

# 1. Einführung und Technologie

## Einführung

Der Kugelgewindetrieb ist eine Antriebseinheit zur Umwandlung einer Dreh- in eine Linearbewegung und umgekehrt. (Abb. 1).

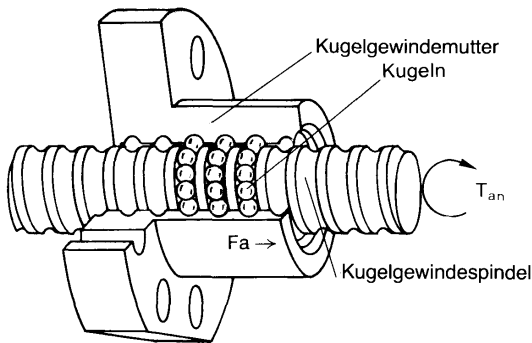


Abb. 1 Funktion eines Kugelgewindetriebes

Er besteht aus der Spindel, dem Mutternsystem mit Kugelrückführungselementen und den Kugeln als Wälzelementen. Die Verbindung zwischen Spindel und Mutter stellen die Kugeln dadurch her, daß sie sich in den entsprechenden Laufbahnen von Spindel und Mutter abwälzen.

Die zu übertragenden Kräfte verteilen sich auf eine Vielzahl von Kugeln, so daß sich eine relativ kleine spezifische Belastung ergibt. Der Kugelgewindetrieb weist wegen seiner Rollreibung einen äußerst günstigen Reibungskoeffizienten auf.

Die Vorteile gegenüber dem Gleitgewindetrieb sind überzeugend: Wirkungsgrad für Präzisions-Kugelgewindetriebe bis 98% gegenüber 30% beim Gleitgewindetrieb und somit ein geringerer Leistungsbedarf.

Dieses extreme Verhältnis läßt sich am besten durch ein einfaches Beispiel demonstrieren. Bei einem Leistungsbedarf von 1 kW für einen Linearvorschub sind bei einem Gleitgewindetrieb 4 kW, jedoch für den Kugelgewindetrieb nur 1,2 kW zu installieren.

Wenn der Energieverbrauch nicht immer ein wesentliches Kriterium darstellt, so läßt sich ein 4 kW-Motor mit größeren Baumaßen konstruktiv oft nicht unterbringen.

Die weiteren Vorteile:

Lange Lebensdauer, die ein Vielfaches von der des Gleitgewindetriebes beträgt. Die Wärmeentwicklung ist wesentlich geringer, was höhere Verfahrensgeschwindigkeiten ermöglicht.

Durch diese Faktoren läßt sich schon ein großer Teil der höheren Kosten des Kugelgewindetriebes kompensieren. Hierbei muß unter Umständen berücksichtigt werden, daß er nicht selbsthemmend ist.

Bei Gleitreibung und geringen Relativgeschwindigkeiten (Schleichgang) kommt es immer wieder zum intermittierenden Gleiten, dem sogenannten stick-slip, obwohl ein gleichmäßiger Antrieb und eine konstante Geschwindigkeit eingeleitet werden. Bei rollender Rei-

bung tritt dieses unerwünschte stick-slip nicht auf, so daß wiederholt gleiche Positionen angefahren werden können.

## Hauptanwendungsbereiche

Der RACO-Kugelgewindetrieb bringt durch höchste Präzision ausgezeichnete Voraussetzungen zur Meß- und Steuertechnik mit, was für die folgenden Anwendungsbereiche entscheidend ist.

- Werkzeugmaschinenbau
- Fördertechnik
- Luftfahrtindustrie
- Reaktortechnik
- Handhabungstechnik
- Medizintechnik
- Wehrtechnik
- Meß- und Prüftechnik
- Verkehrstechnik
- Radar- und Antennentechnik

## Laufbahnprofile

RACO fertigt ein optimiertes Spitzbogenprofil (Abb. 2).

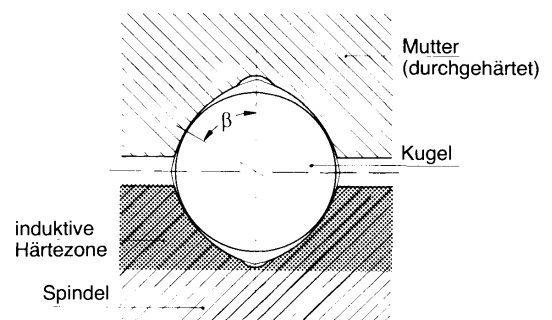


Abb. 2 RACO-Spitzbogenprofil

Dieses Profil mit dem größtmöglichen Lastwinkel  $\beta$ , guten Schmiegungsverhältnissen und einem Kugeldurchmesser, der für den jeweiligen Anwendungsfall berechnet wird, bringt folgende Vorteile:

- **Höchste Tragzahlen und somit lange Lebensdauer**
- **Beste Laufeigenschaften**
- **Wirkungsgrad bis 98%**
- **Optimale Steifigkeit**
- **Nahezu konstante Antriebsdrehmomente**

**Die Tiefe der Induktionshärtung erlaubt ein späteres Nachschleifen auf einen größeren Kugeldurchmesser, so daß bei einer Beschädigung nicht gleich ein neuer Kugelgewindetrieb gefertigt werden muß.**

Um die Vorteile des standardmäßigen RACO-Spitzbogenprofils auch für einen kostengünstigen Kugelgewindetrieb zu erhalten, haben wir das RACO-Rillenprofil (DBP 2 544 755) entwickelt (Abb. 3).

