Betriebsanleitung

ZF-DUOPLAN
Zweigang-Schaltgetriebe
2K250 / 2K300
Industrieantriebe

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.

1 Vorwort 5

1.1 Gültigkeit und Anwendungsbereich 5

1.2 Verbrauchsmaterial 5

2 Sicherheit 6

2.1 Signalwörter und Symbole 6

2.2 Allgemeine Sicherheitshinweise 6

2.3 Produktbezogene Sicherheitshinweise 8

3 Einsatz und Aufbau 9

3.1 Einsatz 9

3.2 Merkmale 9

3.3 Aufbau 10

3.4 Technische Daten 11

3.5 Einbaulagen 12

4 Ersteinbau 13

4.1 Rund-, Planlauf- und Längentoleranzen Antriebsmotor 13

4.2 Wuchtung 14
4.2.1 Halbkeilwuchtung 14
4.2.2 Vollkeilwuchtung 14
4.2.3 Motorwellen/Naben ohne Passfedernut 15

4.3 Adaption Motor/Getriebe 16
4.3.1 Offene Bauform 16
4.3.2 Geschlossene Bauform mit Nabenlagerung und Wellendichtring 17
4.3.3 Geschlossene Bauform (mit Wellendichtring) 18
4.3.4 Offene Bauform mit Adapterring 19
4.3.5 Geschlossene Bauform mit Nabenlagerung, Wellendichtring und passfederloser Nabe 20
4.3.6 Anbau des Getriebes 21
4.3.7 Ausführung mit Riemenscheibenantrieb 22
4.3.8 Geschlossene Bauform mit Nabenlagerung, Wellendichtring und Klemmnabe 23

4.4 Abtrieb 25
4.4.1 Ausführung mit Riemenabtrieb 25
4.4.2 Ausführung mit koaxialem Abtrieb 25
4.4.3 Ausführung mit TSC 25

4.5 Elektrischer Anschluss Getriebeumschaltung 25
4.5.1 Schalteinheit 25
4.5.2 Schaltlogik 28

4.6 Schmierung ... 29
4.6.1 Tauchschmierung ... 29
4.6.2 Umlaufschmierung ... 29
4.6.3 Anschlüsse für Schmierung ... 31

5 Inbetriebnahme ... 34

5.1 Erstprüfung ... 34

5.2 Überprüfung des Einstellmaßes Sonnenrad ... 34

6 Wartung ... 34

6.1 Ölwechsel ... 34

7 Reparatur ... 35

7.1 Checkliste Getriebestörung ... 35

7.2 Demontage Getriebe ... 36

7.3 Antriebsnabe mit Passfeder ... 36

7.4 Demontage Getriebe mit Klemmnabe ... 37

8 Häufig gestellte Fragen (FAQ) ... 38

1 Vorwort

Zur ZF-Dokumentation zusätzlich die Vorschriften des Aufbauherstellers beachten.

1.1 Gültigkeit und Anwendungsbereich

Diese Dokumentation ist für folgende ZF-Produkte gültig:

- 2K250
- 2K300

1.2 Verbrauchsmaterial

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

2 Sicherheit

2.1 Signalwörter und Symbole

Dieses Dokument enthält besonders hervorgehobene Sicherheitshinweise, die je nach Grad der Gefahr mit einem der nachfolgend aufgeführten Signalwörter gekennzeichnet sind.

⚠ GEFAHR

GEFAHR
Das Signalwort GEFAHR kennzeichnet eine gefährliche Situation, die, wenn sie nicht vermieden wird, zu einer schweren Verletzung oder zum Tod führt.
⇨ Information, wie die Gefährdung vermieden werden kann.

⚠ WARNUNG

WARNUNG
Das Signalwort WARNUNG kennzeichnet eine gefährliche Situation, die, wenn sie nicht vermieden wird, zu einer schweren Verletzung oder zum Tod führen kann.
⇨ Information, wie die Gefährdung vermieden werden kann.

⚠ VORSICHT

VORSICHT
Das Signalwort VORSICHT kennzeichnet eine gefährliche Situation, die, wenn sie nicht vermieden wird, zu einer leichten bis mittelschweren Verletzung führen kann.
⇨ Information, wie die Gefährdung vermieden werden kann.

HINWEIS

Das Signalwort HINWEIS kennzeichnet eine Situation, die, wenn sie nicht vermieden wird, zu einem Sachschaden führen kann.
⇨ Information, wie der Sachschaden vermieden werden kann.

Folgende Symbole werden zusätzlich verwendet:

⚠ Dieses Symbol verweist auf zusätzliche sicherheitsrelevante Informationen.

ⓘ Dieses Symbol kennzeichnet eine Information zu besonderen Arbeitsabläufen, Methoden, Anwendung von Hilfsmitteln, usw.

2.2 Allgemeine Sicherheitshinweise

Alle Sicherheitshinweise und Anweisungen lesen. Die Nichtbeachtung kann zu Sachschäden, schweren Verletzungen oder Tod führen.

Bestimmungsgemäße Verwendung

Das ZF-Produkt ist ausschließlich für den vertraglich festgelegten und zum Lieferzeitpunkt gültigen Verwendungszweck bestimmt. Eine andere oder darüber hinausgehende Verwendung gilt nicht als bestimmungsgemäß. Zur bestimmungsgemäßen Verwendung gehört auch die Beachtung der vorliegenden Dokumentation und der mitgeltenden Dokumente, um Störungen und Schäden zu vermeiden.

Das ZF-Produkt ist nach dem Stand der Technik konstruiert und hergestellt. Das ZF-Produkt ist im Auslieferungszustand betriebssicher. Von dem ZF-Produkt können Gefahren ausgehen, wenn es von nicht autorisiertem, nicht ausgebildetem und nicht eingewiesenem Personal unsachgemäß oder nicht bestimmungsgemäß eingesetzt wird.

Abbildungen können vom ZF-Produkt abweichen und sind nicht maßstabsgerecht. Rückschlüsse auf Größe und Gewicht sind nicht möglich.

Montage, Inbetriebnahme, Wartung und Reparatur

Montagearbeiten, Inbetriebnahme, Wartungsarbeiten und Reparaturarbeiten ausschließlich gemäß der vorliegenden Dokumentation und der mitgeltenden Dokumente ausführen.

Folgende Punkte beachten:

- Autorisiertes, geschultes und eingewiesenes Personal einsetzen.
- Technische Vorgaben beachten.
- Nur original ZF-Ersatzteile verwenden.
- Nur original ZF-Zubehör verwenden.
- Nur original ZF-Spezialwerkzeug verwenden.
- Nicht autorisierte Änderungen und Umbauten führen zum Erlöschen der Betriebserlaubnis, der Gewährleistung oder der Garantie.

Im Schadensfall mit ZF in Verbindung setzen und folgende Daten zum Produkt bereithalten:

- Typ
- Stücklistennummer
- Seriennummer
- Laufleistung
- Beschreibung des Schadens

Sicherheitshinweise, geltende Sicherheitsvorschriften und gesetzliche Auflagen beachten, um Störungen und Schäden zu vermeiden.

Es gelten zusätzlich die landesspezifischen Sicherheitsvorschriften, Unfallverhütungsvorschriften und Umweltschutzbestimmungen.

Bei allen Arbeiten sicherheitsgerechte Arbeitskleidung tragen. Abhängig von den Arbeiten zusätzlich persönliche Schutzausrüstung tragen.

Nach Abschluss der Arbeiten korrekte Funktion und Betriebssicherheit prüfen.

Handhabung vom ZF-Produkt

Nicht autorisierte Änderungen und Umbauten können die Betriebssicherheit beeinträchtigen.

Änderungen, Umbauten und Applikationen sind nur mit schriftlicher Genehmigung der ZF Friedrichshafen AG zulässig.

Bei Arbeiten am ZF-Produkt beachten:

- Arbeitsbereich absichern.
- Arbeiten nur im spannungsfreien Zustand der Anlage durchführen.
- Anlage gegen unbeabsichtigtes Einschalten sichern. Hinweisschild gut sichtbar anbringen.
- Arbeiten bei ausgeschaltetem Motor durchführen.
- Motor gegen unbeabsichtigtes Starten sichern. Hinweisschild gut sichtbar anbringen.
- Nicht unter schwebender Last aufhalten.
- Nicht an schwebender Last arbeiten.
- Nur zugelassene Transportmittel und Hebezeuge mit ausreichender Tragfähigkeit verwenden.
- Offene Rohrleitungen und Schläuche verschließen und Beschädigungen vermeiden.
- Anziehdrehmomente beachten.
- Kabel gegen mechanische Beschädigung schützen.

Lärm

Lärm kann bleibende Gehörschäden verursachen.

Die Wahrnehmung von akustischen Signalen, Warnrufen oder gefahrankündigenden Geräuschen wird durch Lärm beeinträchtigt.

Bei Arbeiten am ZF-Produkt beachten:

- Lärm vermeiden.
- Gehörschutz tragen.

