



**SPINDELLAGER**



## INHALTSVERZEICHNIS

HQW - MADE IN GERMANY .....	4
Das Unternehmen HQW .....	4
Qualität .....	5
Engineering-Support .....	5
Spindellager .....	6
Anwendungen .....	7
 WERKSTOFFE UND KOMPONENTEN .....	 8
Ringe .....	8
Korrosionsbeständigkeit .....	9
Kugeln .....	10
Hybrid-Spindellager .....	10
Käfige .....	11
 SCHMIERUNG .....	 12
Fett-Schmierung .....	12
Öl-Schmierung .....	13
 BAUFORMEN VON SPINDELLAGERN .....	 14
Die offene Bauform .....	14
Die abgedichtete Bauform .....	14
Die Sonderbauform ACI .....	15
Druckwinkel .....	15
 BEZEICHNUNGSSYSTEM .....	 16
SPINDELLAGERTABELLEN .....	18
 LAGERVORSPANNUNG .....	 36
Federvorspannung .....	36
Starre Vorspannung mit gepaarten Lagern .....	37
Drehzahlreduktion bei starrer Lageranordnung .....	37
 ABHEBEKRAFT .....	 38
GEPAARTE SPINDELLAGER .....	39
 ZWISCHENRINGE .....	 40
MASS-, FORM- UND LAUGENAUIGKEIT DER SPINDELLAGER .....	41
PASSUNGSWAHL .....	43
FETTVERTEILUNGSLAUF .....	45
HANDHABUNG VON HQW-SPINDELLAGERN .....	45



## HQW - MADE IN GERMANY

HQW Precision ist eine Premium-Marke – Made in Germany. Als Premiumanbieter haben wir den Anspruch High End Wälzläger und Baugruppen zu einem hervorragenden Preis-Leistungs-Verhältnis zu fertigen, die sich nach den Wünschen und Anforderungen der Kunden richten. Es ist uns wichtig unseren Kunden eine gleichbleibende Qualität unserer Produkte zu bieten, welches sich in der Einhaltung der höchsten Qualitätsstandards widerspiegelt. Als Partner für unsere Kunden stehen wir Ihnen mit umfangreichen Supportmöglichkeiten zur Seite.

## SPINDELLAGER VON HQW

HQW hat sich auf die Herstellung von Spindellagern aus nichtrostenden Stählen spezialisiert und fertigt diese in den höchsten Genauigkeitsklassen. Der Fokus der Marke HQW liegt hierbei auf dem Abmessungsbereich 3 bis 25 mm Innendurchmesser. Sie zeichnen sich durch eine besonders hohe Lebensdauer, extreme Korrosionsbeständigkeit und Eignung für höchste Drehzahlen aus. Die Qualitätsmaßnahmen im Reinraum Klasse 7 sorgen für höchste Reinheit. Dies stellt ein wichtiges Qualitätskriterium für hochgenaue Wälzläger im Fertigungsprozess dar, wodurch wir unser Qualitätsniveau erreichen. Durch unsere flexibel ausgerichtete Fertigung und einen Vorrat vieler Produkttypen gehen wir optimal auf Ihre Bedürfnisse ein.

## QUALITÄT

Als Anbieter im Premiumsegment und „Made in Germany“ Hersteller nimmt der Qualitätsbegriff einen hohen Stellenwert in unserem Produktionsprozess ein. Die Toleranzen für die Maß-, Form- und Laufgenauigkeit unserer Spindellager werden gemäß der internationalen Norm ISO 492 und der nationalen DIN-Norm 620, sowie der amerikanischen ABEC-Norm für die Genauigkeitsklassen geprüft. Die verwendeten Kugeln unterliegen hierbei den höchsten Genauigkeitsklassen, mindestens „Grade 5“, genauso wie das Spindellager, welches von HQW bis zur höchsten Genauigkeitsklasse ABEC9 (P2) hergestellt wird. Unser Standort in Kürnach bei Würzburg ist nach der ISO-Norm 9001:2015 für das Qualitäts- und Prozessmanagement zertifiziert. Im Produktionsprozess wird dabei auf höchste Reinheit in allen Fertigungsstationen geachtet. Nach der Montage im Reinraum Klasse 7 werden die Lager einer 100%igen Geräuschprüfung unterzogen. Grundsätzlich werden Ihnen als Kunde von HQW nur Lager mit der besten Geräuschklasse für Ihre Anwendung zur Verfügung gestellt. Auf diese Weise stellen wir sicher, dass Sie als Kunde ein hochgenaues und langlebiges Produkt erhalten.

## ENGINEERING-SUPPORT

HQW versteht sich als globaler Entwicklungs- und Servicepartner ihrer weltweiten Kunden. Um dies zu gewährleisten, können Sie von unseren Technikexperten und unserem Labor mit verschiedenen Analysen und Prüfständen profitieren.

Unser Experten - Team für verschiedene Wälzlagerring-Anwendungen kann Ihnen über die grundlegenden Untersuchungen von Wälzlagern hinausgehend folgenden Support bieten:

- Durchführung von Lebensdauerberechnungen und Bewertung der Kinematik
- Steifigkeits- und Vorspannungsauslegung
- Thermische Betrachtung
- Wellenberechnung
- Schmierstoffempfehlung

Serviceleistungen des Labors:

- Lagerschadenuntersuchungen
- Fettanalysen
- Untersuchungen im Messlabor
- Reibungsmessung



## SPINDELLAGER

Spindellager sind einreihige und einseitig belastbare Schräkgugellager, die häufig in Werkzeugmaschinensspindeln eingesetzt werden. Bei sehr hohen Drehzahlen können Spindellager gleichzeitig hohe radiale und zusätzlich in einer Richtung axiale Kräfte aufnehmen. Standardmäßig haben Spindellager eine offene Schulter am Außenring. Durch diese Bauform kann eine höhere Kugelanzahl sowie ein Massivkäfig eingebaut werden, wodurch höhere Tragzahlen und höchste Drehzahlen ermöglicht werden. Spindellager werden gegen ein weiteres Lager vorgespannt, wodurch das gesamte System spielfrei wird. Hinsichtlich der Konstruktion, Laufgenauigkeit und der verwendeten Werkstoffe sind Spindellager somit auf höchste Drehzahlen und große Tragfähigkeiten ausgelegt.

MIT DER BEIDSEITIG BERÜHRUNGSLOSEN  
DICHTUNG AUS FLUORKAUTSCHUK (FvLLB)

GIBT ES KEINE REIBUNG UND KEINEN  
VERSCHLEISS

KUGELN AUS SILIZIUMNITRID  
(KERAMIK) ERLAUBEN EINE ENORME  
DREHZAHLSTEIGERUNG

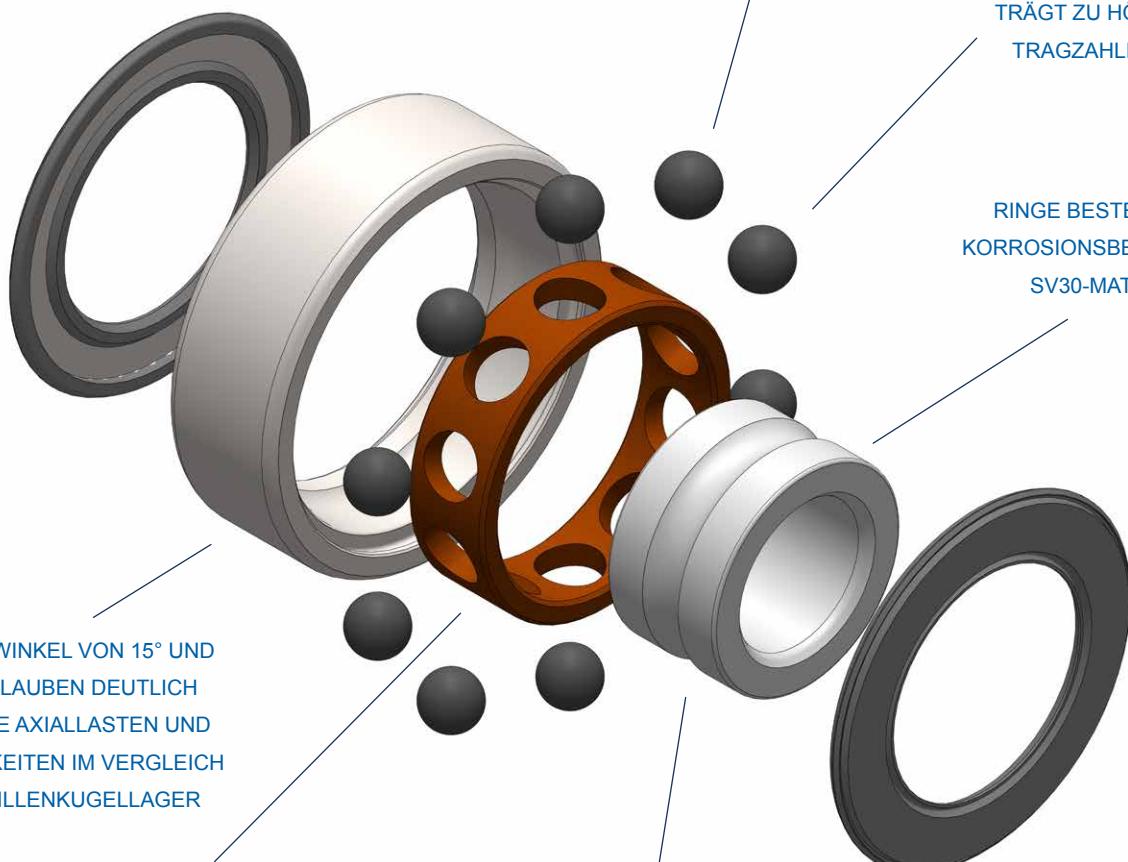
EINE HÖHERE KUGELANZahl  
TRÄGT ZU HÖHEREN  
TRAGZAHLEN BEI

RINGE BESTEHEN AUS  
KORROSIONSBESTÄNDIGEM  
SV30-MATERIAL

DRUCKWINKEL VON 15° UND  
25° ERLAUBEN DEUTLICH  
HÖHERE AXIALLASTEN UND  
STEIFIGKEITEN IM VERGLEICH  
ZUM RILLENKUGELLAGER

MASSIVKÄFIG AUS  
GEWEBEVERSTÄRKTEM PHENOLHARZ  
ODER HOCHLEISTUNGSKUNSTSTOFF  
FÜR SPEZIALANWENDUNGEN

HOCHLEISTUNGSSCHMIERSTOFFE  
ERMÖGLICHEN HOHE DREHZAHLEN  
UND EINE LANGE LEBENSDAUER



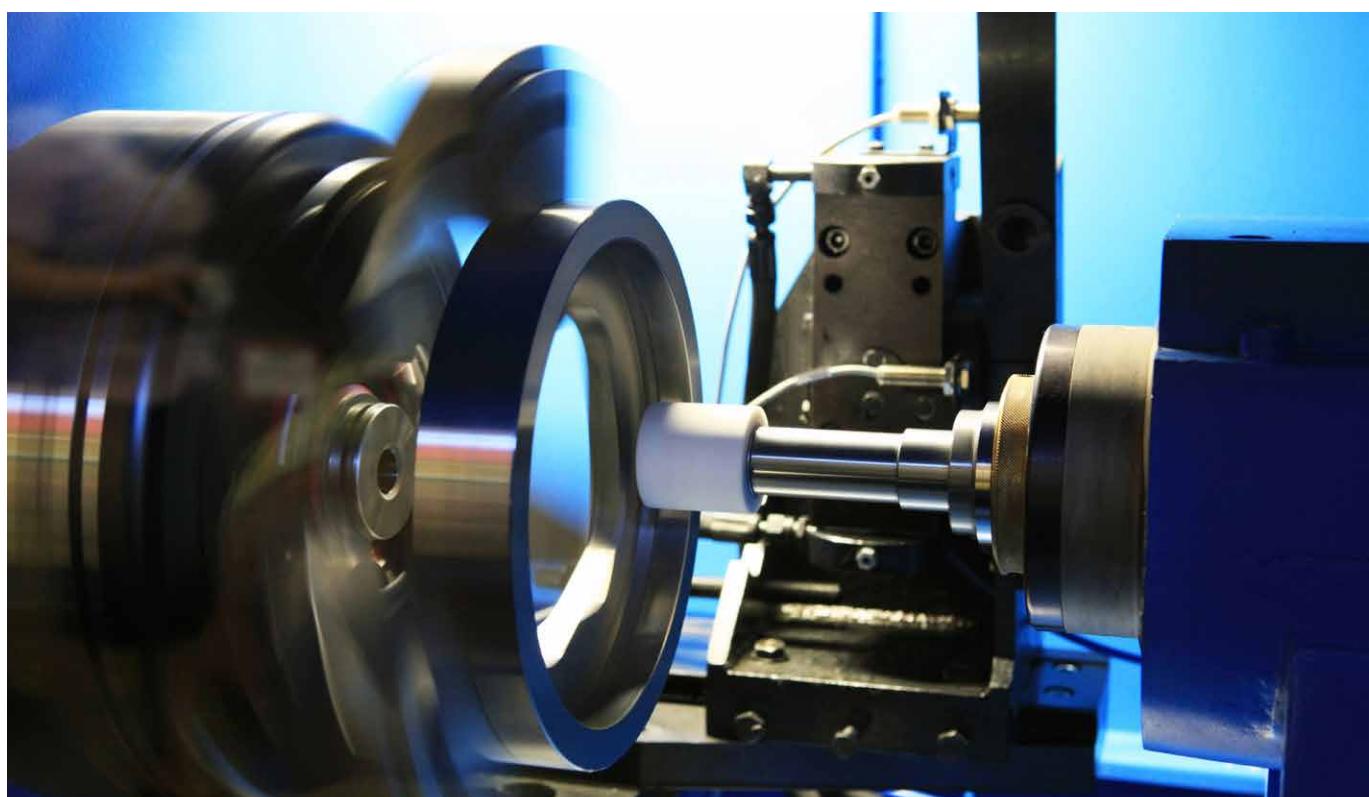
## ANWENDUNGEN

Der häufigste Einsatzzweck für Spindellager sind Werkzeugmaschinenspindeln, wodurch das Spindellager seinen Namen erhalten hat. Den besonders hohen Anforderungen an die Spindel muss auch das Lager gerecht werden. Dabei muss die Auslegung der Spindellagerung speziell für die jeweilige Anwendung erfolgen. Größe und Art des zu bearbeitenden Werkstückes erfordern unterschiedlich hohe Drehzahlbereiche, wobei die Anforderungen an die Leistungsdichte, die kompakte Bauweise und die Wartungsfreundlichkeit gleichbleibend sind.

In dem Bild unten ist eine moderne Motorschleifspindel zu sehen, die Drehzahlen von bis zu 180.000 Umdrehungen pro Minute erreicht. Gleichzeitig werden höchste Anforderungen an die Laufgenauigkeit und Laufruhe gestellt. Um dies zu erreichen, müssen die rotierenden Bauteile feinstgewichtet sein und die Lagerungen höchsten Qualitätsansprüchen gerecht werden. Spindellager von HQW erfüllen diese Anforderungen bis auf das letzte  $\mu$ .

Unsere Spindellager kommen in unterschiedlichsten Anwendungen zum Einsatz: Egal ob Motorspindeln oder riemengetriebene mechanische Spindeln, HQW - Spindellager werden in vielen Anwendungsbereichen eingesetzt und erfüllen die höchsten Anforderungen.

Eine weitere Einsatzmöglichkeit von HQW-Spindellagern sind Drehdurchführungen für Werkzeugmaschinenspindeln. Diese sorgen bei hohen Drehzahlen für die Durchführung der Kühlflüssigkeit durch die drehende Spindelwelle mit einem Druck von bis zu 150 bar. Dabei werden hohe Anforderungen in Bezug auf Drehzahl und Axiallasten gestellt.



## WERKSTOFFE UND KOMPONENTEN

Beim Spindellager handelt es sich um eine Spezialform des einreihigen Schräkgugellagers bestehend aus einem Innen- und Außenring, Kugeln, einem Massivkäfig und optionalen Dichtscheiben. Abhängig vom Anwendungsfall variieren die Komponenten der Lagerausführung. Unsere Anwendungsingenieure beraten Sie gerne.

### RINGE

HQW - Spindellagerringe werden standardmäßig aus dem Material X30CrMoN15-1 (HQW-Bezeichnung: SV30) hergestellt. Dieser hochreine Edelstahl weist eine sehr feine Zusammensetzung der Mikrostrukturen auf, wodurch eine Verbesserung der mechanischen Eigenschaften sichergestellt wird. Aus der untenstehenden Tabelle geht die Zusammensetzung des Werkstoffs hervor. Zum Vergleich sind der Edelstahl X65Cr13, sowie der Standard-Wälzlagerstahl 100Cr6 aufgeführt, die auf Wunsch ebenfalls Verwendung finden könnten.



