

Hochpräzision für Maschinen-, Vorrichtungs- und Betriebsmittelbau



AGATHON

Kundennutzen

Warum Agathon Lösungen?

Was sind Normalien?

Normalien sind standardisierte firmen- oder marktspezifische Teile, die keiner offiziellen Norm (z.B. ISO, DIN, etc) unterliegen.

Normteile: Unterliegen einer oder mehreren offiziellen Norm/en wie ISO, etc.

Nebst Führungselementen, die z.B. unter anderem den Normen der ISO unterliegen, stellen wir auch Normalien her, die an die Normvorgaben der Normen anlehnen. Zur Komplettierung des Angebotes stellen wir nach eigener Norm hochpräzise Führungssysteme her und fertigen auch Teile nach Kundenwunsch, ausserhalb der bekannten Normen.

Bei den kundenspezifisch gefertigten Teilen hat der Kunde die volle Entscheidungsfreiheit, die Teile optimal an seine Vorstellungen anzupassen. Dies hat unter anderem folgende Vorteile:

Vorteile eines optimalen Führungssystems von Agathon

- Selektion der optimalen Lösung je nach Anwendungsgebiet – was ist das Ziel?
- Kombination von Standardteilen und Sonderlösungen
- Einfache Montage
- Minimierter Unterhalt
- Reduktion Anzahl Bauteile
- Kombinieren von Aufgaben
- Einzelteile bis Mittelgrosse Serie
- Gesamtbetrachtung- Fokus auf TCO

Wie sieht die Anwendung beim Kunden aus?

Die «typische» Anwendung gibt es nicht. Die Anforderungen sind so vielfältig wie die Kunden und Anwendungen in den verschiedensten Marktsegmenten. Es kann sich um erste Konzepte handeln, Prototypen, Neuprodukte, Umbauten/ Optimierungen von bestehenden Anwendungen jeglicher industrien. Neue Anwendung ohne Erfahrungswerte. In enger Zusammenarbeit und direktem Austausch mit dem Kunden können die meisten Herausforderungen gemeistert werden.



Typische Herausforderungen des Maschinenbaukunden

Viele Anfragen enthalten oft Anforderungen, die mit den aktuellen, auf dem Markt verfügbaren Standardteilen nicht oder nicht zufriedenstellend erfüllt werden können. Das kann sowohl in Bezug auf die Abmessungen sein, wie auch in Bezug auf Materialien, Kombinationen von Aufgaben, erreichte Lebensdauer und Präzision, Aufwand für die Montage, etc.

Führen | Zentrieren | Schnellwechseln

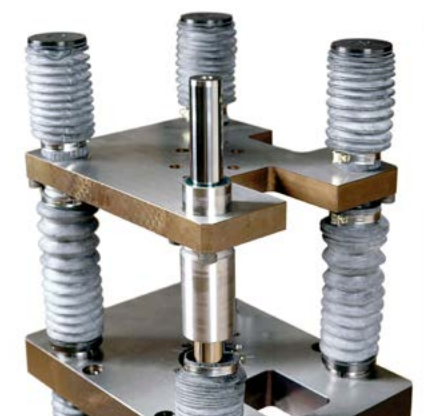
Als Spezialist in den Bereichen Führen | Zentrieren | Schnellwechseln stehen wir dem Kunden als kompetenter Berater zur Seite und diskutieren mit ihm Lösungen aus einer anderen Blickrichtung. Der offene Austausch mit dem Kunden ist die Grundlage für ein erfolgreiches Projekt.

Haben Sie vor, eine neue Schnellwechsel-Lösung zu entwickeln für Ihre Werkzeugmaschine oder schlägt Ihr Herz für eine zuverlässige, kombinierte Rotation – und Axialbewegung im Ultrahochvakuum, oder stehen Sie gerade vor der Aufgabe, eine absolut präzise Bewegung für eine Anwendung in der Medizinaltechnik zu finden, die auch noch den hohen Anforderungen der Reinheit entspricht und komplett einbaufertig angeliefert wird? Oder verlieren Sie viel Zeit bei der Ausrichtung Ihrer Teile / Vorrichtungen?

Fordern Sie uns heraus. Wir sind Ihr Partner, wenn es um mehr, als nur die blossen Teile geht.



