

Vorwort

Durch die zunehmende Forderung nach Baugruppen und Systemen gewinnt der Einsatz montagefertiger Linearsysteme als ökonomisch-innovative Maschinenelemente immer mehr an Bedeutung. Auf dieser Grundlage hat Schaeffler Baureihen entwickelt, die aus Planetenwältzgewindetrieben und darauf abgestimmten Lagerkomponenten für die Fest- und Loslagerseite der Spindellagerung bestehen.

Planetenwältzgewindetribe wandeln eine rotative in eine translatorische Bewegung um. Aufgrund der hohen Leistungsdichte und der sehr hohen axialen Tragfähigkeit eignen sie sich hervorragend als Antriebe für Aktoren und eröffnen die Möglichkeit, hydraulische oder pneumatische Antriebe zu ersetzen. Damit kann der Forderung nach Energieeinsparung und Ressourcenschonung durch den Einsatz von elektromechanischen Antriebssystemen Folge geleistet werden. Dabei sind signifikante Einsparpotentiale möglich.

Aufgrund des hohen Übersetzungsverhältnisses der Planetenwältzgewindetribe können hohe axiale Kräfte mit geringen Antriebsmomenten eines Motors und ohne Getriebe realisiert werden. Neben den dadurch möglichen kostengünstigen Motoren machen die lange Lebensdauer und der geringe Wartungsaufwand die Planetenwältzgewindetribe zu einem sehr wirtschaftlichen Antrieb.

Zur Beratung bei Auswahl und Anwendung der Planetenwältzgewindetribe und zur Ausarbeitung von Einbauvorschlägen stehen die Fachingenieure der Anwendungstechnik und unser Ingenieurdienst im In- und Ausland zur Verfügung.



Technische Grundlagen

Tragfähigkeit und Lebensdauer

Schmierung

Knickung

Kritische Drehzahlen

Antriebs- und Haltemoment

Technische Grundlagen

	Seite
Tragfähigkeit und Lebensdauer	Anforderungen..... 4
	Dynamische Tragzahl..... 4
	Statische Tragzahl..... 4
	Betriebstemperatur..... 4
	Nominelle Lebensdauer..... 5
	Äquivalente Belastung und Drehzahl..... 6
	Statische Tragsicherheit..... 7
	Gebrauchsdauer..... 7
Schmierung	Erstbefettung..... 8
	Erstbefettungsmenge..... 8
	Schmierstoffzufuhr..... 9
	Empfohlene Schmierfette..... 9
	Fettgebrauchsdauer..... 10
	Grundschmierfrist..... 10
	Korrekturfaktoren..... 11
	Nachschmierung..... 13
	Schmierfett..... 13
	Nachschmierfrist..... 13
Nachschmiermenge..... 13	
Einfluss des Schmierfetts auf das Reibungsverhalten..... 13	
Knickung	Zulässige Druckkraft..... 14
Kritische Drehzahlen	Zulässige und kritische Spindeldrehzahl..... 15
Antriebs- und Haltemoment	Antriebsmoment..... 16
	Haltemoment..... 16

Tragfähigkeit und Lebensdauer

Anforderungen Bei der Bestimmung der erforderlichen Größe eines Planetenwältzgewindetriebs sind Anforderungen an folgende Kriterien zu berücksichtigen:

- Belastbarkeit (Tragfähigkeit)
- Lebensdauer
- Betriebssicherheit.

Als Maß für die Tragfähigkeit werden bei der Dimensionierung des Planetenwältzgewindetriebs die in den Maßtabellen angegebenen Tragzahlen verwendet.

Dynamische Tragzahl Die dynamische Tragzahl C entspricht einer rein axialen und konstanten Belastung, bei der 90% einer größeren Menge identischer Planetenwältzgewindetriebe eine nominelle Lebensdauer von 1 Million Umdrehungen erreichen oder überschreiten.

Statische Tragzahl Die statische Tragzahl C_0 beschreibt die zentrisch in axialer Richtung wirkende und konstante Kraft, bei der die Hertz'sche Pressung zwischen den Gewinderollen und der Spindel an der höchstbelasteten Stelle eine bleibende Gesamtverformung des 0,0001-Fachen des Flankendurchmessers einer Gewinderolle hervorruft. Die Hertz'sche Pressung beträgt dabei $4\,200\text{ N/mm}^2$.

Betriebstemperatur Planetenwältzgewindetriebe können bei Betriebstemperaturen von -10 °C bis $+100\text{ °C}$ eingesetzt werden.

Nominelle Lebensdauer

Die nominelle Lebensdauer L_{10} und L_{10h} wird von 90% einer genügend großen Menge gleicher Lager erreicht oder überschritten, bevor erste Anzeichen einer Wälzermüdung auftreten:

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P_a} \right)^3$$

$$L_{10h} = \frac{16\,666}{n_m} \cdot \left(\frac{C}{P_a} \right)^3$$

$$L_s = \frac{P}{100} \cdot \left(\frac{C}{P_a} \right)^3$$

$$L_{10h} = \frac{8,33 \cdot P}{H \cdot n_{osc}} \cdot \left(\frac{C}{P_a} \right)^3$$

L_{10} 10^6 Umdrehungen
Nominelle Lebensdauer in Millionen Umdrehungen, die von 90% einer genügend großen Menge gleicher Planetenwälzgewindtriebe erreicht oder überschritten wird, bevor die ersten Anzeichen einer Wälzermüdung auftreten

C N
Dynamische Tragzahl

P_a N
Axiale äquivalente Belastung

L_{10h} h
Nominelle Lebensdauer in Betriebsstunden,
entsprechend der Definition für L_{10}

n_m min^{-1}
Äquivalente Drehzahl

L_s 10^5 m
Nominelle Lebensdauer in 10^5 m Verschiebeweg,
entsprechend der Definition für L_{10}

P mm
Systemsteigung, siehe Maßstabelle

H m
Einfache Hublänge der oszillierenden Bewegung

n_{osc} min^{-1}
Frequenz der Hin- und Herbewegung.



Bei der Auslegung ist darauf zu achten, dass die axiale äquivalente Lagerlast den Wert $P_a = 0,5 \cdot C$ nicht überschreitet!
Im Falle der Überschreitung bitte bei Schaeffler rückfragen!

Tragfähigkeit und Lebensdauer

Äquivalente Belastung und Drehzahl

Die Gleichungen zur Berechnung der nominellen Lebensdauer setzen voraus, dass die Belastung und die Drehzahl konstant sind. Nicht konstante Betriebsbedingungen lassen sich durch äquivalente Betriebswerte berücksichtigen. Diese haben die gleiche Auswirkung wie tatsächlich wirkende Belastungen.