Bezeichnung			Werkstoffzusammensetzung								
Werkstoff	DIN	HQW	Cr	C	Si	Mn	P	S	Mo	N	
X30CrMoN15-1	1.4108	SV30	14,0-16,0	0,25-0,35	--	--	--	--	0,85-1,10	0,30-0,40	
X65Cr13	1.4037	S	12,50-14,50	0,43-0,50	≤ 1,00	≤ 1,00	≤ 0,040	≤ 0,030	--	--	
100Cr6	1.3505	--	1,35-1,60	0,93-1,05	0,15-0,35	0,25-0,45	≤ 0,025	≤ 0,025	--	--	

### VORTEILE VON SV30

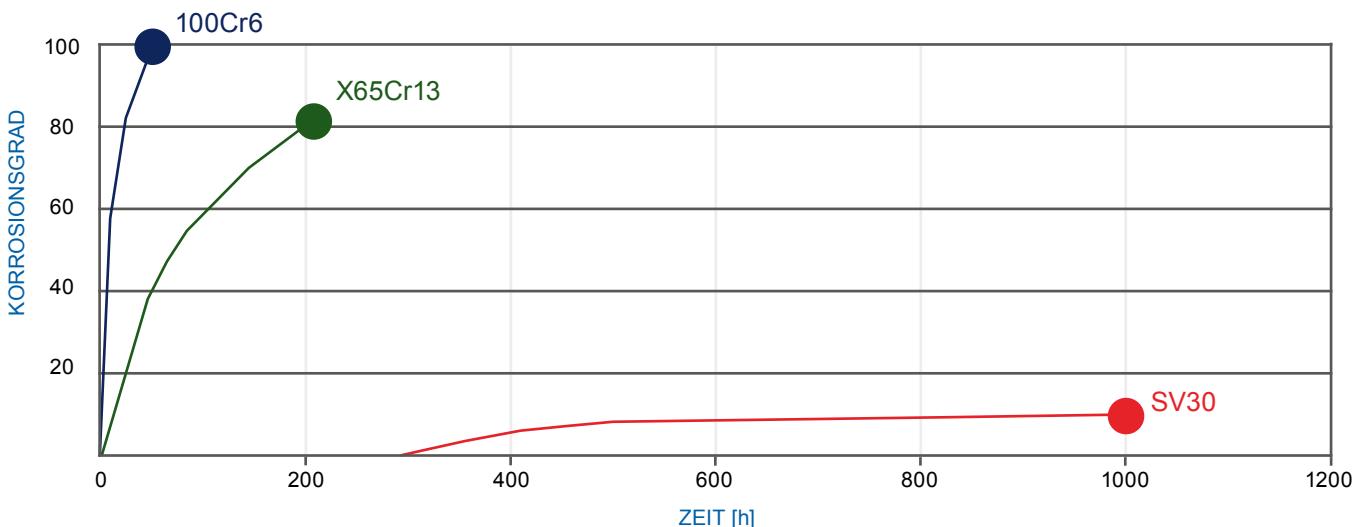
- Längere Lebensdauer im Vergleich zu herkömmlichen Materialien
- Höchste Korrosionsbeständigkeit
- Verbesserte mechanische Eigenschaften durch sehr feines Gefüge
- Hohe Laufruhe
- Hohe Temperaturbeständigkeit bis zu 300°C
- Hohe chemische Beständigkeit

### ANWENDUNGSBEREICHE FÜR SV30

- Werkzeugmaschinenspindeln
- Medizintechnik
- Vakuumtechnik
- Luft- und Raumfahrt
- Mess- und Regeltechnik
- Lebensmittelindustrie

## KORROSIONSBESTÄNDIGKEIT

Die Abbildung des Korrosionsgrades in Abhängigkeit von der Zeit verdeutlicht die außergewöhnliche Korrosionsbeständigkeit des von HQW verwendeten Hochleistungsmaterials SV30 im Vergleich zu den herkömmlichen Wälzgeräten 100Cr6 und X65Cr13.



100Cr6  
nach 50 h



X65Cr13  
nach 200 h



SV30  
nach 1000 h

Die hohe Korrosionsbeständigkeit zeigen auch die abgebildeten Prüfringe, die im Rahmen des Salzsprüh-tests nach der DIN-Norm EN ISO 9227:2012 in der hauseigenen Prüfkammer getestet wurden. Die konstanten Prüfbedingungen umfassen die Konzentration der Salzlösung, die Temperatur, den Druck sowie den pH-Wert. Die Prüfdauer richtet sich nach dem Korrosionsgrad des Prüfringes. Entsprechend wurde der Salzsprüh-test bei dem Standardstahl für Wälzgeräte, dem 100Cr6, nach 50 Stunden aufgrund hoher Korrosion abgebrochen. Der X65Cr13, welcher der Standardstahl für nichtrostende Wälzgeräte ist, korrodiert durch den höheren Chromanteil langsamer. Wenn Sie aber eine Anwendung haben, die einen besonders niedrigen Korrosionsgrad erfordert, empfehlen wir den SV30-Stahl, der im Salzsprüh-test nach 1.000 Stunden lediglich leichte Spuren von Korrosion aufwies.

## KUGELN

Die Kugeln der HQW-Spindellager bestehen aus dem nichtrostenden Standard-Wälzgerstahl (X65Cr13). In vielen unserer Produkte, die in anspruchsvollen Applikationen zum Einsatz kommen, werden Keramikkugeln aus Siliziumnitrid ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) eingesetzt. Für die Spindellager von HQW werden ausschließlich Kugeln der beiden höchsten Genauigkeitsklassen Grade 3 und 5 verwendet. Diese beiden Klassen erfüllen die engsten Vorschriften hinsichtlich Abmaß, Rundheit und Rauigkeit.

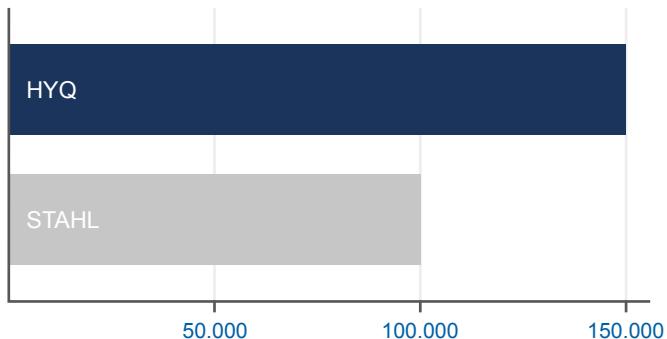


## HYBRID-SPINDELLAGER

Besonders hohe Anforderungen kann HQW durch Spindellager in der Hybridausführung erfüllen. Innen- und Außenring bestehen hierbei aus nichtrostendem Stahl und die Kugeln aus Siliziumnitrid. Im HQW-Bezeichnungssystem sind Hybridspindellager mit dem Kürzel „HYQ“ ausgewiesen. Durch den Einsatz von Hybridlagern kann eine Erhöhung der Drehzahlgrenze um bis zu 50% erreicht werden, wie in der Abbildung unten zu sehen ist. Zudem kann eine deutlich höhere Lebensdauer im Mangelschmierungsbereich erzielt werden. Sprechen Sie unsere Anwendungsingenieure darauf an, wie sich die jeweiligen Vorteile bei Ihrer Anwendung auswirken.



### DREHZAHLGRENZE BEI HQW-HYBRIDSPINDELLAGER



## VORTEILE VON HYBRIDLAGERN

- Deutlich höhere Lebens- & Fettgebrauchsdauer
- Drehzahlsteigerung bis zu 50%
- Höhere Medien- und Korrosionsbeständigkeit
- Stromisolierend
- Nicht magnetische Kugeln
- Notlaufeigenschaften bei Mangelschmierung
- Niedrigerer Reibungskoeffizient
- Geringere Wärmeentwicklung

## KÄFIGE

Spindellager müssen besondere Anforderungen im Hinblick auf den Käfig erfüllen, weshalb diese an unserem Standort in Kürnach maschinell gefertigt werden. Durch den Käfig werden die Kugeln auf Abstand gehalten, wodurch der direkte Kontakt zwischen den Kugeln unterbunden wird und eine gleichmäßige Lastverteilung im Lager erfolgt. HQW - Spindellager enthalten standardmäßig einen Massivkäfig aus gewebeverstärktem Phenolharz.

Wenn es für Ihre Anwendung erforderlich ist, können Käfige auch aus Hochleistungskunststoffen wie PEEK oder Torlon® gefertigt werden. Kunststoffe finden Verwendung wegen ihres geringen Gewichts, ihrer Korrosionsbeständigkeit und der geringeren Reibung. Letzteres führt zu einem geringeren Verschleiß, sowie einer reduzierten Wärmeentwicklung, wodurch die Drehzahleignung verbessert wird und sich die Fettgebrauchsdauer erhöht. Aus diesen Gründen eignen sich Kunststoffe besonders gut als Käfigmaterial für Lager in Werkzeugmaschinenspindeln.

### VORTEILE VON MASSIVKÄFIGEN IM VERGLEICH ZU SPRITZGUSS- UND STAHLKÄFIGEN

- Hochgenau
- Größere Auswahl an geeigneten Materialien
- Flexible Konstruktionen, die kurzfristig ausführbar sind
- Wirtschaftliche Produktion bei kleineren und mittleren Stückzahlen
- Hohe Lebensdauer
- Höchste Drehzahlen

Käfigtypen	Kurzbezeichnung	Käfigtyp	Besonderheiten
	TA TB	Maschinell gefertigter, einteiliger Massivkäfig aus gewebeverstärktem Phenolharz. (A = Außenringgeführt, B = Innenringgeführt)	Für Spindellager mit hoher Genauigkeit für sehr hohe Drehzahlen, hohe Festigkeit, für gute Notlaufeigenschaften; Ölprägnierung möglich.
	TxA TxB	Maschinell gefertigter, einteiliger Massivkäfig aus Hochleistungskunststoff (PEEK, Torlon® u. a.). (A = Außenringgeführt, B = Innenringgeführt x = Material)	Für Spindellager mit sehr hohen Drehzahlen, hohe Festigkeit und beste Notlaufeigenschaften; auch geeignet für Hochtemperaturanwendungen (Betriebstemperatur von Torlon® bis zu 260°C)

## SCHMIERUNG

Die Hauptaufgabe eines Schmiermittels ist es einen hydrodynamischen Schmierfilm zwischen Wälzkörper und Laufbahn zu bilden und damit den direkten Kontakt zwischen den Reibflächen der Einzelkomponenten zu verhindern.

Weitere Aufgaben des Schmierfilms sind:

- Reduzierung der Reibung
- Minimierung des Verschleißes
- Korrosionsschutz
- Wärme aus dem Lager abführen

Die Wahl des Schmiermittels erfolgt anwendungsbezogen unter Berücksichtigung anwendungsspezifischer Kundenanforderungen. Dafür stehen rund 300 verschiedene Fette und Öle zur Verfügung. Die verschiedenen Schmierungsmöglichkeiten sind im Folgenden aufgeführt. Darüber hinaus sind Sonderbehandlungen des Spindellagers bzw. der einzelnen Bestandteile wie Vakuumimprägnierung des Käfigs, Beschichtung der Ringe oder Dispersionsbefettung möglich.



## FETT-SCHMIERUNG

Eine Fettschmierung zeichnet sich durch in einem Verdicker gebundenes Öl aus, welches im Laufe der Lebensdauer kontinuierlich an die Kontaktstelle abgegeben wird. Die abgedichteten HQW-Spindellager sind standardmäßig mit einem Hochleistungsfett für die gesamte Lebensdauer geschmiert, wodurch ein externes Schmiersystem nicht erforderlich ist. Im Vergleich zur Öl-Schmierung sind geringere Drehzahlgrenzen zu beachten.

### VORTEILE DER ABGEDICHTETEN HQW-SPINDELLAGER MIT FETT-SCHMIERUNG

- Lebensdauerschmierung
- Wartungsfreiheit
- Kein externes Schmiersystem nötig
- Optimale Fettmenge
- Einsatz eines Hochleistungsschmierstoffes (Drehzahlkennwert  $n \cdot d_m = 2\,000\,000$ )

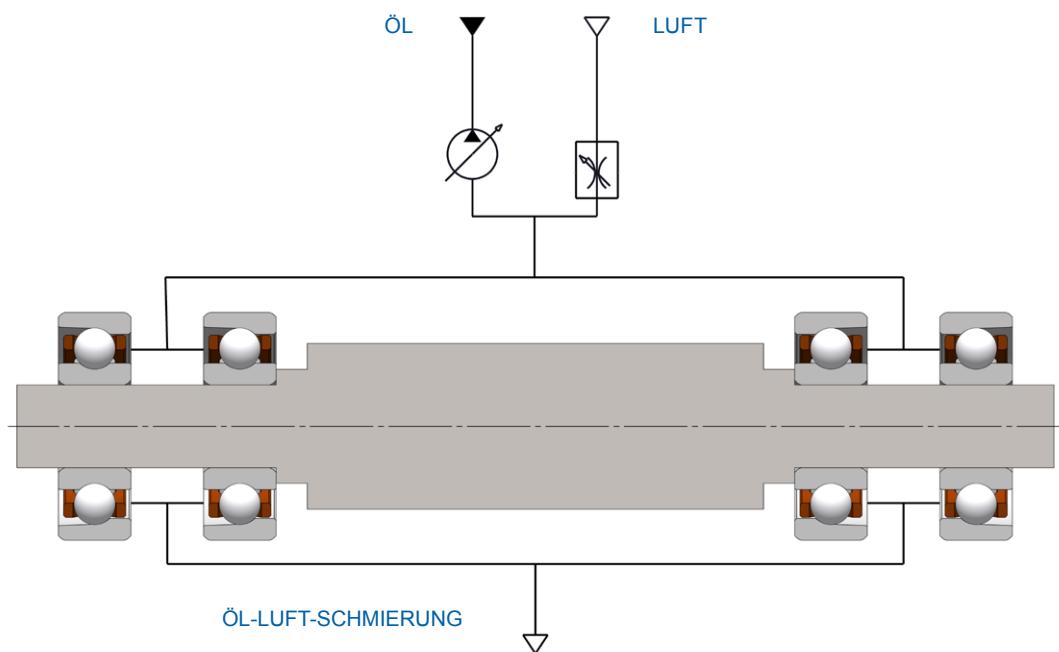
Unter Berücksichtigung der Betriebsbedingungen wird ein geeigneter Schmierstoff ausgewählt, um die erforderlichen Drehzahlgrenzen, Temperaturen und Reibwerte zu erreichen. Für unsere Spindellager verwenden wir standardmäßig ein Hochleistungs-Spezialschmierfett, welches auf einem synthetischen Öl und einem Polyharnstoff-Verdicker basiert. In Tests hat sich das Fett als sehr leistungsfähig mit Drehzahlkennwerten von zwei Millionen ( $n \cdot d_m$ ) bewährt. Hinzu kommt ein kürzeres Einlaufverhalten, sowie ein geringeres Anlaufmoment.

## ÖL-SCHMIERUNG

Im Vergleich zu einer Fett-Schmierung kann der Einsatz geölter Kugellager Vorteile haben. Besonders schnelldrehende Spindellager werden vorwiegend mit Hochleistungsölen geschmiert. Zudem werden offene HQW-Spindellager standardmäßig geölt ausgeliefert. Falls entgegen der zuvor beschriebenen Lebensdauerschmierung eine Verlustschmierung angestrebt wird, muss dem Lager in regelmäßigen Abständen die optimale Menge Schmierstoff zugeführt werden, um die erwartete Lebensdauer des Lagers zu erzielen. Die Abstände der Nachschmierung können stark variieren – von zwei Jahren bis hin zur kontinuierlichen Förderung. Die Optimierung der Schmierung hinsichtlich der Zeitintervalle und der Schmiermenge kann eine erhebliche Kosteneinsparung beim Maschinenbetreiber bewirken. Wenn eine solche regelmäßige Nachschmierung der Lager erforderlich ist, kann in dem System zum Beispiel ein externes Öl-Luft-Schmieraggregat integriert werden.

### VORTEILE DER ÖL-SCHMIERUNG

- Höchste Drehzahlen sind möglich
- Geringes Anlaufreibmoment
- Geringe Reibung
- Gezielte Zuführung des Schmierstoffes in die Laufbahnen



Diese Schmierungsart, die bei modernen Werkzeugmaschinenspindeln oft verwendet wird, wird als Öl-Luft-Schmierung oder Öl-Minimalmengen-Schmierung bezeichnet. Hierfür wird vor der Spindel ein Ölfilm gebildet und zum Lager gefördert. Idealerweise erhält jedes Lager eine eigene Öl-Luft-Versorgung. Der Aufbau der Öl-Luft-Schmierung ist in der oben abgebildeten Grafik schematisch dargestellt. Bei der Öl-Luft-Schmierung können besonders hohe Drehzahlen gefahren werden und sie bietet den weiteren Vorteil des Wärmeabtransports aus dem Lager.

## BAUFORMEN VON SPINDELLAGERN

Bei der Bauform kann zwischen offenen und abgedichteten Spindellagern unterschieden werden. Zudem kann gewählt werden, an welchem Ring die offene Schulter ausgeführt wird.