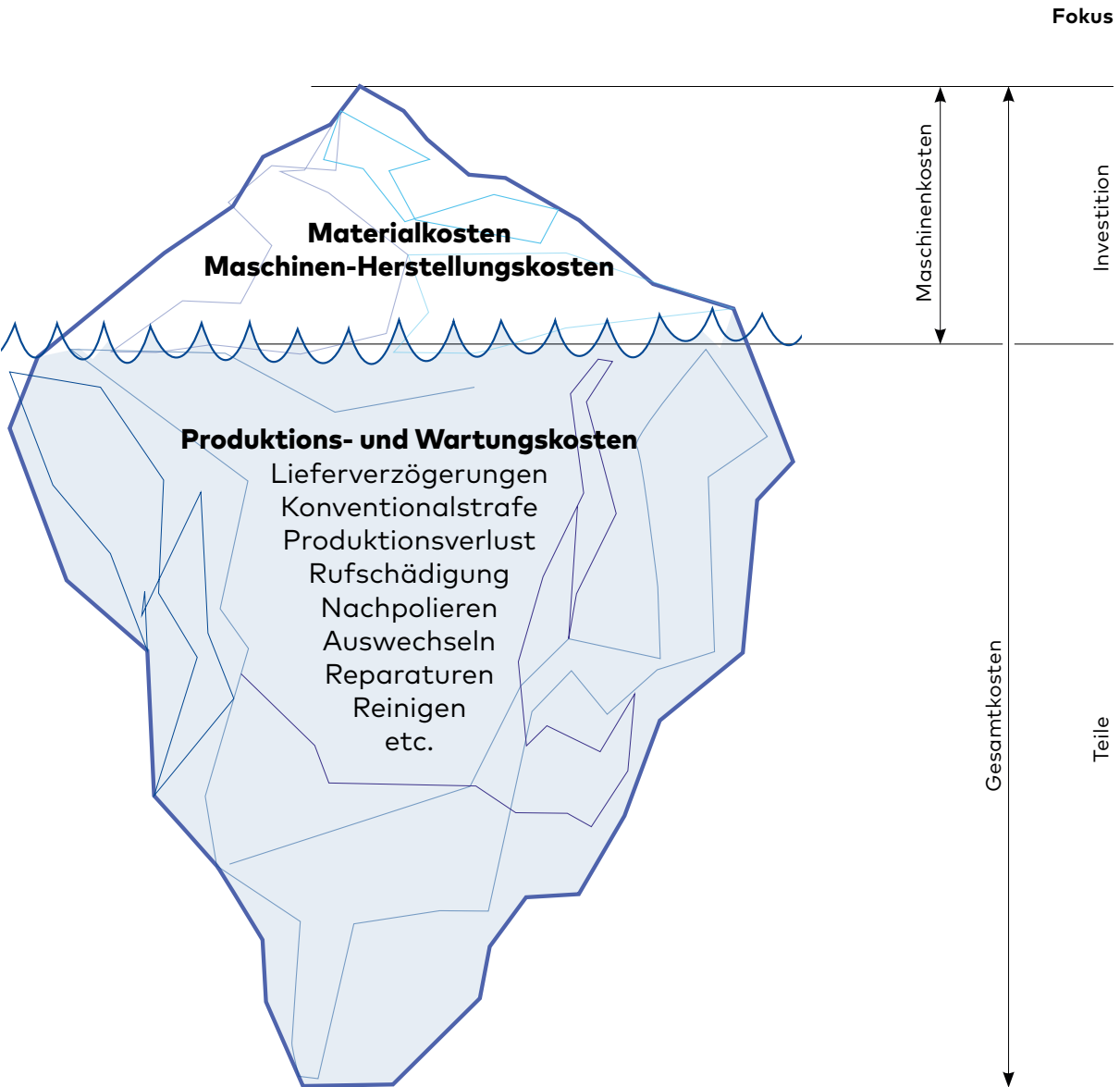
Loslager für HF-Motorspindeln mit Wasserkühlung



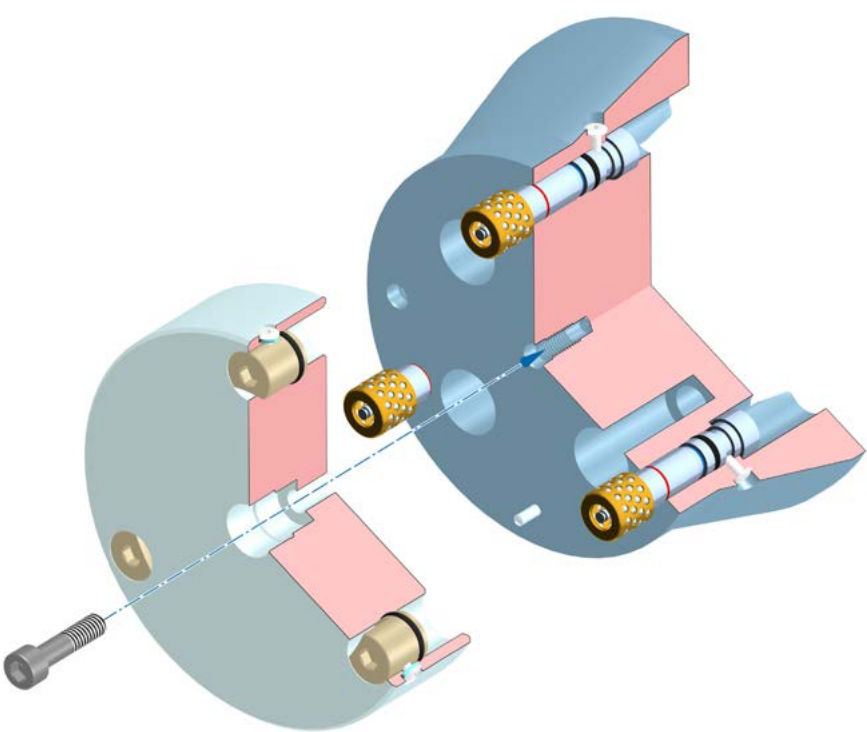
Sinteradapter mit Faltenbalg zum Schutz der Führungen vor dem Sinterpulver

Preis vs. Kosten

Ohne gegenteilige Anweisung des Kunden, liegt unser Fokus auf der Gesamtkosten-Betrachtung. Hierin ist die Entwicklung, der Teilepreis, Anforderungen des Kunden, die Produktions- wie auch die Unterhaltskosten enthalten. Dazu ist es wichtig, die Anwendung genau zu verstehen und die Bedürfnisse des Kunden zu respektieren. Daher empfiehlt es sich auch, Agathon bereits in der Konzeptfindungsphase Ihrer Neuentwicklung miteinzubeziehen um unschöne Kostenfallen in der Konstruktion oder Produktion zu umgehen.

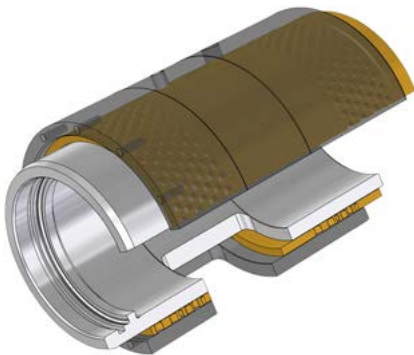


Unsere Kunden kommen unter anderem aus folgenden Branchen



Schnell-Wechselsystem für hohe Präzisionsansprüche

- Anlagenbau
- Automation, Robotik
- Electrics, Electronics
- Forschung, Ausbildungszentren
- Komponentenbau
- Luft- und Raumfahrt
- Medizinal und Dental
- Nonwovens-Industrie
- Optische Industrie
- Packaging
- Papier und Textil
- Pulver- und Stanzpressen
- Vakuumtechnologie
- Vorrichtungsbau
- Werkzeugmaschinen aller Art
- usw.



