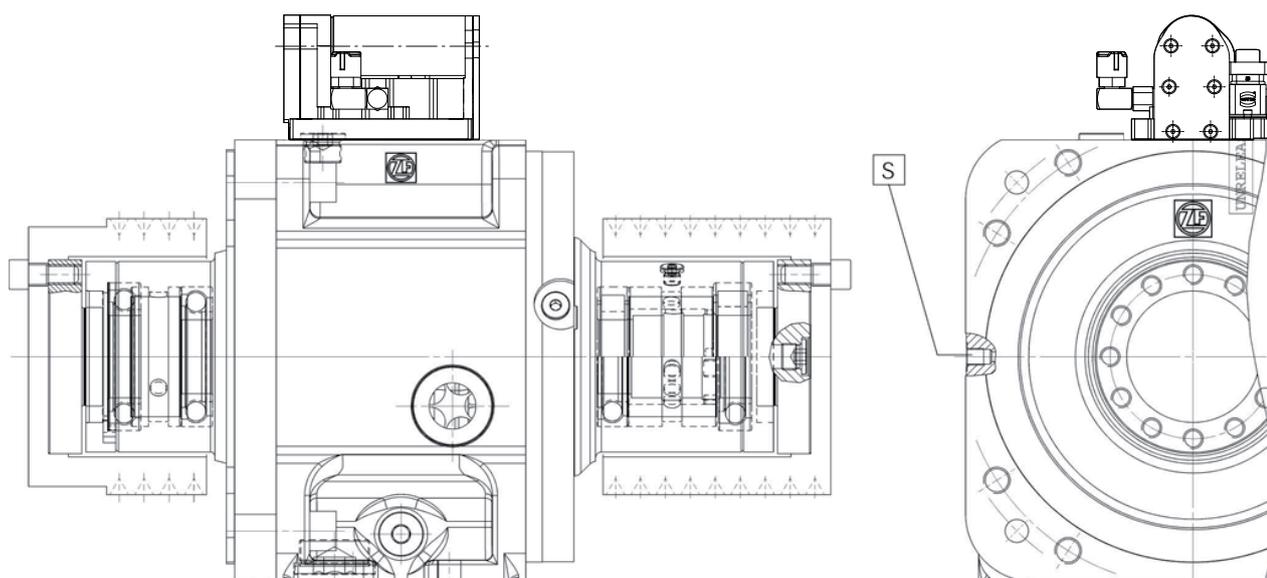
Für einen schwingungsarmen Lauf soll die Riemenscheibe auf Güte 6,3 nach VDI-Richtlinie 2060 ausgewuchtet werden.

Die Lagerung im Riemenscheibenantrieb ist über den Ölanschluss S im Antriebsgehäuse zwingend mit 0,5 – 1,0 l/min. zu schmieren.

#### VORSICHT

Zur Vermeidung von Lagerüberlastungen ist beim Spannen der Riemen die vorgegebene maximale Spannkraft zu beachten.

Die mittlere Riemenkraft muss zwischen den Lagern liegen. Bei der Montage muss sich die Riemenscheibe leicht auf den Antriebsflansch schieben lassen, ggf. Riemenscheibe erwärmen.



### 3.4 Anbau des Getriebes

Der Gewindestift M8 (9) muss mit 18 Nm bis zur Anlage an der Passfeder eingedreht und angezogen werden. Der Gewindestift ist vor dem Einbau mit Flüssigdichtung zu versehen.

Während der Montage ist auf die korrekte Lage des O-Ringes (10) zu achten. Der O-Ring wird lose mit dem Getriebe geliefert und wird mit Fett in die Dichtringnut im Gehäuse (6) eingelegt.

Stellung der Getriebeschaltung kontrollieren. Die Schiebemuffe muss in Schaltstellung Gang 1 („langsame“ Stufe) sein.

Getriebe aufnehmen und auf Motorflansch aufsetzen. Dabei die Verbindung Sonnenrad/Nabe vorsichtig zusammenführen.

#### HINWEIS

Das Zahnwellenprofil des Sonnenrades muss in das Zahnablenkprofil der Nabe eingeführt werden.

Der Vorgang wird erleichtert, indem am Getriebeabtrieb etwas links/rechts gedreht wird.

Mit vier bzw. acht Sechskant-Befestigungsschrauben (11) werden Getriebegehäuse, Adapterplatte und Motor miteinander befestigt.

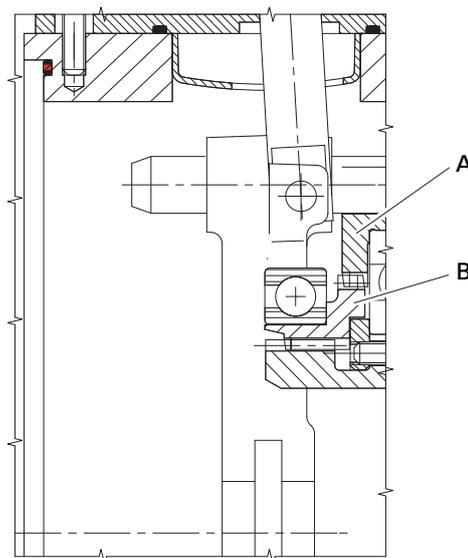
Das Getriebe mit Öl befüllen bzw. die Umlaufschmierung sowie die Stromversorgung anschließen. Der Entlüfterausgang muss in allen Einbaulagen nach oben montiert sein. Der Entlüfter ist werkseitig auf B5-Stellung eingeschraubt.

Das Getriebe ist nun einsatzbereit.

#### VORSICHT

**Die Getriebe können unter den gleichen Schutzarten betrieben werden, die für AC- und DC-Motoren festgelegt sind.**

Bei der Aufstellung ist darauf zu achten, dass die Kühlluft des Motors ungehindert zu- und abströmen kann.