Betriebsstoffe und Hilfsstoffe

Betriebsstoffe und Hilfsstoffe können bleibende Gesundheitsschäden und Umweltschäden verursachen.

Bei der Auswahl von Betriebsstoffen und Hilfsstoffen beachten:

- Gesundheitsrisiken
- Umweltverträglichkeit
- Sicherheitsdatenblätter

Beim Umgang mit Betriebsstoffen und Hilfsstoffen beachten:

- Betriebsstoffe und Hilfsstoffe in geeigneten und korrekt gekennzeichneten Behältern aufbewahren.
- Bei Verletzungen durch heiße, kalte oder ätzende Betriebsstoffe oder Hilfsstoffe medizinische Hilfe suchen.

Zum Schutz der Umwelt beachten:

- Auslaufende Betriebsstoffe und Hilfsstoffe in ausreichend großen Behältern auffangen.
- Entsorgungsvorschriften beachten.
- Sicherheitsdatenblätter beachten.

2.3 Produktbezogene Sicherheitshinweise

- 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.

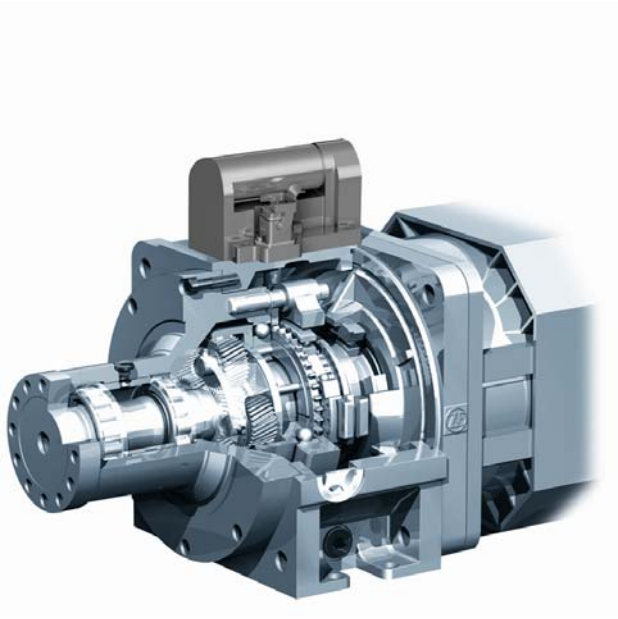
3 Einsatz und Aufbau

3.1 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.



3.2 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

3.3 Aufbau

Das Getriebe besteht im Wesentlichen aus folgenden Baugruppen:

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

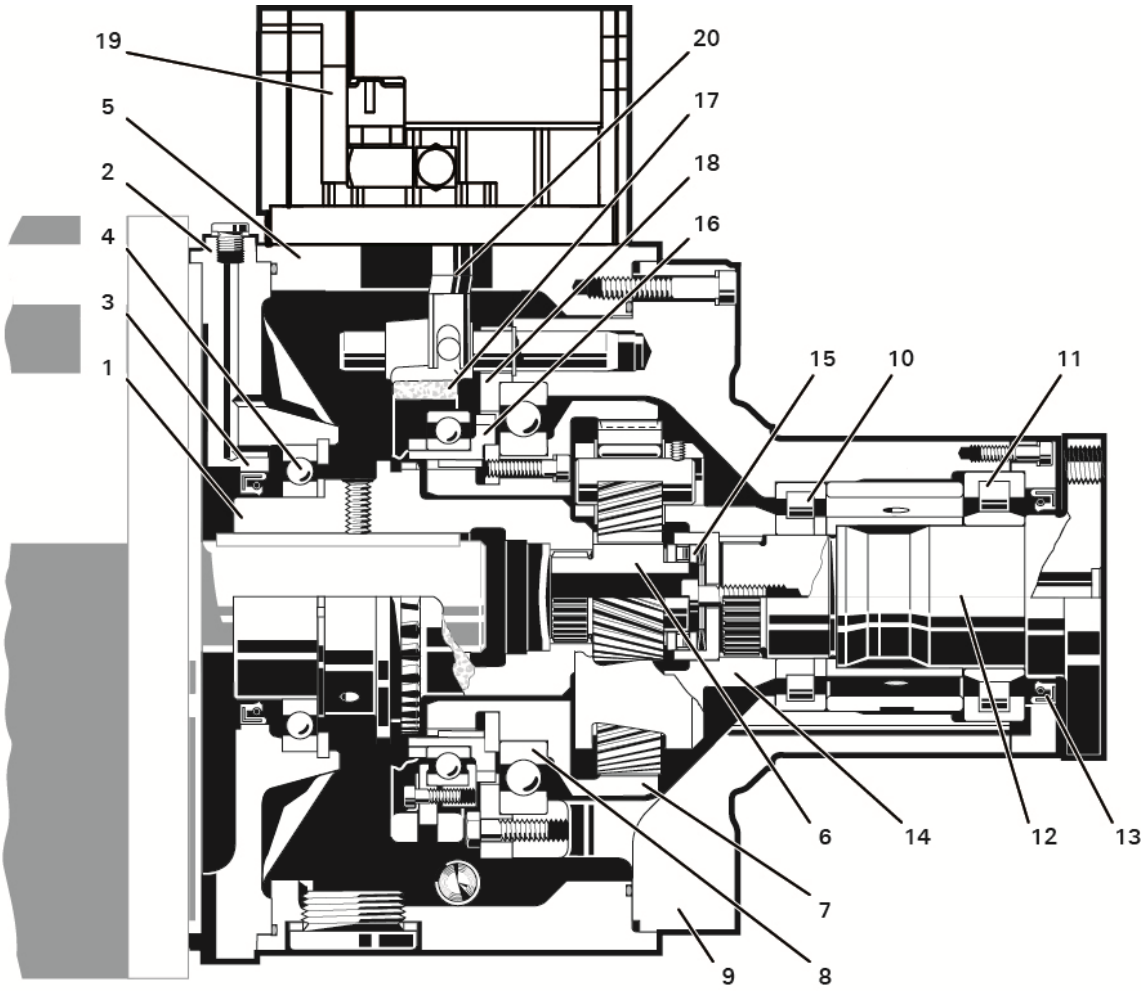
Gehäuse:
- Getriebegehäuse (5)

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)



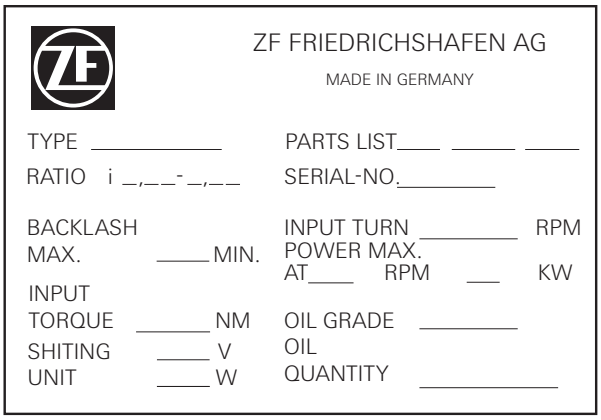
3.4 Technische Daten

	2K250	2K300
Nennleistung	max. 39 kW	max. 47 kW
Nenndrehzahl	1.500 min^{-1}	1.500 min^{-1}
Max. Drehzahl in Übersetzung i≠1 im Direktgang i=1 (mit Getriebeöl-kühlung und integriertem Schmieröl-system). Beachte Kap. 4.6.3.3 „Anschlüsse bei integriertem Schmierölsystem und bei Maximal-drehzahl“	6.300 min^{-1} 10.000 min^{-1}	6.300 min^{-1} 10.000 min^{-1}

	2K250	2K300
Eingangsnenn-moment	max. 250 Nm	max. 300 Nm, bei i = 5,50 max. 250 Nm
Abtriebs-moment, max. für		
i = 1,00	250 Nm	300 Nm
i = 3,07	768 Nm	921 Nm
i = 4,00	1.000 Nm	1.200 Nm
i = 5,50	1.375 Nm	1.375 Nm
Gewicht	ca. 68 kg	ca. 86 kg

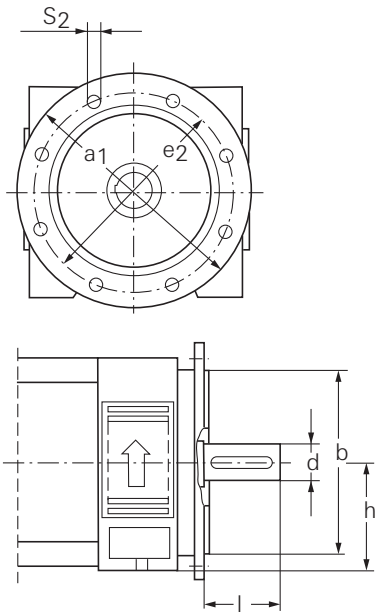
Bei Verwendung von Motorbremsen bzw. Gegenbestromung zum Abbremsen der Spindel (z. B. Notstopp) ist darauf zu achten, dass die Massenträgheitsmomente nicht die zulässigen Abtriebsmomente überschreiten. Die Bremszeiten sind dementsprechend anzupassen.