### DIE OFFENE BAUFORM

Bei offenen Spindellagern ist eine optimale Ausnutzung des Lagerinnenraums mit großen Kugeln und einem Massivkäfig gegeben. Dadurch wird die größtmögliche Tragfähigkeit und somit die höchste Lebensdauer erzielt. Die offene Bauweise empfiehlt sich bei einer Öl-Schmierung, hierbei kann eine Nachschmierung über Zwischenringe realisiert werden. Zu beachten ist, dass kein Schmutz in das Lager eindringt und eine konstante Nachschmierung sichergestellt ist.



OFFENE BAUFORM

### DIE ABGEDICHTETE BAUFORM

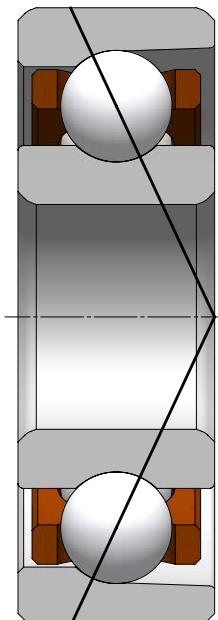
Abgedichtete HQW-Spindellager haben grundsätzlich eine beidseitig berührungslose Dichtung, wodurch ein erhöhter Schutz vor Verunreinigungen wie Staub und damit einhergehenden internen Beschädigungen gegeben ist. Gleichzeitig wird der Austritt des Schmiermittels gehemmt. Dichtungen werden in Kombination mit einer Fettlebensdauerschmierung empfohlen. Diese Abdeckungsvariante hat durch die Berührungslosigkeit keinen Einfluss auf die Reibung und wirkt sich somit nicht auf die Drehzahlgrenze und den Verschleiß aus, was mit einer langen Lebensdauer gleichzusetzen ist. Die Dichtungen von HQW bestehen aus Fluorkautschuk. Hierbei sind Spitzentemperaturen bis zu 230°C möglich und das Material hat eine sehr hohe Fett- und Mineralölbeständigkeit. Weitere Vorteile der abgedichteten Bauform sind eine einfachere Handhabung und der problemlose Einbau, wodurch sie besonders gut für den Austausch von Lagern geeignet ist. Die konstruktive Notwendigkeit von kleineren Kugeln gegenüber der offenen Bauform führt zu einer geringeren Tragfähigkeit, wohingegen sich die Drehzahlgrenze erhöht.



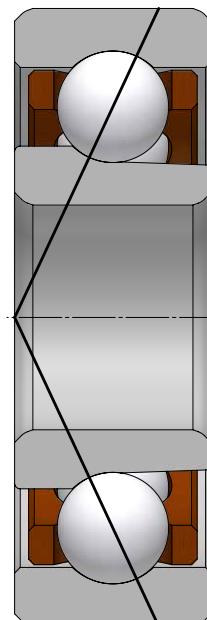
ABGEDICHTETE BAUFORM

## DIE SONDERBAUFORM ACI

In der Regel werden Spindellager eingesetzt, bei denen sich die offene Schulter am Außenring befindet (ACO). Für besondere Anwendungen ist es konstruktiv notwendig, die offene Schulter am Innenring (ACI) auszuführen (z. B. zerlegbares Lager).



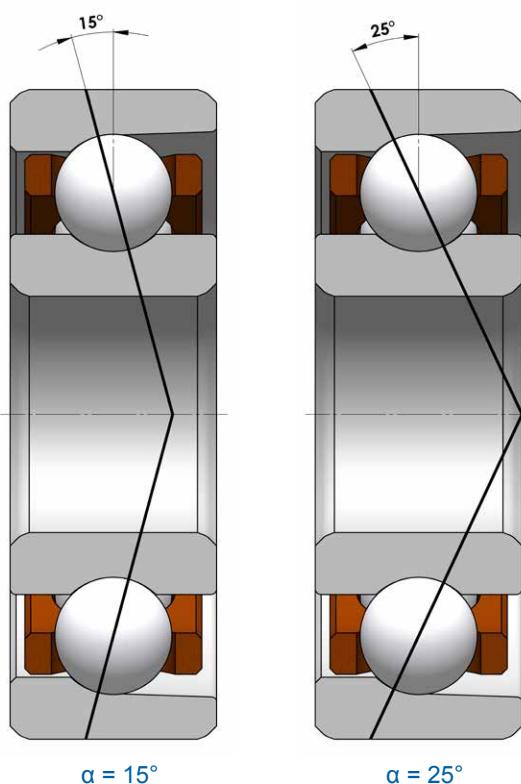
ACO



ACI

## DRUCKWINKEL

Die Kraftübertragung im Lager erfolgt im Druckwinkel ( $\alpha$ ) von der Welle auf den Innenring über die Kugeln auf den Außenring. Um eine gleichmäßige Belastung aller Lager in einem System zu gewährleisten, sollten diese die gleichen Druckwinkel haben. HQW-Spindellager sind mit einem Druckwinkel von  $15^\circ$  oder  $25^\circ$  verfügbar. Je größer der Winkel ist, desto höhere Axialkräfte können aufgenommen werden. Im Gegensatz dazu steigt die maximal zulässige Drehzahl bei einem kleineren Druckwinkel.

 $\alpha = 15^\circ$  $\alpha = 25^\circ$

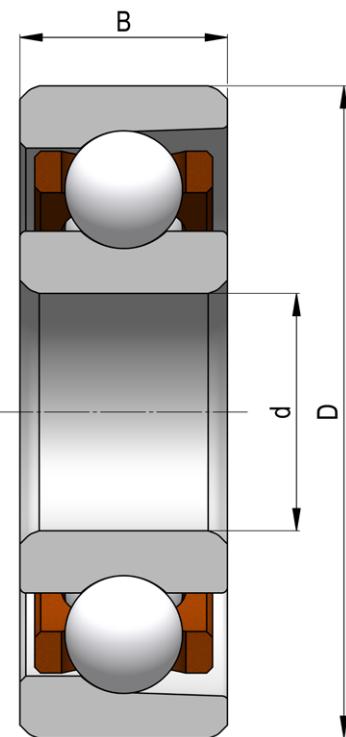
## BEZEICHNUNGSSYSTEM



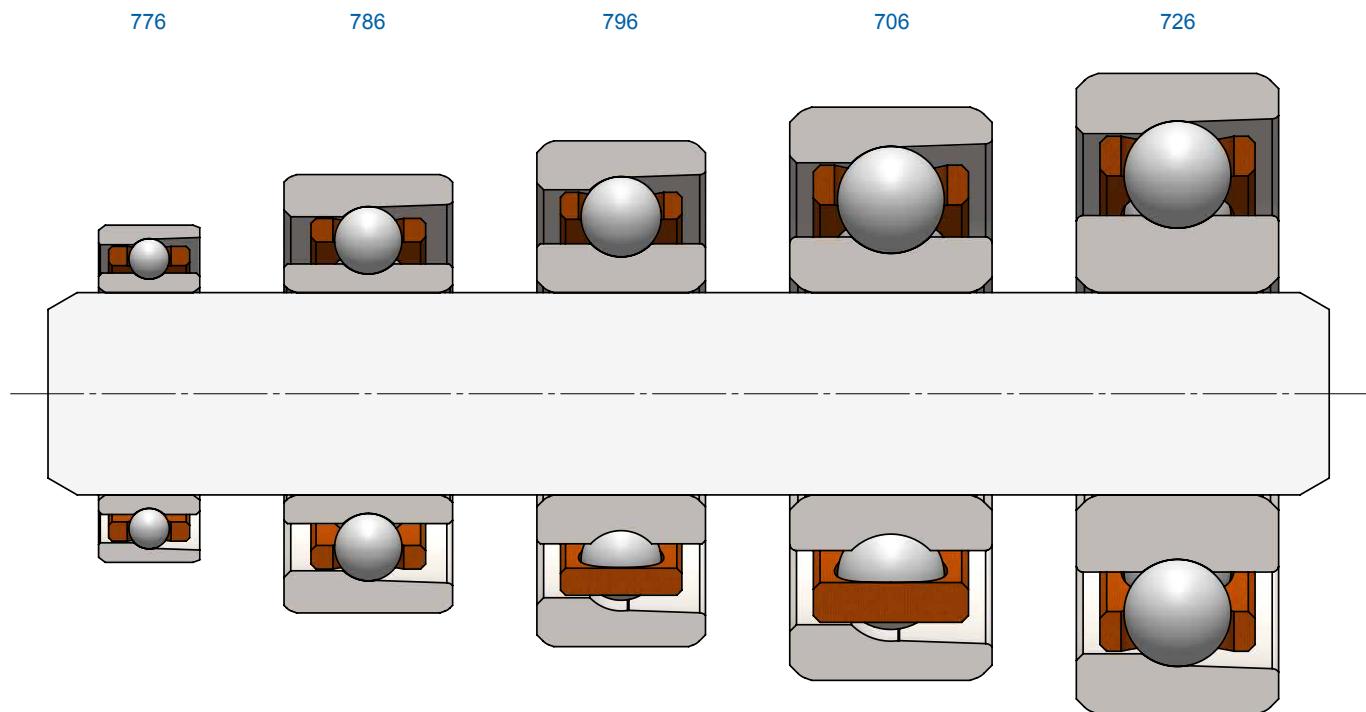
Kugelmaterial	-	X65Cr13																							
	HYQ	$\text{Si}_3\text{N}_4$																							
Ringmaterial	SV	X30CrMoN15-1																							
	S	X65Cr13																							
Basiszeichen		Abmessungen gemäß ISO 15																							
Druckwinkel $\alpha$	C	15°																							
	AC	25°																							
Interne Struktur	d	abweichender Innenring Ø (z.B. d3)																							
	D	abweichender Außenring Ø (z.B. D7)																							
	W	abweichende Lagerbreite (z.B. W4)																							
Dichtung	-	ohne Dichtung																							
	FvLLB	beidseitig, berührungslos FPM (Fluorelastomer)																							
Ausführung	ACO	1 Schulter am Außenring																							
	ACI	1 Schulter am Innenring																							
Käfig	A	A = Außenringführung, B = Innenringführung																							
	TA	Gewebeverstärktes Phenolharz																							
	TB																								
	TxA	Hochleistungsspezialkunststoff u.a.: PEEK, Torlon®																							
	TxB																								
	W	kein Käfig, vollkugelig																							
Genauigkeit	P4																								
	P4S																								
	P2	nach DIN 620																							
	A7																								
	A9	ABEC7 bzw. ABEC9 nach Annular Bearing Engineering Committee																							
Durchmessersortierung	X	Sortierung laut Tabelle <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="2">D</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th>0/-2,5</th> <th>-2,5/-5</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th>Code</th> <th>1</th> <th>2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>d</td> <td>0/-2,5</td> <td>1</td> <td>11</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td></td> <td>-2,5/-5</td> <td>2</td> <td>21</td> <td>x 22</td> </tr> </tbody> </table> <p>Beispiel: Code 11 (= Bohrungs Ø 0/-2,5µm, Außen Ø 0/-2,5µm) Weitere Sortierungs- / Toleranzgruppen möglich.</p>			D				0/-2,5	-2,5/-5			Code	1	2	d	0/-2,5	1	11	12		-2,5/-5	2	21	x 22
		D																							
		0/-2,5	-2,5/-5																						
		Code	1	2																					
d	0/-2,5	1	11	12																					
	-2,5/-5	2	21	x 22																					
Paarungsart	U	Universal																							
	DB	O-Anordnung																							
	DF	X-Anordnung																							
	DT	Tandem-Anordnung																							
Vorspannung	L	leicht																							
	M	mittel																							
	S	schwer																							
Geräuschprüfung	EQ	Beste Geräuschklasse																							
Schmierung	L39-15	Hochleistungsschmierstoff																							
	15-20%	Anteil der Schmierung am bestehenden freien Volumen																							

## MASSREIHEN

In nebenstehendem Bezeichnungssystem sind die Ausführungsvarianten hinsichtlich der Komponenten, Toleranzklassen und der Lagerauslegung aufgeführt. Aus der Kombination der Komponenten ergibt sich die Bezeichnung für das Spindellager. Anhand der nachfolgenden Tabellen lassen sich für die verschiedenen Auslegungsvarianten die Abmessungen, die dynamische und statische Tragzahl, sowie die Grenzdrehzahl ablesen. Aus der nebenstehenden Abbildung geht hervor auf welche Bereiche im Lager sich die Kürzel d, D und B beziehen. Zur optimalen Auswahl des Lagers für Ihre Anwendung beraten unsere Anwendungsingenieure Sie gerne.



In der folgenden Abbildung sind die unterschiedlichen Maßreihen beispielhaft anhand des Bohrungsdurchmessers 6mm dargestellt.



HQW-Type		Abmessungen			$\alpha$ [°]	Tragzahlen		*Grenzdrehzahl		
		d [mm]	D [mm]	B [mm]		dynamisch	statisch	Öl [min <sup>-1</sup> ]	Fett [min <sup>-1</sup> ]	
						C [N]	C <sub>0</sub> [N]			
723	offen	SV723 C TA	3	10	4	15	505	158	273000	220000
723	abgedichtet	HYQ SV723 C TA	3	10	4	15	505	110	394000	273000
		SV723 AC TA	3	10	4	25	485	106	228000	182000
		HYQ SV723 AC TA	3	10	4	25	485	106	334000	235000
		SV723 C FvLLB TA	3	10	4	15	505	157	273000	220000
	offen	HYQ SV723 C FvLLB TA	3	10	4	15	505	110	394000	273000
		SV723 AC FvLLB TA	3	10	4	25	485	151	228000	182000
		HYQ SV723 AC FvLLB TA	3	10	4	25	485	106	334000	235000
		SV774 C T4A	4	7	2	15	231	71	331000	267000
724	offen	HYO SV774 C T4A	4	7	2	15	231	50	478000	331000
		SV774 AC T4A	4	7	2	25	221	68	276000	221000
		HYQ SV774 AC T4A	4	7	2	25	221	47	404000	285000
		SV724 C TA	4	13	5	15	1340	525	212000	171000
	abgedichtet	HYQ SV724 C TA	4	13	5	15	1340	365	306000	212000
		SV724 AC TA	4	13	5	25	1290	505	177000	142000
		HYQ SV724 AC TA	4	13	5	25	1290	355	259000	183000
		SV724 C FvLLB TA	4	13	5	15	1340	525	212000	171000
725	offen	HYQ SV724 C FvLLB TA	4	13	5	15	1340	365	306000	212000
		SV724 AC FvLLB TA	4	13	5	25	1290	505	177000	142000
		HYQ SV724 AC FvLLB TA	4	13	5	25	1290	355	259000	183000
		SV734 C TA	4	16	5	15	1640	725	167000	135000
	abgedichtet	HYQ SV734 C TA	4	16	5	15	1640	505	241000	167000
		SV734 AC TA	4	16	5	25	1570	695	139000	112000
		HYQ SV734 AC TA	4	16	5	25	1570	485	204000	144000
		SV734 C FvLLB TA	4	16	5	15	1640	725	167000	135000
726	offen	HYQ SV734 C FvLLB TA	4	16	5	15	1640	505	241000	167000
		SV734 AC FvLLB TA	4	16	5	25	1570	695	139000	112000
		HYQ SV734 AC FvLLB TA	4	16	5	25	1570	485	204000	144000
		SV785 C TA	5	11	3	15	630	232	225000	182000
	abgedichtet	HYQ SV785 C TA	5	11	3	15	630	162	325000	225000
		SV785 AC TA	5	11	3	25	605	222	188000	150000
		HYQ SV785 AC TA	5	11	3	25	605	155	275000	194000
		SV725 C TA	5	16	5	15	1640	725	167000	135000
727	offen	HYQ SV725 C TA	5	16	5	15	1640	505	241000	167000
		SV725 AC TA	5	16	5	25	1570	695	139000	112000
		HYQ SV725 AC TA	5	16	5	25	1570	485	204000	144000
		SV725 C FvLLB TA	5	16	5	15	1640	725	167000	135000
	abgedichtet	HYQ SV725 C FvLLB TA	5	16	5	15	1640	505	241000	167000
		SV725 AC FvLLB TA	5	16	5	25	1570	695	139000	112000
		HYQ SV725 AC FvLLB TA	5	16	5	25	1570	485	204000	144000

Vorspannung $F_{va}$ / axiale Steifigkeit $c_a$ / Abhebekraft $K_{aE}$								
leicht (L)			mittel (M)			schwer (S)		
$F_{va}$ [N]	$c_a$ [N/ $\mu$ m]	$K_{aE}$ [N]	$F_{va}$ [N]	$c_a$ [N/ $\mu$ m]	$K_{aE}$ [N]	$F_{va}$ [N]	$c_a$ [N/ $\mu$ m]	$K_{aE}$ [N]
3	1,3	7	8	2,0	24	16	2,6	50
3	1,5	7	8	2,2	24	16	2,9	50
3	2,8	6	8	4,1	21	15	5,2	43
3	3,1	6	8	4,6	21	15	5,9	43
3	1,3	7	8	2,0	24	16	2,6	50
3	1,5	7	8	2,2	24	16	2,9	50
3	2,8	6	8	4,1	21	15	5,2	43
3	3,1	6	8	4,6	21	15	5,9	43
2	0,9	3	4	1,4	11	7	1,8	23
2	1,0	3	4	1,6	10	7	2,0	22
2	2,0	3	4	2,9	9	7	3,7	19
2	2,3	3	4	3,3	9	7	4,2	19
7	2,3	21	21	3,5	65	41	4,7	140
7	2,6	20	21	3,9	65	41	5,2	140
7	4,8	18	20	7,1	55	39	9,1	110
7	5,4	18	20	8,0	55	39	10,2	110
7	2,3	21	21	3,5	65	41	4,7	140
7	2,6	20	21	3,9	65	41	5,2	140
7	4,8	18	20	7,1	55	39	9,1	110
7	5,4	18	20	8,0	55	39	10,2	110
9	2,8	25	25	4,3	85	50	5,8	180
9	3,1	25	25	4,7	80	50	6,4	170
8	5,8	22	24	8,5	70	48	11,0	140
8	6,5	22	24	9,6	70	48	12,3	140
9	2,8	25	25	4,3	85	50	5,8	180
9	3,1	25	25	4,7	80	50	6,4	170
8	5,8	22	24	8,5	70	48	11,0	140
8	6,5	22	24	9,6	70	48	12,3	140
4	1,7	9	10	2,6	30	19	3,5	65
4	1,9	9	10	2,9	30	19	3,9	60
4	3,7	8	10	5,4	26	19	7,0	50
4	4,2	8	10	6,1	26	19	7,8	50
9	2,8	25	25	4,3	85	50	5,8	180
9	3,1	25	25	4,7	80	50	6,4	170
8	5,8	22	24	8,5	70	48	11,0	140
8	6,5	22	24	9,6	70	48	12,3	140
9	2,8	25	25	4,3	85	50	5,8	180
9	3,1	25	25	4,7	80	50	6,4	170
8	5,8	22	24	8,5	70	48	11,0	140
8	6,5	22	24	9,6	70	48	12,3	140

\*Für weitere Informationen stehen unsere Anwendungsingenieure gerne zur Verfügung.