#### Schaltstellung Gang 1:

- A Bremscheibe
- B Schiebemuffe

#### HINWEIS

Vor Inbetriebnahme der Antriebseinheit E-Motor/Getriebe ist zu prüfen, dass sich der Getriebeabtrieb von Hand drehen lässt.

Bei Antriebseinheiten, die am Getriebeflansch oder Getriebegehäuse befestigt sind, kann der Motor auf der B-Seite spannungsfrei unterstützt werden.

### 3.5 Abtrieb

#### 3.5.1 Ausführung mit Riemenabtrieb

Die Riemenscheibe wird auf dem Außendurchmesser des Abtriebsflansches (Toleranz K6) zentriert, mit Schrauben reibschlüssig befestigt und gesichert, wobei die zulässigen Anziehdrehmomente zu beachten sind.

Für einen schwingungsarmen Lauf soll die Riemenscheibe auf Güte 6,3 nach VDI-Richtlinie 2060 ausgewuchtet werden.

#### VORSICHT

**Zur Vermeidung von Lagerüberlastungen ist beim Spannen der Riemen die vorgegebene maximale Spannkraft zu beachten.**

**Die mittlere Riemenkraft muss zwischen den Lagern liegen. Bei der Montage muss sich die Riemenscheibe leicht auf den Abtriebsflansch schieben lassen, ggf. Riemenscheibe erwärmen.**

#### 3.5.2 Ausführung mit koaxialem Abtrieb

Für die Ausführung mit koaxialem Abtrieb (Wellenstumpf) ist die Wuchtungsart auch für den Abtrieb zu beachten (siehe Kap. 3.2). Das Getriebe wird in der Wuchtart Vollkeilwuchtung geliefert.

Die Dimensionierung der Passfeder ist der Einbauzeichnung zu entnehmen. Die Passfeder ist in jedem Fall durch einen Gewindestift zu fixieren.

#### 3.5.3 Ausführung mit TSC

Ausführung mit TSC (Through Spindle Coolant) dient zum Übertragen von Kühlschmiermittel, Hydraulikölen oder Luft-Öl-Gemischen<sup>1)</sup> durch das Getriebe zur Spindel. Um in Übersetzung unter Differenzdrehzahl eine Flüssigkeits-Übergabe zu gewährleisten, ist eine Drehdurchführung notwendig, welche je nach Beanspruchung und Zustand Medium einem Verschleiß unterliegt. Systembedingt kann sich beim Zu- und Ausschalten ein Tropfen als Leckage bilden und ist in dem Kühlmitteleislauf auf entsprechende konstruktive Maßnahmen zurückzuführen. Eine transparente Kühlmittel-Rückführung ermöglicht eine Beurteilung über den Zustand der Drehdurchführung.

Die Gewährleistung ist für die Drehdurchführung auf 12 Monate beschränkt.

Hinweise zum Produkt, Funktion, Betrieb und Einbau der Drehdurchführung sind enthalten in den Betriebsanleitungen

4161 758 030 (deutsch)

4161 758 130 (englisch)

#### VORSICHT

**1) Keine abrasive oder auflösende Zusätze in den Flüssigkeiten zulässig.**

### 3.6 Elektrischer Anschluss Getriebeumschaltung

Das Getriebe wird mit dem mitgelieferten 8poligen Harting-Stecker (HAN 8 U) elektrisch angeschlossen. Die Steckverbindung befindet sich an der Schalteinheit.

#### 3.6.1 Schalteinheit

##### Technische Daten:

|                    |                |
|--------------------|----------------|
| Leistungsaufnahme  | 84 W           |
| Anschluss-Spannung | 24 V DC ± 10 % |
| max. Anzugsstrom   | 5 A            |
| Nennstrom          | 3,5 A          |
| Schutzklasse       | IP64           |

Als Kabelzuleitungsquerschnitt sind 1,5 mm<sup>2</sup> erforderlich.

Die Anschlussspannung von 24 V DC und die Stromaufnahme von 5 A sind am Schalteinheitstecker sicherzustellen.

Verluste aus der Kabellänge und Übergangswiderständen sind zu berücksichtigen.

##### Lieferumfang:

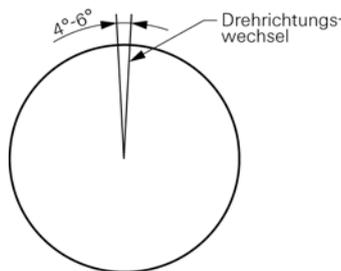
Tüllengehäuse, Verschraubung, Steckdoseneinsatz und 8 Kontaktbuchsen, Typ Harting AWG16. Die Schalteinheit ist nur als Komplett-Teil erhältlich.

**Getriebebeschaltung:**

Die Umschaltung erfolgt durch das Anlegen der 24 V-Spannung an Pin 2 und 3. Die Polarität der angelegten Spannung 24 V DC ist für die Gangstufe maßgebend.

Im 1. Gang                   => Pin 2: + / Pin 3: -  
 Im 2. und 3. Gang       => Pin 2: - / Pin 3: +

Während der Getriebestufen-Umschaltung soll der Hauptspindelmotor eine Pendelbewegung mit einem Winkel von +5° bzw. -5° und 1 bis max. 5 Drehrichtungswechseln je Sekunde ausführen. Eine größere Pendelbewegung kann zu einer Beschädigung der Schaltverzahnungen führen. Meist greifen die Schaltverzahnungen bereits beim ersten Drehrichtungswechsel ineinander, so dass die Umschaltzeit etwa 300 bis 400 ms beträgt.



Das bedeutet im Mittel  $n_{Mot} = 5^\circ/s = 5^\circ \cdot 60/min = 300^\circ/min = 300/360 \text{ U/min} = 0,83 \text{ U/min}$ .