Dieses Rillenprofil kann für alle Durchmesser und Steigungen gefertigt werden. Es ist prädestiniert für Anwendungen höchster Genauigkeit ohne Steigungsverzug bei normaler Belastung. Ein bedeutender Anwendungsbereich ist die Meßtechnik.

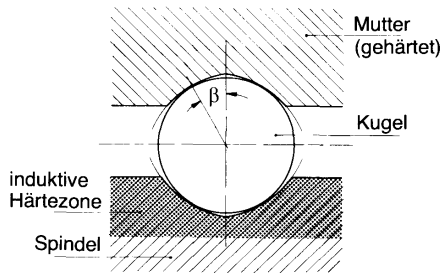


Abb. 3 RACO-Rillenprofil

**Kugelrückführungssysteme**

Ein zwischen zwei Gewindegängen eingesetztes Umlenkstück (Einzelüberlauf) führt die Kugeln jeweils wieder in den vorherigen Gewindegang zurück und ermöglicht so einen endlosen Umlauf.

Umfangreiche Forschungsarbeiten haben uns über die externe Umlenkung und das S-förmige Umlenkstück zu dem geraden Umlenkstück geführt: Für Standardsteigungen DBP Nr. 2 149 392 und weitere Auslandspatente (Abb. 4 Bolzen).

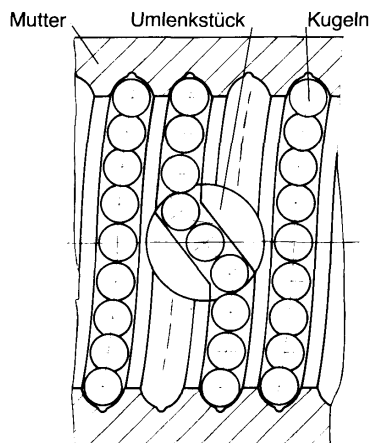


Abb. 4 RACO-Umlenkstück (Bolzen)

Für große Steigungen wird das gerade Umlenkstück (DBP 2 149 392) gemäß Abb. 5 – Paßfeder eingesetzt.

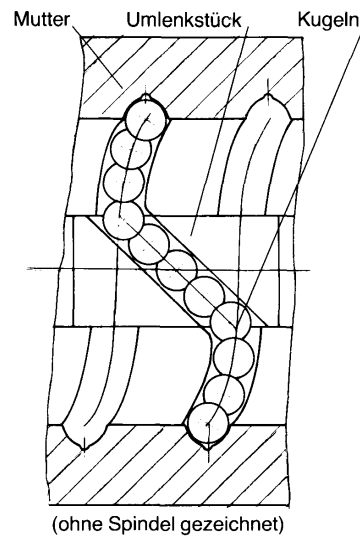


Abb. 5 RACO-Umlenkstück (Paßfeder)

Bei geringem Bauraum und kurzen Hübten wird das Umlenkstück (DBP 2 941 565) gemäß Abb. 6 eingesetzt, worüber die Kugeln nach einer Umdrehung auf der Spindel zurückgeführt werden.

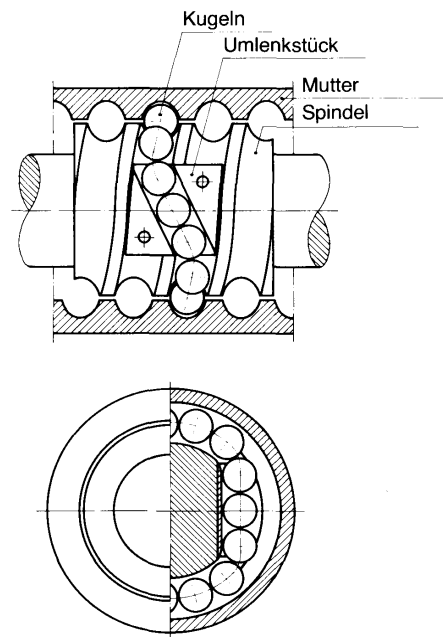


Abb. 6 RACO-Umlenkstück (auf Spindel)

**Die Vorteile:**

- Kompakte Baueinheit aufgrund kleiner Abmessungen
- Optimaler Wirkungsgrad
- Gestaltungsmöglichkeit der Mutter von 1 bis 8 Gewindegängen
- Große Laufruhe aufgrund der geometrischen Form
- Hohe zulässige Drehzahlen
- Lange Lebensdauer
- Kürzeste Umlenkung und daher größte Anzahl tragender Kugeln.

**Axialspiel**

Wie das Wälzlager weist der Kugelgewindetrieb mit Einzelmutter aufgrund des konstruktiven Aufbaues je nach Abmessung ein axiales Spiel von 0,02 bis 0,1 mm auf, das unabhängig von der Belastung konstant ist (Abb. 7).