Rundtakt-Automaten: Kugelführung mit Fenster für Mediendurchführung



Wiederkehrende Fragen aus Maschinenbauanwendungen

Auch wenn jedes Projekt individuelle Punkte beinhaltet, gibt es Fragen welche sehr häufig gestellt werden:

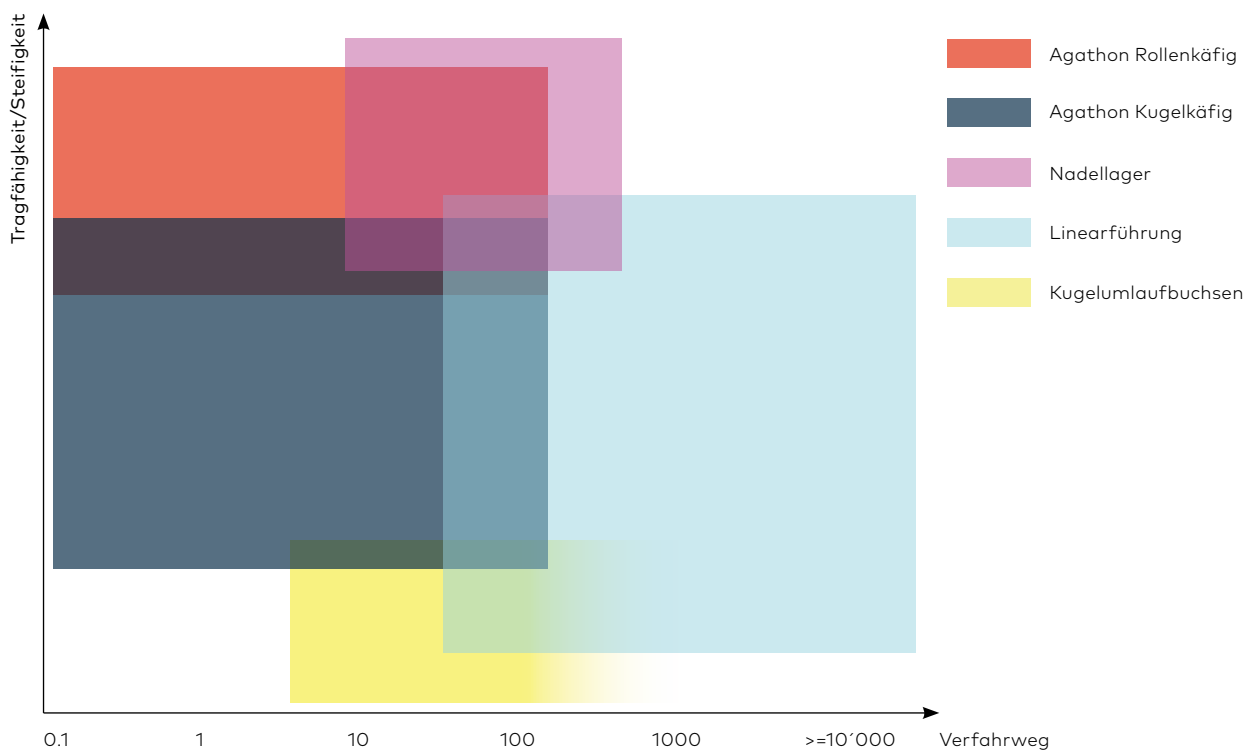
- Welche Lebensdauer kann mit Agathon Führungssystemen erreicht werden?
- Welche Baugrößen und Abmessungen sind möglich?
- Welche Beschleunigungen, welche Wiederholgenauigkeiten sind möglich?
- Welche Steifigkeit / Tragfähigkeit kann erreicht werden?
- Welcher Verfahrenweg ist maximal möglich?
- Bewegungen rotativ und axial möglich?

Auf den folgenden Seiten sollen diese Fragen beantwortet werden. Gerne beantworten wir auch Ihre individuellen Fragen zu den Führungssystemen.

Auswahl der geeigneten Führungssysteme

Jeder Typ Führungssystem hat seine Berechtigung und ist in gewissen Bereichen ungeschlagen. Die Kunst ist, die spezifische Anwendung mit dem optimalen Führungssystem zusammen zu bringen. Hierbei spielen unter anderem die folgenden Punkte eine wichtige Rolle: Tragfähigkeit, Steifigkeit, Hub.

Während die Tragfähigkeit und Steifigkeit unter anderem durch die Anzahl und Typ der vorgespannten Wälzkörper und der gewählten Vorspannung bestimmt wird, ist der maximal mögliche Hub abhängig von der Kombination der Längen der Führungssäule, Wälzkörperkäfig und Führungsbuchse.



Wälzkörper

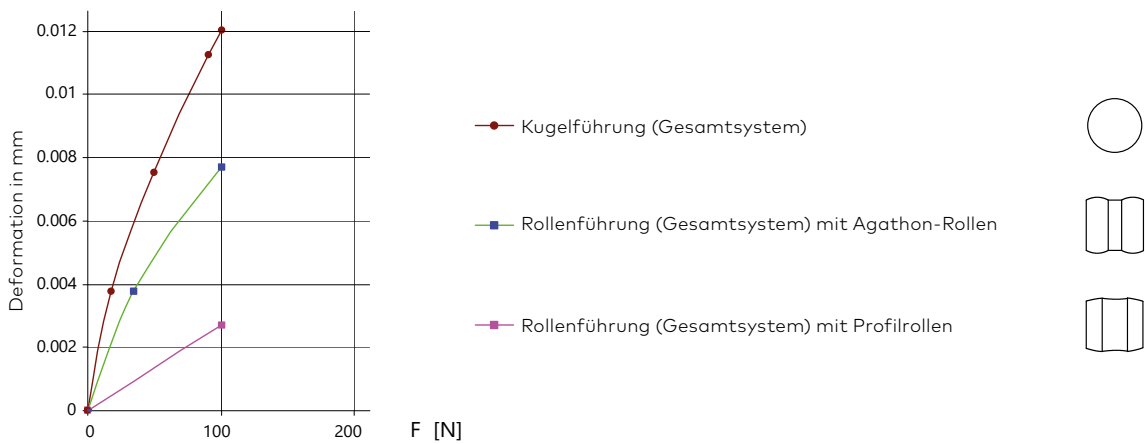
Abstimmung zwischen Tragkraft/Leichtgängigkeit, Steifigkeit und Lebenserwartung Kontaktflächen



Änderungen an der Vorspannung oder den Toleranzen haben direkten Einfluss auf Steifigkeit, Lebenserwartung, sowie Tragfähigkeit und Feingängigkeit.