Verändern sich Belastung und Drehzahl im Zeitraum T stufenweise, *Bild 1*, so gelten für n_m und P_a :

$$n_m = \frac{q_1 \cdot n_1 + q_2 \cdot n_2 + \dots + q_z \cdot n_z}{100}$$

$$P_a = \sqrt[3]{\frac{q_1 \cdot n_1 \cdot F_1^3 + q_2 \cdot n_2 \cdot F_2^3 + \dots + q_z \cdot n_z \cdot F_z^3}{q_1 \cdot n_1 + q_2 \cdot n_2 + \dots + q_z \cdot n_z}}$$

n_m min^{-1}

Äquivalente Drehzahl

q_i %

Zeitanteil eines Betriebszustands an der Gesamtbetriebsdauer;

$q_i = (\Delta t_i / T) \cdot 100$

n_i min^{-1}

Unveränderliche Drehzahl im Zeitabschnitt i

P_a N

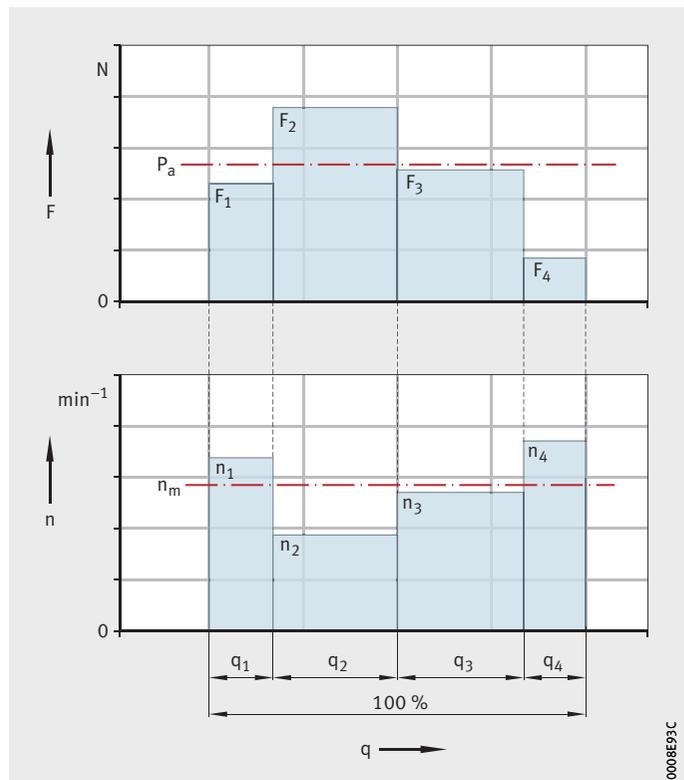
Axiale äquivalente Belastung

F_i N

Unveränderliche Belastung im Zeitabschnitt i.

F_i = unveränderliche Belastung
im Zeitabschnitt
 n_i = unveränderliche Drehzahl
im Zeitabschnitt
 q_i = Zeitanteil des Betriebszustands
an der Gesamtbetriebsdauer

Bild 1
Stufenweise veränderliche
Belastung und Drehzahl



0008E93C

Statische Tragsicherheit

Die statische Tragsicherheit S_0 ist die Sicherheit gegenüber einer bleibenden Verformung im Wälzkontakt:

$$S_0 = \frac{C_0}{F_0}$$

S_0 –
Statische Tragsicherheit
 C_0 N
Statische Tragzahl
 F_0 N
Maximale Axialkraft.



Die statische Tragsicherheit S_0 sollte den Wert 4 nicht unterschreiten! Sollte dies doch der Fall sein, bitte bei Schaeffler rückfragen!

Gebrauchsdauer

Die Gebrauchsdauer ist die tatsächlich erreichte Lebensdauer des Planetenwälgewindetriebs. Sie kann deutlich von der nominellen, errechneten Lebensdauer abweichen.

Mögliche Ursachen für einen vorzeitigen Ausfall durch Verschleiß oder Ermüdung:

- Lastüberhöhungen aus Fluchtungsfehlern
- Verschmutzung
- Unzureichende Schmierung
- Oszillierende Bewegungen mit sehr kleinen Drehwinkeln
- Vibrationen bei Stillstand
- Überlastung des Planetenwälgewindetriebs (auch kurzfristig)
- Plastische Deformation.

Schmierung

Planetenwälzgewindetriebe müssen geschmiert werden.

Die Schmiermittelgebrauchsdauer bzw. das Nachschmierintervall sind im Wesentlichen abhängig von:

- Belastung
- Geschwindigkeit
- Hub
- Umgebungsbedingungen.

Erstbefettung

Planetenwälzgewindetriebe werden konserviert ausgeliefert. Sie müssen vor der Inbetriebnahme mit der vorgegebenen Erstbefettungsmenge geschmiert werden.

Erstbefettungsmenge

Die Erstbefettungsmenge setzt sich aus verschiedenen Anteilen zusammen, siehe Tabelle.

Ermittlung der Erstbefettungsmenge

Nenndurchmesser d_0 mm	Erstbefettungsmenge		
	ruhend g	bewegt	
		Grundwert g	hubabhängig g/100 mm
5	2,8	0,7	0,4
9	3	0,8	0,6
12	4,2	1,1	0,8
15	4,1	1	1
20	4,8	1,2	1,2
25	7,2	1,8	1,6

Die Schmiermengen werden teilweise bei ruhender und teilweise bei bewegter Mutter eingebracht.

Da die Mutter der Planetenwälzgewindetriebe keine schleifende Dichtung hat, wird ein Teil des Schmierfetts im Hubbereich aus der Mutter getragen. Um diesem Vorgang Rechnung zu tragen, wird bei der Erstbefettung und bei der Nachbefettung eine hubabhängige Fettmenge addiert.

Beispiel

Planetenwälzgewindetrieb PWG09 mit einem Hub von 100 mm:

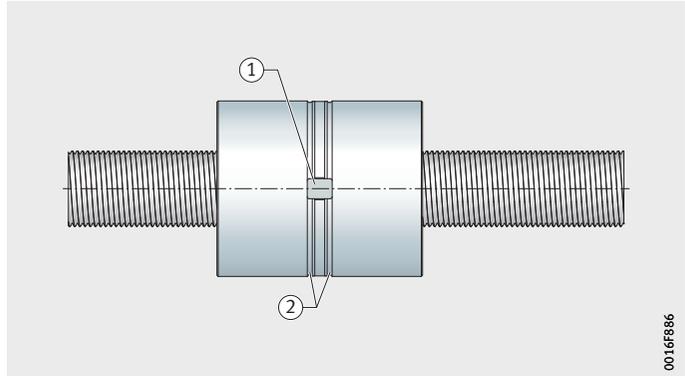
- Erstbefettungsmenge = 3 g + 0,8 g + 0,6 g = 4,4 g
- Davon werden:
 - 3 g bei stehender Mutter eingebracht
 - 0,8 g + 0,6 g bei bewegter Mutter über den kompletten Hub eingebracht.

Schmierstoffzufuhr

Die Schmierstoffzufuhr erfolgt im mittigen Bereich der Mutter. Durch die Nuten am Umfang der Mutterhälften wird der Schmierstoff in das Innere geleitet, *Bild 1*.

- ① Position für die Schmierstoffzufuhr
- ② Integrierte Schmiernuten

Bild 1
Schmierstoffzufuhr



Die Aufnahmebohrung im Gehäuse darf im mittigen Bereich der Mutter keine umlaufende Schmiernut haben, da dies sonst zu einem Positionsfehler der mitgelieferten Distanzscheibe führen kann!

Empfohlene Schmierfette

Da die Planetenwälgewindetriebe im Mischreibungsgebiet betrieben werden, empfehlen wir Lithiumseifen- bzw. Lithiumkomplekseifenfette auf Mineralölbasis mit EP-Additiven und Festschmierstoffanteilen, welche die Bedingungen für Schmierfette nach DIN 51825-KPF2K-20 erfüllen.

Wir empfehlen eine Fettschmierung mit Fetten der NLGI-Klasse 2 und der ISO VG 150 für das Grundöl.

Schmierung

Fettgebrauchsdauer

Da nicht alle Einflüsse rechnerisch erfassbar sind, kann die exakte Fettgebrauchsdauer nur unter Betriebsbedingungen ermittelt werden. Mit der folgenden Näherungsgleichung ist jedoch für viele Anwendungen ein Richtwert bestimmbar:

$$t_{fG} = t_f \cdot K_P \cdot K_W \cdot K_U$$

t_{fG} h
Richtwert für die Fettgebrauchsdauer in Betriebsstunden

t_f h
Grundschnmierfrist in Betriebsstunden

K_P, K_W, K_U –
Korrekturfaktoren für Belastung, Hub, Umgebung.