HQW-Type		Abmessungen			$\alpha$ [°]	Tragzahlen		*Grenzdrehzahl		
		d [mm]	D [mm]	B [mm]		dynamisch	statisch	Öl [min <sup>-1</sup> ]	Fett [min <sup>-1</sup> ]	
						C [N]	C <sub>0</sub> [N]			
735	offen	SV735 C TA	5	19	6	15	2710	1220	139000	112000
		HYQ SV735 C TA	5	19	6	15	2710	860	200000	139000
		SV735 AC TA	5	19	6	25	2620	1180	116000	93000
		HYQ SV735 AC TA	5	19	6	25	2620	825	170000	120000
	abgedichtet	SV735 C FvLLB TA	5	19	6	15	1950	945	163000	128000
		HYQ SV735 C FvLLB TA	5	19	6	15	1950	660	232000	155000
		SV735 AC FvLLB TA	5	19	6	25	1870	905	136000	109000
		HYQ SV735 AC FvLLB TA	5	19	6	25	1870	630	197000	136000
776	offen	SV776 C TA	6	10	3	15	380	145	225000	182000
		HYQ SV776 C TA	6	10	3	15	380	102	325000	225000
		SV776 AC TA	6	10	3	25	360	138	188000	150000
		HYQ SV776 AC TA	6	10	3	25	360	97	275000	194000
786	offen	SV786 C TA	6	13	3,5	15	1220	535	186000	150000
		HYQ SV786 C TA	6	13	3,5	15	1220	375	269000	186000
		SV786 AC TA	6	13	3,5	25	1170	515	155000	124000
		HYQ SV786 AC TA	6	13	3,5	25	1170	360	227000	160000
	abgedichtet	SV786 C FvLLB TA	6	13	5	15	935	345	198000	160000
		HYQ SV786 C FvLLB TA	6	13	5	15	935	240	286000	198000
		SV786 AC FvLLB TA	6	13	5	25	895	330	165000	132000
		HYQ SV786 AC FvLLB TA	6	13	5	25	895	230	242000	171000
796	offen	SV796 C TA	6	15	5	15	1470	645	172000	139000
		HYQ SV796 C TA	6	15	5	15	1470	450	248000	172000
		SV796 AC TA	6	15	5	25	1400	620	143000	115000
		HYQ SV796 AC TA	6	15	5	25	1400	435	210000	148000
	abgedichtet	SV796 C FvLLB TA	6	15	5	15	1470	645	172000	139000
		HYQ SV796 C FvLLB TA	6	15	5	15	1470	450	248000	172000
		SV796 AC FvLLB TA	6	15	5	25	1400	620	143000	115000
		HYQ SV796 AC FvLLB TA	6	15	5	25	1400	435	210000	148000
706	offen	SV706 C TA	6	17	6	15	2550	1090	157000	127000
		HYQ SV706 C TA	6	17	6	15	2550	765	227000	157000
		SV706 AC TA	6	17	6	25	2470	1050	131000	105000
		HYQ SV706 AC TA	6	17	6	25	2470	740	192000	135000
	abgedichtet	SV706 C FvLLB TA	6	17	6	15	2550	1090	157000	127000
		HYQ SV706 C FvLLB TA	6	17	6	15	2550	765	227000	157000
		SV706 AC FvLLB TA	6	17	6	25	2470	1050	131000	105000
		HYQ SV706 AC FvLLB TA	6	17	6	25	2470	740	192000	135000

Vorspannung $F_{va}$ / axiale Steifigkeit $c_a$ / Abhebekraft $K_{aE}$								
leicht (L)			mittel (M)			schwer (S)		
$F_{va}$ [N]	$c_a$ [N/ $\mu$ m]	$K_{aE}$ [N]	$F_{va}$ [N]	$c_a$ [N/ $\mu$ m]	$K_{aE}$ [N]	$F_{va}$ [N]	$c_a$ [N/ $\mu$ m]	$K_{aE}$ [N]
14	4,1	43	41	6,4	140	85	8,8	310
14	4,6	43	41	7,1	140	85	9,7	300
14	8,6	38	40	12,7	110	80	16,4	240
14	9,6	38	40	14,2	110	80	18,3	240
10	3,7	31	30	5,8	100	60	8,0	230
10	4,1	31	30	6,5	100	60	8,8	220
10	7,6	27	29	9,4	85	60	14,7	170
10	8,6	27	29	12,7	85	60	16,4	170
2	1,4	5	6	2,1	18	12	2,7	38
2	1,5	5	6	2,3	18	12	3,0	38
2	3,0	5	6	4,3	15	11	5,5	32
2	3,3	5	6	4,8	15	11	6,2	32
7	2,8	20	19	4,4	65	37	6,0	140
7	3,1	19	19	4,8	65	37	6,6	140
6	5,7	17	18	8,5	50	36	11,0	110
6	6,4	17	18	9,5	50	36	12,3	110
5	2,1	14	15	3,1	46	29	4,2	95
5	2,3	14	15	3,5	45	29	4,6	95
5	4,4	12	14	6,5	39	27	8,3	80
5	5,0	12	14	7,2	39	27	9,3	80
8	2,6	23	23	3,9	75	45	5,3	160
8	2,9	22	23	4,4	70	45	5,8	150
7	5,4	20	21	7,9	60	42	10,2	120
7	6,0	20	21	8,9	60	42	11,4	120
8	2,6	23	23	3,9	75	45	5,3	160
8	2,9	22	23	4,4	70	45	5,8	150
7	5,4	20	21	7,9	60	42	10,2	120
7	6,0	20	21	8,9	60	42	11,4	120
13	3,8	41	39	6,1	130	80	8,3	300
13	4,3	41	39	6,7	130	80	9,1	290
13	8,0	36	38	11,8	110	75	15,3	230
13	9,0	36	38	13,2	110	75	17,1	230
13	3,8	41	39	6,1	130	80	8,3	300
13	4,3	41	39	6,7	130	80	9,1	290
13	8,0	36	38	11,8	110	75	15,3	230
13	9,0	36	38	13,2	110	75	17,1	230

\*Für weitere Informationen stehen unsere Anwendungsingenieure gerne zur Verfügung.

HQW-Type		Abmessungen			$\alpha$ [°]	Tragzahlen		*Grenzdrehzahl		
		d [mm]	D [mm]	B [mm]		dynamisch	statisch	C [N]	C <sub>0</sub> [N]	
726	offen	SV726 C TA	6	19	6	15	2710	1220	139000	112000
		HYQ SV726 C TA	6	19	6	15	2710	860	200000	139000
		SV726 AC TA	6	19	6	25	2620	1180	116000	93000
		HYQ SV726 AC TA	6	19	6	25	2620	825	170000	120000
	abgedichtet	SV726 C FvLLB TA	6	19	6	15	1950	945	163000	128000
		HYQ SV726 C FvLLB TA	6	19	6	15	1950	660	232000	155000
		SV726 AC FvLLB TA	6	19	6	25	1870	905	136000	109000
		HYQ SV726 AC FvLLB TA	6	19	6	25	1870	630	197000	136000
707	offen	SV707 C TA	7	19	6	15	2710	1220	139000	112000
		HYQ SV707 C TA	7	19	6	15	2710	860	200000	139000
		SV707 AC TA	7	19	6	25	2620	1180	116000	93000
		HYQ SV707 AC TA	7	19	6	25	2620	825	170000	120000
	abgedichtet	SV707 C FvLLB TA	7	19	6	15	1950	945	163000	128000
		HYQ SV707 C FvLLB TA	7	19	6	15	1950	660	232000	155000
		SV707 AC FvLLB TA	7	19	6	25	1870	905	136000	109000
		HYQ SV707 AC FvLLB TA	7	19	6	25	1870	630	197000	136000
727	offen	SV727 C TA	7	22	7	15	3630	1590	120000	97000
		HYQ SV727 C TA	7	22	7	15	3630	1110	174000	120000
		SV727 AC TA	7	22	7	25	3510	1540	100000	80000
		HYQ SV727 AC TA	7	22	7	25	3510	1080	147000	104000
	abgedichtet	SV727 C FvLLB TA	7	22	7	15	2830	1340	146000	115000
		HYQ SV727 C FvLLB TA	7	22	7	15	2830	935	209000	139000
		SV727 AC FvLLB TA	7	22	7	25	2710	1280	122000	98000
		HYQ SV727 AC FvLLB TA	7	22	7	25	2710	900	177000	122000
788	offen	SV788 C TA	8	16	4	15	1830	840	150000	121000
		HYQ SV788 C TA	8	16	4	15	1830	585	217000	150000
		SV788 AC TA	8	16	4	25	1750	805	125000	100000
		HYQ SV788 AC TA	8	16	4	25	1750	560	184000	130000
	abgedichtet	SV788 W4 C FvLLB TA	8	16	4	15	1450	740	181000	142000
		HYQ SV788 W4 C FvLLB TA	8	16	4	15	1450	515	258000	172000
		SV788 W4 AC FvLLB TA	8	16	4	25	1380	705	151000	121000
		HYQ SV788 W4 AC FvLLB TA	8	16	4	25	1380	495	219000	151000
798	offen	SV798 C TA	8	19	6	15	2710	1220	139000	112000
		HYQ SV798 C TA	8	19	6	15	2710	860	200000	139000
		SV798 AC TA	8	19	6	25	2620	1180	116000	93000
		HYQ SV798 AC TA	8	19	6	25	2620	825	170000	120000
	abgedichtet	SV798 C FvLLB TA	8	19	6	15	1950	945	163000	128000
		HYQ SV798 C FvLLB TA	8	19	6	15	1950	660	232000	155000
		SV798 AC FvLLB TA	8	19	6	25	1870	905	136000	109000
		HYQ SV798 AC FvLLB TA	8	19	6	25	1870	630	197000	136000

Vorspannung F <sub>Va</sub> / axiale Steifigkeit c <sub>a</sub> / Abhebekraft K <sub>aE</sub>								
leicht (L)			mittel (M)			schwer (S)		
F <sub>Va</sub> [N]	c <sub>a</sub> [N/μm]	K <sub>aE</sub> [N]	F <sub>Va</sub> [N]	c <sub>a</sub> [N/μm]	K <sub>aE</sub> [N]	F <sub>Va</sub> [N]	c <sub>a</sub> [N/μm]	K <sub>aE</sub> [N]
14	4,1	43	41	6,4	140	85	8,8	310
14	4,6	43	41	7,1	140	85	9,7	300
14	8,6	38	40	12,7	110	80	16,4	240
14	9,6	38	40	14,2	110	80	18,3	240
10	3,7	31	30	5,8	100	60	8,0	230
10	4,1	31	30	6,5	100	60	8,8	220
10	7,6	27	29	9,4	85	60	14,7	170
10	8,6	27	29	12,7	85	60	16,4	170
14	4,1	43	41	6,4	140	85	8,8	310
14	4,6	43	41	7,1	140	85	9,7	300
14	8,6	38	40	12,7	110	80	16,4	240
14	9,6	38	40	14,2	110	80	18,3	240
10	3,7	31	30	5,8	100	60	8,0	230
10	4,1	31	30	6,5	100	60	8,8	220
10	7,6	27	29	11,3	85	60	14,7	170
10	8,6	27	29	12,7	85	60	16,4	170
19	4,4	55	55	6,9	190	110	9,4	410
19	5,0	55	55	7,7	180	110	10,4	400
18	9,3	50	55	13,7	150	110	17,7	320
18	10,4	50	55	15,4	150	110	19,8	320
15	4,3	46	43	6,7	150	85	9,2	330
15	4,8	45	43	7,5	150	85	10,1	320
14	8,8	39	41	13,1	120	85	17,0	250
14	9,9	39	41	14,6	120	85	18,9	250
10	3,4	30	28	5,4	95	55	7,3	210
10	3,8	29	28	6,0	95	55	8,1	210
9	7,0	25	27	10,4	80	55	13,5	160
9	7,9	25	27	11,7	75	55	15,1	160
8	3,5	23	22	5,5	75	44	7,5	170
8	3,9	23	22	6,1	75	44	8,2	160
7	7,2	20	21	10,6	60	42	13,8	130
7	8,1	20	21	11,9	60	42	15,4	120
14	4,1	43	41	6,4	140	85	8,8	310
14	4,6	43	41	7,1	140	85	9,7	300
14	8,6	38	40	12,7	110	80	16,4	240
14	9,6	38	40	14,2	110	80	18,3	240
10	3,7	31	30	5,8	100	60	8,0	230
10	4,1	31	30	6,5	100	60	8,8	220
10	7,6	27	29	11,3	85	60	14,7	170
10	8,6	27	29	12,7	85	60	16,4	170

\*Für weitere Informationen stehen unsere Anwendungingenieure gerne zur Verfügung.