Steifigkeit der Wälzkörper

Steifigkeitsdiagramm



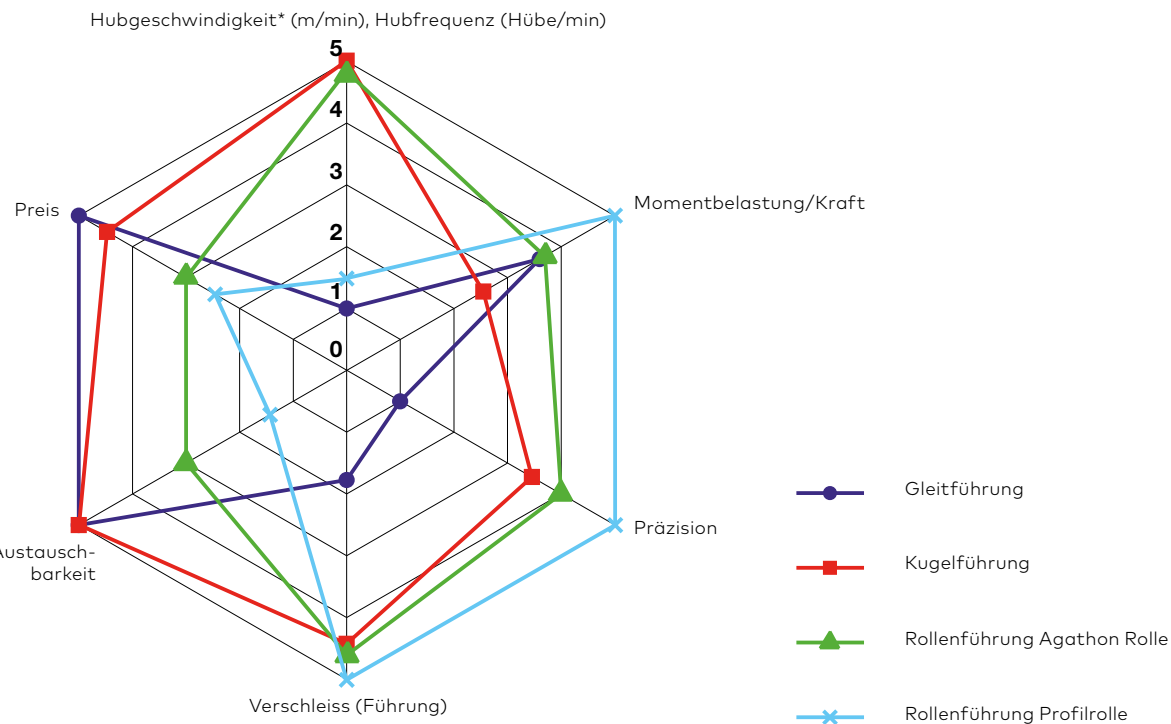
Steifigkeit der Führung

Die Steifigkeit der Führung wird zu einem überwiegenden Anteil durch die Wälzkörper bestimmt. Käfige können auf Ihre Anwendung angepasst werden bez. Wälzkörpertyp, Anzahl Reihen und Anzahl Wälzkörper pro Reihe. Auf Anfrage hin können die Werte Ihnen zur Verfügung gestellt werden.

Durchmesser	Anzahl			Tragfähigkeit		Steifigkeit	
d1 [mm]	Kugeln pro Reihe	Reihen	Kugeln Total	pro Reihe [N]	Total [N]	pro Reihe [N/μm]	Total [N/μm]
12	12	6	72	58.3	349.8	33.5	201

Beispiel für Belastung anhand eines Käfiges mit Führungssäulen-Durchmesser d1= 12 mm

Auswahlhilfe für die Führungsart



Kriterium / Pt.	1 (-)	2	3	4	5 (+)
Hubgeschwindigkeit* (m/min), Hubfrequenz (Hübe/min)	< 30m/min, ~ 300H/min	~ 60m/min, ~ 600H/min	~ 90m/min, ~ 900H/min	~120m/min, ~ 1'200H/min	< 150m/min, > 1'500H/min
Momentbelastung/Kraft	keine		mittel		hoch
Präzision	gering (Spiel)				hoch
Verschleiss (Führung)	viel				wenig
Austauschbarkeit	Aufwand gross				Aufwand klein
Preis	teuer				preiswert

* Beim Berechnen der Hubgeschwindigkeit ist zu beachten, dass bei der Wälzführung der Käfig nur den halben Hub/Weg zurücklegt!

Detaillierte Erklärungen zu den verschiedenen Führungsarten sind im Hauptkatalog Kapitel 2 zu finden. www.agathon.ch

Maximale Beschleunigungen

Für die korrekte Funktion des Führungssystems ist die maximale Beschleunigung zu beachten. Gängige Werte im Bereich der Stanztechnik sind bis zu 40g. Im Bereich Maschinenbau werden diese Werte nur in Ausnahmesituationen erreicht. Oft genannte Werte sind im Bereich 5-15g. Absolut wasserdichte Werte sind aber nur mit grossem Aufwand zu belegen. Die maximalen Beschleunigungswerte sind unter anderem abhängig vom Typ des Wälzkörpers, der Vorspannung und der Beschleunigungskurve (Stufenbeschleunigung, konstante Beschleunigung, sinusförmige Beschleunigung, etc.). im Maschinenbau ist die Bewegung oft durch Zylinder, bzw andere Antriebe initiiert. Gerade in dynamischen Systemen mit hohen Hubzahlen und Beschleunigungen ist darauf zu achten, dass die Systemkraft deutlich über der spezifischen Durchschiebekraft liegt, ansonsten besteht die Gefahr eines Systemstopps.