Die Fettgebrauchsdauer ist durch die Alterungsbeständigkeit des Fettes auf maximal 3 Jahre begrenzt!

Grundschnmierfrist

Die Grundschnmierfrist t_f , Bild 2, gilt bei folgenden Bedingungen:

- Lagertemperatur < +70 °C
- Belastungsverhältnis $C_0/P = 20$
- keine störenden Umwelteinflüsse
- Hubverhältnis zwischen 10 und 50, siehe Seite 12.

t_f = Grundschnmierfrist
GKW = Geschwindigkeitskennwert

- ① Nachschmierung möglich
- ② Neubefettung erforderlich

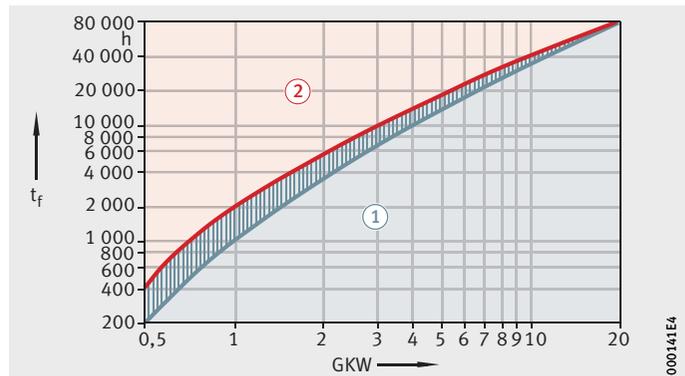


Bild 2

Bestimmung der Grundschnmierfrist

Geschwindigkeitskennwert

Für die Ermittlung der Grundschnierfrist ist der Geschwindigkeitskennwert erforderlich.

Der Geschwindigkeitskennwert wird berechnet nach:

$$\text{GKW} = \frac{60}{\bar{v}} \cdot K_{LF}$$

GKW –
Geschwindigkeitskennwert
 \bar{v} – m/min
Mittlere Verfahrgeschwindigkeit

K_{LF} –
Lagerfaktor;
Für Planetenwälzgewindetriebe gilt: $K_{LF} = 0,041$.

Korrekturfaktoren

Die Korrekturfaktoren berücksichtigen die Einflüsse von Belastung, Hub und Umgebung auf die Fettgebrauchsdauer.

Korrekturfaktor Belastung K_p

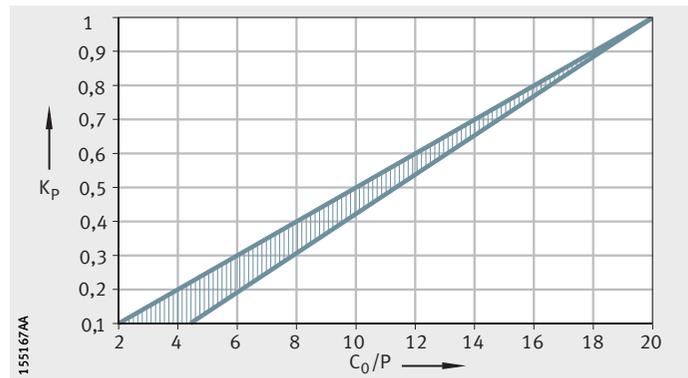
Der Korrekturfaktor K_p berücksichtigt die Beanspruchung des Schmierfetts bei einem Belastungsverhältnis von $C_0/P < 20$, *Bild 3*.



Die Faktoren gelten nur für hochwertige Lithiumseifenfette!

K_p = Korrekturfaktor Belastung
 C_0/P = Belastungsverhältnis

Bild 3
Korrekturfaktor
Belastung



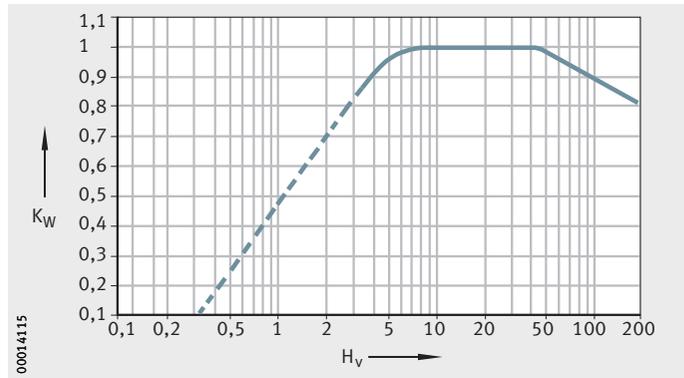
Schmierung

Korrekturfaktor Hub K_W

Der Korrekturfaktor K_W berücksichtigt den zu schmierenden Verschiebeweg, *Bild 4*. Er hängt vom Hubverhältnis ab.

K_W = Korrekturfaktor Hub
 H_v = Hubverhältnis

Bild 4
 Korrekturfaktor Hub



Hubverhältnis

Ist das Hubverhältnis H_v kleiner als 10 oder größer als 50, dann verkürzt sich die Fettgebrauchsdauer durch die Gefahr von Tribokorrosion oder durch Schmierfett-Ausschleppungen.

Das Hubverhältnis wird berechnet nach:

$$H_v = \frac{H \cdot 10}{L}$$

H_v Hubverhältnis –
 H Hub mm
 L Länge der Gewindemutter, siehe Maßtabelle.

Bei sehr kleinem Hub kann die Fettgebrauchsdauer kürzer sein als der ermittelte Richtwert. Hier sind Sonderfette empfehlenswert, bitte bei Schaeffler rückfragen.

Korrekturfaktor Umgebung K_U



Der Korrekturfaktor K_U berücksichtigt Rüttelkräfte, Vibrationen (Ursache für Tribokorrosion) und Stöße, siehe Tabelle.

Diese Einflüsse beanspruchen das Schmierfett zusätzlich!
 Kommen Kühlschmierstoff oder Feuchtigkeit in das System, ist eine Berechnung nicht möglich!

Umgebungseinfluss und Korrekturfaktor

Umgebungseinfluss	Korrekturfaktor K_U
gering	1
mittel	0,8
stark	0,5

Nachschmierung Schmierfett

Bei der Nachschmierung sollte das gleiche Schmierfett wie bei der Erstbefettung verwendet werden. Bei Verwendung unterschiedlicher Schmierfette ist vorher deren Mischbarkeit und Verträglichkeit zu prüfen.

Nachschmierfrist

Ist der Richtwert für die Fettgebrauchsdauer t_{FG} kleiner als die gewünschte Einsatzdauer des Planetenwälzgewindetribs, dann muss nachgeschmiert werden.

Die Nachschmierung muss zu einem Zeitpunkt erfolgen, bei dem das Altfett noch durch das neue Fett aus der Gewindemutter verdrängt werden kann.

Als Richtwert für die Nachschmierfrist gilt für die meisten Anwendungen:

$$t_{FR} = 0,5 \cdot t_{FG}; t_{FG} < t_{FE}$$

t_{FR} Richtwert für die Nachschmierfrist in Betriebsstunden

t_{FG} Richtwert für die Fettgebrauchsdauer in Betriebsstunden

t_{FE} Gewünschte Einsatzdauer in Betriebsstunden.

Nachschmiermenge

Die Nachschmiermenge beträgt etwa 50% der Erstbefettungsmenge. Dabei soll möglichst mehrmals in Teilmengen statt nur einmal zum Zeitpunkt der Nachschmierfrist nachgeschmiert werden.