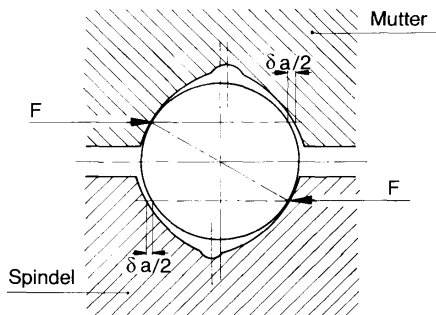


Abb. 7 Axialspiel einer Einzelmutter

Die Belastung bewirkt eine elastische Verformung der Materialien mit hysteresartigem Charakter, was zusätzlich eine axiale Verschiebung bedeutet (Abb. 8).

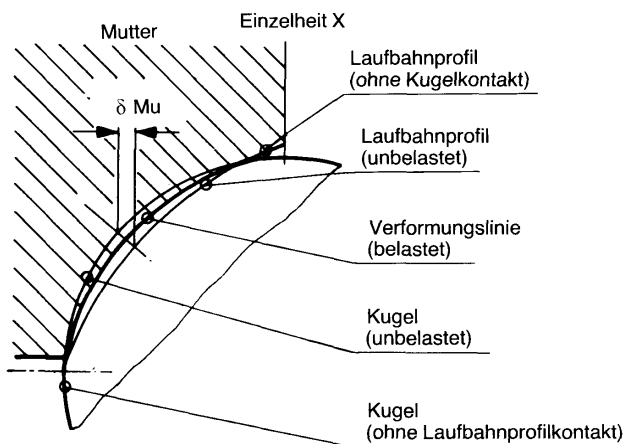
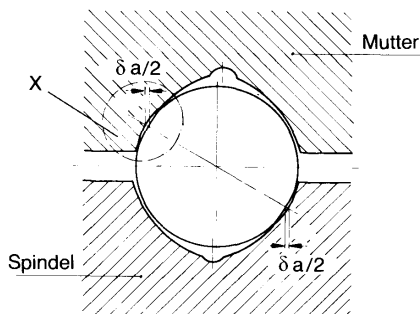


Abb. 8 Elastische Verformung

**Vorspannung von Mutternsystemen**

Um das Axialspiel zu eliminieren und die axiale Verschiebung aufgrund der Materialverformung möglichst gering zu halten, werden Muttern vorgespannt.

Man unterscheidet zwei Vorspannarten:

**O-Vorspannung:**

Der Distanzring drückt die Muttern auseinander und erzeugt so die Vorspannung. Die Verlängerungen der Lastwinkellinien ergeben ein O-förmiges Bild. Die Spindel steht im Vorspannungsbereich unter Zugspannung (Abb. 9).

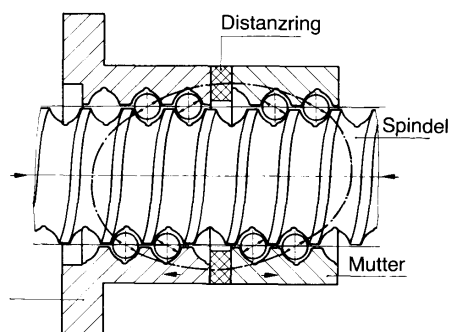


Abb. 9 O-Vorspannung

**X-Vorspannung:**

Die Muttern werden im Gehäuse mittels Anstellschraube zusammengedrückt und somit vorgespannt. Der Begrenzungsring begrenzt die Vorspannkraft. Die Verlängerung der Lastwinkellinien ergeben ein X-förmiges Bild. Die Spindel steht im Vorspannungsbereich unter Druckspannung (Abb. 10).

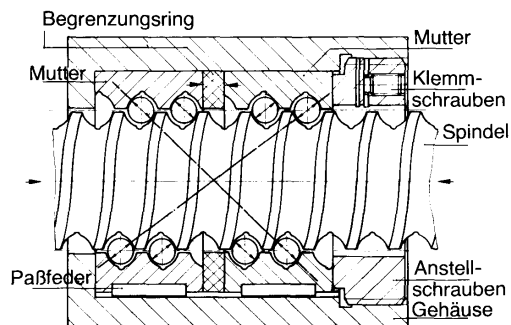


Abb. 10 X-Vorspannung

## 2. Mutternsysteme

### Einzelzylindermutter

#### Baureihe A

Einfache Mutterausführung. Aufnahme im Gehäuse. Verdrehsicherung über Paßfeder.

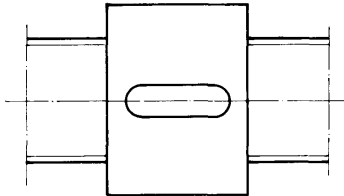


Abb. 11 Einzelzylindermutter

### Doppelzylindermutter

#### Baureihe C

Die Muttern werden im Gehäuse mittels Anstellschraube zusammengedrückt und so zur X-Vorspannung gebracht. Die Begrenzungsscheibe begrenzt die Vorspannkraft. Eine spätere Korrektur der Vorspannung ist durch die Anstellschraube ohne Änderung der Begrenzungsscheibe nur in einem kleinen Bereich möglich. Hierbei ist dann eine Demontage und Änderung bzw. Neufertigung der Begrenzungsscheibe notwendig.