Typenschild (Standard)
(auf Getriebegehäuse angebracht)



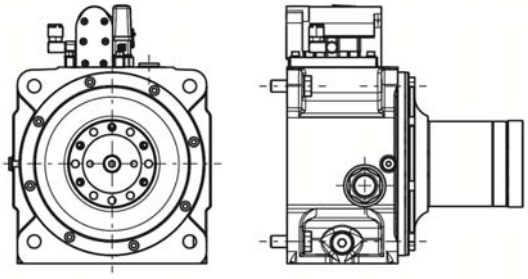
Standard-Anbaumaße (in mm)
nach EN 50347: 2001

Zweistufiges Schaltgetriebe	2K250 FF300	2K300 FF350
Motor-Baugröße	**132**	**160**
h	132	160
d	42/48/55	48/55/60
l	110-0,2	110-0,2
b	250	300
e_2	300	350
a_1	–	–
s_2	18	18



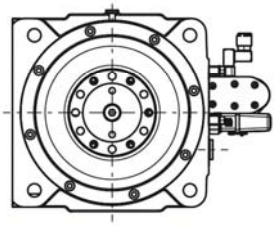
3.5 Einbaulagen

Horizontal B5

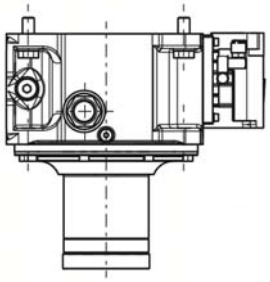


Horizontal B5

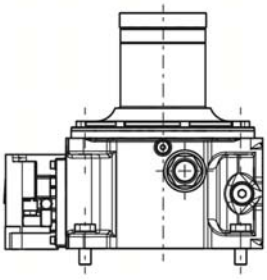
Schalteinheit seitlich rechts
Getriebe um Längsachse gedreht
(Ansicht auf Abtrieb)



Vertikal V1



Vertikal V3

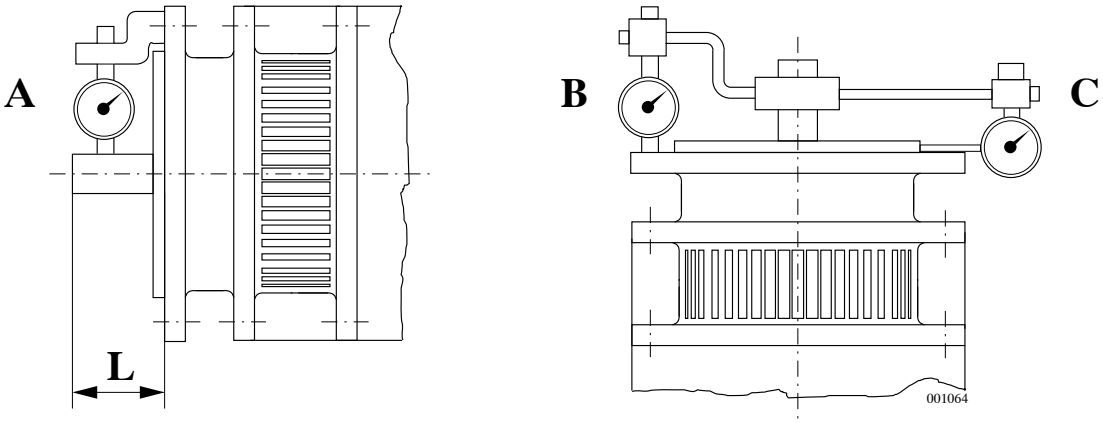


Schaden am Getriebe durch Ölaustritt möglich.
Entlüfter in allen Einbaulagen nach oben montieren.

4 Ersteinbau

4.1 Rund-, Planlauf- und Längentoleranzen Antriebsmotor

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



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

Getriebetyp	Toleranz			
	A	B	C	L
2K250 / 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“.

HINWEIS

Störung der Getriebefunktion durch falsche Toleranz.
⇨ Toleranz der Wellenlänge „L“ einhalten.

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 abzudrehen.
Zulässige axiale Kräfte auf die Motorwelle beachten. Siehe auch Katalog ZF-DUOPLAN (4161.750.002), Kapitel Leistungsdaten.

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

4.2 Wuchtung

Werden Motoren mit Passfeder benutzt, ist die Wuchtungsart zu beachten.

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

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

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

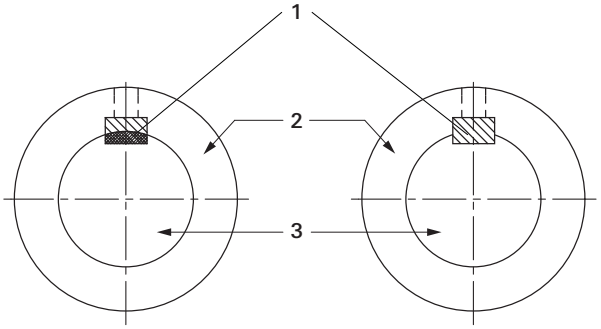
Bei der Bestellung ist darum die Angabe des Motors mit den dazugehörigen Maßen und der Wuchtart von großer Wichtigkeit.

Motorabtriebswellen mit Standard-Passfeder nach EN 50347: 2001

Wellendurchmesser	Passfeder	Passfederlänge
42 mm	A12x8	90 mm
48 mm	A14x9	90 mm
55 mm	A16x10	90 mm
60 mm	A18x11	125 mm

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

Bei Motoren ohne Passfeder werden Klemmnaben verwendet. Eine Wuchtungsart ist nicht erforderlich.



Halbkeilwuchtung Vollkeilwuchtung

4.2.1 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.

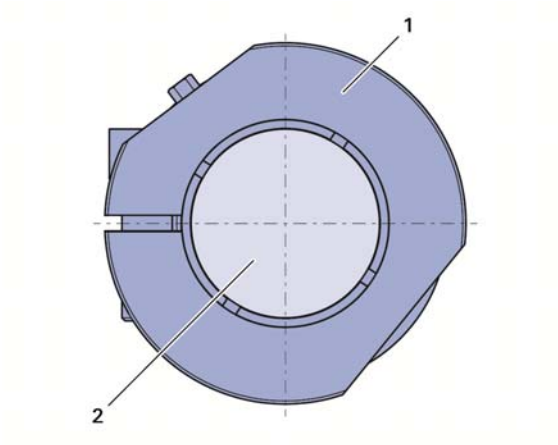
Es wird daher ein Nachwuchten nach der Montage der Verbundteile empfohlen.

4.2.2 Vollkeilwuchtung

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

4.2.3 Motorwellen/Naben ohne Passfedernut

Für Motorwellen mit den Durchmessern 42 mm, 48 mm, 55 mm und 60 mm sind Klemmnaben erhältlich.



1 Nabe

2 Motorwelle

4.3 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

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“.

4.3.1 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. 4.1 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.

⚠ VORSICHT

Verbrennungsgefahr durch Kontakt mit heißer Oberfläche.
⇨ Leichte bis mittelschwere Verletzung möglich.
⇨ Schutzhandschuhe tragen.

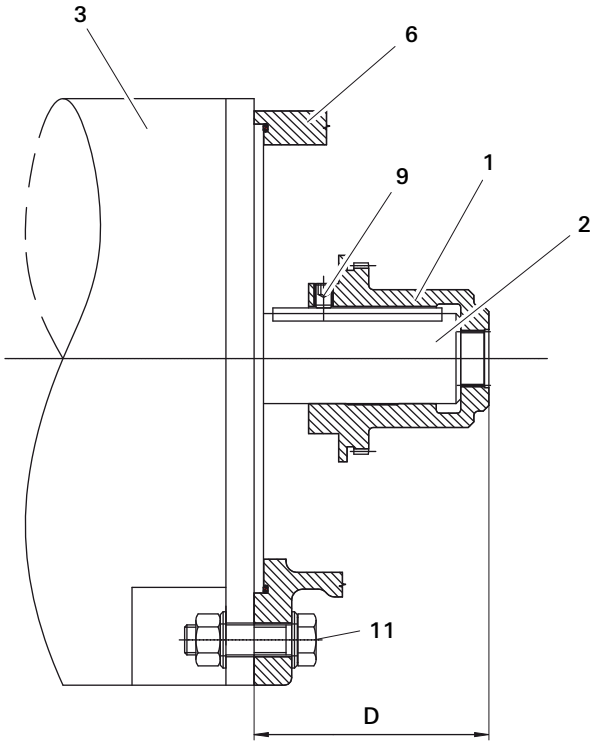
Nach der Reinigung der Passflächen muss die Antriebsnabe von der Öffnung her auf ca. 120 °C erwärmt werden und auf die Motorwelle bis auf den Anschlag, ggf. Passscheibe geschoben werden.