Einfluss des Schmierfetts auf das Reibungsverhalten

Bei der Inbetriebnahme und beim Nachschmieren steigt durch das frische Schmierfett der Reibungskoeffizient vorübergehend. Nach kurzer Einlaufdauer stellt sich jedoch wieder der niedrigere Wert ein.

Die Eigenschaften des verwendeten Schmierfetts bestimmen wesentlich das Reibungsverhalten. Als grobe Anhaltspunkte können die Konsistenz und die Grundölviskosität dienen.

Knickung

Zulässige Druckkraft

Wird die Spindel des Planetenwältzgewindetriebs auf Druck belastet, so ist die Konstruktion gegen Ausknicken zu überprüfen.

Die maximal zulässige Druckkraft ist abhängig von:

- Nenndurchmesser der Spindel
- Freier, ungestützter Länge
- Axialer Betriebslast.

Die zulässige Druckkraft $F_{k\ per}$, die in axialer Richtung auf die Spindel des Planetenwältzgewindetriebs wirken darf, wird berechnet nach:

$$F_{k\ per} = \frac{f_k \cdot d_0^4}{a^2} \cdot 10^4$$

$F_{k\ per}$ Zulässige Druckkraft N
 f_k Lagerfaktor, siehe Tabelle N/mm²
 d_0 Nenndurchmesser der Spindel mm
 a Freie Spindellänge mm



Die berechneten Werte sind theoretische Werte! Die tatsächliche zulässige Druckkraft auf die Spindel eines Planetenwältzgewindetriebs kann aufgrund von Bauteiltoleranzen von den berechneten Werten abweichen!

Lagerfaktor f_k

Art der Spindellagerung	Lagerfaktor f_k
	2,54
	10,17

Kritische Drehzahlen

Kritische und zulässige Spindeldrehzahl

Die rotierende Spindel regt auf Grund von Durchbiegung und toleranzbedingten Exzentrizitäten den gelagerten Planetenwältzgewindetrieb zum Schwingen an. Erreicht die Erregerfrequenz die Eigenfrequenz dieses Systems, so kommt es zu einer Resonanz, die zu einer Schädigung des Planetenwältzgewindetriebs und der umliegenden Teile führen kann.

Um dies zu vermeiden, wird eine zulässige Spindeldrehzahl n_{per} definiert, die mindestens 20% unterhalb der Eigenfrequenz des Systems liegt.

Die kritische Spindeldrehzahl n_c entspricht der Eigenfrequenz des Systems und ist abhängig von:

- Freier Spindellänge
- Spindeldurchmesser
- Art der Spindellagerung
- Lagersteifigkeit.

Diese kritische Spindeldrehzahl n_c und die zulässige Spindeldrehzahl n_{per} werden berechnet nach:

$$n_c = \left(8 \cdot 10^6 \cdot \frac{d_0^{0,95}}{a^{1,73}} \right)^{k_n}$$

$$n_{per} = 0,8 \cdot n_c$$

n_c min^{-1}

Kritische Spindeldrehzahl

k_n $\text{min}^{-1} \cdot \text{mm}$

Faktor, abhängig von der Art der Spindellagerung, siehe Tabelle

d_0 mm

Nenn Durchmesser der Spindel, siehe Maßtabelle

a mm

Freie Spindellänge

n_{per} min^{-1}

Maximal zulässige Spindeldrehzahl.



Die berechneten Werte sind theoretische Werte! Die tatsächlichen kritischen und zulässigen Spindeldrehzahlen eines Planetenwältzgewindetriebs können aufgrund von Bauteiltoleranzen von den berechneten Werten abweichen!

Lagerfaktor k_n

Art der Spindellagerung	Lagerfaktor k_n
	1,02
	1,2

Antriebs- und Haltemoment

Das Antriebsmoment des Motors wird durch die Kinematik des Planetenwalgwindetriebs in eine axiale Vorschubkraft umgesetzt. Hierbei sind die Systemreibung und die Systemsteigung die entscheidenden Parameter.

Antriebsmoment

Das Antriebsmoment wird berechnet nach:

$$M_a = \frac{F \cdot P}{2 \cdot \pi \cdot \eta} \cdot 10^{-3}$$

M_a Nm
Antriebsmoment (entgegen Lastrichtung)
F N
Axialkraft
P mm
Systemsteigung, siehe Mastabelle
 η %
Wirkungsgrad für die Umwandlung einer Dreh- in eine Längsbewegung, siehe Mastabelle.

Haltemoment

Planetenwalgwindetriebe sind nicht selbsthemmend. Das bedeutet, dass zum positionsgetreuen Halten einer Last ein minimal notwendiges Moment, das sogenannte Haltemoment, benötigt wird.



Planetenwälzgewindetriebe

Planetenwalgewindetriebe

	Seite
Merkmale	
Aufbau	20
Vorteile.....	21
Hohe Leistungsdichte und Tragfähigkeit	21
Wirtschaftlicher Antrieb.....	21
Anwendungsgebiete	22
Gewindemuttern	22
Spindellagerung	23
Lager-KITs	23
Festlager-KIT	24
Loslager-KIT	25
Einstellung der Vorspannung	26
Bestellbezeichnung	28
Konstruktions- und Sicherheitshinweise	
Gestaltung der Anschlusskonstruktion	29
Abstützung und Belastung.....	29
Ausrichtung	29
Abdichtung	29
Sauberkeit	29
Genauigkeit	
Toleranzen der Anschlusskonstruktion	30
Gesamtsystem	30
Anschlusskonstruktion der Gewindemutter.....	30
Lagersitzflächen für Festlagerung	31
Mastabellen	
Planetenwalgewindetriebe	32
Gewindespindel, Spindelenden	34

Planetenwälzgewindetriebe

Merkmale

Planetenwälzgewindetriebe wandeln eine Drehbewegung in eine Längsbewegung um. Durch den inneren Aufbau sind kleinste Steigungen realisierbar, wodurch sich mit relativ geringen Antriebsmomenten hohe axiale Kräfte erzeugen lassen. Durch die großen Untersetzungsverhältnisse werden keine zusätzlichen Getriebe benötigt und es können kleinere Motoren zum Einsatz kommen. Planetenwälzgewindetriebe sind in unterschiedlichen Baugrößen lieferbar, optional auch mit passenden Schaeffler-Lager-KITs.

Aufbau

Die Hauptkomponenten eines Planetenwälzgewindetriebs sind Gewindespindel, Gewindemutter und Planetenrollen, *Bild 1*. In der Gewindemutter sind achsparallel Planetenrollen angeordnet, die sich bei rotierender Gewindespindel ohne axiale Verschiebung planetenartig um die Gewindespindel abwälzen und somit für eine axiale Verschiebung der Mutter sorgen. Auf Grund der Abwälzverhältnisse ist die Systemsteigung nicht identisch zur Steigung der Gewindespindel.

- ① Mutterhälfte I
- ② Distanzscheiben
- ③ Passfeder
- ④ Mutterhälfte II
- ⑤ Gewindespindel
- ⑥ Sicherungsringe
- ⑦ Planetenringe
- ⑧ Planetenrollen



Bild 1
Aufbau
eines Planetenwälzgewindetriebs

000D2 C34

Vorteile Planetenwalgwindtriebe schlieen mit ihren spezifischen Eigenschaften die Lücke zwischen Rollengewindtrieben und Kugelhewindtrieben. Dadurch sind sie die ideale Lösung für zahlreiche Anwendungsfälle.

Spezifische Eigenschaften:

- Sehr wirtschaftlicher Antrieb
- Hohe axiale Tragfähigkeit durch hohe Anzahl von Walzkontakten
- Spielfrei vorspannbar
- Sehr kleine Steigungen (< 1 mm)
- Sehr laufruhig, da keine Rückführung von Wälzkörpern
- Einfache, robuste Konstruktion
- Höchste Leistungsdichte
- Hohe Zuverlässigkeit und Betriebssicherheit.