HQW-Type	708	offen	Abmessungen			$\alpha$ [°]	Tragzahlen		*Grenzdrehzahl	
			d [mm]	D [mm]	B [mm]		dynamisch	statisch	Öl [min <sup>-1</sup> ]	Fett [min <sup>-1</sup> ]
							C [N]	C <sub>0</sub> [N]		
708	abgedichtet	SV708 C TA	8	22	7	15	3630	1590	120000	97000
		HYQ SV708 C TA	8	22	7	15	3630	1110	174000	120000
		SV708 AC TA	8	22	7	25	3510	1540	100000	80000
		HYQ SV708 AC TA	8	22	7	25	3510	1080	147000	104000
	abgedichtet	SV708 C FvLLB TA	8	22	7	15	2830	1340	146000	115000
		HYQ SV708 C FvLLB TA	8	22	7	15	2830	935	209000	139000
		SV708 AC FvLLB TA	8	22	7	25	2710	1280	122000	98000
		HYQ SV708 AC FvLLB TA	8	22	7	25	2710	900	177000	122000
789	abgedichtet	SV789 C TA	9	17	4	15	1950	945	139000	112000
		HYQ SV789 C TA	9	17	4	15	1950	660	200000	139000
		SV789 AC TA	9	17	4	25	1870	905	116000	93000
		HYQ SV789 AC TA	9	17	4	25	1870	635	170000	120000
	abgedichtet	SV789 C FvLLB TA	9	17	4	15	1420	800	167000	131000
		HYQ SV789 C FvLLB TA	9	17	4	15	1420	560	238000	159000
		SV789 AC FvLLB TA	9	17	4	25	1350	745	139000	111000
		HYQ SV789 AC FvLLB TA	9	17	4	25	1350	520	202000	139000
709	abgedichtet	SV709 C TA	9	24	7	15	3670	1640	114000	92000
		HYQ SV709 C TA	9	24	7	15	3670	1140	164000	114000
		SV709 AC TA	9	24	7	25	3540	1580	95000	76000
		HYQ SV709 AC TA	9	24	7	25	3540	1100	139000	98000
	abgedichtet	SV709 C FvLLB TA	9	24	7	15	3670	1640	114000	92000
		HYQ SV709 C FvLLB TA	9	24	7	15	3670	1140	164000	114000
		SV709 AC FvLLB TA	9	24	7	25	3540	1580	95000	76000
		HYQ SV709 AC FvLLB TA	9	24	7	25	3540	1100	139000	98000
729	abgedichtet	SV729 C TA	9	26	8	15	4880	2180	100000	81000
		HYQ SV729 C TA	9	26	8	15	4880	1520	145000	100000
		SV729 AC TA	9	26	8	25	4720	2110	84000	67000
		HYQ SV729 AC TA	9	26	8	25	4720	1470	123000	87000
	abgedichtet	SV729 C FvLLB TA	9	26	8	15	3980	1890	121000	95000
		HYQ SV729 C FvLLB TA	9	26	8	15	3980	1320	173000	115000
		SV729 AC FvLLB TA	9	26	8	25	3820	1810	101000	81000
		HYQ SV729 AC FvLLB TA	9	26	8	25	3820	1270	147000	101000
7800	abgedichtet	SV7800 C TA	10	19	5	15	2070	1050	126000	102000
		HYQ SV7800 C TA	10	19	5	15	2070	740	182000	126000
		SV7800 AC TA	10	19	5	25	1970	1010	105000	84000
		HYQ SV7800 AC TA	10	19	5	25	1970	705	154000	109000
	abgedichtet	SV7800 C FvLLB TA	10	19	5	15	1570	895	150000	118000
		HYQ SV7800 C FvLLB TA	10	19	5	15	1570	625	215000	143000
		SV7800 AC FvLLB TA	10	19	5	25	1490	850	125000	100000
		HYQ SV7800 AC FvLLB TA	10	19	5	25	1490	595	183000	125000

Vorspannung F <sub>Va</sub> / axiale Steifigkeit c <sub>a</sub> / Abhebekraft K <sub>aE</sub>								
leicht (L)			mittel (M)			schwer (S)		
F <sub>Va</sub> [N]	c <sub>a</sub> [N/μm]	K <sub>aE</sub> [N]	F <sub>Va</sub> [N]	c <sub>a</sub> [N/μm]	K <sub>aE</sub> [N]	F <sub>Va</sub> [N]	c <sub>a</sub> [N/μm]	K <sub>aE</sub> [N]
19	4,4	55	55	6,9	190	110	9,4	410
19	5,0	55	55	7,7	180	110	10,4	400
18	9,3	50	55	13,7	150	110	17,7	320
18	10,4	50	55	15,4	150	110	19,8	320
15	4,3	46	43	6,7	150	85	9,2	330
15	4,8	45	43	7,5	150	85	10,1	320
14	8,8	39	41	13,1	120	85	17,0	250
14	9,9	39	41	14,6	120	85	18,9	250
10	3,7	31	30	5,8	100	60	8,0	230
10	4,1	31	30	6,5	100	60	8,8	220
10	7,6	27	29	11,3	85	60	14,7	170
10	8,6	27	29	12,7	85	60	16,4	170
8	3,3	22	22	5,0	70	43	6,7	150
8	3,6	22	22	5,6	70	43	7,5	150
7	6,9	19	21	10,1	60	41	13,0	120
7	7,7	19	21	11,3	60	41	14,5	120
19	4,5	55	60	7,0	190	115	9,4	420
19	5,0	55	60	7,7	190	115	10,4	410
18	9,3	50	55	13,8	160	110	17,8	330
18	10,5	50	55	15,4	150	110	19,9	320
19	4,5	55	60	7,0	190	115	9,4	420
19	5,0	55	60	7,7	190	115	10,4	410
18	9,3	50	55	13,8	160	110	17,8	330
18	10,5	50	55	15,4	150	110	19,9	320
25	5,1	75	75	7,9	250	150	10,6	540
25	5,7	75	75	8,7	240	150	11,7	530
24	10,7	65	75	15,7	210	145	20,2	430
24	12,0	65	75	17,6	210	145	22,6	430
20	4,9	60	60	7,7	210	120	10,4	450
20	5,5	60	60	8,5	200	120	11,5	440
20	10,3	55	60	15,1	170	115	19,6	350
20	11,5	55	60	17,0	170	115	21,9	350
11	4,0	33	32	6,3	110	65	8,6	240
11	4,5	33	32	7,0	110	65	9,5	230
10	8,2	28	30	12,2	90	60	15,8	180
10	9,3	28	30	13,7	85	60	17,7	180
8	3,9	25	24	6,2	80	48	8,4	180
8	4,4	25	24	6,8	80	48	9,2	170
8	8,1	21	23	12,0	65	45	15,5	140
8	9,1	21	23	13,4	65	45	17,3	130

\*Für weitere Informationen stehen unsere Anwendungingenieure gerne zur Verfügung.

HQW-Type			Abmessungen			Druckwinkel $\alpha$ [°]	Tragzahlen		*Grenzdrehzahl		
			d [mm]	D [mm]	B [mm]		dynamisch	statisch	Öl [min <sup>-1</sup> ]	Fett [min <sup>-1</sup> ]	
7900	offen	SV7900 C TA	10	22	6	15	3030	1530	113000	91000	
		HYQ SV7900 C TA	10	22	6	15	3030	1070	163000	113000	
		SV7900 AC TA	10	22	6	25	2890	1460	94000	75000	
		HYQ SV7900 AC TA	10	22	6	25	2890	1020	138000	97000	
		SV7900 C FvLLB TA	10	22	6	15	2160	1180	135000	106000	
		HYQ SV7900 C FvLLB TA	10	22	6	15	2160	825	193000	129000	
		SV7900 AC FvLLB TA	10	22	6	25	2060	1120	113000	90000	
		HYQ SV7900 AC FvLLB TA	10	22	6	25	2060	780	164000	113000	
7000	abgedichtet	SV7000 C TA	10	26	8	15	4880	2180	100000	81000	
		HYQ SV7000 C TA	10	26	8	15	4880	1520	145000	100000	
		SV7000 AC TA	10	26	8	25	4720	2110	84000	67000	
		HYQ SV7000 AC TA	10	26	8	25	4720	1470	123000	87000	
		SV7000 C FvLLB TA	10	26	8	15	3980	1890	121000	95000	
		HYQ SV7000 C FvLLB TA	10	26	8	15	3980	1320	173000	115000	
		SV7000 AC FvLLB TA	10	26	8	25	3820	1810	101000	81000	
		HYQ SV7000 AC FvLLB TA	10	26	8	25	3820	1270	147000	101000	
7200	offen	SV7200 C TA	10	30	9	15	6250	3290	86000	69000	
		HYQ SV7200 C TA	10	30	9	15	6250	2300	124000	86000	
		SV7200 AC TA	10	30	9	25	6010	3160	72000	57000	
		HYQ SV7200 AC TA	10	30	9	25	6010	2210	105000	74000	
		SV7200 C FvLLB TA	10	30	9	15	6250	3290	86000	69000	
		HYQ SV7200 C FvLLB TA	10	30	9	15	6250	2300	124000	86000	
		SV7200 AC FvLLB TA	10	30	9	25	6010	3160	72000	57000	
		HYQ SV7200 AC FvLLB TA	10	30	9	25	6010	2210	105000	74000	
7801	abgedichtet	SV7801 C TA	12	21	5	15	2260	1280	110000	88000	
		HYQ SV7801 C TA	12	21	5	15	2260	900	158000	110000	
		SV7801 AC TA	12	21	5	25	2150	1220	91000	73000	
		HYQ SV7801 AC TA	12	21	5	25	2150	855	134000	94000	
		SV7801 C FvLLB TA	12	21	5	15	1600	985	129000	101000	
		HYQ SV7801 C FvLLB TA	12	21	5	15	1600	690	183000	122000	
		SV7801 AC FvLLB TA	12	21	5	25	1520	935	107000	86000	
		HYQ SV7801 AC FvLLB TA	12	21	5	25	1520	655	156000	107000	
7901	offen	SV7901 C TA	12	24	6	15	3200	1700	105000	85000	
		HYQ SV7901 C TA	12	24	6	15	3200	1190	152000	105000	
		SV7901 AC TA	12	24	6	25	3060	1630	88000	70000	
		HYQ SV7901 AC TA	12	24	6	25	3060	1140	128000	91000	
		SV7901 C FvLLB TA	12	24	6	15	2470	1470	126000	99000	
		HYQ SV7901 C FvLLB TA	12	24	6	15	2470	1030	180000	120000	
		SV7901 AC FvLLB TA	12	24	6	25	2340	1400	105000	84000	
		HYQ SV7901 AC FvLLB TA	12	24	6	25	2340	980	153000	105000	

Vorspannung F <sub>va</sub> / axiale Steifigkeit c <sub>a</sub> / Abhebekraft K <sub>aE</sub>								
leicht (L)			mittel (M)			schwer (S)		
F <sub>va</sub> [N]	c <sub>a</sub> [N/μm]	K <sub>aE</sub> [N]	F <sub>va</sub> [N]	c <sub>a</sub> [N/μm]	K <sub>aE</sub> [N]	F <sub>va</sub> [N]	c <sub>a</sub> [N/μm]	K <sub>aE</sub> [N]
16	4,7	49	46	7,3	160	95	10,0	350
16	5,2	48	46	8,1	160	95	11,0	340
15	9,6	42	44	14,2	130	90	18,4	270
15	10,8	42	44	15,9	130	90	20,6	270
11	4,3	35	33	6,7	110	65	9,1	250
11	4,8	34	33	7,4	110	65	10,1	240
11	8,8	30	31	13,1	90	65	16,9	190
11	9,9	30	31	14,6	90	65	18,9	190
25	5,1	75	75	7,9	250	150	10,6	540
25	5,7	75	75	8,7	240	150	11,7	530
24	10,7	65	75	15,7	210	145	20,2	430
24	12,0	65	75	17,6	210	145	22,6	430
20	4,9	60	60	7,7	210	120	10,4	450
20	5,5	60	60	8,5	200	120	11,5	440
20	10,3	55	60	15,1	170	115	19,6	350
20	11,5	55	60	17,0	170	115	21,9	350
32	6,8	100	95	10,6	330	190	14,4	720
32	7,5	100	95	11,7	330	190	15,9	710
31	14,0	85	95	20,7	270	185	26,8	560
31	15,7	85	95	23,2	270	185	30,0	560
32	6,8	100	95	10,6	330	190	14,4	720
32	7,5	100	95	11,7	330	190	15,9	710
31	14,0	85	95	20,7	270	185	26,8	560
31	15,7	85	95	23,2	270	185	30,0	560
12	4,5	36	34	7,1	120	70	9,7	260
12	5,1	36	34	7,9	110	70	10,7	250
11	9,4	31	33	13,9	95	65	18,0	200
11	10,6	31	33	15,6	95	65	20,1	200
8	4,1	25	24	6,4	85	48	8,8	180
8	4,6	25	24	7,1	80	48	9,6	180
8	8,5	22	23	12,6	65	46	16,2	140
8	9,5	22	23	14,1	65	46	18,2	140
16	5,0	50	48	7,9	170	100	10,8	370
16	5,6	50	48	8,7	160	100	11,8	360
16	10,4	44	46	15,4	130	95	19,9	280
16	11,6	44	46	17,2	130	95	22,2	280
13	5,1	39	38	8,0	130	75	10,9	280
13	5,7	39	38	8,9	120	75	12,0	280
12	10,6	34	36	15,6	100	75	20,2	220
12	11,9	34	36	17,5	100	75	22,6	210

\*Für weitere Informationen stehen unsere Anwendungsingenieure gerne zur Verfügung.

HQW-Type			Abmessungen			$\alpha$ [°]	Tragzahlen		*Grenzdrehzahl		
			d [mm]	D [mm]	B [mm]		dynamisch	statisch	Öl [min <sup>-1</sup> ]	Fett [min <sup>-1</sup> ]	
							C [N]	C <sub>0</sub> [N]			
7001	offen	SV7001 C TA	12	28	8	15	5670	2790	90000	73000	
		HYQ SV7001 C TA	12	28	8	15	5670	1950	130000	90000	
		SV7001 AC TA	12	28	8	25	5450	2690	75000	60000	
		HYQ SV7001 AC TA	12	28	8	25	5450	1880	110000	78000	
		SV7001 C FvLLB TA	12	28	8	15	4520	2410	102000	80000	
	abgedichtet	HYQ SV7001 C FvLLB TA	12	28	8	15	4520	1680	146000	97000	
		SV7001 AC FvLLB TA	12	28	8	25	4320	2300	85000	68000	
		HYQ SV7001 AC FvLLB TA	12	28	8	25	4320	1610	124000	85000	
		SV7201 C TA	12	32	10	15	8720	4470	82000	66000	
		HYQ SV7201 C TA	12	32	10	15	8720	3130	118000	82000	
7201	offen	SV7201 AC TA	12	32	10	25	8430	4320	68000	55000	
		HYQ SV7201 AC TA	12	32	10	25	8430	3020	100000	70000	
		SV7201 C FvLLB TA	12	32	10	15	8720	4470	82000	66000	
		HYQ SV7201 C FvLLB TA	12	32	10	15	8720	3130	118000	82000	
		SV7201 AC FvLLB TA	12	32	10	25	8430	4320	68000	55000	
	abgedichtet	HYQ SV7201 AC FvLLB TA	12	32	10	25	8430	3020	100000	70000	
		SV7802 C TA	15	24	5	15	2530	1610	95000	77000	
		HYQ SV7802 C TA	15	24	5	15	2530	1120	138000	95000	
		SV7802 AC TA	15	24	5	25	2390	1530	80000	64000	
		HYQ SV7802 AC TA	15	24	5	25	2390	1070	117000	82000	
7802	offen	SV7802 C FvLLB TA	15	24	5	15	2530	1610	95000	77000	
		HYQ SV7802 C FvLLB TA	15	24	5	15	2530	1120	138000	95000	
		SV7802 AC FvLLB TA	15	24	5	25	2390	1530	80000	64000	
		HYQ SV7802 AC FvLLB TA	15	24	5	25	2390	1070	117000	82000	
		SV7902 C TA	15	28	7	15	4520	2410	88000	71000	
	abgedichtet	HYQ SV7902 C TA	15	28	7	15	4520	1680	126000	88000	
		SV7902 AC TA	15	28	7	25	4320	2300	73000	59000	
		HYQ SV7902 AC TA	15	28	7	25	4320	1610	107000	76000	
		SV7902 C FvLLB TA	15	28	7	15	4520	2410	88000	71000	
		HYQ SV7902 C FvLLB TA	15	28	7	15	4520	1680	126000	88000	
7902	offen	SV7902 AC FvLLB TA	15	28	7	25	4320	2300	73000	59000	
		HYQ SV7902 AC FvLLB TA	15	28	7	25	4320	1610	107000	76000	
		SV7002 C TA	15	32	9	15	6400	3500	77000	62000	
		HYQ SV7002 C TA	15	32	9	15	6400	2450	111000	77000	
	abgedichtet	SV7002 AC TA	15	32	9	25	6130	3350	64000	52000	
		HYQ SV7002 AC TA	15	32	9	25	6130	2350	94000	66000	
		SV7002 C FvLLB TA	15	32	9	15	5230	3100	92000	73000	
		HYQ SV7002 C FvLLB TA	15	32	9	15	5230	2170	132000	88000	
7002	abgedichtet	SV7002 AC FvLLB TA	15	32	9	25	4980	2960	77000	62000	
		HYQ SV7002 AC FvLLB TA	15	32	9	25	4980	2070	112000	77000	

Vorspannung $F_{va}$ / axiale Steifigkeit $c_a$ / Abhebekraft $K_{aE}$								
leicht (L)			mittel (M)			schwer (S)		
$F_{va}$ [N]	$c_a$ [N/ $\mu$ m]	$K_{aE}$ [N]	$F_{va}$ [N]	$c_a$ [N/ $\mu$ m]	$K_{aE}$ [N]	$F_{va}$ [N]	$c_a$ [N/ $\mu$ m]	$K_{aE}$ [N]
29	6,1	85	90	9,4	18	175	12,7	630
29	6,8	85	90	10,4	280	175	14,0	620
28	12,8	75	85	18,8	240	165	24,2	500
28	14,4	75	85	21,1	240	165	27,1	500
23	5,8	70	70	9,0	230	140	12,2	510
23	6,4	70	70	10,0	230	140	13,4	500
22	12,1	60	65	17,8	190	130	23,0	400
22	13,6	60	65	20,0	190	130	25,7	390
44	7,7	140	135	12,2	480	265	16,7	1060
44	8,5	140	135	13,5	470	265	18,4	1030
43	15,7	120	130	23,3	390	255	30,3	810
43	17,6	120	130	26,1	380	255	33,9	800
44	7,7	140	135	12,2	480	265	16,7	1060
44	8,5	140	135	13,5	470	265	18,4	1030
43	15,7	120	130	23,3	390	255	30,3	810
43	17,6	120	130	26,1	380	255	33,9	800
13	5,4	40	38	8,4	130	80	11,4	290
13	6,0	40	38	9,3	130	80	12,5	280
12	11,1	34	36	16,4	100	75	21,1	220
12	12,4	34	36	18,3	100	75	23,6	220
13	5,4	40	38	8,4	130	80	11,4	290
13	6,0	40	38	9,3	130	80	12,5	280
12	11,1	34	36	16,4	100	75	21,1	220
12	12,4	34	36	18,3	100	75	23,6	220
23	5,8	70	70	9,0	230	140	12,2	510
23	6,4	70	70	10,0	230	140	13,4	500
22	12,1	60	65	17,8	190	130	23,0	400
22	13,6	60	65	20,0	190	130	25,7	390
23	5,8	70	70	9,0	230	140	12,2	510
23	6,4	70	70	10,0	230	140	13,4	500
22	12,1	60	65	17,8	190	130	23,0	400
22	13,6	60	65	20,0	190	130	25,7	390
32	7,1	100	100	10,9	330	195	14,7	710
32	7,9	95	100	12,1	320	195	16,2	690
31	15,1	85	95	21,9	270	185	28,1	560
31	16,7	85	95	24,5	270	185	31,5	560
27	7,0	80	80	10,9	270	160	14,7	580
27	7,8	80	80	12,1	260	160	16,2	570
25	14,7	70	75	21,6	220	150	27,9	460
25	16,5	70	75	24,2	220	150	31,2	450

\*Für weitere Informationen stehen unsere Anwendungsingenieure gerne zur Verfügung.