Anschließend das Kontrollmaß „D“ überprüfen.

HINWEIS

Schaden an der Motorwelle bei ungenügender Erwärmung der Antriebsnabe möglich.
⇨ Antriebsnabe auf ca. 120 °C erwärmen.

Der Gewindestift (9) ist festzuziehen und gegen Verdrehung zu sichern, siehe Kap. 4.3.6.



4.3.2 Geschlossene Bauform mit Nabenlagerung und Wellendichtring

Variante mit Kugellager (4), worin die Antriebsnabe (1) zusätzlich gelagert wird, um ein axiales Wandern der Antriebsnabe 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. 4.1 zu überprüfen. Zusätzlich muss die Motorwelle leicht mit Fett eingefettet werden.

⚠ VORSICHT

Verbrennungsgefahr durch Kontakt mit heißer Oberfläche.

⇨ Leichte bis mittelschwere Verletzung möglich.

⇨ Schutzhandschuhe tragen.

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.

HINWEIS

Schaden an der Motorwelle bei ungenügender Erwärmung der Antriebsnabe möglich.

⇨ Antriebsnabe auf ca. 120 °C erwärmen.

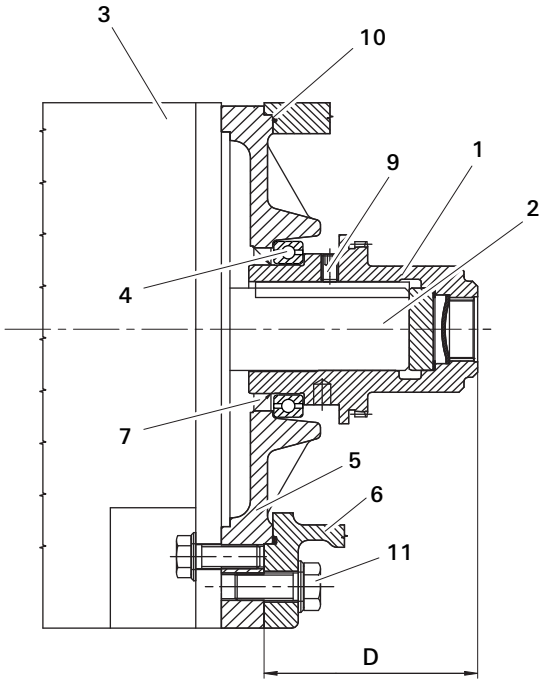
Bei der Montage muss sich die Antriebsnabe leicht auf die Motorwelle aufschieben lassen, bis die Adapterplatte am Motorflansch anliegt.

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. 4.3.6.

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



4.3.3 Geschlossene Bauform (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. 4.1 zu überprüfen. Zusätzlich muss die Motorwelle leicht mit Fett eingefettet werden.

⚠ VORSICHT

Verbrennungsgefahr durch Kontakt mit heißer Oberfläche.

⇨ Leichte bis mittelschwere Verletzung möglich.

⇨ Schutzhandschuhe tragen.

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.

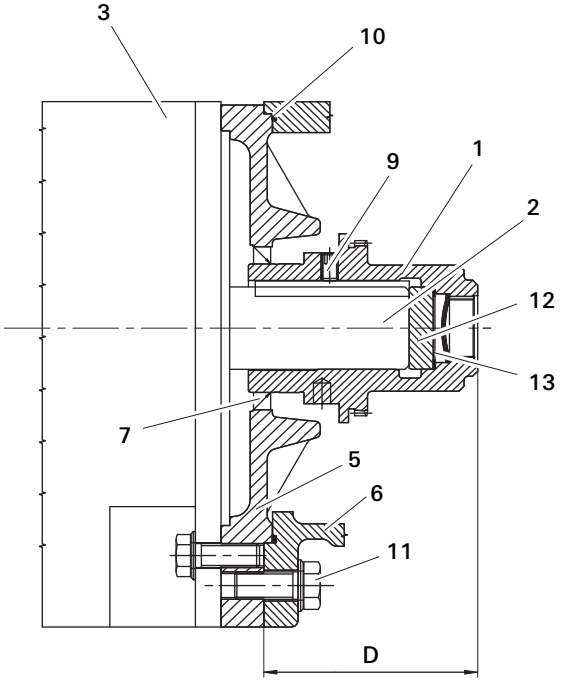
HINWEIS

Schaden an der Motorwelle bei ungenügender Erwärmung der Antriebsnabe möglich.

⇨ Antriebsnabe auf ca. 120 °C erwärmen.

Der Gewindestift (9) ist festzuziehen und gegen Verdrehung zu sichern, siehe Kap. 4.3.6.

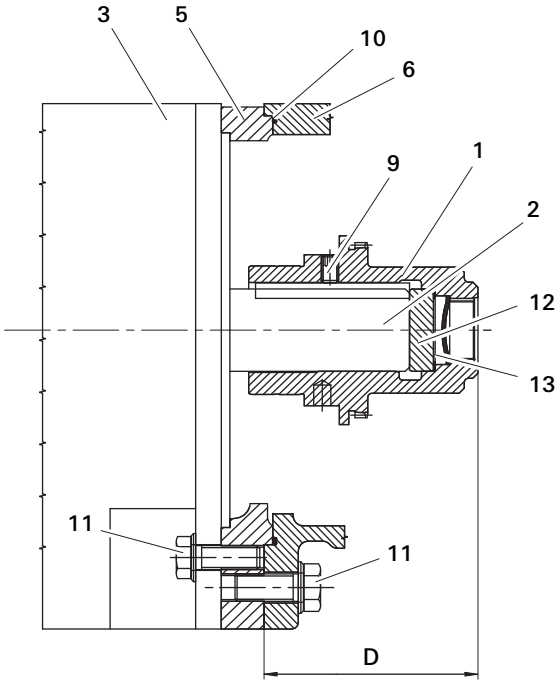
Der Radialwellendichtring und die Antriebsnabe sind für die Montage gut einzufetten. Bei der Montage muss auf die korrekte Lage der Dichtlippe und Dichtrichtung des Radialwellendichtrings geachtet werden.



4.3.4 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. 4.1 zu überprüfen. Zusätzlich muss die Motorwelle leicht mit Fett eingefettet werden.



⚠ VORSICHT

Verbrennungsgefahr durch Kontakt mit heißer Oberfläche.

⇨ Leichte bis mittelschwere Verletzung möglich.

⇨ Schutzhandschuhe tragen.

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.

HINWEIS

Schaden an der Motorwelle bei ungenügender Erwärmung der Antriebsnabe möglich.

⇨ Antriebsnabe auf ca. 120 °C erwärmen.

Der Gewindestift (9) ist festzuziehen und gegen Verdrehung zu sichern, siehe Kap. 4.3.6.

4.3.5 Geschlossene Bauform mit Nabenlagerung, Wellendichtring und passfederloser 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. 4.1 zu überprüfen.

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

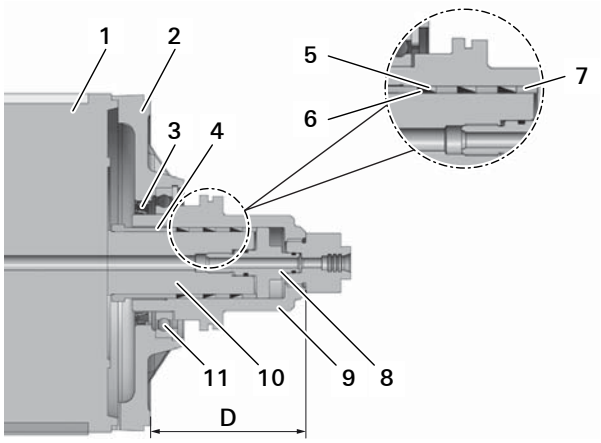
Dabei ist auf das maximal zulässige Anziehdrehmoment des Gewindes in der Motorwelle zu achten. Bei Adaptionen ohne Kühlmitteldurchfluss sind Schrauben mit Festigkeitsklasse 10.9. zu verwenden.

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.

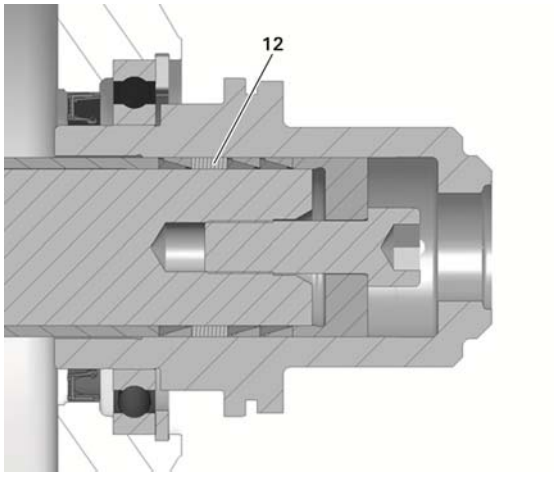
Bei Verschraubungen mit Bohrung für Kühlmitteldurchfluss auf O-Ringe achten und vor Montage einfetten.