**Umrechnung**

Pendeldrehzahl ↔ Pendeldrehbewegung

| Drehzahl [1/min] | Winkel [°/min] | Zeit [sek] | Winkel [°/sek] |
|------------------|----------------|------------|----------------|
| 0,25             | 90             | 3,33       | 5              |
| 0,50             | 180            | 1,67       | 5              |
| 1,00             | 360            | 0,83       | 5              |
| 2,00             | 720            | 0,42       | 5              |
| 3,00             | 1080           | 0,28       | 5              |
| 4,00             | 1440           | 0,21       | 5              |
| 5,00             | 1800           | 0,17       | 5              |

Durch die unterschiedlichen Massen und der damit verbundenen Schleppmomente der Spindel ist in Schaltungsversuchen das Optimum in der Maschine herauszufinden.

Die Endschalter-Signale von S1 – 1. Gang (Kontakt 4) und S2 – 2. Gang (Kontakt 6) dienen zur Abschaltung der Schalteinheit nach erfolgter Umschaltung.

**VORSICHT**

**Nach Erreichen der Endschalter-Signale darf maximal 0,5 Sekunden noch Strom an der Schalteinheit anstehen. Während der Betriebsdauer müssen die Endschalter-Signale überwacht werden.**

Die Endschalter dürfen nur mit dem Steuerstrom (0,1 – 0,5 A) beaufschlagt werden, nicht mit dem Umschaltstrom (5 A).

Ist die Anzahl der Widerstände klein, kann auch ein geringerer Steuerstrom verwendet werden.

Je nach Länge, Leitungs-/Übergangswiderständen und Anzahl der Verbindungsstellen ist der Steuerstrom zur Endlagenüberwachung sicherzustellen. Dabei sind erhöhte Widerstände durch Korrosion nach einiger Zeit mit in Betracht zu ziehen. Beim Schalten induktiver Lasten mit Hilfe des Steuerstroms muss diese mit einer Diode parallel zur Last beschaltet werden.

Wird durch die Endschalter erkannt, dass ein Gang nicht mehr sicher gerastet ist, sind durch die Steuerung entsprechende Maßnahmen wie Notabschaltung usw. einzuleiten.

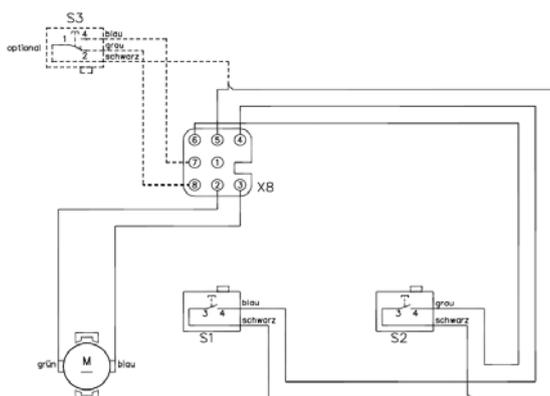
**HINWEIS**

Elektromagnetische Felder können die Ströme der Endlagenüberwachung verfälschen. Durch Verlegung oder Abschirmung der Leitung kann dies vermieden werden.

Der Schaltablauf ist zu überwachen, ggf. ist durch ein Zeitglied nach ca. 2 sec der Schaltvorgang rückgängig zu machen, wenn kein Endschalter-Signal (S1/S2) erfolgt. Danach erneuter Schaltbefehl, Hauptspindelmotor darf nicht freigegeben werden.

**Schaltplan der Schalteinheit** bei zwei Schaltstellungen (Standard) bzw. drei Schaltstellungen (mit Neutralstellung):

1. Gang ==> z. B. 4:1
2. Gang ==> 1:1
3. Gang ==> S3 neutrale Schaltstellung, Leerlauf (Option)



Die elektro-mechanische Getriebestufen-Umschaltung erfolgt durch eine Schalteinheit am Getriebe, die von einem Gleichstrommotor (24 VDC) angetrieben wird. Das Getriebeelement ist eine formschlüssige, axial bewegte Schaltgabel, welche auf eine Schiebemuffe wirkt. Die Endlagen werden durch Endlagenschalter in der Schalteinheit überwacht. Die Überwachung des Zeitablaufes ist in der Steuerung vorzusehen. Bei Schaltung von Gang 1 nach 2 oder umgekehrt ist der Motor zu bestromen. Die Umschaltung der Drehrichtung wird durch Umpolen erreicht.

