

AGATHON AG, Normalien
Postfach, 4503 Solothurn/Schweiz
Telefon : +41 (0)32 617 4502
Telefax : +41 (0)32 617 4701
e-mail : normmail@agathon.ch
Internet: www.agathon.com

Pressenotiz

Ihre Zeichen
Ihre Nachricht vom
Unsere Zeichen Herr M. Allenspach
Datum 20.04.07

Vorgespannte, spielfreie Wälzführungselemente für den Maschinen-, Apparate- und Vorrichtungsbau

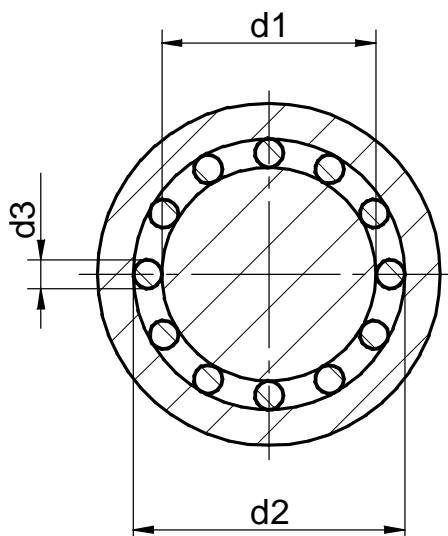
Säulen-Wälzführungen werden für Hub- (linear) und Hub-/Drehbewegungen, bei hohen Anforderungen bezüglich Achsversatz (spielfreie Führung), sowie leichtgängigem Laufverhalten, eingesetzt. Die einfache Montage der Führungseinheit begünstigt zusätzlich den weit verbreiteten Einsatz.

Die **Spielfreiheit der Wälzführung** wird durch die **Vorspannung** erreicht. Der Hub/Verfahrweg ist deshalb durch die Länge der Führungsbuchse limitiert.

Der Einfluss der Vorspannung auf die Führungsqualität wird bei einer ersten Betrachtung oft unterschätzt. Diese ist jedoch entscheidend für eine optimale Funktion und eine lange Lebensdauer der Führungseinheit. Sie ist maßgeblich verantwortlich für den Achsversatz, respektive die Belastbarkeit und das Laufverhalten einer Wälzführung.

Unter Vorspannung versteht man die rechnerische Differenz vom Innendurchmesser der Buchse (d_2), minus 2x den Wälzkörperdurchmesser (d_3), abzüglich Säulendurchmesser (d_1). Das Resultat im Minusbereich (μm) wird als Vorspannung (bezogen auf den Durchmesser bezeichnet). D.h. die einzelnen Komponenten müssen durch Einfederung diesen Wert kompensieren. Die maximale Materialbelastbarkeit bis zur bleibenden Deformation ist durch die Hertzsche Flächenpressung (in unserem Fall $4'400 \text{ N/mm}^2$ für Kugelführungen, resp. $4'200 \text{ N/mm}^2$ für Rollenführungen mit linienförmiger Berührungszone) vorgegeben.

Bild, Definition der Vorspannung:



$$\begin{aligned} V &= d_1 + 2d_3 - d_2 \text{ (mm)} \\ d_2 &= d_1 + 2d_3 - V \text{ (mm)} \\ V &= \text{Vorspannung} \end{aligned}$$

Direktwahl

Telefon : +41 (0)32 617 4504
Telefax : +41 (0)32 617 4704
e-mail : markus.allenspach@agathon.ch

Niederlassungen

AGATHON Inc.
Bethel, CT 06801-USA
AGATHON (U.K.) Ltd.
Daventry Northants NN11 5EA