Um beim Anziehen ein Verdrehen der Motorwelle und Antriebsnabe zu verhindern, muss die Antriebsnabe blockiert werden. Dies kann mit einem ZF-Spezialwerkzeug 1X46.188.387 erfolgen.



Nicht fetten: Motorwelle (10) und Bohrung Antriebsnabe (9).
Leicht einölen: Konusfläche der Ringspannelemente (5+6).

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.

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.

4.3.6 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/Antriebsnabe vorsichtig zusammenführen.

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

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

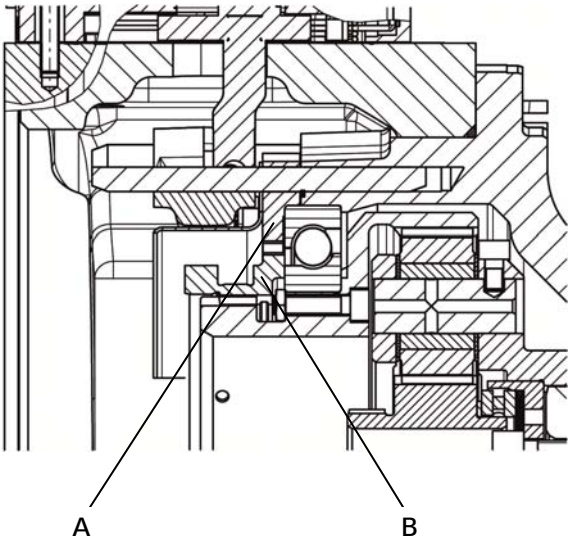
Mit vier bzw. acht Sechskantschrauben (11) werden Getriebegehäuse, Adapterplatte und Motor miteinander befestigt.

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.

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 Bremsscheibe
B Schiebemuffe

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 verspannungsfrei unterstützt werden.

4.3.7 Ausführung mit Riemenscheibenantrieb

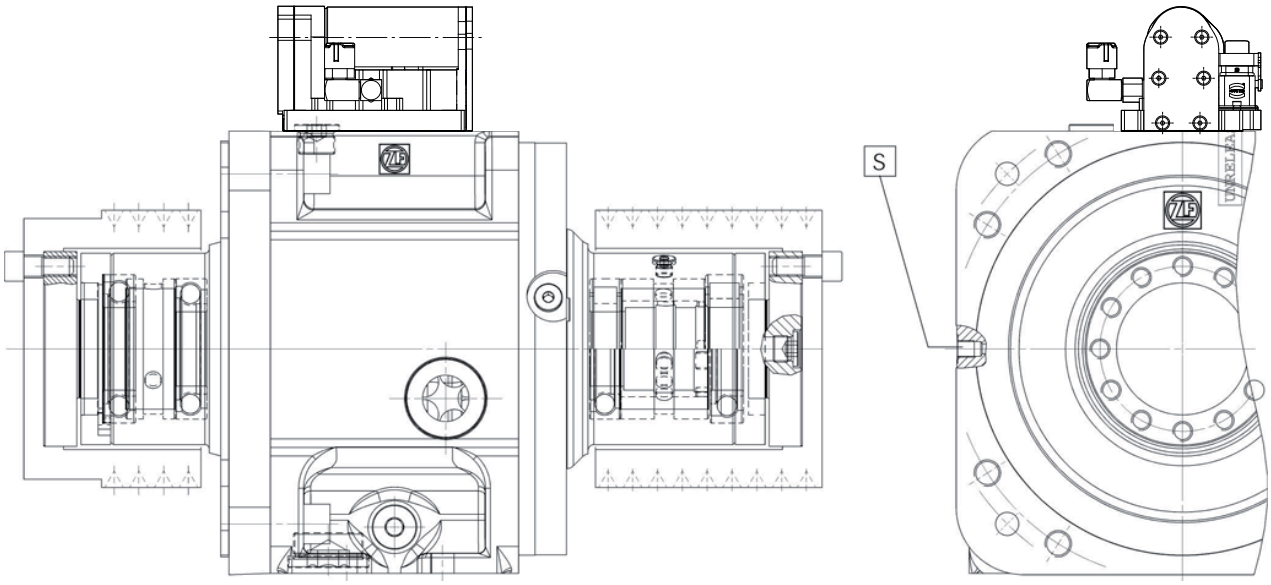
Die Riemenscheibe wird auf dem Außendurchmesser des Antriebsflansches (Toleranz K6) zentriert, mit Schrauben reibschlüssig befestigt und gesichert, wobei die zulässigen Anziehdrehmomente zu beachten sind.

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 bis 1,0 l/min. zu schmieren.

⚠ **Maximale Spannkraft der Riemen beachten (siehe Kap. 4.4.1).**

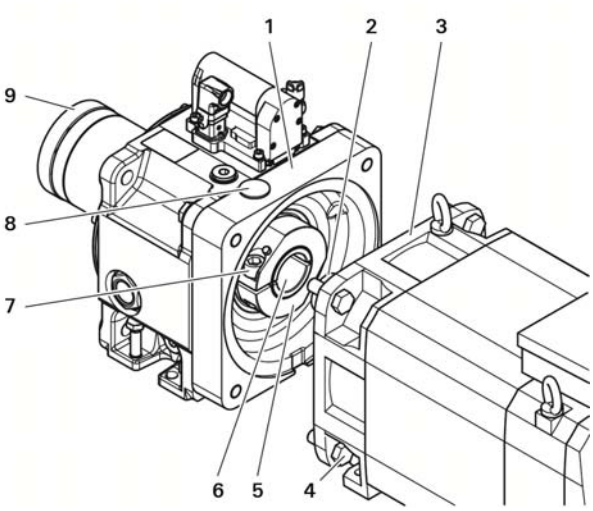
Die mittlere Riemenkraft muss zwischen den Lagern liegen. Bei der Montage muss sich die Riemenscheibe leicht auf den Antriebsflansch schieben lassen, ggf. Riemenscheibe erwärmen.



4.3.8 Geschlossene Bauform mit Nabenlagerung, Wellendichtring und Klemmnabe

Der Motor wird über einen Adapterflansch mit Klemmnabe an das Getriebe angebaut. Die Motorwelle wird mit der Klemmnabe kraftschlüssig verbunden.

Das Getriebe mit Klemmnabe darf nur an Motoren mit glatter Motorwelle angebaut werden.



1 Adapterplatte

2 Motorwelle

3 Motorflansch

4 Montageschraube

5 Klemmnabe

6 Hülse

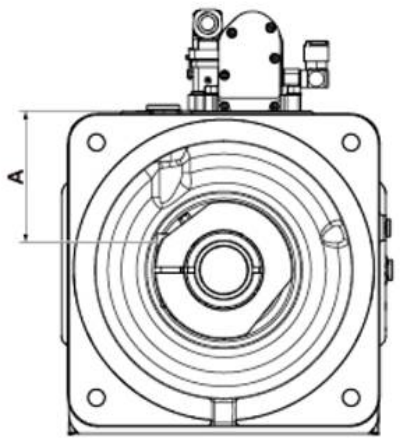
7 Klemmschraube

8 Verschlussdeckel

9 Abtriebswelle

Anbau des Getriebes an den Motor:

Zuerst müssen die Motorwelle (2), die Bohrung der Klemmnabe (5) und, falls vorhanden, die Hülse (6) entfettet werden. Danach die Hülse in die Klemmnabe auf Anschlag einführen. Die Klemmnabe (5) muss so positioniert sein, dass die Klemmschraube (7) über die Zugangsbohrung angezogen werden kann. Dazu wird der Verschlussdeckel (8) entfernt. Die Motorwelle (2) wird zentrisch in die Klemmnabe (5) eingeführt, bis der Motorflansch (3) an der Adapterplatte (1) ansteht. Dabei ist darauf zu achten, dass die Motorwelle in der Klemmnabe nicht verkantet. Die Befestigungsbohrungen am Motorflansch und der Adapterplatte müssen genau übereinstimmen. Der Motor wird mit vier passenden Montageschrauben (4), bei einer Einschraubtiefe in die Adapterplatte von 15 bis 25 mm, an das Getriebe montiert. Die Klemmschraube (7) mit dem Drehmomentschlüssel, der Steckschlüssel-Verlängerung sowie dem Innensechskant-Einsatz SW 14 mit 260 Nm anziehen. Bei Bedarf ist die Abtriebswelle (9) zu blockieren. Die Zugangsbohrung wieder mit dem Verschlussdeckel (8) verschließen.