$F_{DSK} < F_{system}$

- F_{DSK} : Die Durchschiebekraft ist die Kraft, die aufgewendet werden muss, um einen der involvierten Wälzpartner gegen die beiden anderen, stillstehenden Wälzpartner zu bewegen.
- F_{system} : Maximale für die Führungen zur Verfügung stehende Systemkraft

Für maximale Lebensdauer und Funktion der Führung ist die Beschleunigung nur so gross zu wählen, dass die Wälzkörper nicht rutschen. Die Durchschiebekraft und somit auch die maximal mögliche Beschleunigung ist somit direkt abhängig von:

- Oberflächengüte
- Härte der Wälzpartner
- Erwartete Lebensdauer
- Schmierung
- Vorspannung
- Form des Antriebs
- Anzahl Wälzkörper

Max. Werte		Kugeln	AAG Rollen	Profilrollen
Geschwindigkeit	m/min	150	135	40
Beschleunigung	g	10-15	k.A	k.A

Für Rollenführungen können für die Beschleunigung tendenziell leicht höhere Werte angenommen werden

Positions- und Wiederholgenauigkeit

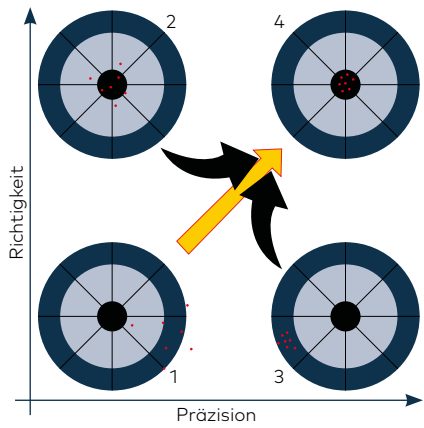
Eine maximale Positioniergenauigkeit wird nur erreicht bei einem optimalen Zusammenspiel zwischen den kundenseitig hergestellten Schnittstellen und den hochpräzisen Führungssystemen von Agathon. Um anspruchsvolle Positionier- und Zentrieraufgaben, sowie hochpräzises Führen und Bewegen im Maschinenbau erfolgreich zu meistern, sind vorgespannte Führungssysteme unerlässlich. Mit Zentriersystemen der Baureihe 7981 und 7980 können folgende Werte erreicht werden:

Definition:

- Wiederholgenauigkeit: wiederholte Bewegungen in der Vorspannung
- Positioniergenauigkeit: im Raum erreichbare Positioniergenauigkeit, wenn in die Vorspannung gefahren wird

Werte bei Verwendung von 4 Zentriersystemen:

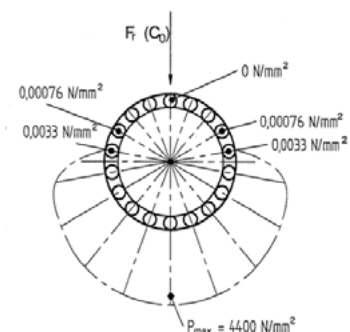
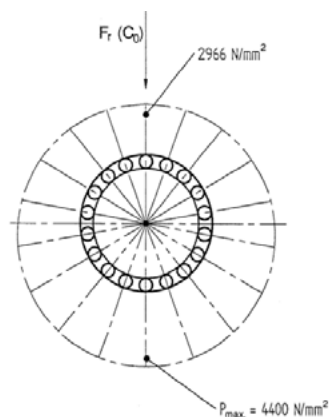
- Wiederholgenauigkeit: 0.16µm 2σ
- Positioniergenauigkeit: 0.3µm 2σ
- Messungenauigkeit der Messmaschine: 0.13µm



- 1 Aktueller Zustand
- 2 **Kundenbeitrag:** Verbesserung der Schnittstellen
- 3 **Beitrag Zentriersysteme:** Maximierung der Präzision
- 4 **Kundenforderung:** Wiederholbare Positioniergenauigkeit

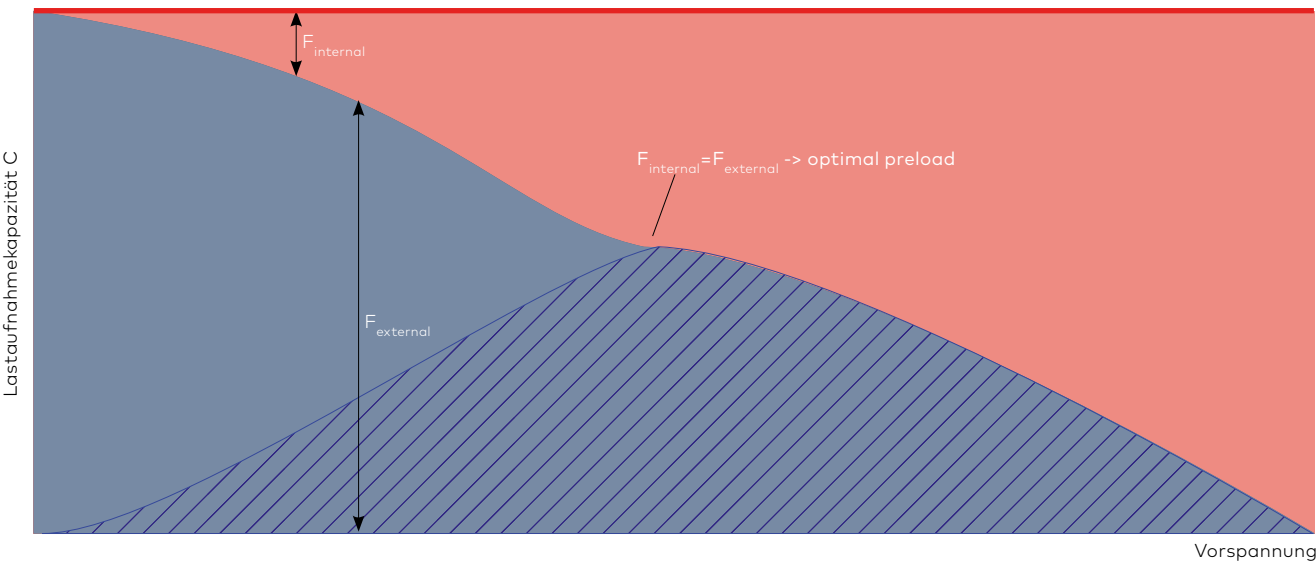
Parameter

Die beste Lösung für spezifische Anwendungen ist abhängig von verschiedenen Parametern:



- Langhub, Kurzhub
- Lineare, rotative, kombinierte Bewegungen
- Statisch (± 0 Bewegungen/s), dynamisch
- Verschiedene Vorspannungs-Setup's, Anordnung der Wälzkörper: nach Durchschiebekraft, nach Lebensdauer, nach Steifigkeit, nach Laufruhe, etc.

Zusammenhang Vorspannung - Lastaufnahmekapazität



Max. Hertz'sche Pressung ist das Resultat aller wirkenden Kräfte F_{total} pro Fläche:

$F_{total} = F_{internal} + F_{external}$

Die wirkenden Kräfte sind:

$F_{internal}$: Wirkende Kräfte durch Vorspannung, unterschiedliche Temperatur der Wälzpartner
 $F_{external}$: Wirkende Kräfte durch Radiale Belastungen, Momentbelastungen, etc.

Das heisst, die maximal mögliche externe Belastung «Tragfähigkeit» ist:

$F_{external} = F_{total} - F_{internal}$

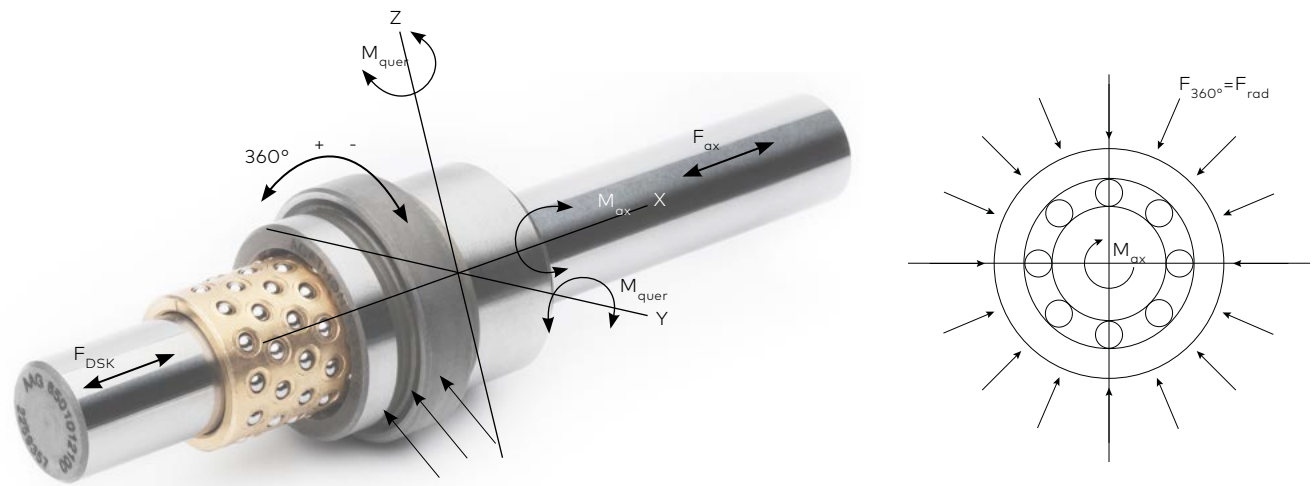
- Spezialfall gestreifte Fläche: maximal akzeptierbare Belastung unter der Voraussetzung, dass immer alle Kugeln vorgespannt sind (kein Spiel, d.h. elastische Verformung aller Wälzpartner < halbe Vorspannung)
- Rote Linie: maximale Last bei max. Hertz'scher Pressung

Auswirkungen von höherer Vorspannung

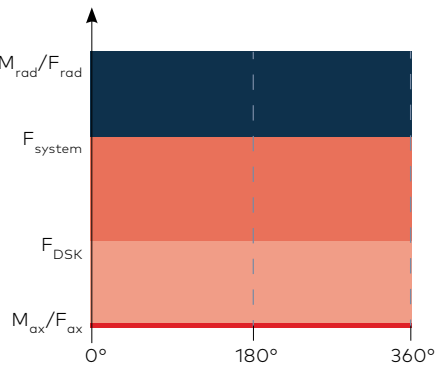
+	-
Höhere Steifigkeit	Lastaufnahmekapazität sinkt
Weniger Einfedern	Schnelleres Einlaufen – Reduzierte Lebenserwartung
Resonanzgrenze steigt	Verfahrkräfte steigen, Feingängigkeit sinkt
Weniger Rutschgefahr bei hohen Beschleunigungen	Sensitiver auf Temperaturänderungen