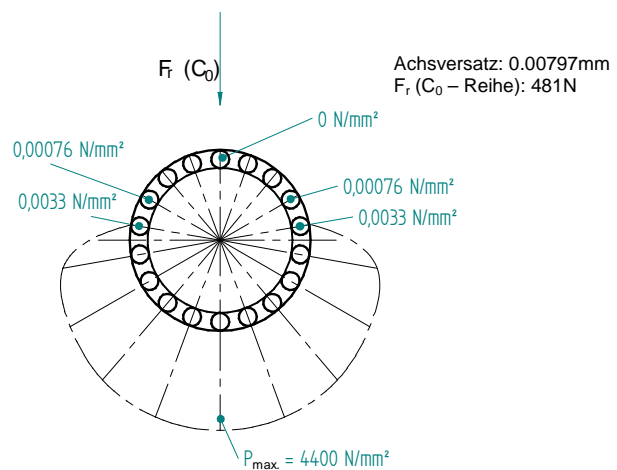
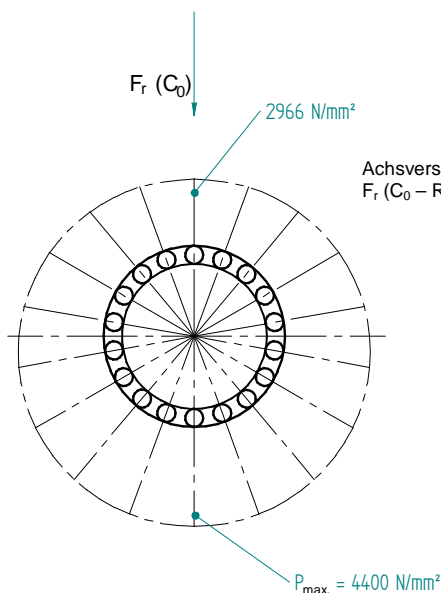
Eine hohe **Vorspannung** ergibt eine **steifere Führung** (weniger Achsversatz), reduziert jedoch die radiale **Belastbarkeit**- und die Lebensdauer der Führung. Um mit vorgefertigten Einzelkomponenten eine optimale Vorspannung zu garantieren, müssen die jeweiligen **Toleranzen** (bei Säule, Buchse und Wälzkörper des Käfigs) extrem eng gewählt und die Teile mit **höchster Oberflächengüte** gefertigt werden.

Eine radiale Krafteinwirkung wirkt sich, je nach Säulendurchmesser, unterschiedlich auf die einzelnen Wälzkörper aus. Ein größerer Säulendurchmesser ergibt, dank einer besseren **Lastverteilung** und dem größeren Wölbungsradius von Säule zu Wälzkörper (= größere Kontaktzone), eine höhere Belastbarkeit der Führungseinheit. Durch die höhere Anzahl Wälzkörper am Umfang wird der einzelne Wälzkörper zusätzlich weniger belastet. Dabei ist nicht nur die Anzahl -, sondern auch eine **optimale Verteilung der Wälzkörper** wichtig. Je nach Hubgeschwindigkeit ist bei der Wahl des Käfigmaterials auf die Wärmeleitfähigkeit zu achten, damit bei hoher Belastung die entstehende Wärme von den Wälzkörpern abgeführt werden kann.

Die nachfolgenden Bilder illustrieren den Einfluss der Vorspannung:

hohe Vorspannung
weniger Achsversatz und niedriger radiale Belastbarkeit, resp. kürzere Lebensdauer bei hoher Belastung

kleiner Vorspannung
mehr Achsversatz und höhere radiale Belastbarkeit, resp. längere Lebensdauer bei niedriger Belastung



Der Vergleich gilt für Säulendurchmesser 32 mm. Die **Differenz der Vorspannung zwischen der linken- und der rechten Darstellung beträgt 9 μm .**

Dabei wird die Kugel auf der Kraftlinie (F_r) auf die maximale Flächenpressung belastet.

Die statische Tragzahl C_0 entspricht der Belastung, bei der zwischen der höchstbelasteten Kugel/Rolle und der Laufbahn eine bleibende Gesamtverformung von $1/10'000 \text{ mm}$ ($0.1 \mu\text{m}$) des Kugeldurchmessers erzeugt wird. Diese Verformung wird gemäss Radial-Kugellagerhersteller (SKF, FAG, usw.) ab einer Flächenpressung in den Kontaktzonen der Wälzkörper bei $4'400 \text{ N/mm}^2$ (Kugel) erreicht.

Direktwahl

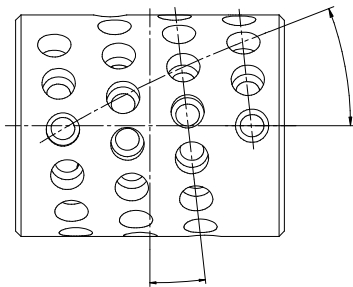
Telefon : +41 (0)32 617 4504
Telefax : +41 (0)32 617 4704
e-mail : markus.allenspach@agathon.ch

Niederlassungen

AGATHON Inc.
Bethel, CT 06801-USA
AGATHON (U.K.) Ltd.
Daventry Northants NN11 5EA