#### HINWEIS

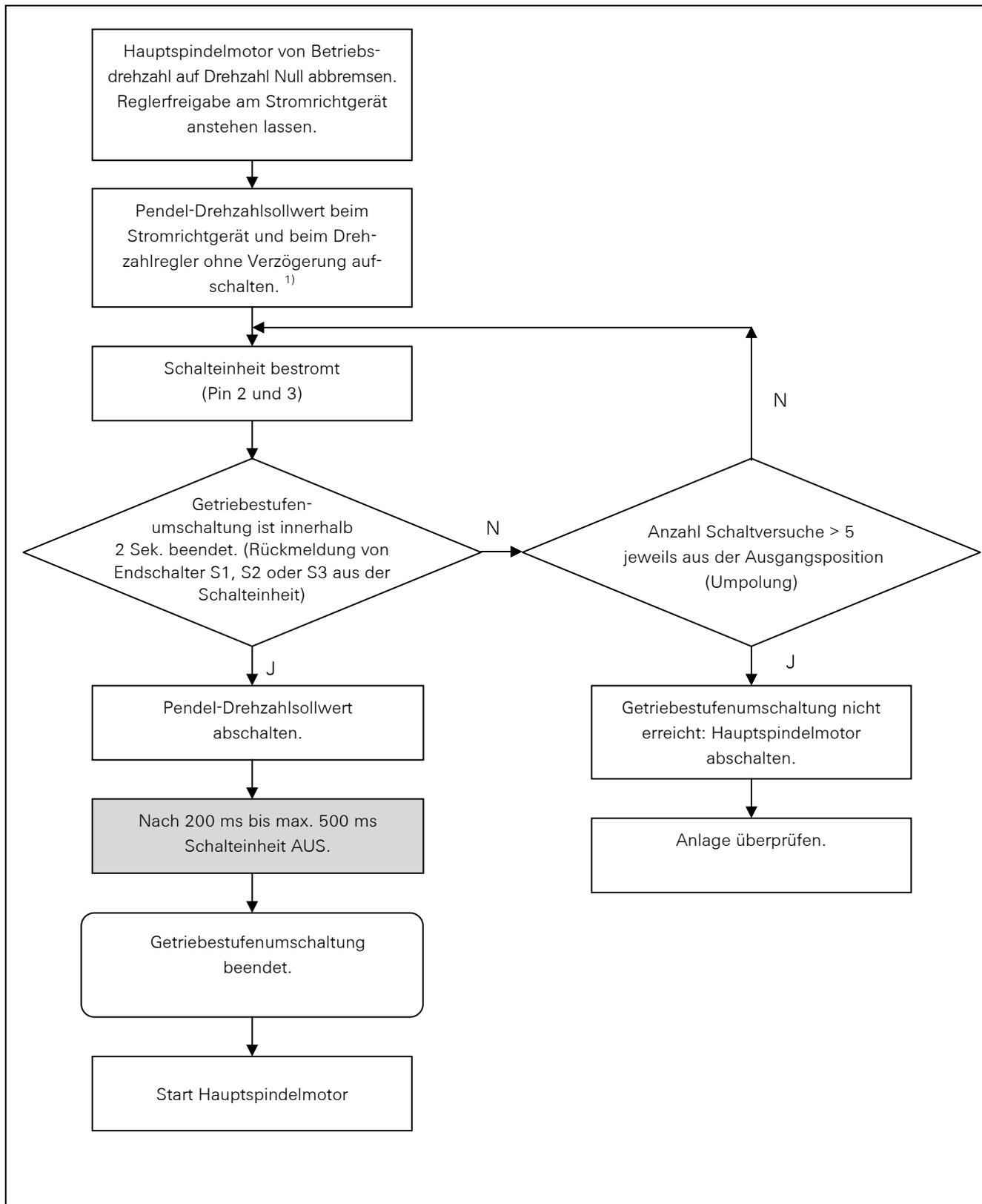
Getriebe mit Neutralstellung

Die Neutralstellung kann nur über Gang 1 angefahren werden.

Sobald der Endlagenschalter S3 das Signal erhält, ist der Gleichstrommotor grundsätzlich mit Hilfe eines generatorischen Motorstopps (Quickstop) abzuschalten.

Unter bestimmten Betriebsbedingungen (z. B. Einbaulage V3, höhere Leitungswiderstände) kann ein variables Zeitglied in der Steuerung erforderlich werden → Rücksprache mit ZF.

3.6.2 Schaltlogik



1) Alternativ kann der erste Schaltversuch ohne Pendeln erfolgen, was aber einen stromlosen Hauptspindelmotor oder geringe Abtriebsmassen erfordert.

## 3.7 Schmierung

### 3.7.1 Tauchschmierung

Die Standard-Ausführung B5 der Schaltgetriebe hat Tauchschmierung.

#### VORSICHT

**Tauchschmierung ist geeignet für Intervallbetrieb. Dabei werden häufige Gangwechsel, unterschiedliche Drehzahlen und Stillstandszeiten, wie sie z. B. bei Werkzeugwechsel auftreten, vorausgesetzt.**

Für diese Einsätze der Zweigang-Schaltgetriebe muss Getriebeöl bis zur Mitte des Ölschauglases eingefüllt werden.

Bindend für die einzufüllende Ölmenge ist der Ölstand. Die Literangabe auf dem Typenschild des jeweiligen Getriebes ist als Anhaltswert zu verstehen.

#### HINWEIS

Bei Schräglage des Getriebes, die sich bei bestimmten Riemenspanneinrichtungen ergeben kann, ist ein Ölstandsrohr mit Eichmarke anstelle des Ölschauglases anzubringen.

Es ist dasselbe Ölniveau im Getriebe wie in horizontaler Einbaulage sicherzustellen (siehe auch Einbauzeichnung).

### 3.7.2 Umlaufschmierung

#### VORSICHT

**Bei Dauerbetrieb, bei Betrieb über einen längeren Zeitraum in einer Gangstufe, bei hohen Drehzahlen und bei Intervallbetrieb mit kürzeren Stillstandszeiten ist eine Umlaufschmierung in allen Einbaulagen erforderlich.**

Bei den Getrieben 2K250/2K300 verlangen die Einbaulagen vertikal V1 und vertikal V3 Umlaufschmierung. Dabei ist die Art der Umlaufschmierung davon abhängig, welches Betriebstemperaturniveau im Einsatz gefordert wird.

Durch die Zentrifugalkräfte auf das Öl kann eine Mangelschmierung an der Verzahnung durch Dauerbetrieb im Direktgang entstehen.

Ein gelegentlicher Gangwechsel in die Übersetzung mit anschließendem Motor-Start ( $n_{\text{Mot}} = 1000 \text{ min}^{-1}$ ) führt Öl an die Verzahnung und verhindert eine einseitige stellungsgebundene Belastung der Verzahnung.

Einige Anwendungsfälle erfordern ein sehr niedriges Betriebstemperaturniveau, das sich durch den Anschluss einer darauf abgestimmten Getriebeölvorsorgung mit Ölkühlung erreichen lässt. Die jeweiligen Getriebeversionen sind entsprechend vorbereitet.

Um eine optimale Getriebekühlung ohne Einfluss auf die Schmierung zu erhalten, sind je nach Einbaulage und Betriebsart verschiedene Anschlüsse für die Umlaufschmierung am Getriebe vorhanden.

Die Bilder auf Seite 26 zeigen die Ölz- und -ablaufpositionen am Getriebe. Die genauen Maße entnehmen Sie bitte den jeweiligen Einbauzeichnungen.

Nach der Erstinbetriebnahme muss der Ölstand auf Mitte des Ölschauglases liegen, ggf. Öl nachfüllen.