Hohe Leistungsdichte und Tragfähigkeit

Planetenwalgwindtriebe zeichnen sich durch eine sehr hohe Leistungsdichte aus. Die Kraftübertragung erfolgt über die Flanken der Rollen, Spindel und Mutter. Durch die groe Anzahl an Kontaktstellen ergibt sich eine sehr hohe axiale Tragfähigkeit.

Wirtschaftlicher Antrieb

Aufgrund der kleinen Steigung ist es möglich, mit geringen Antriebsmomenten eines Motors und ohne Getriebe sehr hohe, axiale Kräfte zu realisieren. Mit den Planetenwalgwindtrieben von Schaeffler lassen sich daher nicht nur elektromotorische Aktoren mit hoher Leistungsdichte, langer Lebensdauer und geringem Wartungsaufwand entwickeln, sondern gleichzeitig kostengünstige Motoren einsetzen. Die Integration des elektrischen Antriebes kann über eine Passfederverbindung am Auendurchmesser der Spindel-mutter sehr einfach realisiert werden.

Planetenwalgewindetriebe

Anwendungsgebiete

Aufgrund der hohen Leistungsdichte eignen sich die Planetenwalgewindetriebe hervorragend als Kraftsteller in Aktoren mit der Möglichkeit, hydraulische Achsen durch energieeffiziente elektromechanische Antriebe zu ersetzen.

Anwendungsgebiete eröffnen sich zum Beispiel in Radialpresswerkzeugen, in der Gebau- und Prozessautomation, im Maschinenbau als Hydraulikersatz, in Servo-Tischpressen und Nietmaschinen, in Schliezylindern von Kunststoffspritzmaschinen und in der Steuerung maritimer Antriebseinheiten. In der Automobilindustrie ergeben sich ebenfalls Anwendungsgebiete durch den Einsatz als Aktoren.

Gewindemuttern

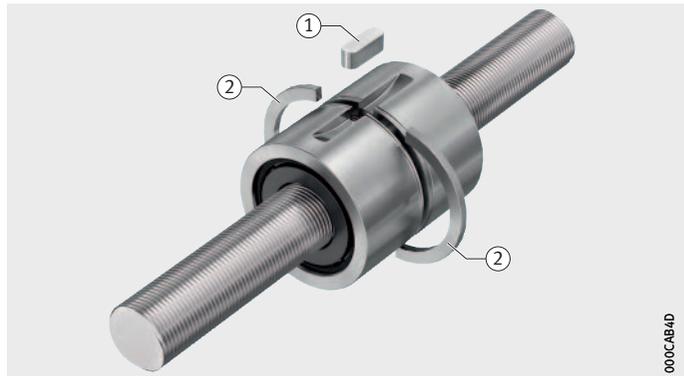
Planetenwalgewindetriebe von Schaeffler werden mit einer zylindrischen Mutter ausgeliefert, *Bild 2*. Die Passfeder sichert die Gewindemutter gegen ein Verdrehen durch die auftretenden Reibmomente im Gehau. Die Distanzscheiben begrenzen die Vorspannung beim axialen Sichern der Mutter in der Anschlusskonstruktion und sind auf die Verwendung der mitgelieferten Gewindespindel abgestimmt.



Gewindespindel und Gewindemutter sind gepaart und dürfen nicht vertauscht werden!

- ① Passfeder
- ② Distanzscheiben

Bild 2
Zylindermutter



Spindellagerung

Die Gewindespindel eines Planetenwalgewindetriebs kann wahlweise mit folgenden Spindelenden bestellt werden:

- Spindelenden mit Lagersitzen für Festlager mit Antriebszapfen (Form A) und Loslager (Form M), siehe Mastabelle
- Ohne Lagersitze, Spindelenden getrennt und gefast.

Lager-KITs

Passend zum Lagersitz und zur Tragfähigkeit der Planetenwalgewindetriebe können Lager-KITs geliefert werden. Sämtliche Wälzlager der KITs sind abgedichtet und gebrauchsdauerbefettet.

Die Lager-KITs sind gesondert zu bestellen, siehe Tabelle und Seite 28.

Kurzzeichen der Fest- und Loslager-KITs

Baugroe	Festlager-KIT	Loslager-KIT
PWG05	KIT.PWG05-3200	KIT.PWG05-2100
PWG09	KIT.PWG09-3200	KIT.PWG09-2100
PWG12	KIT.PWG12-3200	KIT.PWG12-2100
PWG15	KIT.PWG15-3200	KIT.PWG15-2100
PWG20	KIT.PWG20-3200	KIT.PWG20-2100
PWG25	KIT.PWG25-3200	KIT.PWG25-2100



Bei Verwendung der Fest- und Loslager-KITs ist für die axiale Belastung folgende Beschränkung zu beachten:

- PWG05: $P_a \leq 0,25 \cdot C$
- PWG09: $P_a \leq 0,33 \cdot C$
- PWG12, PWG15, PWG20 und PWG25: $P_a \leq 0,5 \cdot C$

Für PWG12 bis PWG25 im Fall höherer axialer Belastung bitte bei Schaeffler rückfragen!

Planetenwolgwindtriebe

Festlager-KIT

Ein Festlager-KIT besteht aus folgenden Komponenten, *Bild 3*:

- 2 Schrägkugellager in Tandem-Ausführung zur Verspannung in O-Anordnung
- 1 Buchse zur Anpassung des Durchmessers
- 1 Nutmutter und 1 Druckscheibe zum Vorspannen der Lagereinheit.

① Gewindespindel

Bestandteile des Festlager-KITs:

- ② Buchse
- ③ Schrägkugellager
- ④ Druckscheibe
- ⑤ Nutmutter
- ⑥ Kennzeichnungen ergänzen sich zu „O“

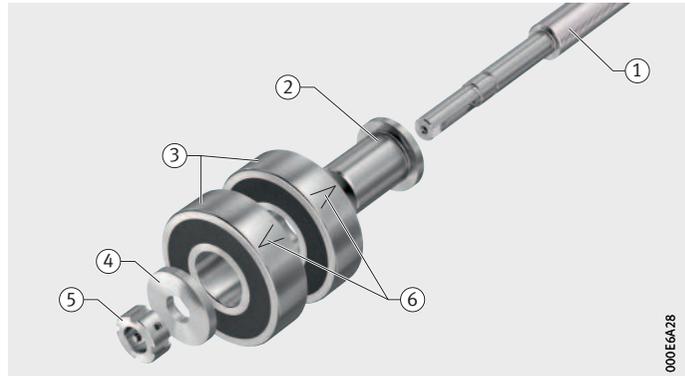


Bild 3
Festlager-KIT

Montage

Abfolge der Arbeitsschritte bei der Montage eines Festlager-KIT:

- Die Buchse wird auf den passenden Sitz der Welle montiert.
- Die beiden Schrägkugellager werden nacheinander so auf die Buchse montiert, dass sich die Kennzeichnungen auf den Lagerauenringen zu einem „O“ ergänzen.
- Die Druckscheibe wird auf die Welle aufgeschoben.
- Abschlieend wird die Nutmutter auf die Welle aufgeschraubt und der Sicherungsstift der Nutmutter angezogen. Dabei sind die vorgegebenen Anziehdrehmomente zu beachten, siehe Tabelle.



Damit die Lager in O-Anordnung axial ausreichend vorgespannt werden, muss die Nutmutter mit dem vorgegebenen Anziehdrehmoment angezogen werden!