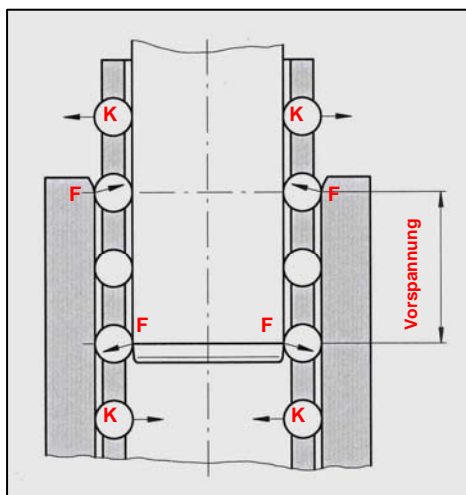
Um den **Verschleiß** auf Säule und Buchse möglichst gering zu halten, sind die Wälzkörper im Käfig in **axialer Richtung** um einige Grad **versetzt**. Damit wälzt sich jeder Wälzkörper auf einer eigenen Bahn ab und die Lebensdauer der Führungseinheit wird verbessert. Für Anwendungen, wo das Einfahren der Wälzkörper in die Vorspannung möglichst gleichmäßig und ohne einen gewissen Kraftaufwand erfolgen soll (z.B. beim Einsatz in Messtaster, etc.), werden auch Sonderkäfige hergestellt. Bei diesen sind die Wälzkörper zusätzlich auch in **radialer Richtung versetzt**. Dies bedeutet, dass jeder Wälzkörper einzeln in die Vorspannung einfährt. Durch diese **doppelspiralförmige Anordnung der Wälzkörper** ist die Kugelbestückung an den Randzonen des Käfigs nicht mehr optimal. Bei Momentbelastungen ist vor allem die hohe Wälzkörperdichte an den Randzonen des Käfigs wichtig. Deshalb sind Käfige mit dieser Wälzkörperanordnung nicht ideal für solche Anwendungen. Beim Bestimmen der Kugelanordnung und der Käfigabmessungen ist die Belastung der Wälzkörper zu berücksichtigen/berechnen. Für **Rotationsbewegungen** ist jedoch zwingend die doppelspiralförmige Anordnung der Wälzkörper zu wählen, damit jeder Wälzkörper auf einer eigenen Bahn rotiert. Zusätzlich wird eine geringere Vorspannung verwendet.

Bild, doppelspiralförmige Anordnung der Wälzkörper:



Spezielle Einlaufgeometrien an der Säule und Buchse, sowie ein definiertes Spiel der Wälzkörper -, kombiniert mit einer optimalen Verstemmung der Wälzkörper im Käfig, garantieren ebenfalls ein sanftes Einfahren der Wälzkörper in die Vorspannung und **erhöht die Lebensdauer** des Käfigs.

Nachfolgende Skizze veranschaulicht die auftretenden Kräfte (F) beim Einfahren der Wälzkörper (K) in die Vorspannung:



Direktwahl

Telefon : +41 (0)32 617 4504
 Telefax : +41 (0)32 617 4704
 e-mail : markus.allenspach@agathon.ch

Niederlassungen

AGATHON Inc.
 Bethel, CT 06801-USA
 AGATHON (U.K.) Ltd.
 Daventry Northants NN11 5EA

Die Firma **AGATHON AG Normalien** gilt als weltweit führender Hersteller von Stanzwerkzeug – Normalien, sowie von **Führungselementen** für den Formen-, **Maschinen-, Apparate- und Vorrichtungsbau**.

Die Produkte des Schweizer Unternehmens zeichnen sich durch beste Materialqualität, höchste Oberflächengüte und engste Toleranzen aus.

Lieferung ab Lager und ein hervorragendes Preis- / Leistungsverhältnis sind weitere überzeugende Merkmale.

Ein auf dem Internet verfügbarer CAD- Katalog für Standardartikel erleichtert die Konstruktion. Für kundenspezifische Produkte bieten wir die entsprechende Beratung und Unterstützung bei der Auslegung.

Das **Führungselemente - Programm** für den **Maschinen-, Apparate- und Vorrichtungsbau** umfasst:

- **Miniatur Kugelführungen**
- **Säulen und Buchsen nach AGATHON-, sowie nach ISO-/DIN-Norm**
- **Gleitführungsbuchsen** für hohe Belastungen bei möglichst minimalem Gleitspiel
- **Kugelkäfige** für leichtgängigen, spielfreien Lauf (Patent)
- **Rollenkäfige** für spielfreien Lauf, hohe Steifigkeit und bei radialen Kräften (Patent)
- **Sonderausführungen**, z.B. rostbeständige Materialien, Kugelkäfige aus speziellem Kunststoff (für den Einsatz bei hohen Temperaturen), Profilrollen für linienförmige Berührung, etc.

Die Produkte garantieren:

- *Austauschbarkeit*: engere Form- und Lagetoleranzen (Buchsen js4 am Einbaudurchmesser)
- *einfachere Montage*: Fasen f8
- *höhere Belastbarkeit*: Anzahl- und Verteilung der Wälzkörper
- *höhere Lebensdauer*: optimierte Einläufe, reduziertes Spiel der Wälzkörper

Direktwahl

Telefon : +41 (0)32 617 4504

Telefax : +41 (0)32 617 4704

e-mail : markus.allenspach@agathon.ch

Niederlassungen

AGATHON Inc.

Bethel, CT 06801-USA

AGATHON (U.K.) Ltd.

Daventry Northants NN11 5EA