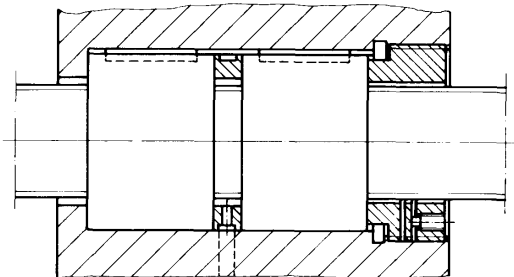


Abb. 12 Doppelzylindermutter

### Einzelflanschmutter

#### Baureihe E

Einfacher Einbau durch die Befestigung über Flansch. Kein Gehäuse erforderlich.

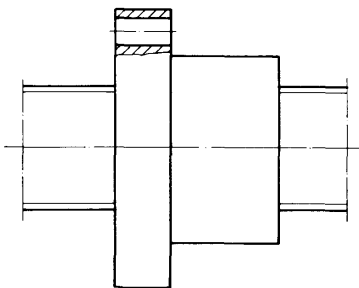


Abb. 13 Einzelflanschmutter

### Doppelflanschmutter

#### Flanschanordnung mittig

#### Baureihe G

Durch die Verschraubung der Flansche an das Maschinenteil werden die Muttern zusammengedrückt und so zur X-Vorspannung gebracht. Eine Erhöhung bzw. Korrektur der Vorspannung, bedingt durch Verschleiß, ist nur durch den Einbau einer Begrenzungsscheibe mit geringerer Dicke möglich.

Eine Arretierung der Muttern bei entsprechender Vorspannung kann durch Paßstifte werksseitig erfolgen.

Der Einbau der kompletten Einheit ist einfach.

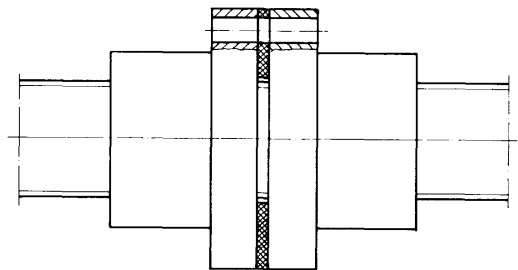


Abb. 14 Doppelflanschmutter

### Doppeldifferentialmutter

#### Baureihe I

Die beiden Muttern haben eine Außenverzahnung mit unterschiedlicher Zähnezahl. Durch Verdrehen beider Muttern in die gleiche Drehrichtung erfolgt eine Differentialbewegung, die zur O-Vorspannung führt. Die Muttern werden durch den Anlagebund des Gehäuses axial fixiert.

Die kleinste Abstufung der Vorspannung wird durch Verdrehen beider Muttern in die gleiche Drehrichtung jeweils um einen Zahn erreicht. Die Einstellung der Vorspannung ist genau und formschlüssig gesichert. Eine Korrektur kann nur bei Demontage der kompletten Einheit erfolgen.

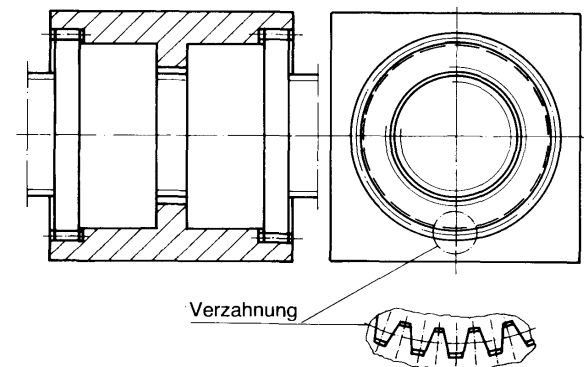


Abb. 15 Doppeldifferentialmutter

**Flanschdoppelmutter mit Vorspannvorrichtung**  
(Gebrauchsmusterschutz 7 708 184)

**Baureihe L**

Die O-Vorspannung wird durch Verdrehen der Muttern gegeneinander mittels Druckschrauben eingestellt. Axiale Abstützung am Distanzring. Einstellung und spätere Korrektur der Vorspannung ist sehr genau, einfach und ohne Demontage möglich.

Der Einbau des Mutternsystems ist durch die Flanschbefestigung sehr einfach.

Aufgrund des direkten Kraftflusses (kein Gehäuse) weist die Einheit eine hohe Steifigkeit auf.

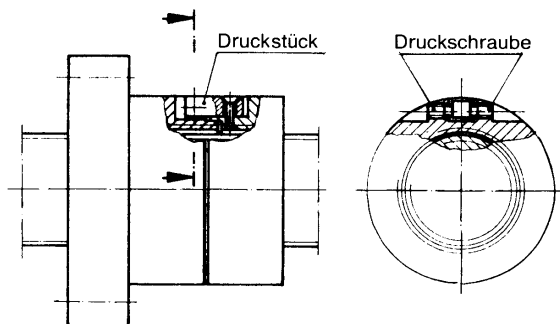


Abb. 16 Flanschdoppelmutter mit Vorspannvorrichtung

**Flanschmutter mit Vorspannvorrichtung**

**Baureihe N**

Die O-Vorspannung wird durch Verdrehen der Muttern gegeneinander mittels Druckschrauben eingestellt.

Einfache, stufenlose und genaue Ein- und Nachstellung der Vorspannung auch im eingebauten Zustand.

Aufgrund des direkten Kraftflusses auf den Flansch und der kompakten Bauform weist das System eine hohe Steifigkeit auf. Die Montage mit der Flanschbefestigung ist leicht und schnell möglich.