Nutmuttern und Anziehdrehmomente

Baugroe	Nutmutter	Anziehdrehmomente	
		Nutmutter Nm	Sicherungsstift Nm
PWG05	M5×0,5	2	–
PWG09	ZM06	3	1
PWG12	ZM08	5	1
PWG15	ZM10	8	1
PWG20	ZM12	10	1
PWG25	ZM17	19	3

Loslager-KIT

Ein Loslager-KIT besteht aus folgenden Komponenten, *Bild 4*:

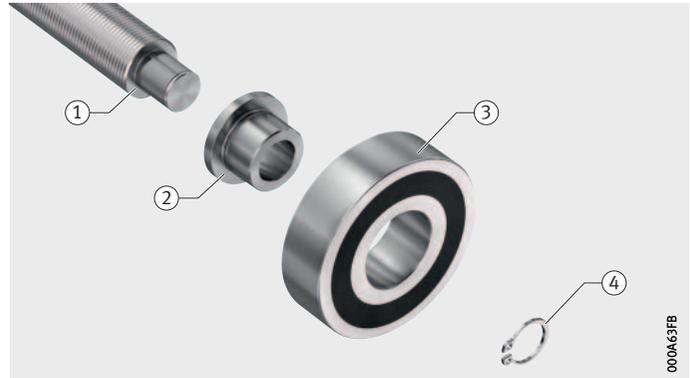
- 1 Rillenkugellager
- 1 Sicherungsring
- 1 Buchse zur Durchmesseranpassung (nur PWG05).

① Gewindespindel

Bestandteile des Loslager-KITs:

- ② Buchse (nur PWG05)
- ③ Rillenkugellager
- ④ Sicherungsring

Bild 4
Loslager-KIT



Montage

Abfolge der Arbeitsschritte bei der Montage eines Loslager-KIT für PWG05:

- Zwischen Buchse und Welle und zwischen Lagerinnenring und Buchse muss eine leichte Presspassung bestehen.
- Die Buchse wird auf den passenden Sitz der Welle gepresst.
- Das Rillenkugellager wird auf die Buchse gepresst.
- Abschließend wird der Sicherungsring in die Nut am Wellenende montiert.

Abfolge der Arbeitsschritte bei der Montage eines Loslager-KIT für PWG09 bis PWG25:

- Das Rillenkugellager wird auf den passenden Sitz der Welle gepresst.
- Abschließend wird der Sicherungsring in die Nut am Wellenende montiert.

Planetenwälzgewindetriebe

Einstellung der Vorspannung

Planetenwälzgewindetriebe müssen spielfrei eingestellt werden. Dazu befindet sich eine Distanzscheibe abgestimmter Dicke zwischen den beiden Mutternhälften. Die spielfreie Einstellung des Systems ergibt sich beim Einbau in die Anwendungsstruktur. Mittels geeigneter Maschinenelemente müssen beide Mutterhälften axial mit einer Mindestvorspannkraft gegeneinander gepresst werden, siehe Tabelle.

Vorspannkraft für Gewindemuttern

Baugröße	Vorspannkraft N
PWG05	250
PWG09	500
PWG12	550
PWG15	700
PWG20	800
PWG25	900

Die axiale Fixierung der Mutter kann dabei zum Beispiel durch einen klassischen Lagerdeckel, *Bild 5*, oder durch einen Lagerdeckel mit Gewinding erfolgen, *Bild 6*, Seite 27. Der Gewinding ermöglicht dabei eine einfachere und exaktere Einstellung der Vorspannung.

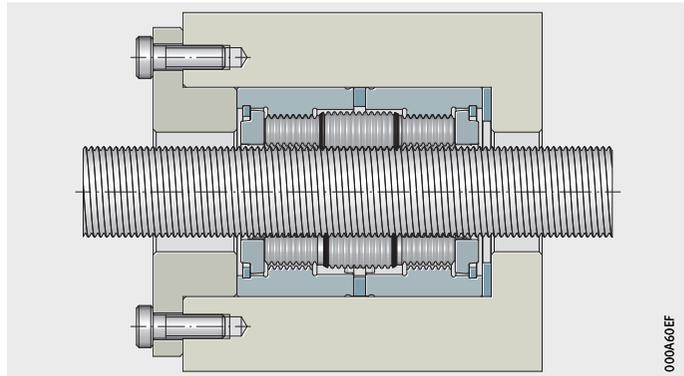
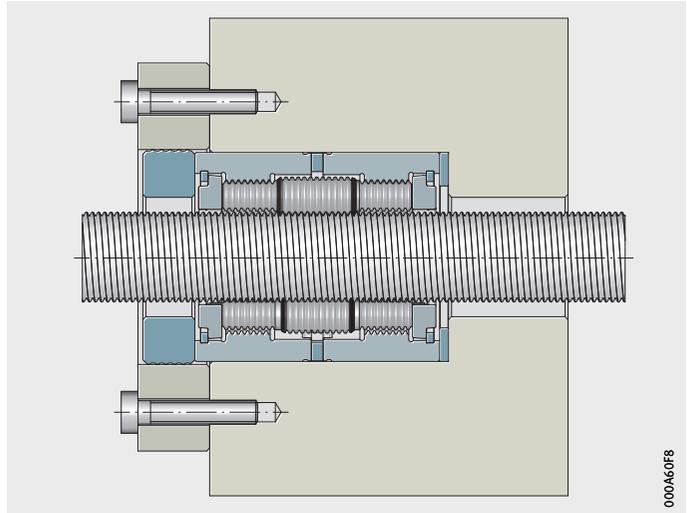


Bild 5
Axiale Fixierung der Mutter durch
klassischen Lagerdeckel

000A60EF

Bild 6
 Axiale Fixierung der Mutter durch
 Lagerdeckel mit Gewinding



Die Passfeder und die Distanzscheiben werden im Anlieferungszustand durch eine Transportsicherung fixiert und gesichert, *Bild 7*. Die Transportsicherung muss vor dem Einbau entfernt werden.

- ① Transportsicherung
- ② Passfeder
- ③ Distanzscheiben

Bild 7
 Zylindermutter im
 Anlieferungszustand



Planetenwalgwindtriebe

Bestellbezeichnung Den Aufbau der Bestellbezeichnung zeigt *Bild 8*.