#### VORSICHT

**Die Komponenten Pumpe, Öltank und Wärmetauscher müssen unterhalb des Getriebeölstandes angeordnet sein. Bei Anschluss des Ölrücklaufs gemäß Kap. 3.7.3.2 ist eine Notlaufeigenschaft gegeben.**

#### HINWEIS

Unbedenklich ist:

- Absinken des Ölstandes im Tank während des Betriebs durch Aufschäumen des Getriebeöls im Getriebe.
- Bildung einer Öl-Luft-Emulsion im Ölrücklauf und im Tank.

### 3.7.2.1 Umlaufschmierung bei V1/B5-Betrieb

Für die Positionierung der Ölzuführung und des Ölablasses siehe Kap. 3.7.3.2.

Der Ölzulauf wird anstelle der Ölablass-Schraube angeschlossen.

Ölzulaufmenge 1,5 bis 2 l/min.

Ein Ölschauglas wird entfernt und dafür ein Ablaufstutzen (M42x1.5) eingeschraubt.

Bei Einbaulage vertikal V3 kann das Getriebeöl sowohl radial als auch zentral zugeführt werden.

Ein Ölrückstau im Getriebe ist durch die Dimensionierung der Auslassleitung zu vermeiden ( $D_i$  ca. 20 mm).

### 3.7.2.2 Umlaufschmierung mit Wärmetauscher

In der Umlaufschmierung ist ein Wärmetauscher installiert, um eine zusätzliche Temperaturreduzierung zu erreichen.

### 3.7.2.3 Umlaufschmierung mit Zwischentank

Für eine effektive Ölkühlung sollte das Tankvolumen mindestens das Zehnfache der Ölaufmenge betragen.

#### HINWEIS

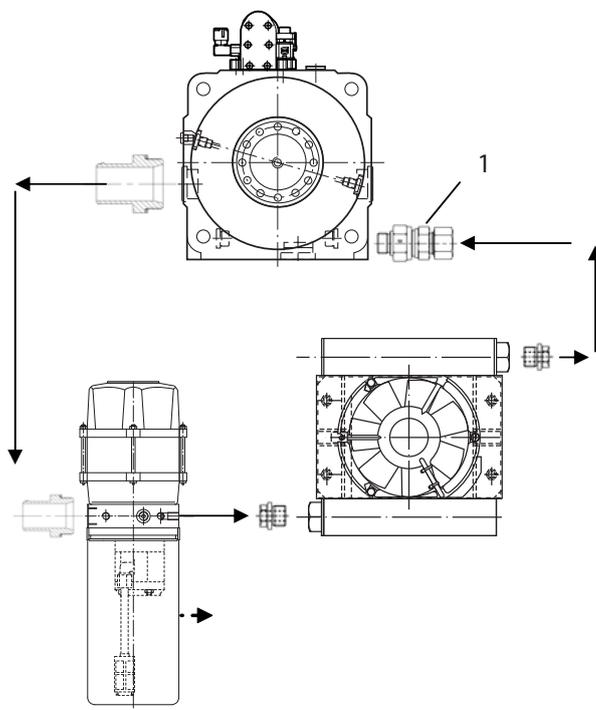
Zur Vermeidung von Getriebebeschäden durch Trockenlauf empfiehlt ZF, einen Ölstandssensor am Zwischentank zu installieren.

Es ist ein 60 µm-Filter und ein Sicherheitsrückschlagventil (1) am Öleinlass des Getriebes zu verwenden.

Mit dieser Anordnung ist der weitere Betrieb auf Basis der Tauchschmierung gegeben, siehe Kap. 3.7.1.

Die Ölablassleitung muss nach dem Getriebe immer unterhalb des Ölaustrittes liegen, damit keine Ölstandsanhhebung im Getriebe erfolgen kann.

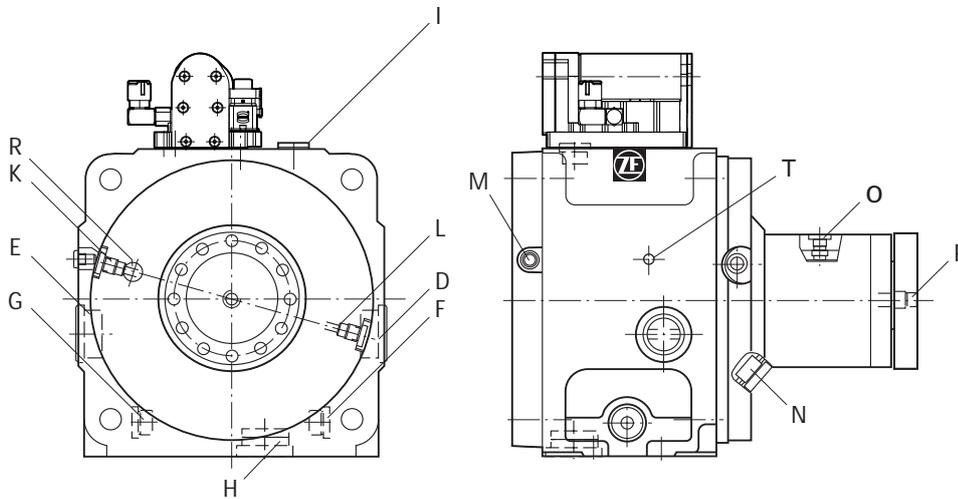
Einbaubeispiel B5



### 3.7.3 Anschlüsse für Schmierung

#### 3.7.3.1 Anschlüsse für Erstbefüllung/ Ölwechsel

| Einbaulage | Öleinfüllung | Ölablass   |
|------------|--------------|--|
| B5         | I            | G, F, H  |
| B5 gedreht |              | D  |
| V1         |              | N (bei Ausführung mit Abtriebswelle)<br>P (bei Ausführung Abtriebsflansch) |
| V3         |              | H  |