Maß A für die Verlängerung des Innensechskantschlüssels

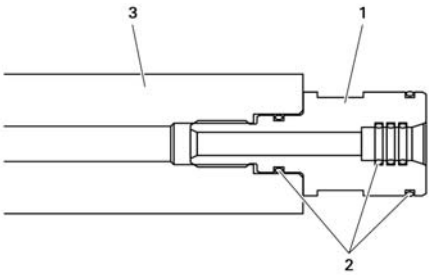
Adapterplatte 2K250, A = 100 mm

Adapterplatte 2K300, A = 125 mm

4.3.8.1 Ausführung Spindelkühlung (TSC), Durchführung von Emulsionen, Hydraulikölen oder Luft-Öl-Gemische

Anbau des Getriebes an den Motor:

Das Gewinde des Anschlussstücks (1) mit Fügestoff benetzen. Das Anschlussstück mit den vormontierten, eingefetteten O-Ringen (2) von Hand in die Motorwelle (3) auf Anschlag eindrehen. Mit dem Maulschlüssel SW 27 das Anschlussstück mit 130 Nm anziehen, die Motorwelle dabei blockieren. Der weitere Anbau erfolgt wie im Kapitel 4.3.8 beschrieben.



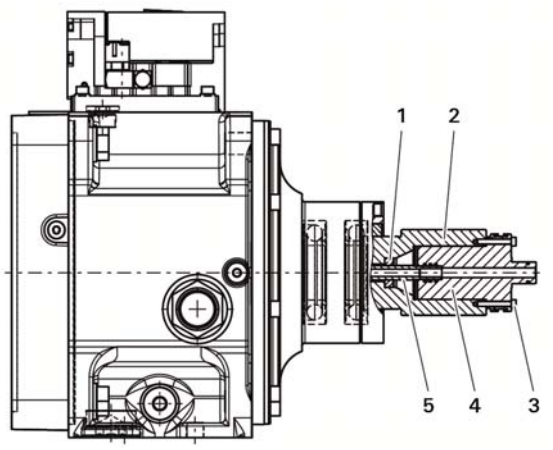
1 Anschlussstück

2 O-Ringe

3 Motorwelle (Hohlwelle)

Einbau der Drehdurchführung:

Das Rohr (5) an beiden Enden mit Fett einfetten und in die Drehdurchführung (4) stecken. Das Rohr vorsichtig durch den gefetteten Radialwellendichtring (1) in das Getriebe einführen. Die vier Zylinderschrauben (3) mit Innensechskant SW 3 mit Fügestoff benetzen und mit dem Drehmomentschlüssel auf 2,8 Nm anziehen.



1 Radialwellendichtring

2 Abtriebswelle

3 Zylinderschraube

4 Drehdurchführung

5 Rohr

4.4 Abtrieb

Bitte die Angaben zur resultierenden Kraft in den Einbauzeichnungen beachten.

4.4.1 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.

HINWEIS

Schaden durch Überlastung der Lager möglich.
⇨ Maximale Spannkraft der Riemen beachten.

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.

4.4.2 Ausführung mit koaxialem Abtrieb

Für die Ausführung mit koaxialem Abtrieb (Wellenstumpf) ist die Wuchtungsart auch für den Abtrieb zu beachten (siehe Kap. 4.2). 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.

4.4.3 Ausführung mit TSC

Ausführung mit TSC (Through Spindle Coolant) dient zum Übertragen von Kühlschmiermittel, Hydrauliköl oder Luft-Öl-Gemischen[1)] 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 Kühlmittelkreislauf 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)

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

4.5 Elektrischer Anschluss Getriebeumschaltung

Der elektrische Anschluss darf nur von einer qualifizierten Elektrofachkraft ausgeführt werden.

HINWEIS

Schaden an der Schalteinheit durch fehlerhaften Anschluss möglich.
⇨ Schalteinheit, wie in Kap. 4.5.1 und 4.5.2 beschrieben, anschließen.

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

4.5.1 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 mm² erforderlich.
Die Anschlussspannung von 24 V DC und die Stromaufnahme von 5 A sind am Schalteinheitstecker sicherzustellen.
Verluste aus der Kabellänge und Übergangs-Widerständen sind zu berücksichtigen.

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

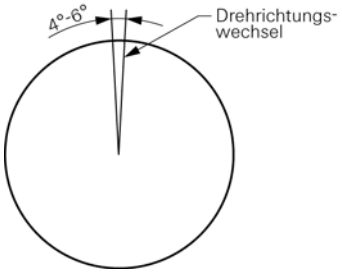
Getriebeschaltung:

Während der Getriebestufen-Umschaltung ist die Motorwelle bzw. der Getriebeabtrieb lastfrei (ungebremst).

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°/s = 5° 60/min = 300°/min = 300/360 U/min = 0,83 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	1.080	0,28	5
4,00	1.440	0,21	5
5,00	1.800	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.

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 bis 0,5 A) beaufschlagt werden, nicht mit dem Umschaltstrom (5 A).

Der Umschaltstrom darf nicht länger als 2 Sekunden anstehen.

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

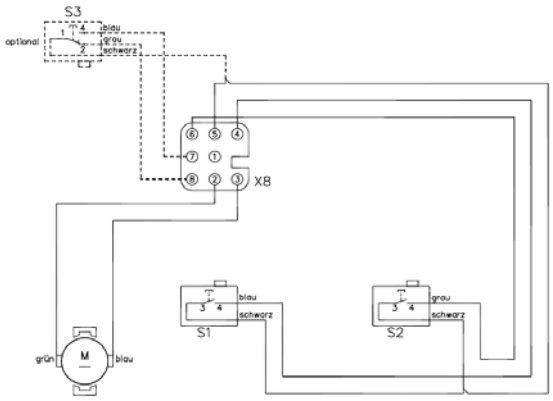
Elektromagnetische Felder können die Signale der Endlagenüberwachung verfälschen.

⇨ Steuerleitungen nicht parallel zu Leitungen der Spannungsversorgung verlegen oder Steuerleitungen abschirmen.

Der Schaltablauf ist zu überwachen, ggf. ist durch ein Zeitglied nach ca. 2 Sekunden 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 Getriebeschaltelement 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.

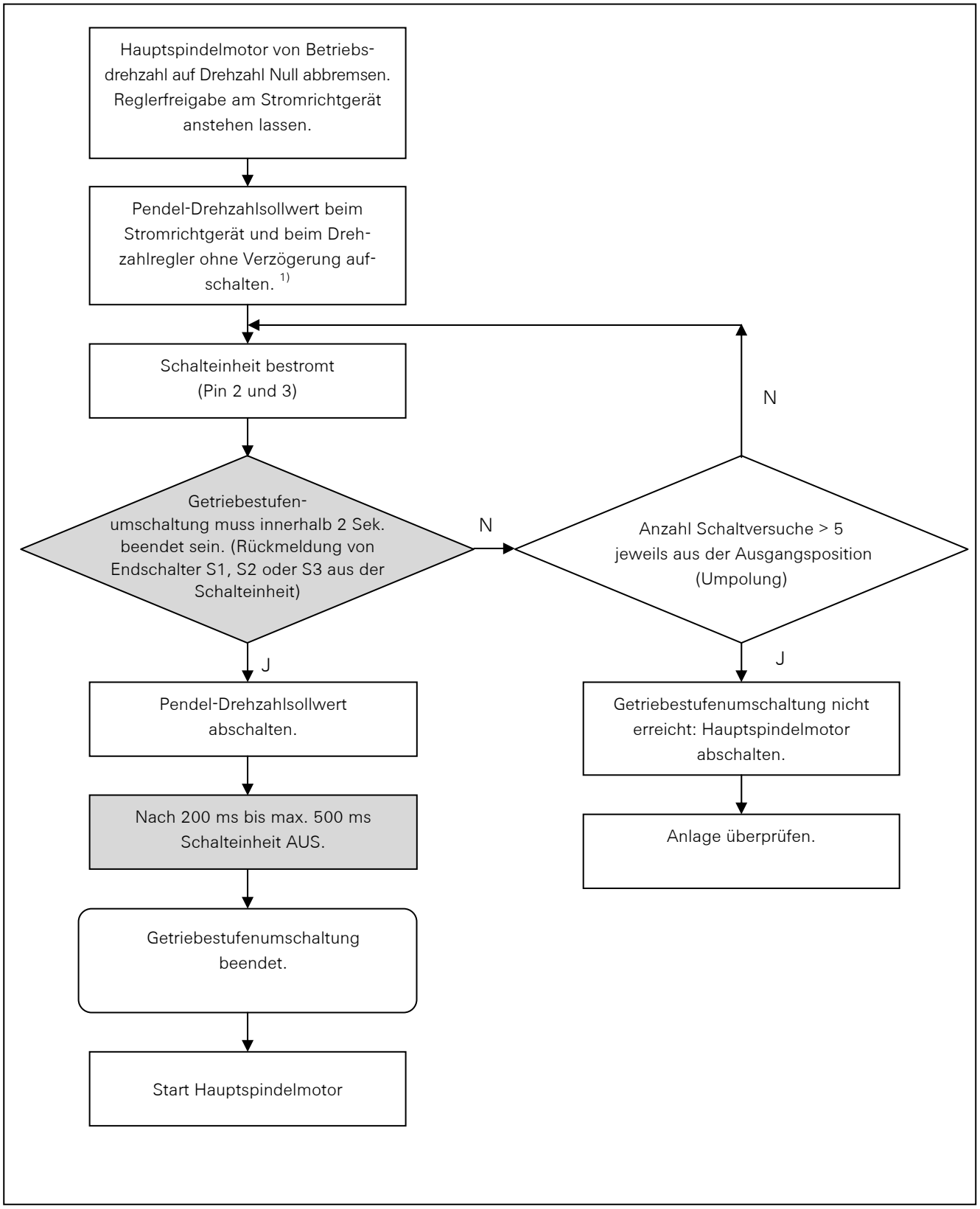
Getriebe mit Neutralstellung

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.