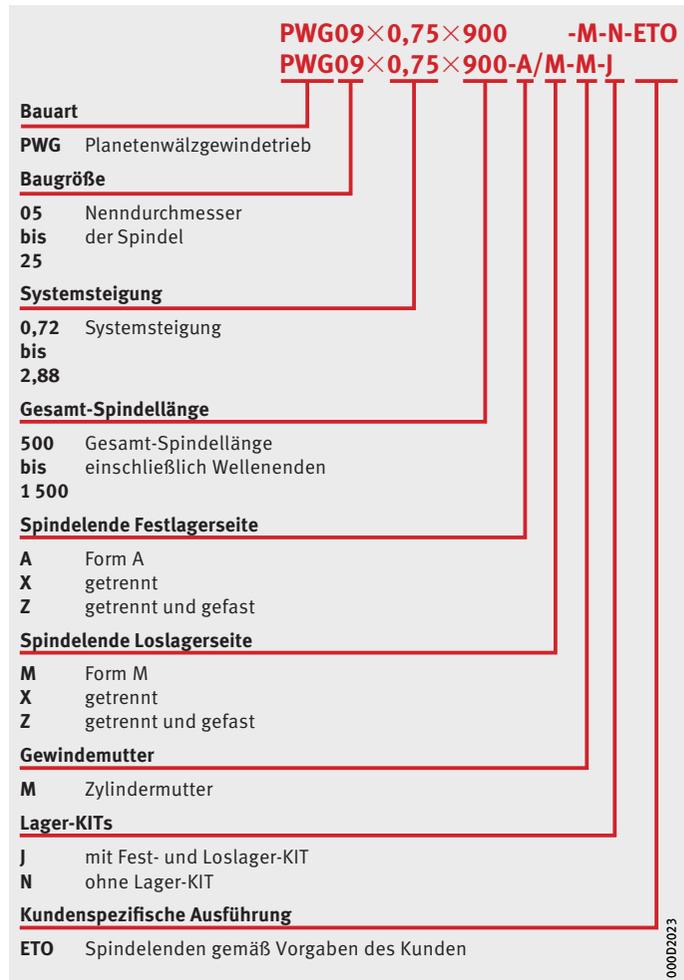


Bild 8
Bestellbezeichnung

Konstruktions- und Sicherheitshinweise

Gestaltung der Anschlusskonstruktion

Planetenwalgewindtriebe sind für die Aufnahme hoher axialer Lasten konzipiert. Querkräfte und Kippmomente führen zu einer Erhöhung der inneren Kräfte der Mutter und dadurch zu einer deutlichen Gebrauchsdauerreduzierung. Um Querkräfte und Kippmomente zu vermeiden, sind die folgenden Vorgaben zur Gestaltung der Anschlusskonstruktion unbedingt einzuhalten.

Abstützung und Belastung

Die Stirnflächen der Mutter des Planetenwalgewindtriebs sind vollständig abzustützen. Dazu ist bei der Festlegung des Anschlagdurchmessers der Innendurchmesser D_i der Mutter zu beachten, siehe Mastabelle.

Zur Ausnutzung der kompletten Leistungsfähigkeit der Planetenwalgewindtriebe empfehlen wir bei Leichtmetall- oder Gussgehausen die Verwendung von geschliffenen Stahlscheiben. Die Stahlscheiben verbessern die Kräfteeinleitung und -verteilung in das Gehäuse.

Planetenwalgewindtriebe sind lediglich zur Übertragung axialer Kräfte geeignet. Radiale Kraftkomponenten sind abzustützen und dürfen nicht über die Mutter geleitet werden.

Bei Druckbeanspruchung der Gewindespindel ist sicherzustellen, dass die maximal zulässige Druckkraft nicht überschritten wird, siehe Seite 14. Sonst kann es zu einer Knickung der Spindel kommen. Im Zweifelsfall ist auf Zuglast umzustellen.

Ausrichtung

Fluchtungsfehler jeglicher Art sind zu vermeiden, da sie innere Kräfte erzeugen, die den Walzkontakt zusätzlich zur Axialkraft belasten und somit die Gebrauchsdauer reduzieren.

Die Form- und Lagetoleranzen der Aufnahmebohrung sowie die Ablaufgenauigkeit des Muttergehauses zur Spindelachse, siehe Seite 30, sind zu überprüfen.

Abdichtung

Stäube ziehen das Grundöl aus dem Schmierfett, flüssige Medien waschen das Schmierfett aus. Dadurch tragen sie, ebenso wie durch ihr abrasives beziehungsweise aggressives Verhalten, zu einer Reduzierung der Gebrauchsdauer bei.



Bei widrigen Umgebungsbedingungen wie Stäuben oder flüssigen Medien ist der Planetenwalgewindtrieb mit einer Abdeckung gegen Schmutzeintrag zu schützen! Geeignete Abdeckungen sind Faltenbälge oder Teleskoprohre!

Sauberkeit

Bohrungen und Anschlagkanten sind auf Gratbildung zu überprüfen. Grate sind zu entfernen.



Die Anschlusskonstruktion muss sauber sein! Verschmutzung beeinträchtigt die Genauigkeit und verringert die Gebrauchsdauer des Planetenwalgewindtriebs!

Planetenwolgwindtriebe

Genauigkeit Toleranzen der Anschlusskonstruktion

Bei der Gestaltung der Anschlusskonstruktion eines Planetenwolgwindetriebs sind die Toleranzvorgaben für das Gesamtsystem, für die Anschlusskonstruktion der Gewindemutter und für die Lager-sitzflachen unbedingt einzuhalten.

Gesamtsystem

Für das Gesamtsystem gelten Toleranzvorgaben für Rechtwinkligkeit und Parallelität, *Bild 9*. Die Toleranzvorgaben für die Parallelität gelten insbesondere in Verbindung mit Führungsschienen.

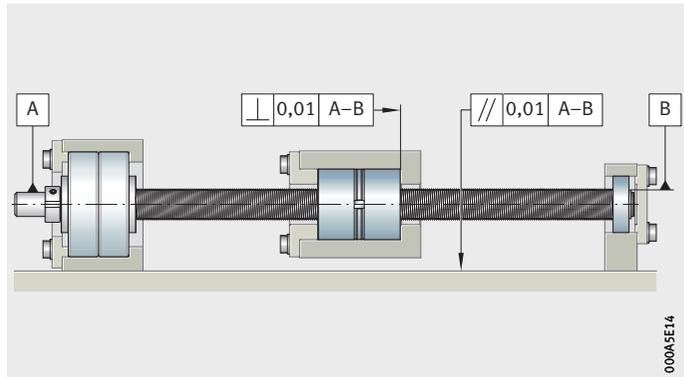


Bild 9
Toleranzen
im Gesamtsystem



Die Mutter darf im Verbirbereich nahe der Lagerstellen nicht verspannt werden.

Anschlusskonstruktion der Gewindemutter

Für die Anschlusskonstruktion von Zylinder-muttern gelten Toleranz- und Oberflachenvorgaben, *Bild 10*.

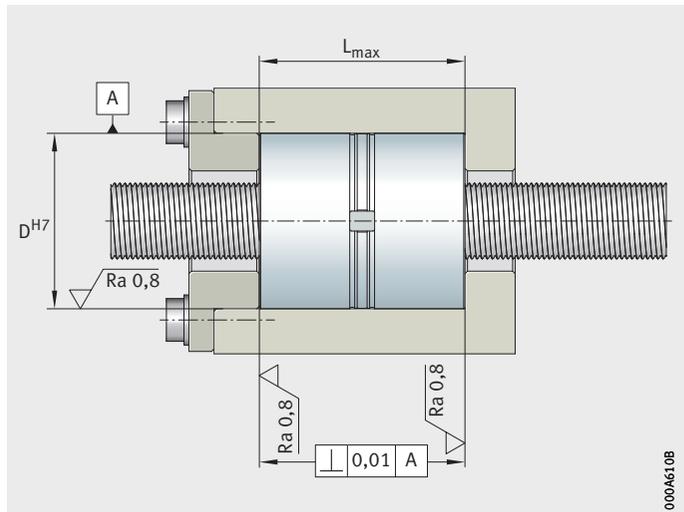


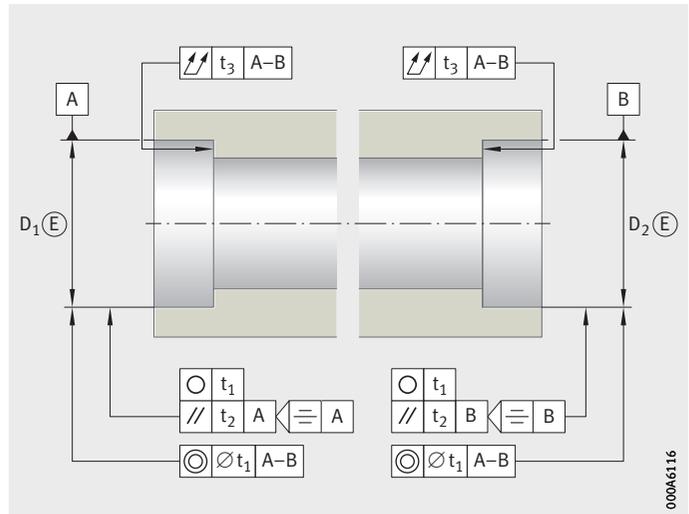
Bild 10
Toleranzen
der Anschlusskonstruktion
der Zylinder-mutter