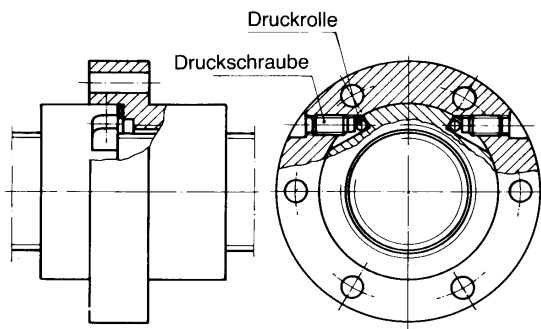


Abb. 17 Flanschmutter mit Vorspannvorrichtung

**Doppelflanschmutter mit Vorspannvorrichtung**

**Flanschanordnung außen**

**Baureihe Q**

Die O-Vorspannung wird durch Verdrehen der Muttern gegeneinander mittels Druckschrauben erreicht. Die Fertigung des Gehäuses erfolgt nach Kundenzeichnung. Einstellung und spätere Korrektur der Vorspannung ist sehr genau, einfach und ohne Demontage des Mutternsystems möglich.

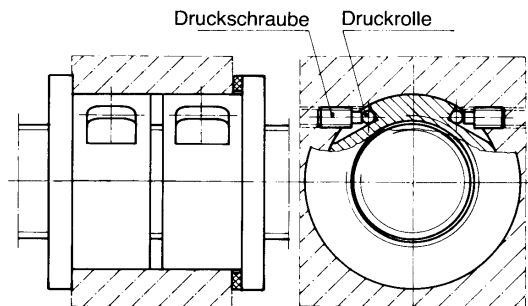


Abb. 18 Doppelflanschmutter mit Vorspannvorrichtung

**Einzelmutter auf Vorspannung geschliffen.**  
(DBP 3 209 086)

**Baureihe R**

Die neuentwickelte Geometrie im Gewindeprofil der Mutter mit Steigungskorrektur erzeugt die Vorspannung und gewährleistet außerdem eine gleichmäßige Lastverteilung auf die einzelnen Gewingegänge. Das bedeutet höchste Tragzahlen und erhöhte Lebensdauer.

Gegenüber dem vorgespannten Doppelmutterssystem benötigt diese Einheit ein wesentlich geringeres Bauvolumen.

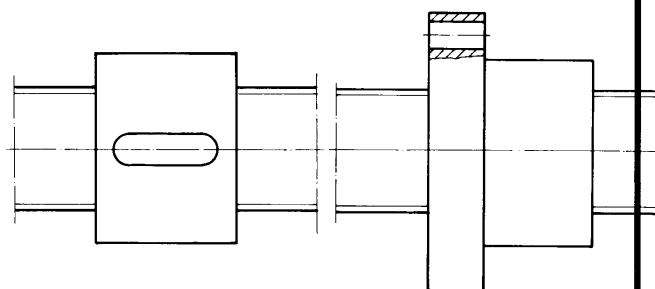


Abb. 19 Vorspannte Einzelmutter mit und ohne Flansch

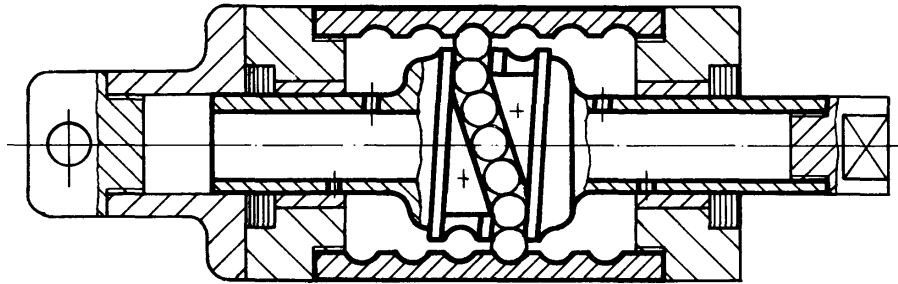


Abb. 20 Kurzhub-Kugelgewindetrieb

**RACO Kurzhub-Kugelgewindetrieb**  
(DBP 2 941 565)

**Baureihe T**

Die Lebensdauer eines Kugelgewindetriebes wird stark von der Einbaugenauigkeit in das Aggregat beeinflusst. Durch Schrägstellung von Spindel zur Mutter erfolgt die Übertragung der Last über wenige Kugeln. Vorzeitige Zerstörung ist die Folge.

Im Kurzhub-Kugelgewindetrieb erfolgt die Rückführung der Kugeln nach einer Umdrehung über Rückführungstücke auf der Spindel im Gegensatz zu der Kugelumlenkung in der Mutter wie bei allen bisher bekannten Kugelgewindetriebes. Die Mutter des Kurzhubkugelgewindetriebes wird daher von RACO beidseitig konzentrisch zur Spindel gelagert und abgedichtet. Die einmal eingegebene Fettfüllung kann daher den Raum des Bewegungsablaufes nicht mehr verlassen und sorgt für eine Dauerschmierung.

Aufgrund der kleinen Abmessungen benötigt der Kurzhub-Kugelgewindetrieb ein wesentlich geringeres Bauvolumen als die herkömmliche Bauart.