4.5.2 Schaltlogik



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

4.6 Schmierung

4.6.1 Tauchschmierung

Die Standard-Ausführung B5 der Schaltgetriebe hat Tauchschmierung.

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

HINWEIS

Schaden am Getriebe durch zu niedrigen Ölstand bzw. Trockenlauf möglich.

⇨ Befüllung mit Getriebeöl bis Mitte Ölschauglas.

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

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).

Mit einem Ölsensor kann gelegentlich vor dem Start der Maschine das Ölniveau kontrolliert werden. Der Ölsensor kann in die Anschlüsse D oder E (Bild, Seite 31) des Getriebegehäuses eingeschraubt werden. (Ölsensor Bestell-Nr. 4161.298.045, Datenblatt der Fa. Balluff auf Anfrage)

4.6.2 Umlaufschmierung

Optionales Zubehör sind zwei Anschlussstücke (Schlauchstutzen) mit M42x1,5 und M22x1,5 Gewinde mit der Bestell-Nr. 4161.106.016.

Die Umlaufschmierung ermöglicht eine effiziente Schmierung und Kühlung des Getriebes. Dadurch steigt die Leistung des Schaltgetriebes, der Wärmeeintrag in die Maschine sinkt.

HINWEIS

Getriebeausfall durch Mangelschmierung.

⇨ Getriebe in der Einbaulage vertikal V1 und vertikal V3 müssen mit Umlaufschmierung betrieben werden.

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_{Mot}= 1.000 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 Getriebeölversorgung 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 31 zeigen die Ölzu- 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.

Die Komponenten Pumpe, Öltank und Wärmetauscher müssen unterhalb des Getriebeölstandes angeordnet sein. Bei Anschluss des Ölrücklaufs gemäß Kap. 4.6.3.2 ist eine Notlaufeigenschaft gegeben.

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.

4.6.2.1 Umlaufschmierung bei V1/B5-Betrieb

Für die Positionierung der Ölzuführung und des Ölablasses siehe Kap. 4.6.3.2.

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).

4.6.2.2 Umlaufschmierung mit Wärmetauscher

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

4.6.2.3 Umlaufschmierung mit Zwischentank

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

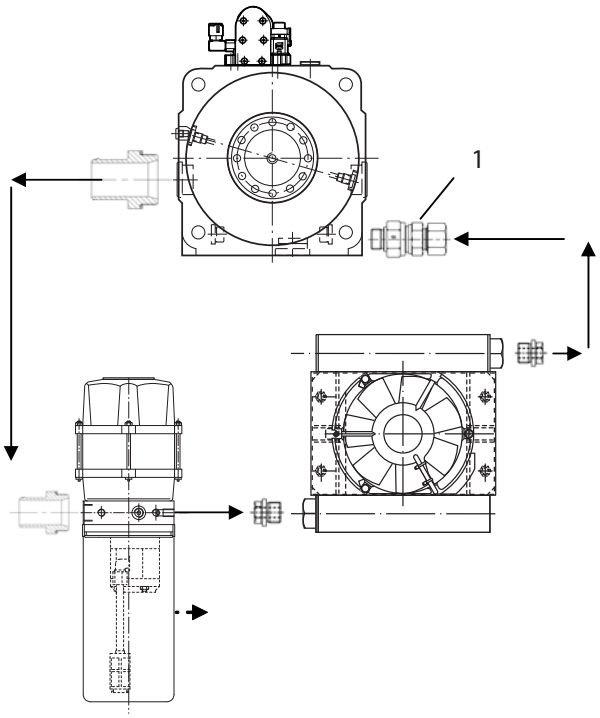
Zur Vermeidung von Getriebeschäden durch Trockenlauf empfiehlt ZF, einen Ölstandssensor am Zwischentank zu installieren.

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. 4.6.1.

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

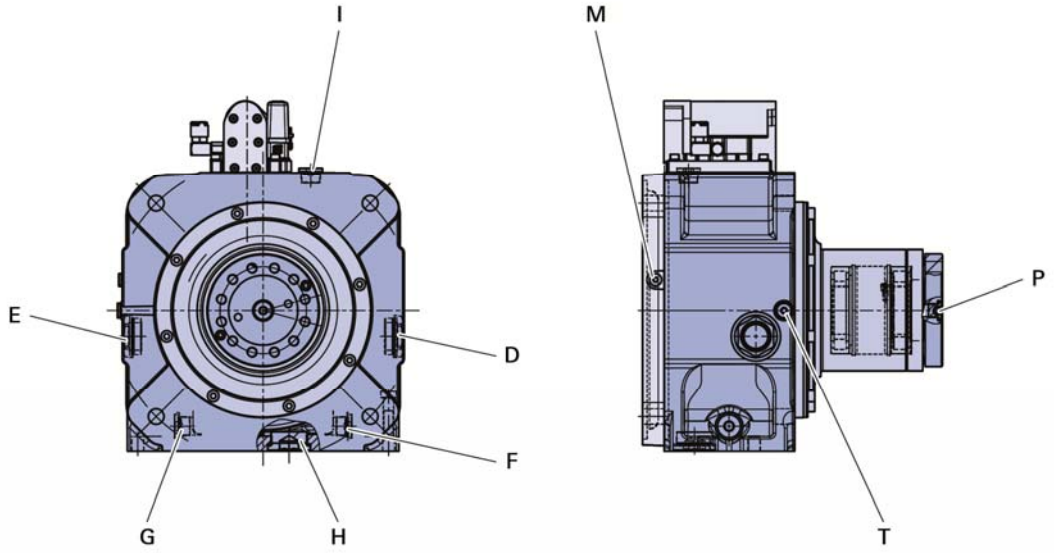
Einbaubeispiel B5



4.6.3 Anschlüsse für Schmierung

4.6.3.1 Anschlüsse für Erstbefüllung/ Ölwechsel

Einbaulage	Öleinfüllung	Ölablass
B5	I	G, F, H
B5 gedreht		D
V1		D, E durch Absaugen (bei Ausführung mit Abtriebswelle) P (bei Ausführung Abtriebsflansch)
V3		H



4.6.3.2 Anschlüsse für Umlaufschmierung bei Standardanwendungen

Einbaulage	Anschluss Ölzulauf	Max. Druck	Anschluss Ölrücklauf
V1 (geschlossene Variante)	**M** (0,5 l/min) und **T** (1,0 l/min)	0,5 bar 0,5 bar	**D** Hauptdrehrichtung Linkslauf * **E** Hauptdrehrichtung Rechtslauf *
V1 (offene Variante)	**T** (1,5 l/min)	0,5 bar	
B5 (geschlossene Variante)	**M** (0,5 l/min) und **T** (1,0 l/min)	0,5 bar 0,5 bar	
B5 (offene Variante)	**G** (1,5 l/min) Hauptdrehrichtung Linkslauf* oder **F** (1,5 l/min) Hauptdrehrichtung Rechtslauf*	1,5 bar	
B5 gedreht (rechts offen)	**I** oder **F** (1,5 l/min)	1,5 bar	**H**
V3 (geschlossene Variante)	**M** (0,5 l/min) und **T** (1,0 l/min)	0,5 bar 0,5 bar	**H**
V3 (offene Variante)	**T oder P** (1,5 l/min)	1,5 bar	**H**

* Blickrichtung auf den Getriebeabtrieb

Maßgeblich für die Ölzulaufmenge ist immer die Menge, welche aus dem Ölrücklauf strömt. Bei Getriebe mit Riemenscheibenantrieb zusätzliche Schmierölbohrung „S“ beachten (siehe Kapitel 4.3.7).

4.6.3.3 Anschlüsse bei integriertem Schmierölsystem und bei Maximaldrehzahl

Bei Anwendungen mit einer Maximaldrehzahl von 10.000 min^{-1} und/oder Trockensumpf ist der Anschluss T mit integriertem Schmierölsystem zwingend vorgeschrieben. Zusätzlich ist eine Getriebeölkühlung >0,3 kW und ein Ölumlaufvolumen >15 Liter notwendig.

Alle Ausführungen enthalten Anschluss T 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 °C liegt.