Kraft und Moment Diagramme

Mögliche Kräfte und Momente

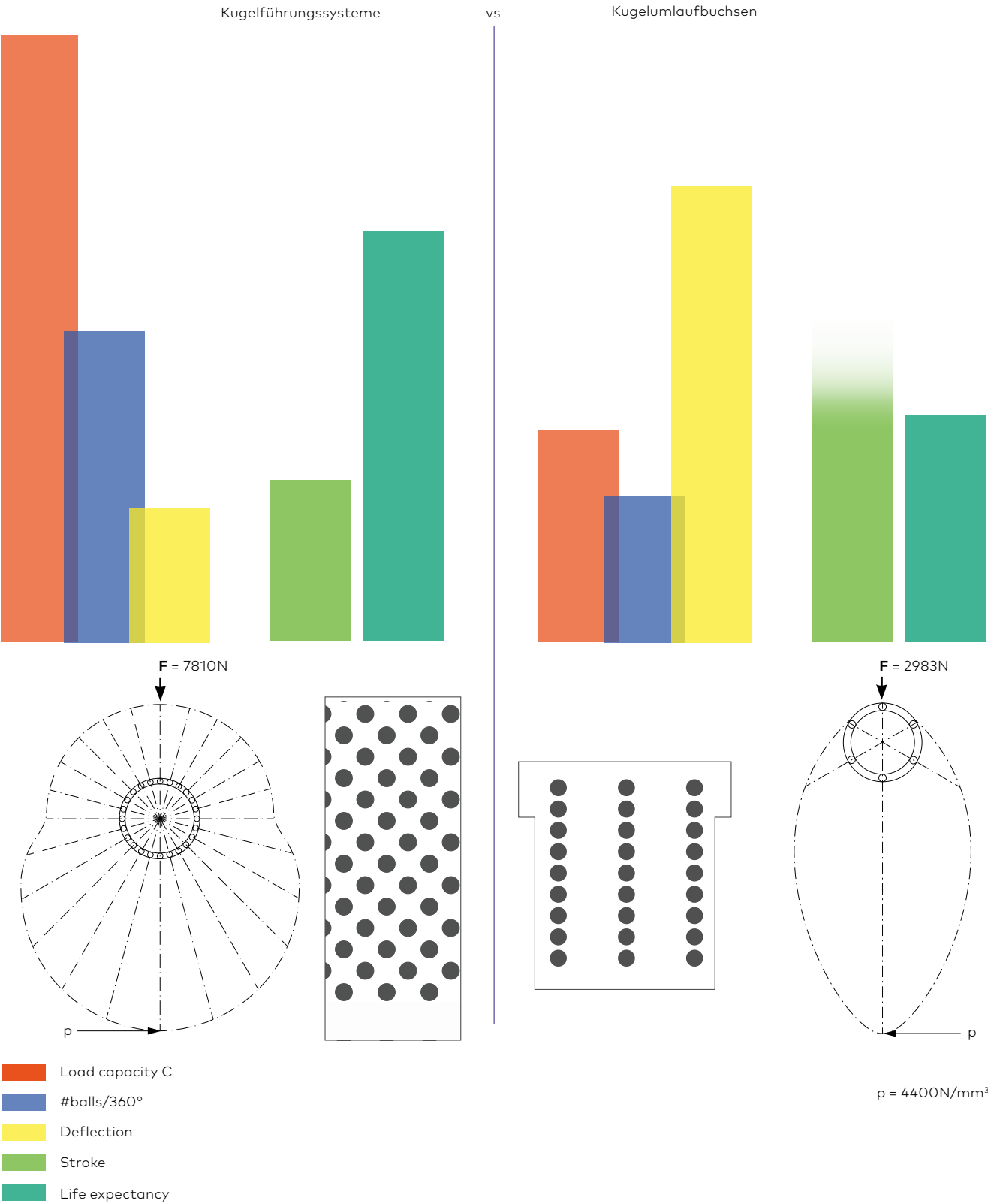


- F_{DSK} Durchschiebekraft
- F_{rad} Radiale Kraft (auf Skizze auch F_{360° genannt)
- F_{system} Maximale für die Führungen zur Verfügung stehende Systemkraft
- F_{ax} Übertragbare Axialkraft / Bewegungskraft
- $M_{rad} = M_{quer}$ Radiales Belastungsmoment
- M_{ax} Axiales, übertragbares/aufnehmbares Drehmoment