Er wird bereits mit Erfolg in unseren Bremsgeräten eingesetzt. Weitere Anwendungsmöglichkeiten: Für kurze lineare Bewegungen wie z. B. bei Greifsystemen. Aufgrund der guten Abdichtung kann der Kurzhub-Kugelgewindetrieb auch in flüssigen Medien eingesetzt werden.

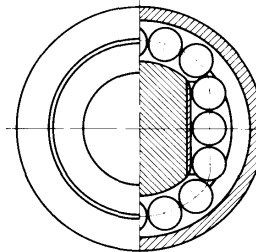
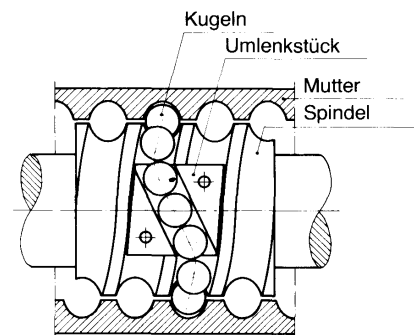


Abb. 20a RACO-Umlenkstück (auf Spindel)

**Vorteile**

- **Kompakte geschlossene Baueinheit mit konzentrischer Lagerung**
- **Dauerschmierung**
- **Einsatz in flüssigen Medien**
- **Lange Lebensdauer**
- **Kleine Abmessungen**

### 3. Wartungsanweisung und Konstruktionshinweise

#### Wartungsanweisung

#### Demontage und Montage eines Kugelgewindetriebes

RACO-Kugelgewindetriebe werden grundsätzlich mit montierter Mutter geliefert. Ist eine Demontage der Mutter erforderlich, wird wie folgt vorgegangen:

Zur Mutternahme wird eine Montagehülse mit einem Außendurchmesser von  $1,02 \times d_2$  und mindestens doppelter Mutternlänge bereitgestellt (Abb. 35).

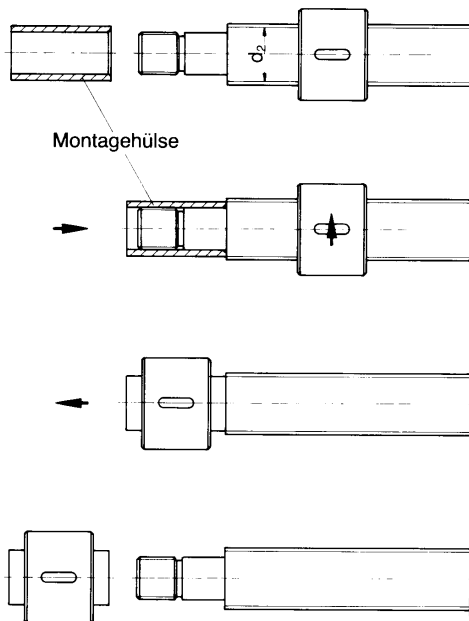


Abb. 35 Montage und Demontage einer Mutter

Diese Hülse wird bis an den Gewindeanfang geführt und die Mutter einschließlich der Kugeln entsprechend der Steigungsrichtung auf sie gedreht. Die Mutter kann so mit der Montagehülse abgezogen werden.

Die Montage erfolgt in umgekehrter Reihenfolge, wobei darauf zu achten ist, daß keine Kugeln in die „toten“ Gänge zwischen den Umlenkstücken geraten.

Defekte Kugelgewindetriebe und vorgespannte Mutternsysteme sollten in unserem Werk repariert werden.

#### Einbau

Vor dem Einbau ist der Kugelgewindetrieb – soweit erforderlich – mit einem Reinigungsmittel wie z. B. Waschbenzin zu säubern. Die Reinigungsmittel dürfen nicht aggressiv auf die Abstreifermaterialien wie Nylon und Filz wirken. Das Entfernen des Konservierungsmittels ist in der Regel nicht erforderlich.

Die Kugelgewindetriebe sind werksseitig korrosionsgeschützt und benötigen vor Inbetriebnahme Schmierstoffzufuhr (Öl oder Fett).

Da Kugelgewindetriebe empfindlich gegenüber Schmutz und Spänen sind, müssen sie grundsätzlich durch dichte Abdeckungen wie Faltenbälge oder Teleskopfedern geschützt werden.

Um die gewünschte Lebensdauer zu erreichen, müssen sie beim Einbau ohne Fluchtungsfehler zwischen Spindellagerung, Mutternaufnahme und Führungsbahnen ausgerichtet werden.

Wird das Gehäuse für die Aufnahme der zylindrischen Doppelmutter vom Kunden beigestellt, beträgt die zulässige Planlaufabweichung der Mutternanlagefläche zur Zentrierbohrung im Gehäuse max. 0,005 mm.

#### Schmierung

Schmierstoffe haben die Aufgabe, die Reibung zu vermindern und gemeinsam mit den Abdeckungen und Abstreifern die Kugelgewindetriebe vor Verschleiß und Korrosion zu schützen. Die Auswahl des Schmierstoffes und der Schmierungsart soll entsprechend der Drehzahl, Belastung und Betriebstemperatur erfolgen. Die Wälzlagerschmierschriften können zur Bindung der gewählten Lösung als Basis herangezogen werden.