**3.7.3.2 Anschlüsse für Umlaufschmierung bei Standardanwendungen**

**HINWEIS:** Die integrierte Schmierölbohrung mit Anschluss K und R ist nur in V1/V3-Stücklisten vorhanden. Bei B5-Stücklisten ist nur Anschluss K ohne integrierte Schmierölbohrung verfügbar.

| Einbaulage                     | Anschluss Ölzulauf  | Max. Druck         | Anschluss Ölrücklauf                          |
|--------------------------------|---|--------------------|---|
| V1<br>(geschloss.<br>Variante) | <b>M</b> (0,5 dm <sup>3</sup> /min) und<br><b>K oder R</b> (1,0 dm <sup>3</sup> /min)<br><b>L zusätzlich möglich</b>                          | 0,5 bar<br>0,5 bar | <b>D</b><br>Hauptdrehrichtung<br>Linkslauf *  |
| V1/V3 (offene<br>Variante)     | <b>K oder R</b> (1,5 dm <sup>3</sup> /min)<br><b>L zusätzlich möglich</b>   | 1,5 bar            | <b>E</b><br>Hauptdrehrichtung<br>Rechtslauf * |
| B5                             | <b>G</b> (1,5 dm <sup>3</sup> /min) Hauptdrehrichtung Linkslauf*<br>oder<br><b>F</b> (1,5 dm <sup>3</sup> /min) Hauptdrehrichtung Rechtslauf* | 1,5 bar            |   |
| B5 gedreht (offen)             | <b>I oder F</b> (1,5 dm <sup>3</sup> /min)  | 1,5 bar            | <b>H</b>                                      |
| V3 (geschloss.<br>Variante)    | <b>M</b> (0,5 dm <sup>3</sup> /min) und<br><b>K oder R</b> (1,0 dm <sup>3</sup> /min)<br><b>L zusätzlich möglich</b>                          | 0,5 bar<br>0,5 bar | <b>H</b>                                      |
| V3 (offene<br>Variante)        | <b>K oder R</b> (1,5 dm <sup>3</sup> /min)<br><b>L zusätzlich möglich</b>   | 1,5 bar            | <b>H</b>                                      |
| V3                             | <b>O oder P</b> (1,5 dm <sup>3</sup> /min)  | 1,5 bar            | <b>H</b>                                      |

\* Blickrichtung auf den Getriebeabtrieb

**HINWEIS:** Maßgeblich für die Ölzulaufmenge ist immer die Menge, welche aus dem Ölrücklauf strömt. Bei Getriebe mit Riemenscheibenantrieb zusätzliche Schmierölbohrung „T“ beachten (siehe Kapitel 3.3.6).

### 3.7.3.3 Anschlüsse bei integriertem Schmierölsystem und bei Maximaldrehzahl

#### HINWEIS

Bei Anwendungen mit einer Maximaldrehzahl von  $10000 \text{ min}^{-1}$  und/oder Trockensumpf ist der Anschluss K oder R mit integriertem Schmierölsystem zwingend vorgeschrieben. Zusätzlich ist eine Getriebeölkühlung  $>0,3 \text{ kW}$  und ein Ölumlaufvolumen  $>15 \text{ Liter}$  notwendig.

Alle Ausführungen enthalten Anschluss K/R mit integrierter Schmierölbohrung.

Bei einer Bestellung auf die entsprechende MLFB-Nummer für das integrierte Schmierölsystem achten.

Das integrierte Schmierölsystem ist nur mit geschlossener Variante möglich.

Empfohlene Ölviskosität bei integriertem Schmierölsystem HLP 22 nach ISO VG 22.

Bei Trockensumpfschmierung kann HLP 10 nach ISO VG 10 verwendet werden, falls sichergestellt ist, dass die Getriebe-Ölaustrittstemperatur jederzeit unterhalb  $65 \text{ °C}$  liegt.

| Einbaulage                       | Anschluss Ölzulauf  | Max. Druck             | Anschluss Ölablass |
|----------------------------------|---|------------------------|--------------------|
| V1/B5<br>(geschlossene Variante) | <b>K oder R</b><br>( $1,5 \text{ dm}^3/\text{min}$ )<br>und<br><b>M</b><br>(ca. $0,5 \text{ dm}^3/\text{min}$ ) | 0,5 bar<br><br>0,5 bar | D oder E           |
| V3<br>(geschlossene Variante)    | <b>K oder R</b><br>( $1,5 \text{ dm}^3/\text{min}$ )<br>und<br><b>M</b><br>( $0,5 \text{ dm}^3/\text{min}$ )    | 0,5 bar<br><br>0,5 bar | H                  |
| B5<br>(Trockensumpf)             | <b>K oder R</b><br>( $1,5 \text{ dm}^3/\text{min}$ )<br>und<br><b>M</b><br>( $0,5 \text{ dm}^3/\text{min}$ )    | 0,5 bar<br><br>0,5 bar | H                  |
| B5<br>(gedreht, Trockensumpf)    | <b>K oder R</b><br>( $1,5 \text{ dm}^3/\text{min}$ )<br>und<br><b>M</b><br>( $0,5 \text{ dm}^3/\text{min}$ )    | 0,5 bar<br><br>0,5 bar | D                  |

#### HINWEIS

Maßgeblich für die Ölzulaufmenge ist immer die Menge, welche aus dem Ölrücklauf strömt.

## 4 Inbetriebnahme

### 4.1 Erstprüfung

Vor der Inbetriebnahme ist der korrekte Einbauzustand des Schaltgetriebes zu kontrollieren.