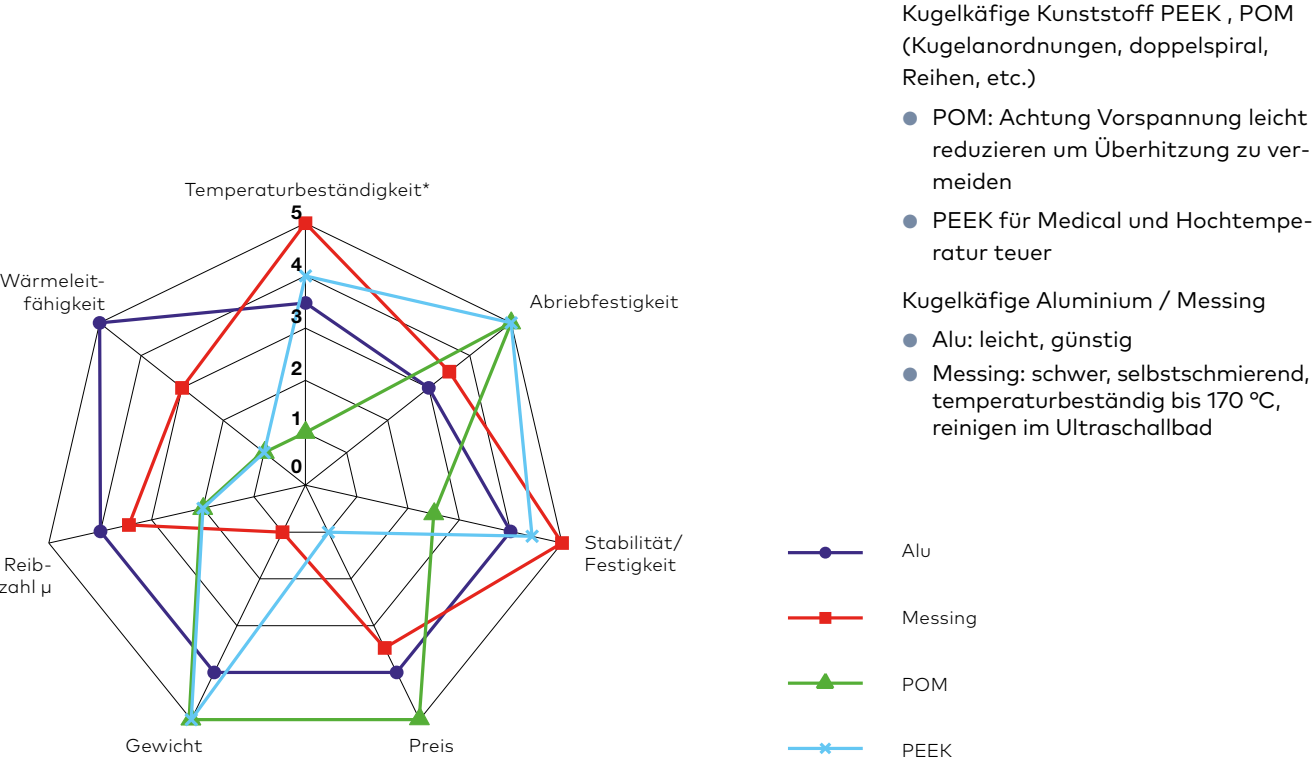


Kraft und Moment-aufnahme (Eignung)	X-Achse		Y- und Z-Achse	
	Radialkraft	Momentbelastung	Radialkraft	Momentbelastung
Profilrollen	0	0	5	5
Agathon Rollen	0	0	3.5	3.5
KK Reihe	0	0	3.5	3.5
KK Doppelspiral	0	0	3	1.5

Vergleich Agathon Kugelführungssysteme mit Kugelumlaufbuchsen



Eigenschaften der Käfigmaterialien



Kugelkäfige Kunststoff PEEK , POM
(Kugelanordnungen, doppelspiral, Reihen, etc.)

- POM: Achtung Vorspannung leicht reduzieren um Überhitzung zu vermeiden
- PEEK für Medical und Hochtemperatur teuer

Kugelkäfige Aluminium / Messing

- Alu: leicht, günstig
- Messing: schwer, selbstschmierend, temperaturbeständig bis 170 °C, reinigen im Ultraschallbad

Kriterium / Pt.	1 (-)	2	3	4	5 (+)
Temperaturbeständigkeit*	80°C	100°C	120°C	200°C	> 200°C
Abriebfestigkeit	normaler Abrieb				geeignet für Reinraum
Stabilität/Festigkeit	tief				hoch
Preis	teuer				preiswert
Gewicht	schwer				leicht
Reibzahl μ (Gleiteigenschaft)	0.42		0.2		0.1
Wärmeleitfähigkeit	schlecht				gut

* Gilt nur für Käfigmaterial (Schlagzähigkeit)! Wälzkörper, Säulen und Buchsen nur bis 120°C (Formenbau bis 150°C, eingeschränkte Belastung, Lebensdauer).

Dichtungssysteme

- Abstreifringe
- Faltenbälge aus verschiedenen Materialien, auch kundenspezifisch

Schmierungen

- Lebensdauerschmierung
- Anwendungsspezifisch
- Komplett ohne Schmiermittel
- Automatische Schmieranlagen für reduzierten Unterhalt

Korrosionsschutz

- Chemische Behandlungen oder Werkstoffe nach Absprache

Mögliche Werkstoffe

Säulen und Buchsen	Wälzlager- und Einsatzstahl Rostbest. Stahl		
Kugeln	Wälzlagerstahl rostbeständiger Stahl, Keramik	Kugelkäfige	Aluminium, Messing, POM/PEEK
Rollen	Wälzlagerstahl	Rollenkäfige	Aluminium, Messing



Technisches Pflichtenheft für Führungselemente		
* durch Agathon AG auszufüllen		Vertretung:
Geprüft (Dat./Visa): Angebots-Nr.:		Bearbeiter (Dat./Visa):
Freigabe (Dat./Visa): Abgabedatum:		
Kunde	1. Firma / Name: Anfrage-Nr.:	
	2. Anschrift:	
	3. techn. Bearbeiter: Abt.: Tel.:	
	4. kauf. Bearbeiter: Abt.: Tel.:	
Anwendung	10. Anwendung in: ☐ allgem. Maschinenbau ☐ Stanzwerkzeug ☐ Formenbau ☐ Werkzeugmaschine ☐ Verpackungsmaschine ☐ sonstige Branche: ☐ Textilmaschine ☐ Apparatebau ☐ Feinwerktechnik/Optik ☐ Messtechnik ☐ Betriebsmittelbau	
Anforderung	20. Zu bearbeitendes Material: Dicke:	
	21. Hub-Bewegung: Hubzahl min: Hublänge mm:	
	22. min. Lebensdauer: Hübe Antriebsart (Presse)	
	23. Zu produzierende Menge: Stück	
	24. Dreh-Bewegung: Drehzahl min:	
	25. Belastung: Radial N: Moment Nm:	
	26. Führungsgenauigkeit: µm:	
	27. Gängigkeit: ☐ normal ☐ leicht ☐ extra leicht	
	28. Umgebungseinflüsse: Temperatur °C: aggressive Medien: Schmutz-Art: sonstiges:	
	29. Abdichtung: ☐ vom Kunden ☐ durch Agathon AG	
30. Besondere Forderungen:		
Bearbeitthinweis	40. Angebot für Stück:	
	41. Abgabetermin:	
	42. Preisvorstellung:	
	43. Jahresbedarf (geschätzt):	
	44. Neukonstruktion: ☐ ja ☐ nein	
	45. Wettbewerber:	
Auswertung*	46. Anlagen: ☐ Zeichnungen ☐ Musterteile ☐ Skizze ☐ Beschreibung	
	50. Standard-Typen gemäss Katalog: Wellen Typ: Bestell-Nr.: Kugelkäfig Typ: Bestell-Nr.: Führungsbuchse Typ: Bestell-Nr.:	
	51. Sonderanfertigung: ☐ nach Kundenzeichnung-Nr.: ☐ nach Agathon-Zeichnung-Nr.:	
	52. Berechnung von: ☐ Tragfähigkeit ☐ Auslenkung ☐ Beschleunigung ☐ sonstiges:	

Dieses Formular ist auf der Website verfügbar unter <https://www.agathon.ch/download/> [Downloads Normalien] {Formular FE}



STRIVE FOR THE BEST.