Aufgrund der Axialbewegung zwischen Spindel und Mutter und der unvollkommenen Abdichtung ist der Schmiermittelverlust jedoch größer als bei den herkömmlichen Wälzlagern. Somit ist in der Regel eine einmalige Fettfüllung als Lebensdauerschmierung nicht ausreichend. Graphit- und Molybdändisulfid-Zusätze sollten möglichst nicht verwendet werden.

Folgend sind einige grobe Richtlinien aufgeführt. Im einzelnen Anwendungsfall muß die Schmierstoffauswahl und das Schmierungssystem der gesamten Maschine berücksichtigt werden.

#### Ölschmierung

Starke Betriebstemperaturschwankungen verursachen u. a. Längenänderungen der Spindel, was auf die Positioniergenauigkeit einen negativen Einfluß hat. In derartigen Fällen kann das Öl im Gegensatz zum Fett zusätzlich als Wärmeabfuhrmedium verwandt werden.

Als Ölqualität empfehlen wir Umlauföle auf Mineralölbasis mit Wirkstoffen zur Verbesserung der Alterungsbeständigkeit und des Korrosionsschutzes gemäß CL nach DIN 51517 Teil 2. Bei hoher Belastung und/oder niedrigen Drehzahlen sollten diese Umlauföle zusätzlich mit Wirkstoffen zur Erhöhung der Belastbarkeit und des Verschleißschutzes CLP nach DIN 51517 Teil 3 eingesetzt werden.

Bei einer Ölbad schmierung sollte die am tiefsten laufende Kugel voll ins Öl eintauchen. Die zuzuführende Ölmenge bei einer Umlaufschmierung sollte je nach Abmessung und erforderlicher Wärmeabfuhr ca. 5 bis 15 cm<sup>3</sup>/h pro Gewindegang (= Anzahl Kugelumläufe in der Mutter) betragen.

Viskositätsempfehlungen sind in Abb. 36 aufgeführt. Bei Kugelgewindetrieben größerer Abmessungen werden dickflüssige (hohe Viskositätswerte) Öle gewählt.

n x d Drehzahl [min <sup>-1</sup> ] x Nenn-durchmesser [mm]	Viskosität (cSt/40 °C)	Viskositäts-Klasse DIN 51519
bis 1000	400-1100	ISO VG 460 ISO VG 680 ISO VG 1000
1000- 10000	150- 350	ISO VG 150 ISO VG 220 ISO VG 320
10000- 40000	35- 110	ISO VG 46 ISO VG 68 ISO VG 100
40000-110000	17- 50	ISO VG 46 ISO VG 32 ISO VG 22

Abb. 36 Viskositätsempfehlung

**Fettschmierung**

Die Fettschmierung hat den Vorteil, daß eine aufwendige Zentralschmieranlage nicht installiert zu werden braucht und eine Nachschmierung in der Regel erst nach 500 Betriebsstunden erforderlich ist.

Als Fettqualität empfehlen wir Fette auf Mineralölbasis mit Wirkstoffen zur Verbesserung der Alterungsbeständigkeit und des Korrosionsschutzes gemäß DIN 51825 Teil 1.

n x d Drehzahl [min <sup>-1</sup> ] x Nenn- durchmesser [mm]	Fettqualität nach DIN 51825 Teil 1
bis 1000	K3K
1000- 10000	K2K
10000- 40000	K2K
40000-110000	K1K

Abb. 37 Fettqualitätsempfehlung

Bei extrem hohen Belastungen können Fette mit Wirkstoffen zur Erhöhung der Belastbarkeit und des Verschleißschutzes KP nach DIN 51825 Teil 3 eingesetzt werden.

Die Fettmenge soll so bemessen sein, daß die Hohlräume etwa zur Hälfte gefüllt sind. Fette verschiedener Verseifungsbasis dürfen nicht miteinander gemischt werden.

**Lagerung**

Kugelgewindetriebe sind hochpräzise Maschinenteile, die empfindlich gegen Beschädigung und Verschmutzung jeglicher Art sind. Bei einer Einlagerung bis zum Einbau muß gewährleistet sein, daß eine Durchbiegung der Spindel und Korrosion nicht möglich sind.

Unsere Kugelgewindetriebe sind vor dem Versand mit einem Korrosionsschutzmittel versehen, so daß bei einer sachgemäßen Innenlagerung eine Konservierungszeit von ca. 1/2 Jahr erreicht werden kann.

**Werkstoffe**

RACO-Kugelgewindetriebe werden aus hochwertigen Wälzlagerstählen gefertigt.

**Spindel**

**100 Cr6, Kugelgewinde mit einer derartigen Tiefe induktionsgehärtet, daß ein späteres Nachschleifen auf einen größeren Kugeldurchmesser möglich ist.**

Oberflächenhärte der Kugellaufbahnen: 60 ± 2 HRc.

**Mutter**

**100 Cr6, salzbadgehärtet. Oberflächenhärte der Kugellaufbahnen: 60 ± 2 HRc.**

Ebenfalls nachschleifbar.

**Kugeln**

100 Cr6. Genauigkeit: Güteklasse I (höchste Genauigkeitsklasse) nach DIN 5401. Härte: 63 ± 3 HRc.

Werkstoff-Spezifikation für 100 Cr6: Werkstoff-Nr. 1.3505. Bezeichnung nach DIN 17006.