HQW-Type		Abmessungen			$\alpha$ [°]	Tragzahlen		*Grenzdrehzahl		
		d [mm]	D [mm]	B [mm]		dynamisch	statisch	Öl [min <sup>-1</sup> ]	Fett [min <sup>-1</sup> ]	
						C [N]	C <sub>0</sub> [N]			
7202	offen	SV7202 C TA	15	35	11	15	9700	5060	72000	58000
		HYQ SV7202 C TA	15	35	11	15	9700	3540	104000	72000
		SV7202 AC TA	15	35	11	25	9360	4880	60000	48000
		HYQ SV7202 AC TA	15	35	11	25	9360	3410	88000	62000
		SV7202 C FvLLB TA	15	35	11	15	6410	3570	85000	67000
	abgedichtet	HYQ SV7202 C FvLLB TA	15	35	11	15	6410	2490	122000	81000
		SV7202 AC FvLLB TA	15	35	11	25	6120	3410	71000	57000
		HYQ SV7202 AC FvLLB TA	15	35	11	25	6120	2380	103000	71000
		SV7803 C TA	17	26	5	15	2580	1740	86000	70000
		HYQ SV7803 C TA	17	26	5	15	2580	1210	125000	86000
7803	offen	SV7803 AC TA	17	26	5	25	2440	1650	72000	58000
		HYQ SV7803 AC TA	17	26	5	25	2440	1150	106000	74000
		SV7803 C FvLLB TA	17	26	5	15	2580	1740	86000	70000
		HYQ SV7803 C FvLLB TA	17	26	5	15	2580	1210	125000	86000
	abgedichtet	SV7803 AC FvLLB TA	17	26	5	25	2440	1650	72000	58000
		HYQ SV7803 AC FvLLB TA	17	26	5	25	2440	1150	106000	74000
		SV7903 C TA	17	30	7	15	4990	2920	77000	62000
		HYQ SV7903 C TA	17	30	7	15	4990	2040	111000	77000
7903	offen	SV7903 AC TA	17	30	7	25	4750	2780	64000	51000
		HYQ SV7903 AC TA	17	30	7	25	4750	1950	94000	66000
		SV7903 C FvLLB TA	17	30	7	15	3780	2440	92000	72000
		HYQ SV7903 C FvLLB TA	17	30	7	15	3780	1710	131000	87000
	abgedichtet	SV7903 AC FvLLB TA	17	30	7	25	3590	2320	77000	61000
		HYQ SV7903 AC FvLLB TA	17	30	7	25	3590	1620	111000	77000
		SV7003 C TA	17	35	10	15	6730	3890	70000	56000
		HYQ SV7003 C TA	17	35	10	15	6730	2720	100000	70000
7003	offen	SV7003 AC TA	17	35	10	25	6410	3720	58000	47000
		HYQ SV7003 AC TA	17	35	10	25	6410	2600	85000	60000
		SV7003 C FvLLB TA	17	35	10	15	6730	3890	70000	56000
		HYQ SV7003 C FvLLB TA	17	35	10	15	6730	2720	100000	70000
	abgedichtet	SV7003 AC FvLLB TA	17	35	10	25	6410	3720	58000	47000
		HYQ SV7003 AC FvLLB TA	17	35	10	25	6410	2600	85000	60000
		SV7203 C TA	17	40	12	15	11140	6450	63000	50000
		HYQ SV7203 C TA	17	40	12	15	11140	4510	90000	63000
7203	offen	SV7203 AC TA	17	40	12	25	10680	6190	52000	42000
		HYQ SV7203 AC TA	17	40	12	25	10680	4330	76000	54000
		SV7203 C FvLLB TA	17	40	12	15	9180	5490	74000	58000
		HYQ SV7203 C FvLLB TA	17	40	12	15	9180	3840	106000	71000
	abgedichtet	SV7203 AC FvLLB TA	17	40	12	25	8770	5250	62000	50000
		HYQ SV7203 AC FvLLB TA	17	40	12	25	8770	3670	90000	62000

Vorspannung $F_{va}$ / axiale Steifigkeit $c_a$ / Abhebekraft $K_{aE}$								
leicht (L)			mittel (M)			schwer (S)		
$F_{va}$ [N]	$c_a$ [N/ $\mu$ m]	$K_{aE}$ [N]	$F_{va}$ [N]	$c_a$ [N/ $\mu$ m]	$K_{aE}$ [N]	$F_{va}$ [N]	$c_a$ [N/ $\mu$ m]	$K_{aE}$ [N]
49	8,0	150	150	12,6	510	295	17,1	1120
49	9,0	150	150	14,0	510	295	18,9	1100
47	16,8	130	145	24,8	420	285	32,0	880
47	18,8	130	145	27,8	420	285	35,8	870
33	7,1	100	100	10,9	330	195	14,7	710
33	7,9	100	100	12,1	320	195	16,2	690
31	14,9	85	95	21,9	270	185	28,1	560
31	16,7	85	95	24,5	270	185	31,5	560
13	5,6	41	39	8,7	130	80	11,8	290
13	6,2	41	39	9,7	130	80	13,1	290
13	11,6	35	37	17,1	110	75	22,1	220
13	13,0	35	37	19,2	100	75	24,7	220
13	5,6	41	39	8,7	130	80	11,8	290
13	6,2	41	39	9,7	130	80	13,1	290
13	11,6	35	37	17,1	110	75	22,1	220
13	13,0	35	37	19,2	100	75	24,7	220
25	6,6	75	75	10,2	260	150	13,8	560
25	7,4	75	75	11,4	250	150	15,3	550
24	13,8	65	75	20,3	210	145	26,2	440
24	15,5	65	75	22,8	210	145	29,3	430
19	6,4	60	60	10,0	200	115	13,6	430
19	7,1	60	60	11,1	190	115	15,0	430
18	13,2	50	55	19,6	160	110	25,3	330
18	14,9	50	55	21,9	160	110	28,3	330
34	7,5	100	105	11,6	340	205	15,6	740
34	8,4	100	105	12,9	340	205	17,3	730
33	15,8	90	100	23,3	280	195	30,0	590
33	17,8	90	100	26,1	280	195	33,6	580
34	7,5	100	105	11,6	340	205	15,6	740
34	8,4	100	105	12,9	340	205	17,3	730
33	15,8	90	100	23,3	280	195	30,0	590
33	17,8	90	100	26,1	280	195	33,6	580
60	9,5	170	170	14,9	590	335	20,2	1280
60	10,6	170	170	16,5	580	335	22,2	1250
55	19,8	150	165	29,2	480	325	37,8	1000
55	22,2	150	165	32,7	480	325	42,2	990
46	8,9	140	140	13,9	480	280	18,9	1050
46	10,0	140	140	15,5	470	280	20,8	1030
44	18,6	120	135	27,4	390	265	35,4	820
44	20,9	120	135	30,7	390	265	39,6	810

\*Für weitere Informationen stehen unsere Anwendungsingenieure gerne zur Verfügung.

HQW-Type	7804	offen	Abmessungen			$\alpha$ [°]	Tragzahlen		*Grenzdrehzahl		
			d [mm]	D [mm]	B [mm]		dynamisch	statisch	Öl [min <sup>-1</sup> ]	Fett [min <sup>-1</sup> ]	
							C [N]	C <sub>0</sub> [N]			
SV7804 C TA	7804	offen	20	32	7	15	4020	2820	70000	56000	
			20	32	7	15	4020	1970	100000	70000	
			20	32	7	25	3800	2670	58000	47000	
			20	32	7	25	3800	1870	85000	60000	
SV7804 C FvLLB TA	7804	abgedichtet	20	32	7	15	4020	2820	70000	56000	
			20	32	7	15	4020	1970	100000	70000	
			20	32	7	25	3800	2670	58000	47000	
			20	32	7	25	3800	1870	85000	60000	
SV7904 C TA	7904	offen	20	37	9	15	6690	3990	64000	51000	
			20	37	9	15	6690	2790	92000	64000	
			20	37	9	25	6370	3810	53000	43000	
			20	37	9	25	6370	2660	78000	55000	
SV7904 C FvLLB TA	7904	abgedichtet	20	37	9	15	5580	3690	76000	60000	
			20	37	9	15	5580	2580	108000	72000	
			20	37	9	25	5290	3510	63000	51000	
			20	37	9	25	5290	2450	92000	63000	
SV7004 C TA	7004	offen	20	42	12	15	11780	7150	59000	47000	
			20	42	12	15	11780	5010	84000	59000	
			20	42	12	25	11280	6850	49000	39000	
			20	42	12	25	11280	4800	71000	50000	
SV7004 C FvLLB TA	7004	abgedichtet	20	42	12	15	9640	6030	69000	55000	
			20	42	12	15	9640	4220	99000	66000	
			20	42	12	25	9190	5760	58000	46000	
			20	42	12	25	9190	4030	84000	58000	
SV7805 C TA	7805	offen	25	37	7	15	5030	3820	59000	47000	
			25	37	7	15	5030	2670	84000	59000	
			25	37	7	25	4750	3620	49000	39000	
			25	37	7	25	4750	2530	71000	50000	
SV7805 C FvLLB TA	7805	abgedichtet	25	37	7	15	4180	3210	70000	55000	
			25	37	7	15	4180	2250	99000	66000	
			25	37	7	25	3950	3040	58000	47000	
			25	37	7	25	3950	2130	84000	58000	
SV7905 C TA	7905	offen	25	42	9	15	7500	5040	54000	44000	
			25	42	9	15	7500	3520	78000	54000	
			25	42	9	25	7110	4790	45000	36000	
			25	42	9	25	7110	3350	66000	47000	
SV7905 C FvLLB TA	7905	abgedichtet	25	42	9	15	5660	4030	65000	51000	
			25	42	9	15	5660	2820	92000	62000	
			25	42	9	25	5350	3830	54000	43000	
			25	42	9	25	5350	2680	78000	54000	

Vorspannung F <sub>va</sub> / axiale Steifigkeit c <sub>a</sub> / Abhebekraft K <sub>aE</sub>								
leicht (L)			mittel (M)			schwer (S)		
F <sub>va</sub> [N]	c <sub>a</sub> [N/μm]	K <sub>aE</sub> [N]	F <sub>va</sub> [N]	c <sub>a</sub> [N/μm]	K <sub>aE</sub> [N]	F <sub>va</sub> [N]	c <sub>a</sub> [N/μm]	K <sub>aE</sub> [N]
21	7,0	60	65	11,0	210	125	14,9	460
21	7,8	60	65	12,2	200	125	16,4	450
19	14,6	55	60	21,5	170	115	27,8	350
19	16,4	55	60	24,1	170	115	31,1	350
21	7,0	60	65	11,0	210	125	14,9	460
21	7,8	60	65	12,2	200	125	16,4	450
19	14,6	55	60	21,5	170	115	27,8	350
19	16,4	55	60	24,1	170	115	31,1	350
34	7,5	100	105	11,6	340	205	15,6	730
34	8,4	100	105	12,9	330	205	17,2	720
32	15,8	90	100	23,3	280	195	29,9	580
32	17,8	90	100	26,1	280	195	33,5	580
28	7,8	85	85	12,0	280	170	16,2	620
28	8,7	85	85	13,4	280	170	17,9	610
27	16,3	75	80	23,9	230	160	30,8	480
27	18,3	75	80	26,8	230	160	34,5	480
60	10,2	180	180	15,9	620	355	21,6	1350
60	11,4	180	180	17,7	610	355	23,8	1320
60	21,2	160	170	31,4	510	340	40,5	1050
60	23,9	160	170	35,1	500	340	45,3	1040
49	9,5	150	145	14,9	510	290	20,1	1100
49	10,6	150	145	16,5	500	290	22,2	1080
46	19,8	130	140	29,3	410	280	37,8	860
46	22,3	130	140	32,8	410	280	42,2	850
26	8,3	80	80	12,9	260	155	17,5	570
26	9,3	75	80	14,4	250	155	19,3	550
24	17,3	65	75	25,5	210	145	32,9	440
24	19,5	65	75	28,6	210	145	36,8	430
21	7,6	65	65	11,9	220	130	16,0	470
21	8,5	65	65	13,2	210	130	17,7	460
20	15,8	55	60	23,3	170	120	30,1	360
20	17,8	55	60	26,2	170	120	33,7	360
38	8,9	110	115	13,6	380	225	18,3	820
38	9,9	110	115	15,2	370	225	20,2	800
36	18,7	100	110	27,4	310	215	35,2	650
36	21,0	100	110	30,8	310	215	39,4	640
29	8,1	85	85	12,5	290	170	16,8	620
29	9,0	85	85	13,9	280	170	18,6	610
27	17,0	75	85	24,9	240	165	32,1	490
27	19,1	75	85	28,0	230	165	35,9	490

\*Für weitere Informationen stehen unsere Anwendungsingenieure gerne zur Verfügung.

HQW-Type		Abmessungen			$\alpha$ [°]	Tragzahlen		*Grenzdrehzahl		
		d [mm]	D [mm]	B [mm]		dynamisch	statisch	Öl [min <sup>-1</sup> ]	Fett [min <sup>-1</sup> ]	
						C [N]	C <sub>0</sub> [N]			
7806	offen	SV7806 C TA	30	42	7	15	5210	4300	51000	41000
		HYQ SV7806 C TA	30	42	7	15	5210	3010	73000	51000
		SV7806 AC TA	30	42	7	25	4910	4070	42000	34000
		HYQ SV7806 AC TA	30	42	7	25	4910	2850	62000	44000
	abgedichtet	SV7806 C FvLLB TA	30	42	7	15	4520	4110	59000	47000
		HYQ SV7806 C FvLLB TA	30	42	7	15	4520	2880	85000	57000
		SV7806 AC FvLLB TA	30	42	7	25	4250	3890	50000	40000
		HYQ SV7806 AC FvLLB TA	30	42	7	25	4250	2720	72000	50000

Vorspannung $F_{va}$ / axiale Steifigkeit $c_a$ / Abhebekraft $K_{aE}$								
leicht (L)			mittel (M)			schwer (S)		
$F_{va}$ [N]	$c_a$ [N/ $\mu$ m]	$K_{aE}$ [N]	$F_{va}$ [N]	$c_a$ [N/ $\mu$ m]	$K_{aE}$ [N]	$F_{va}$ [N]	$c_a$ [N/ $\mu$ m]	$K_{aE}$ [N]
27	8,9	80	80	13,9	270	160	18,8	580
27	10,0	80	80	15,4	260	160	20,7	570
25	18,6	70	75	27,5	220	150	35,4	450
25	20,9	70	75	30,8	210	150	39,6	450
23	8,7	70	70	13,3	230	140	17,9	490
23	9,7	70	70	14,8	220	140	19,8	480
22	18,2	60	65	26,7	190	130	34,3	390
22	20,4	60	65	29,9	180	130	38,4	380

\*Für weitere Informationen stehen unsere Anwendungsingenieure gerne zur Verfügung.

## LAGERVORSPANNUNG

Bei Spindellagern handelt es sich um Schrägkugellager, welche generell gegeneinander angestellt und mit Vorspannung eingebaut werden.

Die Vorspannung sorgt für:

- eine gleichmäßige Belastung der Kugeln
- besseres Abrollen der Kugeln (Bohr-Roll-Verhältnis)
- höhere Lagersteifigkeit und Spielfreiheit
- höher realisierbare Drehzahlen

In den meisten Fällen kommt man mit zwei Vorspannungsarten aus – der federnd angestellten und der starren Lagervorspannung. In einzelnen Fällen wird die hydraulische Vorspannung verwendet. Dabei wird die Vorspannung mit Hilfe von Hydraulikdruck abhängig von der Drehzahl während des Betriebes geregelt.

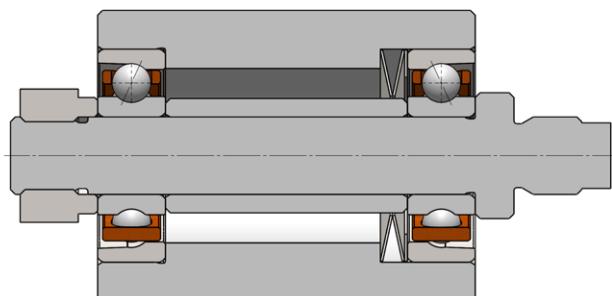
## FEDERVORSPANNUNG

Federn sind die einfachste Methode zur Lagervorspannung. Typische Federtypen sind Schraubenfedern, Tellerfedern, Well- und Fingerfederscheiben. Diese belasten in der Regel den nicht drehenden Ring des Lagers, welcher üblicherweise der Außenring ist. Der gewählte Ring muss eine Lospassung zur Welle bzw. zum Gehäuse bei allen Betriebsbedingungen (Temperaturen, hohe Fliehkräfte usw.) haben.