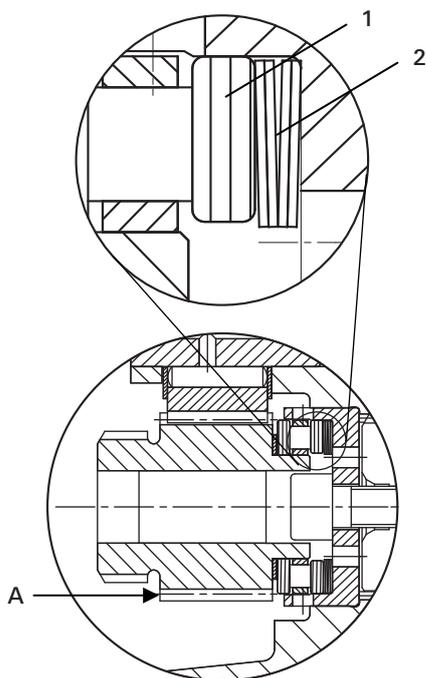
- Mechanische Befestigung
- Anflanschung Motor
- Anschlüsse Getriebeöl
- Ölversorgung/Ölbefüllung sichergestellt
- Elektrische Anschlüsse
- Leichtgängigkeit (Drehbarkeit von Hand)
- Senkrechte Position Entlüfter

### 4.2 Überprüfung des Einstellmaßes Sonnenrad

Kontrollmaß „A“: 125,1 mm, Toleranz +0,2 mm, gemessen zwischen Gehäuseanschlussfläche und der Stirnseite Sonnenrad. Dabei ist das Sonnenrad bis auf Anschlag in Richtung Abtrieb zu drücken.

Das Maß ist werksseitig korrekt eingestellt.

Nach dem Einsetzen des Sonnenrades nach einer evtl. Demontage ist das Maß zu prüfen. Das Maß „A“ ist bei richtigem und vollständigem Einbau des Federpaketes (2) und der Einstellscheiben (1) korrekt (siehe nebenstehende Detail-Abbildung).



## 5 Wartung

### 5.1 Ölwechsel

**Ölwechselintervall: alle 5000 Betriebsstunden**



#### **GEFAHREN FÜR DIE UMWELT!**

Schmierstoffe und Reinigungsmittel dürfen nicht in das Erdreich, Grundwasser oder in die Kanalisation gelangen.

- Sicherheitsdatenblätter bei Ihrer zuständigen Umweltschutzbehörde für die entsprechenden Produkte anfordern und beachten.
- Altöl in einem ausreichend großen Behälter auffangen.
- Altöl, verschmutzte Filter, Schmierstoffe sowie Reinigungsmittel nach den Vorschriften der Umweltschutzverordnungen entsorgen.
- Beim Umgang mit Schmierstoffen und Reinigungsmitteln jeweils die Vorschriften des Herstellers beachten.

Altöl bei betriebswarmem Getriebe in geeigneten Behälter ablaufen lassen.

Die Ablaufanschlüsse unterscheiden sich nach Einbaulage und Getriebeausführung (siehe Kap. 3.7.3.1).

Neues Getriebeöl am Anschluss I einfüllen.

Der Ölstand ist korrekt, wenn er bei stillstehendem Getriebe bis zur Mitte des Ölschauglases reicht.

Bindend ist der Ölstand. Die Liter-Angabe auf dem Typenschild ist als Anhaltswert zu verstehen.

Falls vorhanden, Ölpumpe nach Öleinfüllung zur Entlüftung kurz laufen lassen, ggf. Öl nachfüllen.

## 6 Reparatur

Bei Störungen der Getriebefunktion sind zuerst die angeschlossenen Komponenten und ihre Anschlüsse zu prüfen.

Die Art der Störung ist für die Diagnose beim Hersteller sorgfältig zu dokumentieren (siehe Kap. 6.1).

Reparaturen am Getriebe selbst sind nur durch die ZF Friedrichshafen AG oder durch autorisierte ZF-Kundendienststellen durchzuführen.

### 6.1 Checkliste Getriebestörung

Treten Störungen an der Antriebseinheit auf, bitte zuerst die unter Kapitel 7 gelisteten Problemlösungen zu Rate ziehen.

Führt das nicht zum Erfolg, sind für die Diagnose bei ZF Friedrichshafen AG oder autorisierter ZF-Kundendienststelle folgende Angaben wichtig:

#### Getriebedaten laut Typenschild

Typ: . . .  
(Type)  
Stückliste: 4161 . . . . .  
(P.L.No.)  
Serien-Nr.: . . . . .  
(Serial-No.)

#### Motordaten laut Typenschild

Hersteller: . . .  
Type/Baugröße: . . .

#### Fragen zur Schadens-Diagnose:

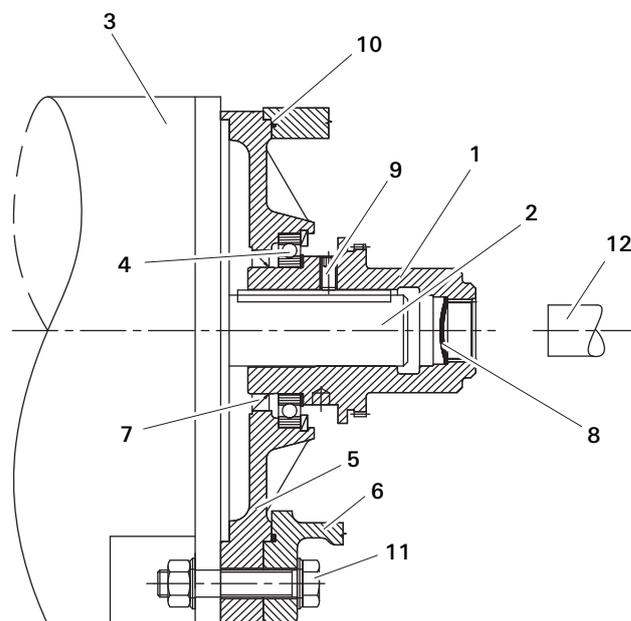
- Ölschauglas am Getriebe ist dunkel/schwarz verfärbt?
- Ölbrandgeruch am Ölentlüfter?
- Getriebelaufgeräusche treten in der Schaltstufe 1:1 oder 4:1 auf, oder nur in einer Laufrichtung oder in beiden Laufrichtungen?
- Wurde vor dem Auftreten des Laufgeräusches lange Zeit in nur einer Schaltstufe (1:1) die Maschinenbearbeitung durchgeführt?
- Sind die Laufgeräusche aufgetreten, nachdem der Bearbeitungszyklus an der Maschine sich geändert hat und wurde vorher an der Maschine der Bearbeitungszyklus nicht geändert?
- Wurde vor Schadensauftritt eine Wartung an der Maschine durchgeführt und wenn ja, was wurde gewartet?
- Liegt bei einem Schaltproblem kein Gangwechsel oder ein Gangverlust vor?
- Entspricht die Schaltlogik der ZF-Vorgabe? (siehe Seite 23)
- Welche Spannung liegt beim Schaltvorgang an der Schalteinheit an?