**Sonderwerkstoffe** auf Anfrage.

**Max. zulässige Drehzahl**

Die maximal zulässige Drehzahl ist von den Geschwindigkeiten und Zentrifugalkräften der Kugeln innerhalb des Mutternsystems abhängig. Als grober Richtwert gilt für den mittleren Durchmesserbereich

$$n \times d_1 = \max. 110000 \tag{1}$$

n = Drehzahl [min<sup>-1</sup>]  
d<sub>1</sub> = Spindel∅ [mm]

Hierbei sind die weiteren Einflußfaktoren wie Kugeldurchmesser, Steigung, Arbeitsbedingungen und kritische Drehzahl der Spindel (Kapitel 4) nicht berücksichtigt. Wir bitten bei Anwendungen in dem kritischen Bereich um Rückfrage.

**Zulässige Betriebstemperatur**

Ohne Berücksichtigung der temperaturbedingten Maßänderungen sind Standard-Kugelgewindetriebe im Temperaturbereich von - 30 bis + 100°C einsetzbar. Bei Anwendungen außerhalb dieser Grenzen bitten wir um Rückfrage.

**Abstreifsystem für RACO-Kugelgewindetriebe**

Da Kugelgewindetriebe empfindlich gegenüber Schmutz und Spänen sind, sollten sie grundsätzlich durch dichte Abdeckungen wie Faltenbälge oder Teleskopfedern geschützt werden. Zusätzlich kann das Mutternsystem des Kugelgewindetriebes mit Abstreifern ausgestattet werden.

Wie der Name schon zum Ausdruck bringt, streift der Abstreifer die Verunreinigungen ab und ist somit keinesfalls mit einer Dichtung zu vergleichen. Damit sich der Abstreifer dem Gewindeprofil möglichst genau anpaßt, wird er entweder als Bürste, oder aus elastischem Material gefertigt oder radial verschiebbar eingebaut. Das wiederum bedeutet für den Abstreifer als Verschleißteil eine begrenzte Lebensdauer, so daß er je nach Anwendung und Verschmutzungsgrad in entsprechenden Zeitabständen ausgetauscht werden muß.

**Bürstenabstreifer**

Die Bürste umfaßt die Gewindelaufbahn und die Außenfläche. Diese Ausführung baut sehr klein, ist leicht austauschbar und preisgünstig.

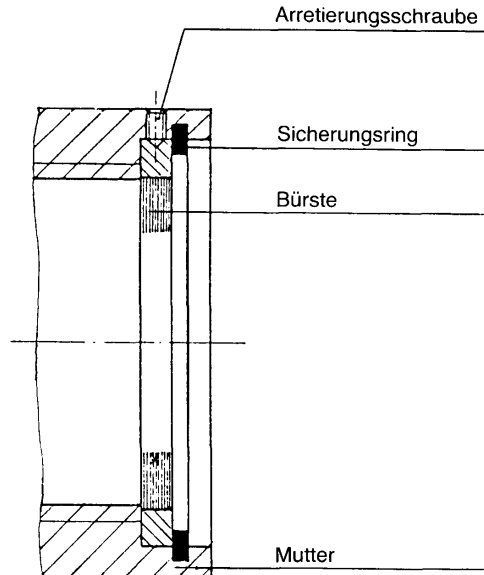


Abb. 21a Bürstenabstreifer

**Kunststoffabstreifer**

Die Feder drückt den profilierten Stift aus Nylon auf die Gewindelaufbahn.

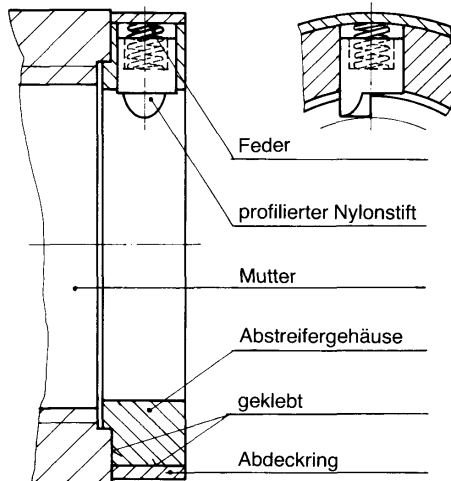


Abb. 21 Kunststoffabstreifer

**Filzabstreifer**

Der profilierte Filz umfaßt die Gewindelaufbahn und die Außenfläche.

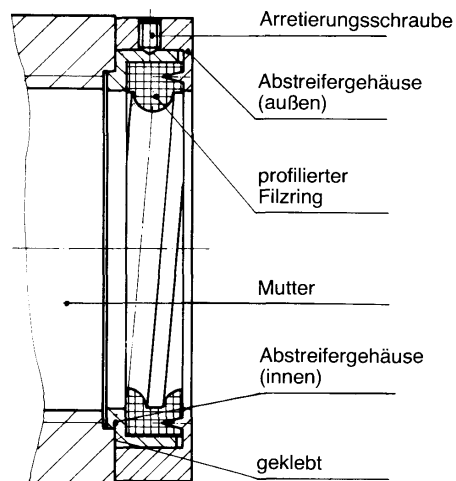


Abb. 22 Filzabstreifer

Weitere Sonderausführungen auf Anfrage.

Techn. Änderungen vorbehalten.

K 2 · 03/91