Einbaulage	Anschluss Ölzulauf	Max. Druck	Anschluss Ölablass
V1 (geschlossene Variante)	**T** (1,5 l/min) und **M** (ca. 0,5 l/min)	0,5 bar 0,5 bar	D oder E
V3 (geschlossene Variante)	**T** (1,5 l/min) und **M** (0,5 l/min)	0,5 bar 0,5 bar	H
B5 (Trockensumpf)	**T** (1,5 l/min) und **M** (0,5 l/min)	0,5 bar 0,5 bar	H
B5 (gedreht, Trockensumpf)	**T** (1,5 l/min) und **M** (0,5 l/min)	0,5 bar 0,5 bar	D

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

5 Inbetriebnahme

5.1 Erstprüfung

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

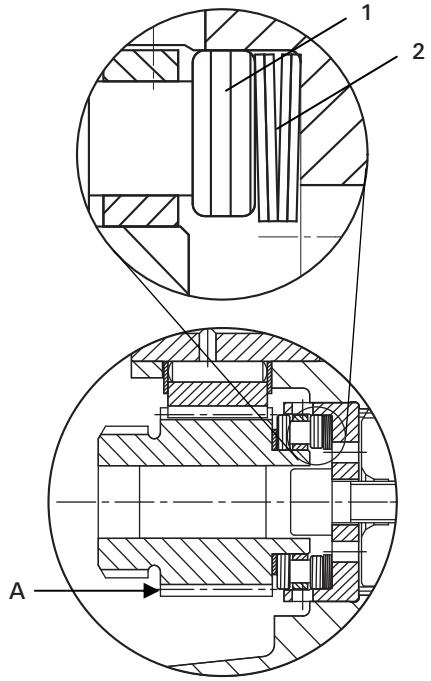
- Mechanische Befestigung
- Anflanschung Motor
- Anschlüsse Getriebeöl
- Ölversorgung/Ölbefüllung sichergestellt
- Elektrische Anschlüsse
- Leichtgängigkeit (Drehbarkeit von Hand)
- Senkrechte Position Entlüfter

5.2 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).



6 Wartung

6.1 Ölwechsel

Ölwechselintervall: alle 5.000 Betriebsstunden

⚠ VORSICHT

Verbrennungsgefahr durch Kontakt mit heißem Öl.
Leichte bis mittelschwere Verletzung möglich.
⇨ Schutzbrille tragen.
⇨ Schutzhandschuhe tragen.

Altöl bei betriebswarmem Getriebe in geeigneten Behälter ablaufen lassen.

Die Ablaufanschlüsse unterscheiden sich nach Einbaulage und Getriebeausführung (siehe Kap. 4.6.3.1).

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.

7 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. 7.1).

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

7.1 Checkliste Getriebestörung

Treten Störungen an der Antriebseinheit auf, bitte zuerst die unter Kapitel 8 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: (P.L.No.)	4161 . . . . .
Serien-Nr.: (Serial-No.)	. . . . .

Motordaten laut Typenschild

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

Fragen zur Schadens-Diagnose:

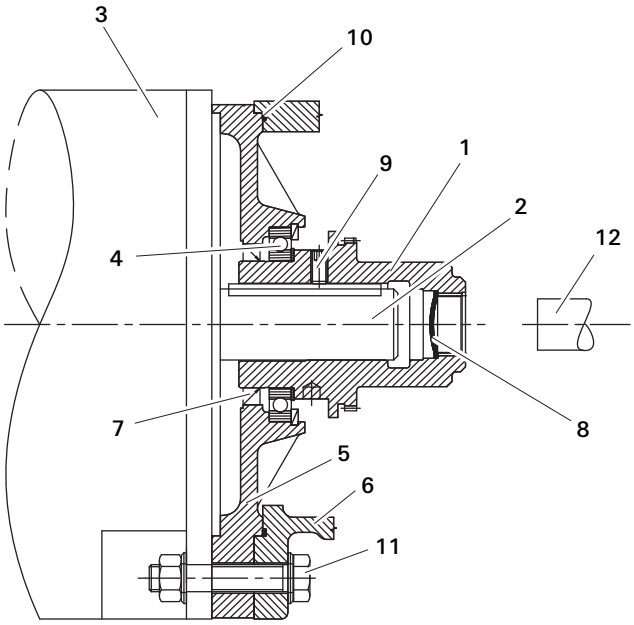
- Ölschauglas am Getriebe ist dunkel/schwarz verfärbt?
- Ölbrandgeruch am Ölentlüfter?
- Getriebelaufgeräusche treten in der Schaltstufe 1:1 oder 4:1 auf, oder nur in einer Laufrichtung oder in beiden Laufrichtungen?
- Wurde vor dem Auftreten des Laufgeräusches lange Zeit in nur einer Schaltstufe (1:1) 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 28)
- Welche Spannung liegt beim Schaltvorgang an der Schalteinheit an?

7.2 Demontage Getriebe

(am Bsp. Ausführung mit Adapterplatte, Wellendichtring und Nabenlager)

Bei anderen Ausführungen kann entsprechend vorgegangen werden.

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



7.3 Antriebsnabe mit Passfeder

- Gewindestift (9) zur radialen Sicherung der Passfeder lösen.
- Mit Abziehvorrichtung, z. B. Dreiarm, die Antriebsnabe gegen die Motorwelle ohne Erwärmung der Nabe abziehen:
  Es wird gegen eine Abziehhilfe (12) auf dem Verschlussdeckel (8) abgedrückt. Die Abziehvorrichtung ist so lange weiter zu drehen, bis der Verschlussdeckel an der Distanzscheibe/Motorwelle ansteht.

HINWEIS

Der Verschlussdeckel kann zum Verklemmen der Antriebsnabe beim Abziehen führen.

⇨ Verschlussdeckel (8) zentrisch an der Motorwelle anlegen.

Die Verschlussscheibe 40 DIN 470 ist nach der Demontage 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

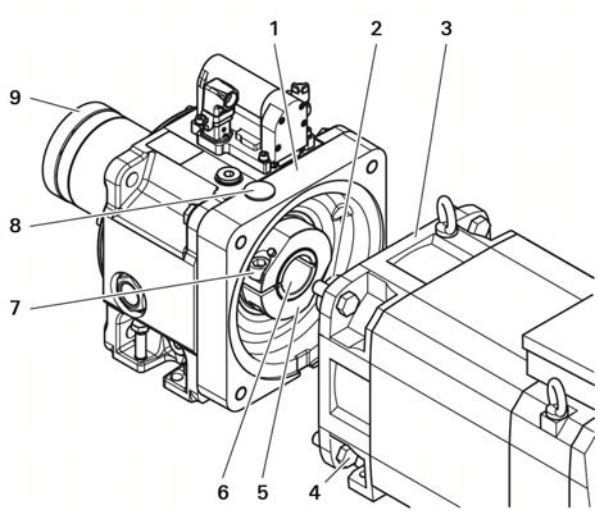
1 Antriebsnabe
2 Motorwelle
3 Motor
4 Nabenlager
5 Adapterplatte
6 Getriebe
7 Wellendichtring
8 Verschlussdeckel
9 Gewindestift
10 O-Ring
11 Befestigungsschraube
12 Abziehhilfe
(Zylinder ∅ 25x100 mm)

7.4 Demontage Getriebe mit Klemmnabe

Kapitel 7.2 beachten.

Die Motorwelle (2) drehen, bis die Klemmschraube (7) durch die Zugangsbohrung in der Adapterplatte (1) sichtbar ist. Die Klemmschraube lösen.

Die Montageschrauben (4) lösen und das Getriebe vom Motor abziehen.



1 Adapterplatte

2 Motorwelle

3 Motorflansch

4 Montageschraube

5 Klemmnabe

6 Hülse

7 Klemmschraube

8 Verschlussdeckel

9 Abtriebswelle

8 Häufig gestellte Fragen (FAQ)

Fehler	Fehlerursache	Fehlerbeseitigung
Getriebe ist laut und hat Klopfgeräusche	• Drehgeber am Motor hat Wackelkontakt. Dadurch ständiges Nachregeln des Motors • Drehgeber verschmutzt, keine klare Signalgebung	Drehgeber und elektrische Zuleitungen zum Motor überprüfen, ggf. Drehgeber reinigen Motorsteuerung überprüfen, ggf. Drehzahlregelung weicher einstellen
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	Kein Getriebeschaden Getriebelaufgeräusch normalisiert sich nach mehrmaligen Gangwechseln
	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	• Öl ist gealtert • Nach Ölwechsel wurde zuviel Öl eingefüllt	• Ölwechsel durchführen • Ölstand kontrollieren, ggf. korrekte Ölmenge einstellen
Maschinensteuerung erhält keine Signale der Schaltpositionen von der Schalteinheit am Getriebe	• Wackelkontakt in der Steckverbindung an der Getriebe-Schalteinheit • Fehler in der Schalteinheit	• Steckverbindung überprüfen und ggf. reinigen, Stecker sichern mittels Haltebügel • Getriebe zur Inspektion an ZF schicken
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 77-908000
www.zf.com

DE 4161.758.002r – 2018-09