Die Vorteile einer Federvorspannung im Vergleich zu einer starren Vorspannung sind die konstante Vorspannung durch die geringere Empfindlichkeit gegen unterschiedliche Wärmeausdehnungen. Um höchste Drehzahlen fahren zu können und dabei die Gefahr der Schiefstellung auszuschließen, werden Kugel- oder Schiebebuchsen eingesetzt.

Eigenschaften:

- Unempfindlich gegen unterschiedliche Wärmeausdehnungen zwischen Welle und Gehäuse
- Für höchste Drehzahlen geeignet
- Konstante Vorspannung auch bei Wärme- oder Drehzahländerung
- Eingeschränkte axiale Steifigkeit gegen die Vorspannkraft (z. B. Zugkräfte)



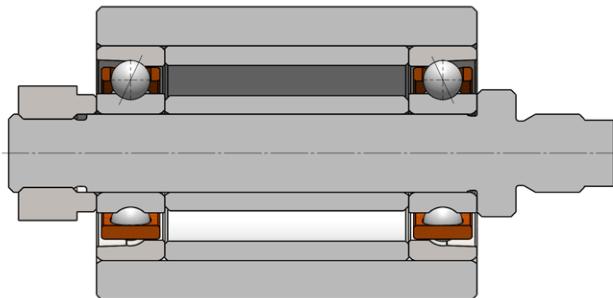
## STARRE VORSPANNUNG MIT GEPAARTEN LAGERN

Eine starre Lageranordnung ist mit deutlich weniger konstruktivem Aufwand verbunden, da kein Loslager vorhanden ist und deshalb keine Schiebefunktion des Lagers gewährleistet sein muss. Weiterhin ist die Montage deutlich einfacher. Die Vorspannung kann durch abgestimmte Lager definiert werden (siehe Kapitel „Gepaarte Spindellager“). Diese müssen lediglich auf Block verspannt werden.

Eigenschaften:

- Deutlich höhere Steifigkeiten in beide axiale Richtungen im Vergleich zur Federvorspannung
- Geringer Designaufwand durch bereits im System integrierte Vorspannung
- Geringer Montageaufwand
- Geringere Maximaldrehzahlen, da größere Empfindlichkeit bei unterschiedlicher Wärmeausdehnung

Die Vorspannkraft sollte entsprechend des gewünschten Ergebnisses gewählt werden. Eine zu hohe Vorspannung führt zu überhöhter Erwärmung des Lagers, welches die Eignung für hohe Drehzahlen und die Lebensdauer reduziert. Zu niedrige Vorspannung kann zu einer schlupfbehäfteten Bewegung (Gleiten) zwischen Kugel und Laufbahn während des Betriebes führen, welches die Lagerlebensdauer reduziert. Daher ist eine gewisse Mindest-Lagervorspannung erforderlich. Die Vorspannklassen L, M oder S können den Spindellagertabellen entnommen werden.



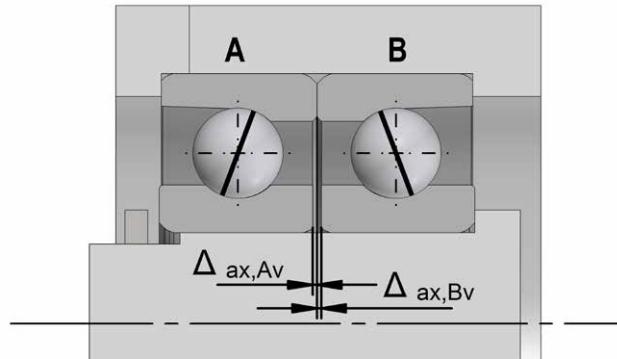
## DREHZAHLREDUKTION BEI STARRER LAGERANORDNUNG

Durch die hohe Steifigkeit in starren Lagersystemen können Dehnungen aufgrund von Temperaturunterschieden oder Fliehkräften im Vergleich zur federnden Anstellung weniger kompensiert werden. Die maximalen Drehzahlen bei starrer Lageranordnung können von den in den Tabellen angegebenen Werten abweichen. Unsere Anwendungsingenieure stehen Ihnen zur Beratung gerne zur Verfügung.

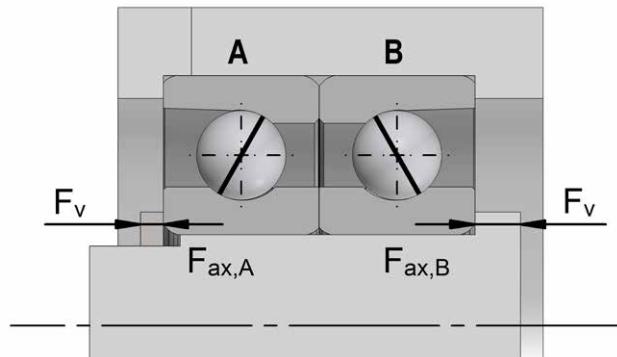
## ABHEBEKRAFT

Die Abhebekraft ist ein wichtiges Kriterium zur Auslegung der Lagerung. Bei hohen zu erwartenden Axialkräften auf die Welle muss das Verhältnis der Axialkraft zur Abhebekraft überprüft werden. Übersteigt die Axialkraft die Abhebekraft kann dies zu erhöhten Geräuschen, Schwingungen und damit zu einer verkürzten Lebensdauer führen. In den Lagertabellen ab S. 18 sind daher die Abhebekräfte enthalten. Für ein besseres Verständnis wird die Abhebekraft im Folgenden anhand einer O-Anordnung erklärt.

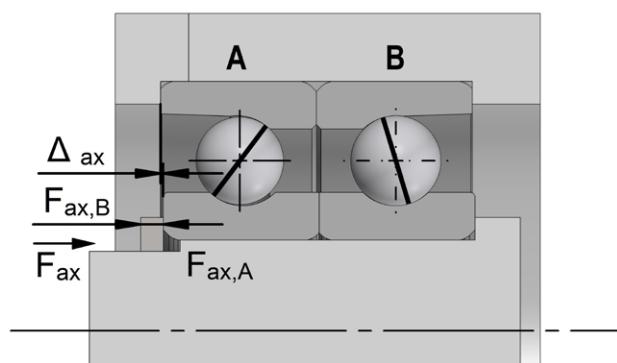
**Schritt 1:** Zwei Spindellager werden in O-Anordnung nebeneinander auf die Welle gepresst. Abhängig von der Art und der gewünschten Vorspannung der Spindellager ergibt sich im kraftfreien Zustand ein definierter Spalt ( $\Delta_{ax,Av} = \Delta_{ax,Bv}$ ) zwischen den beiden Planflächen.



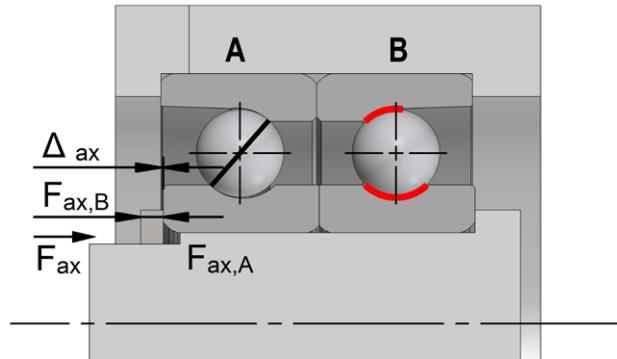
**Schritt 2:** Mithilfe einer Wellenmutter werden die Spindellager mit der Vorspannkraft  $F_v$  (L, M oder S) gegeneinander vorgespannt ( $F_v = F_{ax,A} = F_{ax,B}$ ), bis der Spalt nicht mehr vorhanden ist. Der Betriebsdruckwinkel ist im Vergleich zum Nenndruckwinkel aufgrund der elastischen Verformung der Ringe vergrößert.



**Schritt 3:** Sobald eine Axialkraft  $F_{ax}$  auf die Welle Druck ausübt, wird die Welle in Richtung der Axialkraft  $F_{ax}$  um  $\delta_{ax}$  verschoben. Folglich verschieben sich die inneren Vorspannkräfte, wobei das Lager A eine höhere Kraft aufnimmt und sich die Kraft im Lager B verringert. Demzufolge wird der Druckwinkel im Lager A größer und im Lager B kleiner.



**Schritt 4:** Übersteigt die auf die Welle wirkende Axialkraft  $F_{ax}$  die Abhebekraft, werden die Kugeln von Lager B lastfrei. Dabei nimmt das Lager A die komplette Kraft  $F_{ax} = F_{ax,A}$  auf. Vor allem bei hohen Drehzahlen kann dies zu Schwingungen und erhöhten Geräuschen und damit zu einer verkürzten Lebensdauer führen.



## GEPAARTE SPINDELLAGER

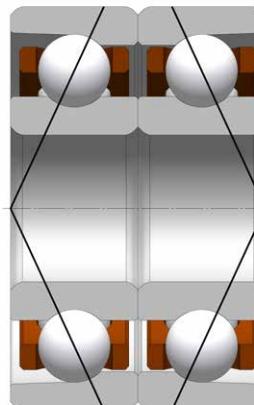
Bei starrer Lagervorspannung bieten abgestimmte Lagerpaare in O-, X- oder Tandem-Anordnung für eine Vielzahl von Anwendungsfällen eine effektive, wirtschaftliche und technische Lösung.

**O-Anordnung (DB):** Die Drucklinien bilden ein O. Die O-Anordnung zeichnet sich durch eine breite Stützbasis und einer hohen Steifigkeit gegen Kippmomente aus. Die axiale Kraftaufnahme erfolgt in beide Richtungen.

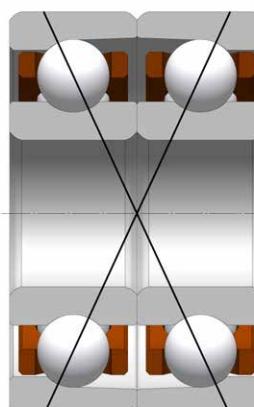
**X-Anordnung (DF):** Die Drucklinien bilden ein X. Diese Lageranordnung ist weniger empfindlich gegen Fluchtungsfehler als die O-Anordnung, hat jedoch eine geringere Kippsteifigkeit. Die axiale Kraftaufnahme erfolgt in beide Richtungen.

**Tandem-Anordnung (DT):** Bei dieser Lageranordnung sind die Drucklinien parallel angeordnet. Die axiale Tragfähigkeit ist doppelt so groß wie die eines Einzellagers, jedoch nur in eine Richtung. Deshalb muss dieses Lagerpaar gegen ein weiteres Lager oder Lagerpaar angestellt werden.

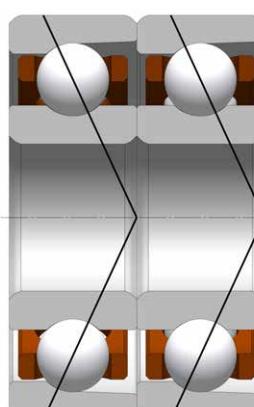
**Universale Ausführung (U):** Universale Lager können in beliebiger Anordnung entsprechend der oben genannten Varianten gepaart werden. Dabei muss berücksichtigt werden, dass die Lager die gleiche Vorspannung benötigen.



O-ANORDNUNG (DB)



X-ANORDNUNG (DF)



TANDEM-ANORDNUNG (DT)

## VORTEILE DER UNIVERSALEN AUSFÜHRUNG

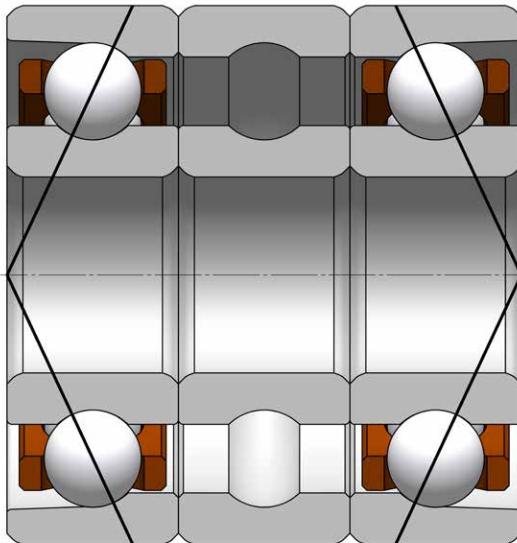
- Bei identischer Vorspannkraft austauschbare Einzellager
- Können flexibel in X-, O- und Tandemanordnung oder mit Federvorspannung eingesetzt werden
- Artikelreduzierung und Zusammenfassung der Bedarfe möglich
- Vorteil der Handhabung, da keine Zuordnung der Lagerpaare notwendig ist

## ZWISCHENRINGE

Die Breite der Zwischenringe sollte nicht weniger als die Breite der Lager betragen. Bei gepaarten Lagern sollten beide Ringe in einem Arbeitsgang plangeschliffen werden, damit diese die gleiche Breite haben. Gerne bieten wir Ihnen passende Zwischenringe für Ihre spezifische Anwendung an.

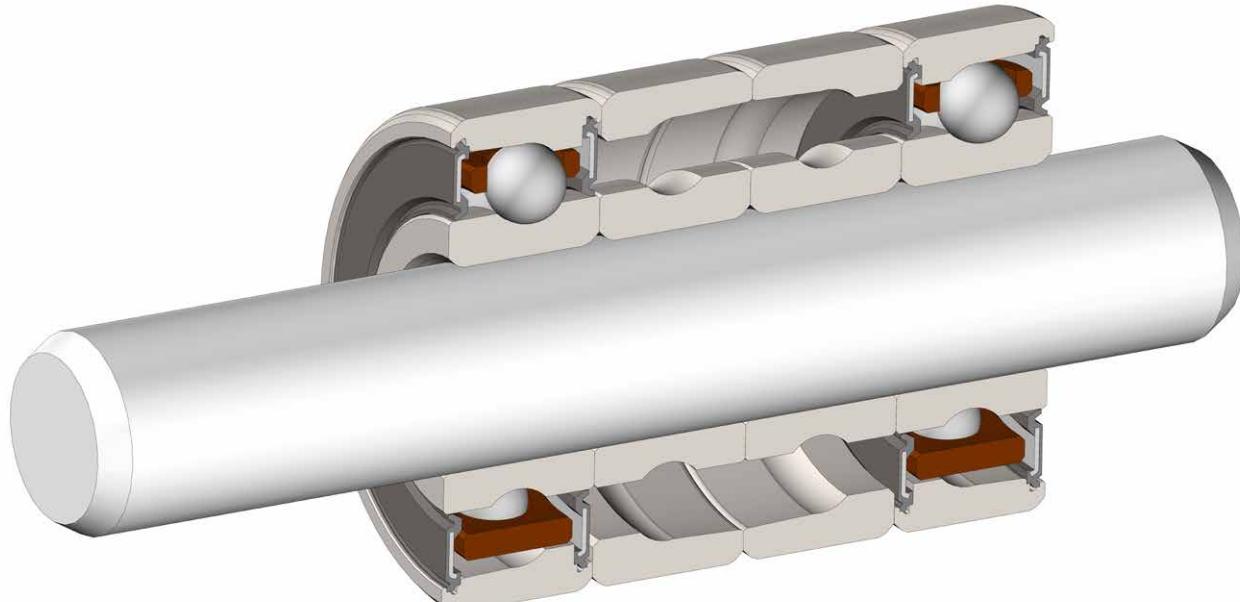
### TECHNISCHE VORTEILE BEI GEPAARTEN LAGERN DURCH DEN EINBAU VON ZWISCHENRINGEN

- Vergrößerung der Stützbasis und damit eine Vergrößerung der zulässigen Momentenbelastung
- Verbesserung der Wärmeabfuhr aus dem Lager
- Einfachere Umsetzung der Öl-Luft-Zuführung



LAGERINNEN- UND AUSSENRING  
ALS ZWISCHENRINGE

In der folgenden Abbildung ist ein Anwendungsbeispiel mit zwei Spindellagern dargestellt, die gegeneinander mit einer definierten Kraft vorgespannt sind. Zwei Zwischenringe sorgen für eine breite Stützbasis. Kombinationen von Spindellagern, Zwischenringen und Welle bietet HQW ebenfalls an. Bitte wenden Sie sich an unsere Anwendungsingenieure.



## MASS-, FORM- UND LAUGENAUIGKEIT DER SPINDELLAGER

Spindellager von HQW werden normgerecht nach den aktuell gültigen ISO-Normen (Internationale Organisation für Normung) oder ABEC (Annular Bearing Engineering Committee) gefertigt. Wobei ABEC1 der geringsten Genauigkeitsklasse entspricht und ABEC9 die höchste Genauigkeit aufweist. Bei den ISO-Normen ist P0 die Standardgenauigkeit und die Klassen P6 bis P2 haben eine aufsteigende Genauigkeit. In den folgenden zwei Tabellen werden die einzelnen Toleranzwerte zu den jeweiligen Klassen beider Normen dargestellt. HQW fertigt standardmäßig in den hier aufgeführten Genauigkeitsklassen.