Lagersitzflächen für Festlagerung

Für die Genauigkeit der Lagersitzflächen bei Festlagerung sind Form- und Lagetoleranzen einzuhalten, *Bild 11* und Tabelle.

t_1 = Rundheit
 t_2 = Parallelität
 t_3 = Planlauf der Anlageschultern

Bild 11
 Toleranzen
 der Lagersitzflächen
 für Festlagerung



Richtwerte für die Form- und Lagetoleranzen der Lagersitzflächen

Toleranzklasse der Lager		Lagersitzfläche	Grundtoleranzgrade ¹⁾			
nach ISO 492	nach DIN 620		Durchmesser-toleranz	Rundheits-toleranz	Parallelitäts-toleranz	Gesamtplanlauf-toleranz der Anlageschulter
				t_1	t_2	t_3
Normal 6X	PN (P0) P6X	Gehäuse	IT7 (IT6)	Umfangslast IT5/2	Umfangslast IT5	IT5
				Punktlast IT6/2	Punktlast IT6	

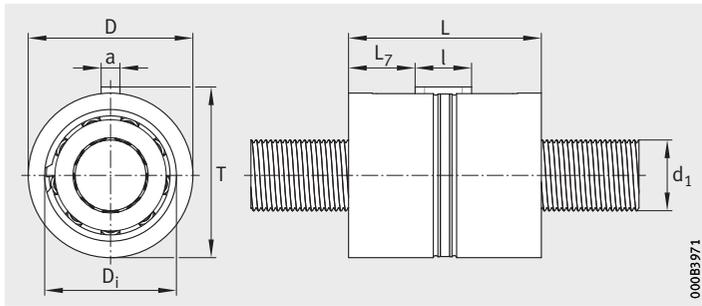
¹⁾ ISO-Grundtoleranzen (IT-Qualitäten) nach DIN ISO 286.

Planetenwolgwindetriebe

Matabelle · Abmessungen in mm

System Kurzzeichen	Spindel						Zylindermutter	
	Kurzzeichen	Masse m ≈ g/100 mm	Nenn- durch- messer d ₀	Auen- durch- messer d ₁	max. Spindel- länge ¹⁾	System- steigung P	Kurzzeichen	Masse (ohne Spindel) m ≈ g
PWG05×0,80	PWS05	15,5	5	5,6	500	0,8	PWM05	65
PWG09×0,75	PWS09	47,2	9	9,4	900	0,75	PWM09	119
PWG09×2,25		47,4				2,25		
PWG12×0,72	PWS12	89,6	12	12,7	1 200	0,72	PWM12	126
PWG12×2,16		91				2,16		
PWG15×2,11	PWS15	128,3	15	15,2	1 500	2,11	PWM15	178
PWG20×1,35	PWS20	230,4	20	20	1 500	1,35	PWM20	173
PWG25×1,31	PWS25	385,7	25	25,7	1 500	1,31	PWM25	417

¹⁾ Längere Gewindespindel auf Anfrage.



Zylindermutter

Abmessungen							Leistungsdaten			
							Anschlussmaße			Grenz- drehzahl n_G min^{-1}
D	D_i	L $+0,2$ $-0,35$	T	l	a	L_7	dyn. C kN	stat. C_0 kN	η	
h6							$5\,000$	8	10	64
22	18	41	23,2	10	3	15,5	5 000	16	18	61
28	23	41	29,3	14	3	13,5	5 000	14,4		82
31	26	41	32,9	12	4	14,5	5 000	25	28	54
35	28	41	36,3	12	4	14,5	5 000	34	38	83
40	34	41	41,3	12	4	14,5	5 000	39	44	69
53	39	41	55,5	22	6	9,5	5 000	43	50	63
										59

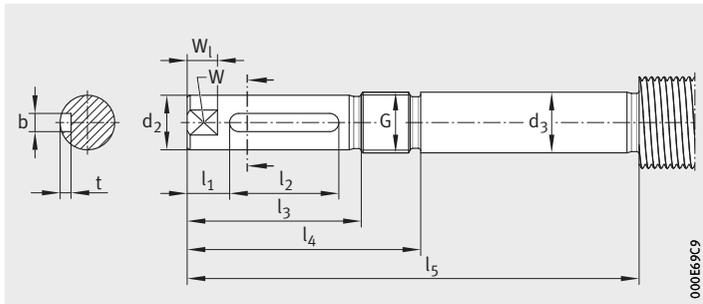
Gewindespindeln

Spindelenden

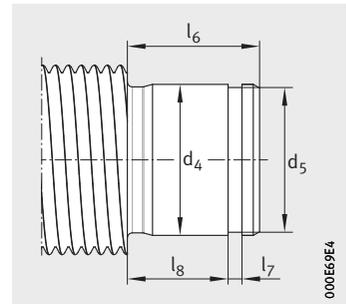
Maßtabelle

Kurzzeichen	Festlager Form A							
	d ₂ h8	W	W _l	l ₁	l ₂ +0,2 -0,2	b N9	t +0,1 0	l ₃ +0,2 -0,2
PWS05	3	2,5	4	5,5	16	2	1,2	24,5
PWS09	5	4	4	5,5	16	2	1,2	24
PWS12	6,9	6	5	7	16	3	1,8	27
PWS15	9	8	5	7	18	3	1,8	28,1
PWS20	10	9	5	7,3	16	3	1,8	26,5
PWS25	15	13	5	7,5	10	5	3	22,8

Bei Verwendung der Planetenwältgewindetriebe in Kombination mit den Fest- und Loslager-KITs ist die Beschränkung der axialen Belastung zu beachten, siehe Seite 23.



Festlager (Form A)



Loslager (Form M)

				Loslager Form M				
G	l_4	d_3	l_5	d_4	d_5	l_6	l_7	l_8
DIN 13	$\begin{matrix} 0 \\ -0,2 \end{matrix}$	h8	$\begin{matrix} +0,3 \\ 0 \end{matrix}$	h8		$\begin{matrix} +0,3 \\ 0 \end{matrix}$	$\begin{matrix} +0,2 \\ 0 \end{matrix}$	$\begin{matrix} +0,1 \\ -0,1 \end{matrix}$
M4×0,5	35,5	4	59,5	3	2,8	13	0,5	11
M6×0,5	35,3	6,1	61	7	6,7	9	0,9	7
M8×0,75	39	8	72,5	10	9,6	10	1,1	8
M10×1	40,2	10	74,5	12	11,5	10,5	1,1	8
M12×1	38,1	12	72,5	17	16,2	12,5	1,1	10
M17×1	36,8	17	76	20	19	15	1,3	12

Schaeffler Technologies AG & Co. KG

Industrial Automation
Berliner Straße 134
66424 Homburg (Saar)
Deutschland
Internet www.schaeffler.de
E-Mail info.de@schaeffler.com

In Deutschland:
Telefon 0180 5003872
Telefax 0180 5003873

Aus anderen Ländern:
Telefon +49 6841 701-0
Telefax +49 6841 701-2625

Alle Angaben wurden sorgfältig erstellt und überprüft. Für eventuelle Fehler oder Unvollständigkeiten können wir jedoch keine Haftung übernehmen. Technische Änderungen behalten wir uns vor.

© Schaeffler Technologies AG & Co. KG
Ausgabe: 2020, September

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit unserer Genehmigung.

TPI 254 D-D