## 6.2 Demontage Getriebe

(am Bsp. Ausführung mit Adapterplatte, Wellendicht-  
ring und Nabenlager)

Bei anderen Ausführungen kann entsprechend vor-  
gegangen werden.

- Maschine abschalten
- Stromversorgung abschalten
- Elektrische Anschlüsse entfernen
- Getriebeölan Anschlüsse entfernen,  
Getriebeöl ablassen
- Befestigungsschrauben (11) lösen
- Getriebe (6) von der Adapterplatte (5) und  
Antriebsnabe (1) abziehen



## 6.3 Nabe

- Gewindestift (9) zur radialen Sicherung der Pass-  
feder lösen.
- Mit Abziehvorrichtung, z. B. Dreiarm, die An-  
triebsnabe gegen die Motorwelle ohne Erwär-  
mung der Nabe abziehen:  
Es wird gegen eine Abziehhilfe (12) auf dem Ver-  
schlussdeckel (8) abgedrückt. Die Abziehvorrich-  
tung ist so lange weiter zu drehen, bis der Ver-  
schlussdeckel an der Distanzscheibe/Motorwelle  
ansteht.

### VORSICHT

**Bei der Demontage der Nabe darauf achten, dass  
der Verschlussdeckel (8) zentrisch an der Motor-  
welle anliegt. Andernfalls kann der Verschlussde-  
ckel zum Verklemmen der Nabe beim Abziehen  
führen.**

Die Verschlusscheibe 40 DIN 470 ist nach der De-  
montage durch eine neue zu ersetzen. Diese ist vor  
der Montage zu reinigen und an der Dichtkante mit  
Flüssigdichtung zu versehen. Wellendichtring und  
O-Ring sind einer Sichtprüfung zu unterziehen und  
gegebenenfalls auszutauschen.

- |    |   |
|----|---|
| 1  | Antriebsnabe                                      |
| 2  | Motorwelle  |
| 3  | Motor   |
| 4  | Nabenlager  |
| 5  | Adapterplatte                                     |
| 6  | Getriebegehäuse                                   |
| 7  | Wellendichtring                                   |
| 8  | Verschlussdeckel                                  |
| 9  | Gewindestift                                      |
| 10 | O-Ring  |
| 11 | Befestigungsschraube                              |
| 12 | Abziehhilfe<br>(Zylinder $\varnothing$ 25x100 mm) |

## 7 Häufig gestellte Fragen (FAQ)

| Fehler   | Fehlerursache  | Fehlerbeseitigung  |
|--|--|--|
| Getriebe ist laut und hat Klopfgeräusche   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Drehgeber am Motor hat Wackelkontakt. Dadurch ständiges Nachregeln des Motors</li> <li>• Drehgeber verschmutzt, keine klare Signalgebung</li> </ul> | <p>Drehgeber und elektrische Zuleitungen zum Motor überprüfen, ggf. Drehgeber reinigen</p> <p>Motorsteuerung überprüfen, ggf. Drehzahlregelung weicher einstellen</p>                  |
| Getriebe ist laut und hat Laufgeräusche  | Lange Zeit mit hoher Schnittgeschwindigkeit in der Übersetzung 1:1 gearbeitet und anschließender Wechsel mit Maschinenbearbeitung in der Übersetzung 4:1                                     | <p>Kein Getriebebeschaden</p> <p>Getriebelaufgeräusch normalisiert sich nach mehrmaligen Gangwechseln</p>  |
|  | Axiallager falsch eingebaut  | Einbau prüfen.   |
|  | Einstellscheiben/Federscheiben am Sonnenrad falsch eingebaut   | Kontrollmaß „A“ messen   |
| Getriebe ist laut und hat Laufgeräusche in der Übersetzung                                     | Motorwelle ist zu lang, Axiallager beschädigt  | Kontrollmaß „A“ überprüfen, ggf. korrigieren und neues Lager einbauen  |
| Getriebe ist am Getriebe-Eingang/Ausgang undicht   | Fehlerhafte Dichtungselemente  | Dichtungen wechseln, ggf. Getriebe an ZF zur Inspektion schicken   |
| Getriebe ist am Entlüfter undicht  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Öl ist gealtert</li> <li>• Nach Ölwechsel wurde zuviel Öl eingefüllt</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ölwechsel durchführen</li> <li>• Ölstand kontrollieren, ggf. korrekte Ölmenge einstellen</li> </ul>   |
| Maschinensteuerung erhält keine Signale der Schaltpositionen von der Schalteinheit am Getriebe | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wackelkontakt in der Steckverbindung an der Getriebe-Schalteinheit</li> <li>• Fehler in der Schalteinheit</li> </ul>                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Steckverbindung überprüfen und ggf. reinigen, Stecker sichern mittels Haltebügel</li> <li>• Getriebe zur Inspektion an ZF schicken</li> </ul> |
| Gang fällt heraus  | • Endlageschalter defekt   | • Getriebe zur Inspektion an die ZF Friedrichshafen AG senden  |



**ZF Friedrichshafen AG**

88038 Friedrichshafen

Deutschland · Germany

Telefon/Phone +49 7541 77-0

Telefax/Fax +49 7541 77-908 000

[www.zf.com](http://www.zf.com)



**MOTION AND MOBILITY**