INNENRING-TOLERANZEN			d in mm		P4 / ABEC7		P2 / ABEC9		P4S		ABEC7P		ABEC9P		
			über	bis	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	
Abweichung des Bohrungsdurchmessers		$\Delta_{dmp} / \Delta_{ds}$	0,6	18	0	-4	0	-2,5	0	-4	0	-5	0	-2,5	
			18	30	0	-5	0	-2,5	0	-5	0	-5	0	-2,5	
			30	50	0	-6	0	-2,5	0	-6					
Schwankung des Bohrungsdurchmessers in einer radialen Ebene (Rundheit)	Durchmesserreihe 7 / 8 / 9	$V_{dp}$	0,6	18	4		2,5		2,5		2,5		1,5		
	18		30	5		2,5		2,5		2,5		1,5			
	30		50	6		2,5		2,5							
	0 / 1 / 2 / 3	$V_{dmp}$	0,6	18	3		2,5		2,5		2,5		1,5		
			18	30	4		2,5		2,5		2,5		1,5		
			30	50	5		2,5		2,5						
Schwankung des mittleren Bohrungsdurchmessers (Konizität)		$V_{dmp}$	0,6	18	2		1,5		1,5		2,5		1,5		
			18	30	2,5		1,5		1,5		2,5		1,5		
			30	50	3		1,5		1,5						
Rundlauf des Innenringes am zusammengebauten Lager (Radialschlag)		$K_{ia}$	0,6	2,5	2,5		1,5		1,5		2,5		1,5		
			2,5	10	2,5		1,5		1,5		2,5		1,5		
			10	18	2,5		1,5		1,5		2,5		1,5		
			18	30	3		2,5		2,5		4		2,5		
			30	50	4		2,5		2,5						
Planlauf der Stirnseite in Bezug auf die Bohrung (Seitenschlag)		$S_d$	0,6	18	3		1,5		1,5		2,5		1,5		
			18	30	4		1,5		1,5		4		1,5		
			30	50	4		1,5		1,5						
Planlauf der Stirnseite bezogen auf die Laufbahn des Innenringes am zusammengebauten Lager (Axialschlag)		$S_{ia}$	0,6	18	3		1,5		1,5		2,5		1,5		
			18	30	4		2,5		2,5		4		1,5		
			30	50	4		2,5		2,5						
Abweichung einer einzelnen Innenringbreite		$\Delta_{Bs}$	0,6	2,5	0	-40	0	-40	0	-40	0	-25	0	-25	
			2,5	10	0	-40	0	-40	0	-40	0	-25	0	-25	
			10	18	0	-80	0	-80	0	-80	0	-25	0	-25	
			18	30	0	-120	0	-120	0	-120	0	-25	0	-25	
			30	50	0	-120	0	-120	0	-120					
Schwankung der Innenringbreite		$V_{Bs}$	0,6	2,5	2,5		1,5		1,5		2,5		1,5		
			2,5	10	2,5		1,5		1,5		2,5		1,5		
			10	18	2,5		1,5		1,5		2,5		1,5		
			18	30	2,5		1,5		1,5		2,5		1,5		
			30	50	3		1,5		1,5						

Alle Angaben in  $\mu\text{m}$ .

AUSSENRING-TOLERANZEN			D in mm		P4 / ABEC7		P2 / ABEC9		P4S		ABEC7P		ABEC9P	
			über	bis	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.
Abweichung des Außendurchmessers	$\Delta D_{mp} / \Delta D_s$		2,5	18	0	-4	0	-2,5	0	-4	0	-5	0	-2,5
			18	30	0	-5	0	-4	0	-5	0	-5	0	-4
			30	50	0	-6	0	-4	0	-6	0	-5	0	-4
			50	80	0	-7	0	-4	0	-7				
Schwankung des Außendurchmessers in einer radialen Ebene (Rundheit)	Durchmesserreihe 7 / 8 / 9	$V_{Dp}$	2,5	18	4		2,5		2,5		2,5		1,5	
			18	30	5		4		4		2,5		2	
			30	50	6		4		4		2,5		2	
			50	80	7		4		4					
	0 / 1 / 2 / 3	$V_{Dp}$	2,5	18	3		2,5		2,5		2,5		1,5	
			18	30	4		4		4		2,5		2	
			30	50	5		4		4		2,5		2	
			50	80	5		4		4					
Schwankung des mittleren Außendurchmessers (Konizität)		$V_{Dmp}$	2,5	18	2		1,5		1,5		2,5		1,5	
			18	30	2,5		2		2		2,5		2	
			30	50	3		2		2		2,5		2	
			50	80	3,5		2		2					
Rundlauf des Außenringes am zusammengebauten Lager (Radialschlag)		$K_{ea}$	2,5	18	3		1,5		1,5		4		1,5	
			18	30	4		2,5		2,5		4		2,5	
			30	50	5		2,5		2,5		5		2,5	
			50	80	5		4		4					
Schwankung der Neigung der Mantellinie, bezogen auf die Bezugsseitenfläche (Seitenschlag)		$S_D$	2,5	18	4		1,5		1,5		4		1,5	
			18	30	4		1,5		1,5		4		1,5	
			30	50	4		1,5		1,5		4		1,5	
			50	80	4		1,5		1,5		4		1,5	
Planlauf der Stirnseite bezogen auf die Laufbahn des Außenringes am zusammengebauten Lager (Axialschlag)		$S_{ea}$	2,5	18	5		1,5		1,5		5		1,5	
			18	30	5		2,5		2,5		5		2,5	
			30	50	5		2,5		2,5		5		2,5	
			50	80	5		4		4					
Abweichung einer einzelnen Außenringbreite		$\Delta C_s$	2,5	18		Identisch mit $\Delta B_s$ für den Innenring desselben Lagers.								
			18	30	0	-120	0	-120	0	-120	0	-25	0	-25
			30	50	0	-120	0	-120	0	-120	0	-25	0	-25
			50	80	0	-150	0	-150	0	-150				
Schwankung der Außenringbreite		$V_{Cs}$	2,5	18	2,5		1,5		1,5					
			18	30	2,5		1,5		1,5		2,5		1,5	
			30	50	2,5		1,5		1,5		2,5		1,5	
			50	80	3		1,5		1,5					

Alle Angaben in  $\mu\text{m}$ .

## PASSUNGSWAHL

Die Leistungsfähigkeit der HQW-Spindellager erfordert ein hohes Maß an Präzision der Auflageflächen und der Schultern von Welle und Gehäuse. Die Genauigkeit der Passungswahl haben entscheidenden Einfluss auf die ausgewählte Lagerung. Bei hohen Drehzahlen steigt die Zentrifugalkraft, die zu einer Aufweitung des Innenrings führt. Dies kann zum Durchrutschen des Innenrings auf der Welle führen und damit zu Passungsrost und Schwingungen. Um dies zu verhindern, sollte eine festere Passung gewählt werden. Die Passungswahl kann ebenfalls mit Hilfe der Tabellen „Wellen-Toleranzen“ und „Gehäuse-Toleranzen“ erfolgen.

WELLEN-TOLERANZEN			d in mm		P4 / ABEC7		P2 / ABEC9		P4S		ABEC7P		ABEC9P					
			über	bis	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.				
Abweichung des Bohrungsdurchmessers	$\Delta_{dmp} / \Delta_{ds}$		0,6	18	0	-4	0	-2,5	0	-4	0	-5	0	-2,5				
			18	30	0	-5	0	-2,5	0	-5	0	-5	0	-2,5				
			30	50	0	-6	0	-2,5	0	-6								
Abweichung des Wellendurchmessers	Betriebsbedingungen	Spiel	Geringe Belastung Mittlere Drehzahlen Keine Schwingungen			0,6	18	-5	-9	-4	-7	-5	-9	-6	-11	-4	-7	
			18			-6	-11	-4	-7	-6	-11	-6	-11	-4	-7			
			30			-7	-13	-4	-7	-7	-13							
	Übergang	Mittlere Belastung Mittlere Drehzahlen Geringe Schwingungen			0,6			0	-4	0	-3	0	-4	0	-5	0	-3	
		18			30			0	-5	0	-3	0	-5	0	-5	0	-3	
		30			50			0	-6	0	-3	0	-6					
	Übermaß	Große Belastung Hohe Drehzahlen Große Schwingungen			0,6			18	+5	+1	+4	+1	+5	+1	+6	+1	+4	+1
		18			30			+6	+1	+4	+1	+6	+1	+6	+1	+4	+1	
		30			50			+7	+1	+4	+1	+7	+1					
Schwankung des Wellendurchmessers in einer radialen Ebene (Rundheit)	Durchmesserreihe 7 / 8 / 9			0,6	18	2			1,5			1,5			1,5		0,8	
	18			30	2,5		1,5			1,5			1,5		0,8			
	30			50	3		1,5			1,5								
	0 / 1 / 2 / 3			0,6	18	1,5			1,5			1,5			1,5		0,8	
	18			30	2		1,5			1,5			1,5		0,8			
	30			50	2,5		1,5			1,5								
Schwankung des mittleren Wellendurchmessers (Konizität)			0,6	18	1			0,8			0,8			1,5		0,8		
			18	30	1,5			0,8			0,8			1,5		0,8		
			30	50	1,5			0,8			0,8							
Rundlauf der Welle (Konzentrizität)			0,6	2,5	1,5			0,8			0,8			1,5		0,8		
2,5			10	1,5		0,8			0,8			1,5		0,8				
10			18	1,5		0,8			0,8			1,5		0,8				
18			30	1,5		1,5			1,5			2		1,5				
30			50	2		1,5			1,5									
Planlauf der Stirnseite in Bezug auf die Welle			0,6	18	1,5			0,8			0,8			1,5		0,8		
			18	30	2			0,8			0,8			2		0,8		
			30	50	2			0,8			0,8							

Axiale Sicherung des Innenrings ist notwendig (Festsitz).

Alle Angaben in  $\mu\text{m}$ .

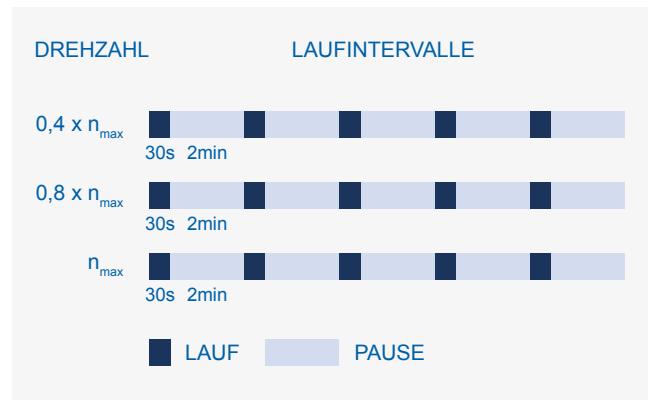
GEHÄUSE-TOLERANZEN			D in mm		P4 / ABEC7		P2 / ABEC9		P4S		ABEC7P		ABEC9P			
			über	bis	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.		
Abweichung des Außen-durchmessers	$\Delta D_{mp} / \Delta D_s$		2,5	18	0	-4	0	-2,5	0	-4	0	-5	0	-2,5		
			18	30	0	-5	0	-4	0	-5	0	-5	0	-4		
			30	50	0	-6	0	-4	0	-6	0	-5	0	-4		
			50	80	0	-7	0	-4	0	-7						
Abweichung der Gehäusebohrung	Betriebsbedingungen	Spiel	Geringe Belastung Mittlere Drehzahlen Keine Schwingungen			2,5	18	+5	+1	+4	+1	+5	+1	+6	+1	
			18			+6	+1	+5	+1	+6	+1	+6	+1	+5	+1	
			30			+7	+1	+5	+1	+7	+1	+6	+1	+5	+1	
			50			+8	+1	+5	+1	+8	+1					
	Übergang	Übergang	Mittlere Belastung Mittlere Drehzahlen Geringe Schwingungen			2,5	18	0	-4	0	-3	0	-4	0	-5	
			18			0	-5	0	-4	0	-5	0	-5	0	-4	
			30			0	-6	0	-4	0	-6	0	-5	0	-4	
			50			0	-7	0	-4	0	-7					
Schwankung der Gehäusebohrung in einer radialen Ebene (Rundheit)	Durchmesserreihe 7 / 8 / 9			2,5	18	-5	-9	-4	-7	-5	-9	-6	-11	-4	-7	
				18	30	-6	-11	-5	-9	-6	-11	-6	-11	-5	-9	
				30	50	-7	-13	-5	-9	-7	-13	-6	-11	-5	-9	
				50	80	-8	-15	-5	-9	-8	-15					
	0 / 1 / 2 / 3			2,5	18	1,5		1,5		1,5		1,5		0,8		
				18	30	2		2		2		1,5		1		
				30	50	2,5		2		2		1,5		1		
				50	80	2,5		2		2						
Schwankung der mittleren Gehäusebohrung (Konizität)			2,5	18	1		0,8		0,8		1,5		0,8			
			18	30	1,5		1		1		1,5		1			
			30	50	1,5		1		1		1,5		1			
			50	80	2		1		1							
Rundlauf der Gehäusebohrung (Konzentrizität)			2,5	18	1,5		0,8		0,8		2		0,8			
			18	30	2		1,5		1,5		2		1,5			
			30	50	2,5		1,5		1,5		2,5		1,5			
			50	80	2,5		2		2							
Planlauf der Stirnseite in Bezug auf die Gehäusebohrung			2,5	18	2,5		0,8		0,8		2,5		0,8			
			18	30	2,5		1,5		1,5		2,5		1,5			
			30	50	2,5		1,5		1,5		2,5		1,5			
			50	80	2,5		2		2							

Axiale Sicherung des Außenrings ist notwendig (Festsitz).

Alle Angaben in  $\mu\text{m}$ .

## FETTVERTEILUNGSLAUF

Spindellager mit Fettlebensdauerschmierung benötigen einen Fettverteilungslauf bevor sie unter Last betrieben werden. Damit soll eine gleichmäßige Schmierstoffverteilung sichergestellt werden. Der Fettverteilungslauf erfolgt in Intervallen mit Stillstandspausen, die nötig sind, damit das abgeschiedene Öl wieder zurück in die Laufbahn fließen kann. Der Ablauf des Fettverteilungslaufs stellt sich wie folgt dar: Drei Durchläufe mit steigenden Drehzahlen ( $0,4 \times n_{\max}$ ;  $0,8 \times n_{\max}$ ;  $n_{\max}$ ) in Bezug zur Maximaldrehzahl der Anwendung und fünf Intervallen, die sich aus einem Lauf von 30 Sekunden und zwei Minuten Pause zusammensetzen. Dabei ist auf die Temperatur zu achten und bei zu hohen Temperaturen sind weitere Pausen einzulegen. Der Fettverteilungslauf ist zum besseren Verständnis oben grafisch dargestellt. Nach dem Fettverteilungslauf können die Spindellager unter Volllast und Maximaldrehzahl betrieben werden.



FETTVERTEILUNGSLAUF

## HANDHABUNG VON HQW-SPINDELLAGERN

- Auf größte Sauberkeit am Arbeitsplatz achten und Kugellager erst kurz vor der Montage aus der Verpackung entnehmen
- Stöße und Schläge auf die Lager vermeiden
- Bei der Befettung von offenen Spindellagern muss auf die Eignung des Fettes geachtet werden
- Bei Anwendungen mit hohen Drehzahlen ist ein Fettverteilungslauf erforderlich
- Lagerpaare in O-, X- oder Tandemanordnung (Kennzeichnung mit DB, DF oder DT) sind immer paarweise in Folie eingeschweißt und dürfen nur mit dem jeweils beiliegenden Spindellager in der entsprechenden Paarungsart verwendet werden; die Markierung erfolgt durch Pfeilanordnung am Außendurchmesser (<>, ><, >>, <<)
- Die Markierung kennzeichnet die Lastrichtung des Außenrings
- Lager der universalen Ausführung (UL, UM, US), die einzeln in Folie verpackt sind, können bei gleicher Vorspannung beliebig untereinander verbaut werden, z. B. mit Lagern aus anderen Chargen – die Belastungsrichtung ist durch Pfeile auf dem Außenring markiert



NOTIZEN





HQW Precision GmbH  
Wachtelberg 23  
97273 Kürnach  
Germany

Telefon +49 (0) 93 67-98408-0  
Fax +49 (0) 93 67-98408-199  
E-Mail [info@hqw.gmbh](mailto:info@hqw.gmbh)  
Internet [www.hqw.gmbh](http://www.hqw.gmbh)



Version: HQW-SL-12/2018-DE

Alle technischen Angaben entsprechen dem aktuellen Stand bei Drucklegung.  
Technische Änderungen vorbehalten, keine Haftung für Irrtümer. Alle in dieser  
Broschüre enthaltenen Texte und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt.