

WÄZLAGER FÜR
PUMPEN UND KOMPRESSOREN



Als einer der weltweit führenden Hersteller von Wälzlagern, lineartechnischen Komponenten sowie Lenksystemen sind wir auf allen Kontinenten vertreten – mit Werken, Vertriebsniederlassungen und Technologiezentren. Denn unsere Kunden schätzen kurze Entscheidungswege, prompte Lieferungen und Service vor Ort.



Das Unternehmen NSK

Bereits 1916 startete NSK seine Geschäfte als erster japanischer Hersteller von Wälzlagern. Seitdem haben wir nicht nur unsere Produktpalette, sondern auch unsere Serviceleistungen für verschiedene Industriebereiche kontinuierlich ausgebaut und verbessert. So entwickeln wir Technologien in den Bereichen Wälzlager, Linearsysteme, Komponenten für die Automobilindustrie und mechatronische Systeme. Unsere Forschungs- und Entwicklungszentren in Europa, Amerika und Asien sind innerhalb unseres globalen

Technologienetzwerkes verbunden. Dabei konzentrieren wir uns nicht nur auf die Entwicklung neuer Technologien, sondern auf die kontinuierliche Optimierung der Qualität – auf jeder Prozessstufe.

Zu den Aktivitäten gehören u. a. Produktdesign, Simulationsanwendungen auf verschiedenen Analysesystemen oder die Entwicklung verschiedener Wälzlager-Stähle und Schmierstoffe.

Partnerschaft basiert auf Vertrauen – und Vertrauen auf Qualität

Total Quality by NSK: Wir bündeln unsere Kompetenzen in den NSK Technologiezentren. Nur ein Beispiel, wie wir unserem hohen Qualitätsanspruch gerecht werden.

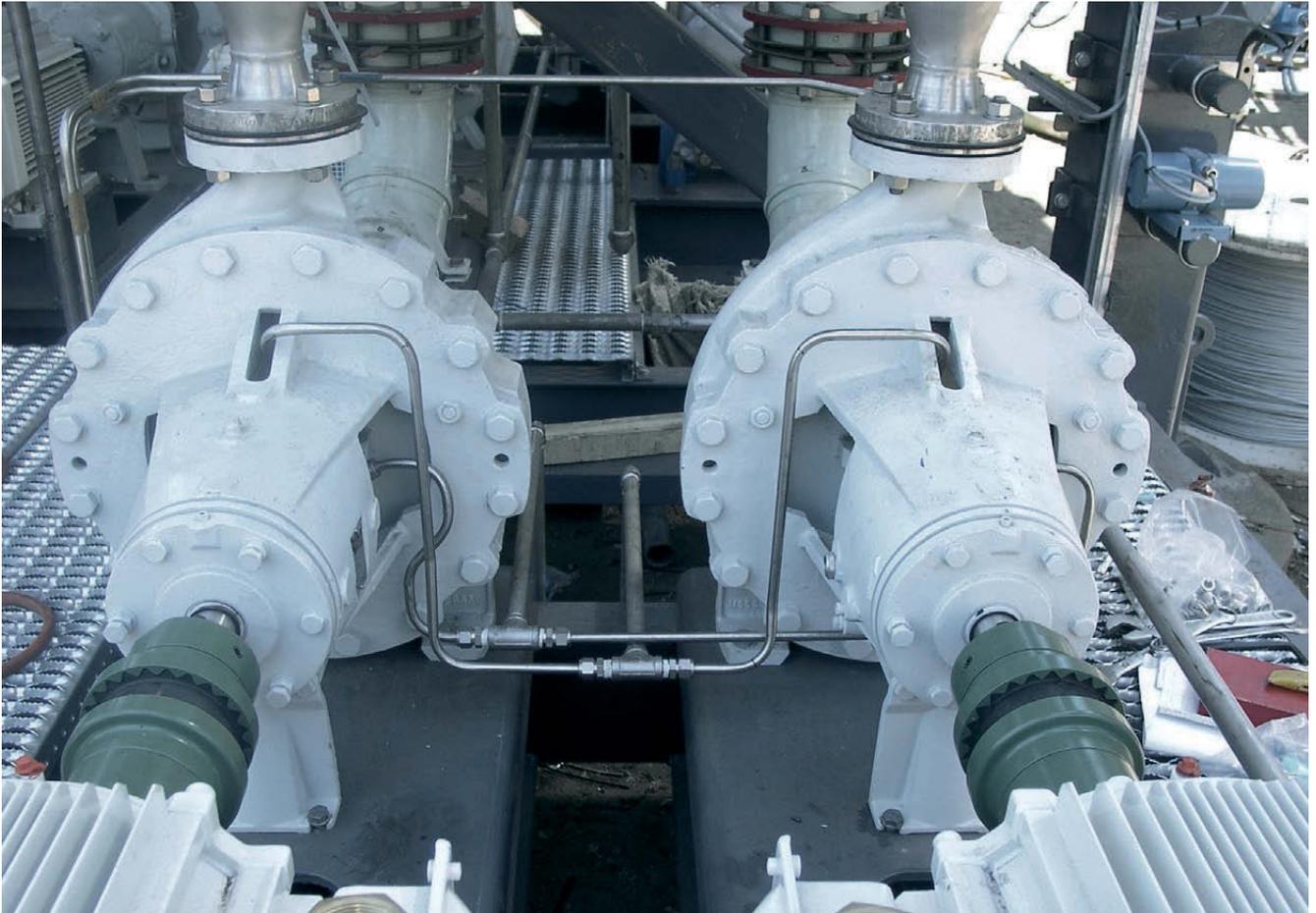
NSK gehört zu den Unternehmen, die bei Patentanmeldungen für Maschinenbauteile führend sind und hier eine lange Tradition haben. In unseren weltweiten Forschungszentren konzentrieren wir uns nicht nur auf die Entwicklung neuer Technologien, sondern auf die

kontinuierliche Optimierung der Qualität – auf Basis der integrierten Technologie-Plattform aus Tribologie, Werkstofftechnik, Analyse und Mechatronik.

Mehr über NSK auf www.nskeurope.de oder rufen Sie uns an: +49 (0) 2102 481-0



NSK ist ein wichtiger Partner der Pumpen- und Kompressorenindustrie



Inhalt

Einleitung	5	HPS Schrägkugellager	16
Standardwälzlager	6	Sonderlager für Schraubenkompressoren	20
Anwendungsbereiche		Fallstudien	
› Lagerlösungen für Pumpen	8	› Verhindern von Passungsrost an Lagern für Tauchpumpen	22
› Lagerlösungen für Kompressoren	10	› Mit Ammoniak laufende Kältemittel-Schraubenkompressoren	23
Auswahl Wälzlager für Pumpen und Kompressoren			
Spezielle Rillenkugellager für Pumpen			
› Hochleistungs-Rillenkugellager	12		
› LNG-Pumpen-Lager	13		
› Lager zur Passungsrostminimierung	14		



Als global agierender Zulieferer der weltweit führenden Hersteller von Pumpen und Kompressoren haben wir die Erfahrung und das Know-how, Sie dabei zu unterstützen, Kosten zu senken und gleichzeitig die Produktivität zu steigern.

Pumpen und Kompressoren kommen in vielen Bereichen der Prozessindustrie zum Einsatz. Die Ansprüche an die Lagerlebensdauer sind in diesen Industriezweigen hoch, da die mittlere Betriebsdauer zwischen Ausfällen (MTBF = Mean Time Between Failures) verlängert werden soll. Stillstandszeiten im Produktionsprozess haben hohe Kosten und Produktivitätsverluste zur Folge. Darüber hinaus sind die Hersteller von Pumpen und Kompressoren an kompakteren Maschinen interessiert, die ein Downsizing der Lager ermöglichen.

Die Anforderungen an Kugel- und Rollenlager werden immer höher, will man dem Wunsch sowohl nach einer längeren Lebensdauer als auch nach Downsizing nachkommen. Dies kann nur durch Lager höchster Qualität und Zuverlässigkeit erfüllt werden.

Je nach Pumpentyp müssen Lager in Pumpenanwendungen axiale, radiale oder kombinierte Belastungen aufnehmen und für niedrige und hohe Drehzahlen sowie für unterschiedliche Schmierungsbedingungen ausgelegt sein. Die Betriebsbedingungen sind in jedem Fall schwierig, und eine verlängerte MTBF stellt bei jedem Lager eine Herausforderung dar.

Bei Kompressoranwendungen wirken hohe axiale und radiale Belastungen auf die Lager ein. Die Lager spielen eine zentrale Rolle, da sie für die korrekte Ausrichtung der Rotoren in axialer und radialer Richtung verantwortlich sind. Da die Ausrichtung einen unmittelbaren Einfluss auf die Effizienz des Kompressors hat, kommt den Lagern größte Bedeutung zu. Aus diesem Grund müssen die axialen und radialen Schwingungen der Lager so gering wie möglich gehalten werden.

In dieser Broschüre werden alle von NSK speziell für diese Anwendungen entwickelten Produkte vorgestellt. Neben unserem Standardsortiment bieten wir laufend Weiterentwicklungen unserer anwendungsspezifischen Produkte an, die in unseren weltweit angesiedelten Forschungs- und Entwicklungszentren entstehen. Da wir die individuellen Anforderungen unserer Kunden kennen, können wir ihnen dabei helfen, ihre Maschinen stetig zu verbessern. So haben wir für Schraubenkompressoren Zylinderrollenlager und HPS-Schräggugellager entwickelt, die mit patentierten Kunststoffkäfigen aus linearem Polyphenylsulfid (L-PPS) ausgeführt sind. Diese Käfige sind herkömmlichen Kunststoffkäfigen weit überlegen.

Unsere Anwendungsingenieure sind vor Ort für Sie da und stellen durch ihre Zusammenarbeit mit den Forschungs- und Entwicklungsabteilungen der OEMs sicher, dass für jede Projektphase neue Lagerlösungen gefunden werden können. Die Erfahrung, die wir in Jahren der Beschäftigung mit Pumpen- und Kompressoranwendungen gesammelt haben, ist hier der Schlüssel zum gemeinsamen Erfolg.

Wir möchten Sie einladen, sich unsere einzigartige Palette innovativer Produkte anzusehen. Wenn wir Ihr Interesse an einem unserer Produkte geweckt haben, wenden Sie sich gern an Ihre NSK Vertriebsniederlassung.

Standardwälzlager



Einreihige Rillenkugellager

Verfügbare Baureihen: Lagerreihen 600, 6800, 6900, 16000, 16100, 6000, 6200, 6300, 6400

- › Standard- und Spezialanwendungen
- › Stahlblech-, Messing- oder Polyamidkäfig
- › Geräuscharmer Betrieb
- › Verschiedenste Dichtungsmöglichkeiten
- › Mit zahlreichen Fettarten lieferbar
- › Standard- oder Spezialstahl



Einreihige Zylinderrollenlager mit Messing-, Stahlblech- oder Polyamidkäfig

- › Stahlblechkäfige: EW-Reihe
- › Polyamidkäfige: ET-Reihe
- › Messingmassivkäfige: EM-Reihe



Einreihige Schrägkugellager*

- › Stahlblechkäfige
- › Polyamidkäfige
- › Messingmassivkäfige

* Informationen zu unseren neuen HPS-Lagern finden Sie auf Seite 16.



Zweireihige Schrägkugellager

Verfügbare Baureihen: Lagerreihen 3200–3300/5200–5300

- › Stahlblech- oder Polyamidkäfig
- › Offene Ausführung
- › Gedeckelte Ausführung (ZZ oder ZZ)
- › Abgedichtete Ausführung (DDU oder 2RS)



Kegelrollenlager

- › Metrische Abmessungen und Zollabmessungen
- › Standardstahl/einsatzgehärteter Stahl/HTF-Behandlung
- › Kundenspezifische Sätze mit Zwischenringen



HPS-Pendelrollenlager

- › Hohe Belastbarkeit
- › Hohe Grenzdrehzahl
- › Hochfester Massivkäfig
- › Geräusch- und schwingungsarmer Betrieb

Hierbei handelt es sich um einen Auszug aus dem Angebot von NSK Wälzlagern für Pumpen und Kompressoren. Informationen über weitere Lager erhalten Sie bei NSK.

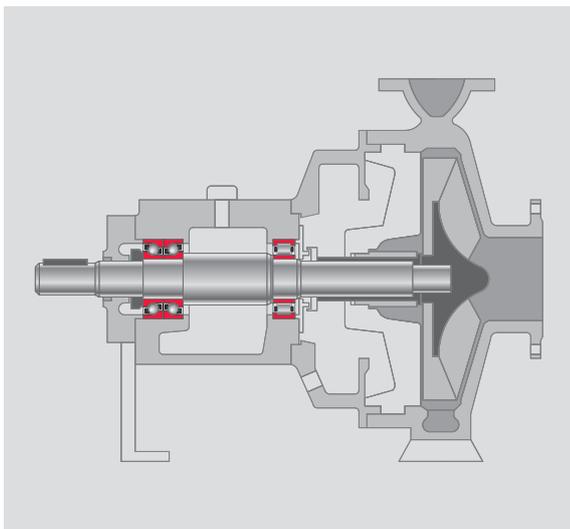
Lagerlösungen für Pumpen



Schrägkugellager der HPS-Reihe

Lager zur Passungsrostminimierung

LNG-Pumpen-Lager



Zentrifugalpumpen

Lagerauswahl

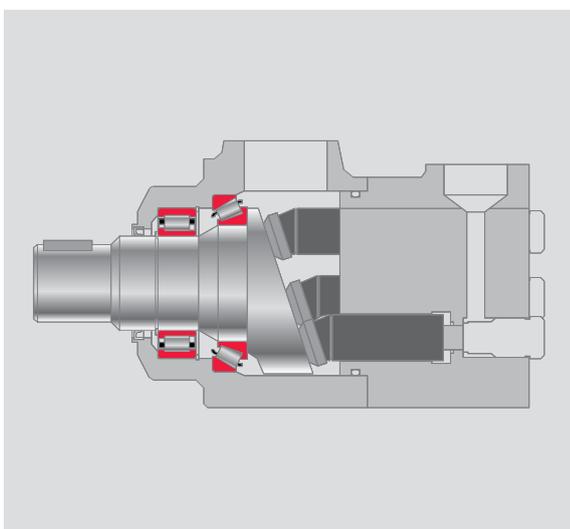
- › Zylinderrollenlager
- › Ein- und zweireihige Schrägkugellager
- › Rillenkugellager – für spezielle Anforderungen: HR-Reihe*

Betriebsbedingungen

- › Drehzahl: 1.500 min⁻¹ bis 3.000 min⁻¹
- › Axiale und radiale Belastungen

Anforderungen an die Lager

- › Lange Lebensdauer unter hohen axialen Belastungen
- › Geringes Axialspiel



Kolbenpumpen

Lagerauswahl

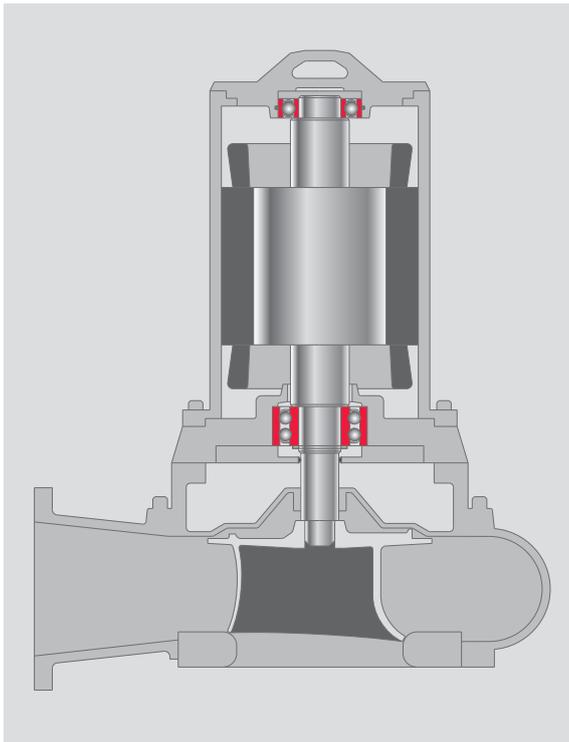
- › Zylinderrollenlager – mit speziellem L-PPS-Käfig
- › Kegelrollenlager – Toleranzklasse P6X – einsatzgehärteter Stahl
- › Nadellager

Betriebsbedingungen

- › Starke axiale und radiale Belastungen
- › Mittlere Drehzahlen

Anforderungen an die Lager

- › Verringerte Breitentoleranz für eine präzise Montage
- › Ölkompatibilität des Käfigs



Tauchpumpen

Lagerauswahl

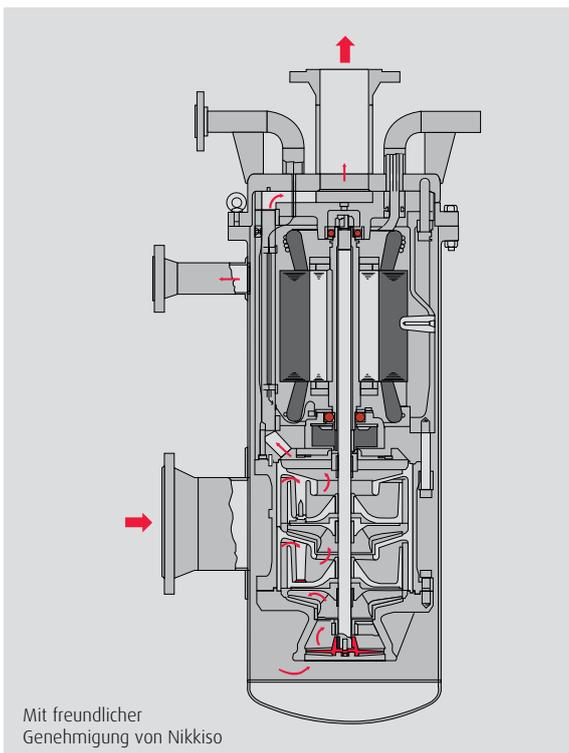
- › Zylinderrollenlager
- › Ein- und zweireihige Schrägkugellager
- › Rillenkugellager – für spezielle Anforderungen:
Lager zur Passungsrostminimierung*

Betriebsbedingungen

- › Vertikale Welle
- › Axiale Belastung
- › Großer Temperaturunterschied zwischen Innen- und Außenringen

Anforderungen an die Lager

- › Gute Dichtungsleistung
- › Kein Wandern des oberen Lagers im Gehäuse



LNG Pumpen*

Lagerauswahl

- › Rillenkugellager
- › Schrägkugellager

Betriebsbedingungen

- › Drehzahl: 1.160 min⁻¹ bis 3.600 min⁻¹
- › Gastemperatur: -196 °C bis 0 °C
- › Vorwiegend axiale Belastungen
- › Schlechte Schmierungsbedingungen

Anforderungen an die Lager

- › Selbstschmierend
- › Korrosionsbeständig

Mit freundlicher
Genehmigung von Nikkiso

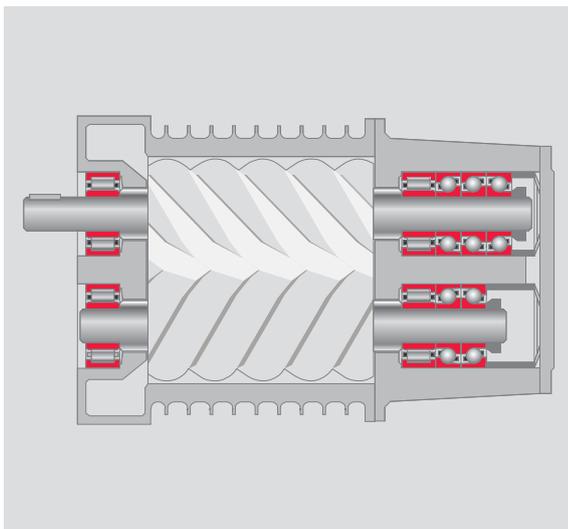
* Weitere Informationen finden Sie auf den Seiten 12 bis 15.

Lagerlösungen für Kompressoren



Hochleistungs-Zylinderrollenlager mit L-PPS-Käfig

Hochleistungs-HPS-Schrägkugellager mit L-PPS-Käfig



Öleingespritzter Schraubenkompressor

Lagerauswahl

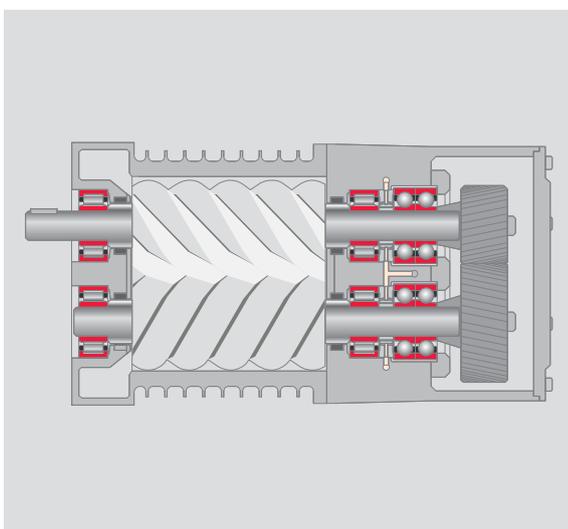
- › Zylinderrollenlager – mit L-PPS-Käfig*
- › HPS-Schrägkugellager – mit L-PPS-Käfig*
- › Kegelrollenlager
- › Nadellager

Betriebsbedingungen

- › Mittlere Drehzahlen
- › Große axiale und radiale Belastungen
- › Ölumlaufl

Anforderungen an die Lager

- › Spezielle axiale und radiale Lagerluft für eine präzise Führung der Rotoren
- › Kompatibilität des Kunststoffkäfigs mit Spezialölen



Ölfreier Schraubenkompressor

Lagerauswahl

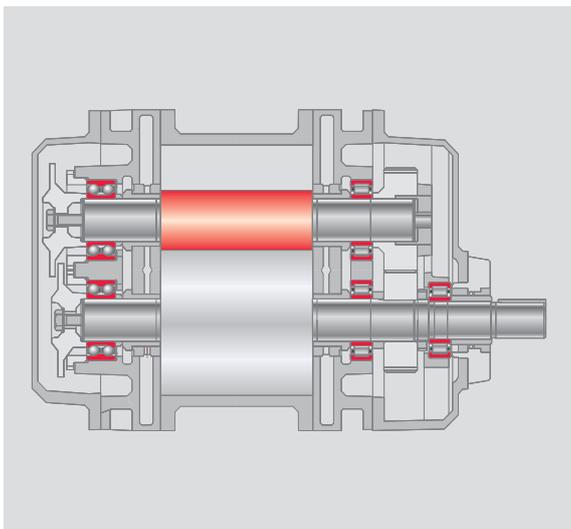
- › Zylinderrollenlager – mit außenringgeführtem Messingkäfig, Toleranzklasse P6 oder P5
- › Schrägkugellager – mit außenringgeführtem Messingkäfig, Toleranzklasse P6 oder P5
- › Vierpunktkugellager – mit außenringgeführtem Messingkäfig, Toleranzklasse P6, reduzierte Axialluft

Betriebsbedingungen

- › Hohe Drehzahlen (0,7 Mio. d_{mN} bis 1,4 Mio. d_{mN})
- › Mittlere axiale und radiale Belastungen
- › Öleinspritzschmierung

Anforderungen an die Lager

- › Spezielle axiale und radiale Lagerluft für eine präzise Führung der Rotoren
- › Eignung für hohe Drehzahlen
- › Wärmefestigkeit



Roots-Gebläse

Lagerauswahl

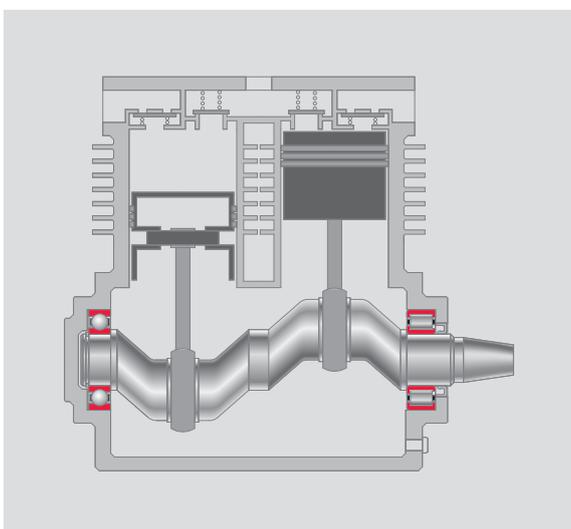
- › Zylinderrollenlager
- › Ein- und zweireihige Schrägkugellager
- › Rillenkugellager

Betriebsbedingungen

- › Ölfrei
- › Mittlere bis hohe Temperaturen
- › Schwingungen

Anforderungen an die Lager

- › Lange Lebensdauer
- › Wärmefestigkeit



Kolbenkompressor

Lagerauswahl

- › Zylinderrollenlager
- › Hochleistungs-Rillenkugellager
- › Nadellager
- › Spezielle Lagerlösungen für ölfreie Ausführungen

Betriebsbedingungen

- › Hohe radiale Belastungen bei oszillierender Bewegung

Anforderungen an die Lager

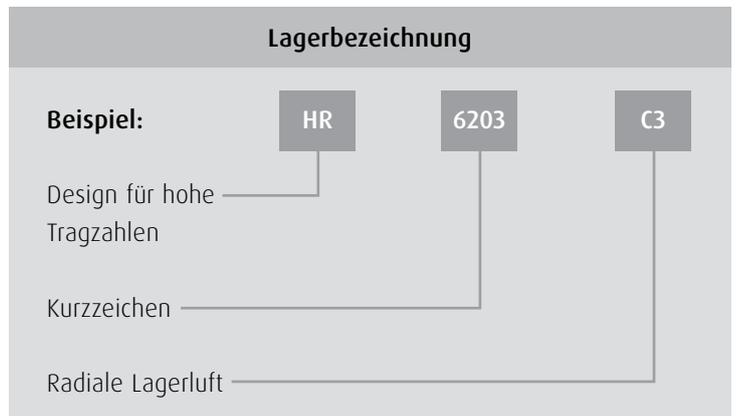
- › Lange Lebensdauer unter erschwerten Bedingungen

* Weitere Informationen finden Sie auf den Seiten 20/21.

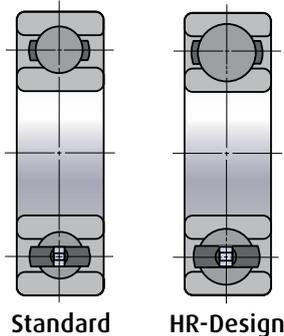
Spezielle Rillenkugellager für Pumpen

Hochleistungs-Rillenkugellager

Hochleistungs-Rillenkugellager (HR-Reihe) verfügen über größere Wälzkörper als Standard-Rillenkugellager. Dadurch lässt sich die dynamische Tragzahl je nach Größe in der Regel um 7 bis 19 % erhöhen, wodurch die Lebensdauer L^{10} nach ISO um 22 bis 68 % verlängert wird. Lager der HR-Reihe können die Lebensdauer einer Maschine wesentlich verlängern oder zum Downsizing vorhandener Maschinen genutzt werden.



Größere Wälzkörper:
höhere Tragzahlen



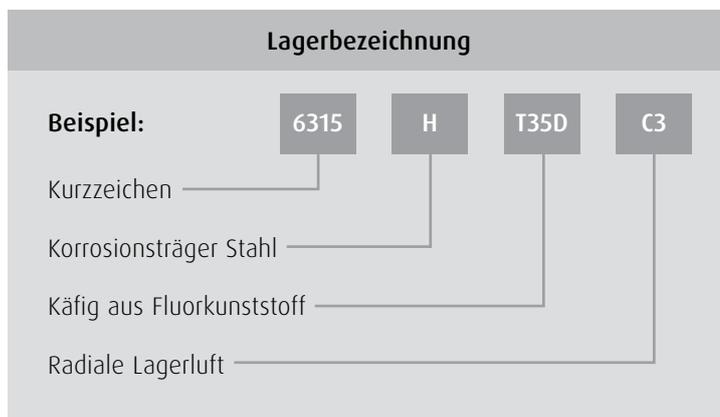
Bohrungs- durchmesser (mm)	Teilenummer	Neue HR-Reihe		Standard		Faktor der C_r -Erhöhung
		Tragzahlen (N)		Tragzahlen (N)		
		C_r	C_{0r}	C_r	C_{0r}	
15	6202	8.550	3.950	7.650	3.750	1,12
	6302	13.300	5.900	11.400	5.450	1,17
17	6203	11.300	5.350	9.550	4.800	1,18
	6303	15.600	7.100	13.600	6.650	1,15
20	6304	18.200	9.050	15.900	7.900	1,14
	6205	15.300	8.100	14.000	7.850	1,09
25	6305	23.700	12.200	20.600	11.200	1,15
	6206	23.300	12.800	19.500	11.300	1,19
30	6306	29.800	15.800	26.700	15.000	1,12
	6207	28.300	16.000	25.700	15.300	1,10
35	6307	39.500	21.500	33.500	19.200	1,18
	6208	32.500	19.900	29.100	17.800	1,12
40	6308	47.000	26.200	40.500	24.000	1,16
	6209	36.500	22.600	31.500	20.400	1,16
45	6309	57.000	34.500	53.000	32.000	1,08
	6210	39.000	25.800	35.000	23.200	1,11
50	6310	66.500	40.500	62.000	38.500	1,07
	6211	48.000	32.000	43.500	29.300	1,10
55	6311	78.000	46.000	71.500	44.500	1,09
	6212	58.000	38.000	52.500	36.000	1,10

Standardlager der HR-Reihe sind offen ausgeführt. Gedeckelte und abgedichtete Ausführungen werden ebenfalls hergestellt. Bitte wenden Sie sich an NSK.

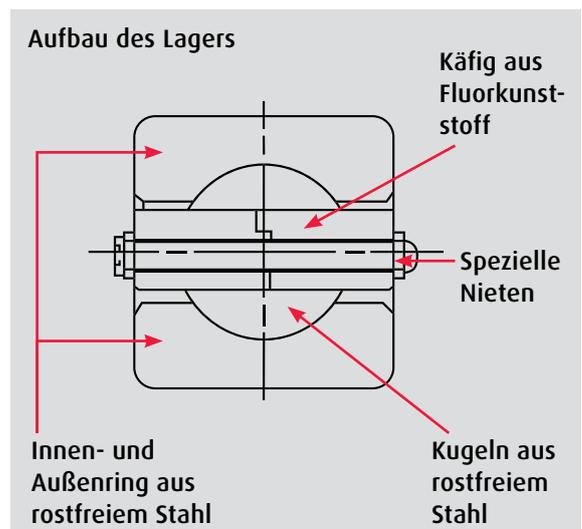
Spezielle Rillenkugellager für Pumpen

LNG-Pumpen-Lager

Lager für LNG-Pumpen werden als obere und untere Stützlager an den Hauptwellen von Motoren eingesetzt, mit denen die Spezialpumpen angetrieben werden, die Flüssigerdgas (LNG) in und aus Tankwagen und Speichertanks pumpen. Diese Lager laufen in Flüssigerdgas mit einer Temperatur von -162 °C und nutzen bei Drehzahlen von bis zu 3.600 min^{-1} die kryogene Flüssigkeit als Schmierstoff.



Um diesen schwierigen Bedingungen gerecht zu werden, hat NSK Rillenkugellager* aus Sonderwerkstoffen entwickelt. Die Ringe und Kugeln bestehen aus martensitischem rostfreiem Stahl, der Korrosionsbeständigkeit gewährleistet. Der Lagerkäfig ist aus einem Fluorkunststoff gefertigt, der sich dadurch auszeichnet, dass er auch bei extrem niedrigen Temperaturen noch selbstschmierend wirkt. Dieses Merkmal ist entscheidend, da der Käfig – eine zweiteilige Einheit, die von speziellen Nieten zusammengehalten wird – während des Betriebs einen dünnen Film aus Fluorkunststoff aus der Käfigtasche auf die Kugel und damit auch auf die Laufbahn überträgt, sodass stets für eine ausreichende Schmierung gesorgt ist. In dieser äußerst anspruchsvollen Umgebung führt der Einsatz der LNG-Pumpen-Lager von NSK zu verlängerten Wartungsintervallen.

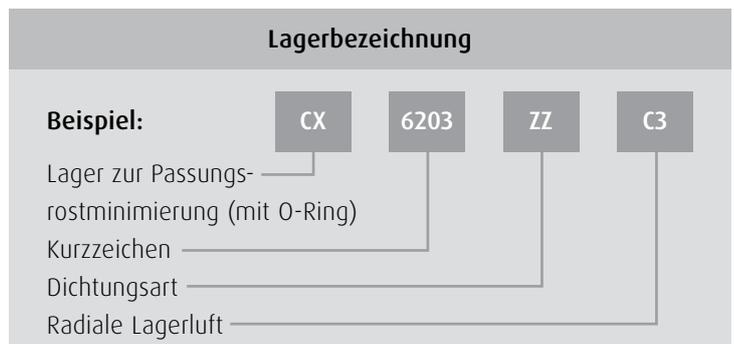


* Einige Größen sind auch als Schrägkugellager erhältlich.

Spezielle Rillenkugellager für Pumpen

Lager zur Passungsrostminimierung

NSK bietet eine Lagereihe an, die als Loslager in Pumpen sowie für alle Anwendungen, bei denen es zu Problemen durch relative Bewegungen kommen kann, unerlässlich ist. Durch die Kompression des O-Rings wird die Dauerstandfestigkeit enorm erhöht. Da die Lagerabmessungen unverändert bleiben, ist es beim Austausch von Standardlagern nicht erforderlich, das Gehäuse nachzuarbeiten. Auf diese Weise lassen sich die Kosten des Austauschs gering halten.

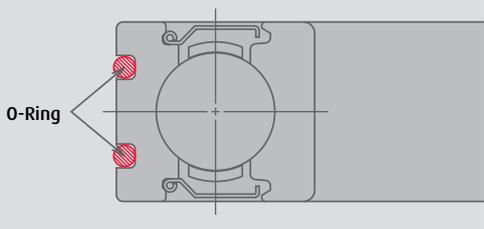


Lagerbohrungs- durchmesser	Lageraußen- durchmesser	Lagerbreite	Lagertragzahlen		Empfohlene Gehäuse- passungen*	Lagerbezeichnung			
			C _r (N)	C _{or} (N)		Offen	Gedeckelt	Mit schleifender Dichtung**	Mit berührungs- loser Dichtung
10	26	8	4.550	1.970	G6 oder H7	CX-6000			
	30	9	5.100	2.390		CX-6200	ZZ	DDU	VV
	35	11	8.100	3.450		CX-6300			
12	28	8	5.100	2.370		CX-6001			
	32	10	6.800	3.050		CX-6201	ZZ	DDU	VV
	37	12	9.700	4.200		CX-6301			
15	32	9	5.600	2.830		CX-6002			
	35	11	7.650	3.750		CX-6202	ZZ	DDU	VV
	42	13	11.400	5.450		CX-6302			
17	35	10	6.000	3.250		CX-6003			
	40	12	9.550	4.800		CX-6203	ZZ	DDU	VV
	47	14	13.600	6.650		CX-6303			
20	42	12	9.400	5.000		CX-6004			
	47	14	12.800	6.600		CX-6204	ZZ	DDU	VV
	52	15	15.900	7.900		CX-6304			
25	47	12	10.100	5.850		CX-6005			
	52	15	14.000	7.850		CX-6205	ZZ	DDU	VV
	62	17	20.600	11.200		CX-6305			
30	55	13	13.200	8.300		CX-6006			
	62	16	19.500	11.300		CX-6206	ZZ	DDU	VV
	72	19	26.700	15.000		CX-6306			
35	62	14	16.000	10.300		CX-6007			
	72	17	25.700	15.300		CX-6207	ZZ	DDU	VV
	80	21	33.500	19.200		CX-6307			
40	68	15	16.800	11.500		CX-6008			
	80	18	29.100	17.900		CX-6208	ZZ	DDU	VV
	90	23	40.500	24.000		CX-6308			
45	75	16	20.900	15.200		CX-6009			
	85	19	31.500	20.400		CX-6209	ZZ	DDU	VV
	100	25	53.000	32.000		CX-6309			

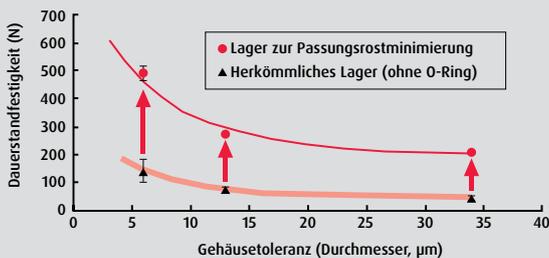
* Obwohl die Passungen G6 oder H7 empfohlen werden, ist G6 vorgegeben, wenn die Betriebsbedingungen eine Anordnung unter leichter Vorspannung erfordern.

** Für abgedichtete Lager sind Leichtkontakt-Dichtungen verfügbar. Bitte wenden Sie sich für weitere Informationen an NSK.

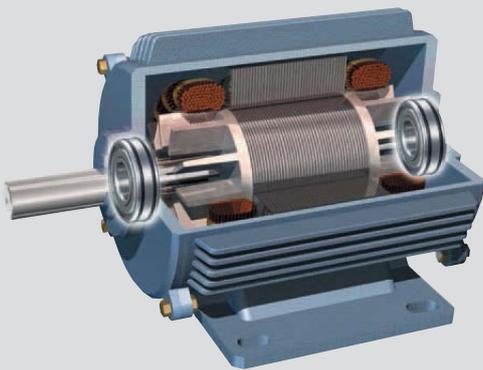
Aufbau des Lagers zur Passungsrostminimierung



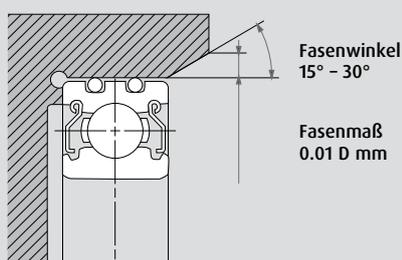
Prüfung der Dauerstandfestigkeit unter Last (Beispiel: 6204)



Anwendungsbeispiel Pumpenmotorlager



Form und Abmessungen des Gehäuses



1. Aufbau und Leistung der Lager zur Passungsrostminimierung

Durch die Kompression der in zwei Nuten am Außenring befindlichen O-Ringe wird ein verbesserter Schutz gegen Passungsrost erzielt. Eine spezielle Bearbeitung ist nicht erforderlich, denn die Lager passen in dasselbe Gehäuse wie Standardlager. In Belastungstests lässt sich Wandern umso besser vermeiden, je geringer das Gehäusespiel ist. Grund dafür ist die Kompression des O-Rings am Außenring.

2. Konstruktionsmerkmale und Anwendung von Lagern zur Passungsrostminimierung

› Verhindern Passungsrost

Die Kompression der O-Ringe verhindert Passungsrost.

› Spezielle Bearbeitung des Gehäuses nicht erforderlich

Die Lager können einfach ausgetauscht werden, da ihre Abmessungen denen von Standardlagern entsprechen.

› Einfach durchzuführende Montage

Die Montage ist einfach, da die Lager mit Lossitz montiert werden können.

› Wiederverwendbares Gehäuse

An der Bohrungsfläche des Gehäuses kommt es nur zu sehr geringem Abrieb, weshalb eine erneute Verwendung möglich ist.

3. Hinweis zur Montage von Lagern zur Passungsrostminimierung

Form und Abmessungen des Gehäuses: Die Gehäuseform muss mit den Angaben in der Zeichnung übereinstimmen. Wir empfehlen eine Nut und eine Fase mit einem Winkel von 15° bis 30° und einem Mindestmaß von 0,01 x Lageraußendurchmesser.

HPS-Schrägkugellager



Zentrifugalpumpe in einer Kläranlage – Schrägkugellager kommen in Zentrifugalpumpen und Schraubenkompressoren häufig zum Einsatz. Erstausrüster sind bemüht, ihre Maschinen kompakter zu gestalten, wodurch die Belastung der Lager steigt. Hier bieten die neuen Schrägkugellager der HPS-Reihe eine optimale Lösung.

NSK entwickelt laufend Produkte mit immer höherer Festigkeit und Präzision. Die Schrägkugellager der Reihe HPS (High Performance Standard) setzen ganz neue Maßstäbe, denn Konstruktion, Materialien und Fertigungstechnologie basieren auf den Weltklasse-Lösungen von NSK. Die neuen Schrägkugellager bieten in jeder Hinsicht eine herausragende Leistung: hohe Drehzahlen, hohe Belastbarkeit, hervorragende Laufgenauigkeit und absolute Zuverlässigkeit.

Besondere Merkmale der neuen HPS-Schrägkugellager

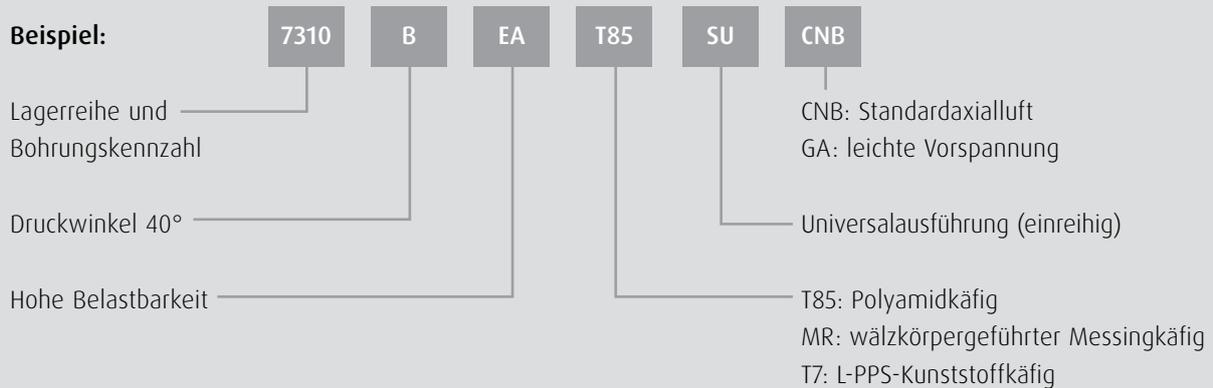
- › **Hohe Belastbarkeit:** Eine Steigerung von 5 % im Vergleich zu den bisherigen Lagerreihen. Dank des reineren Stahls, der optimierten Lagergeometrie und des verbesserten Fertigungsverfahrens erreichen die HPS-Lager von NSK höhere Tragzahlen. Dadurch ist eine um bis zu 18 % längere Lebensdauer oder die Möglichkeit des Downsizing gegeben.
- › **Hohe Drehzahlen:** Die zulässige Drehzahl konnte aufgrund der Lagergeometrie, der präzisen Verarbeitung und der Fertigungstechnologie um 15–20 % gegenüber herkömmlichen Lagerreihen erhöht werden.
- › **Hohe Genauigkeit:** Verbesserte Maßhaltigkeit und Laufgenauigkeit. Die Lager der neuen HPS-Reihe werden mit einer Laufgenauigkeit der ISO-Toleranzklasse 5 (P5) und einer Maßhaltigkeit der ISO-Toleranzklasse 6 (P6) gefertigt.
- › **Universalausführung:** Alle HPS-Lager sind als Universallager ausgeführt, das heißt, sie können in Sätzen zu zwei, drei oder vier Lagern montiert werden.
- › **Enge Toleranzbereiche für Axialspiel und Vorspannung:** Toleranzen von 8 bis 12 µm erlauben eine präzise Positionierung der Welle.
- › **Drei verschiedene Hochleistungskäfige verfügbar:**
T85: Polyamid 4–6 für allgemeine Anwendungen.
T7: L-PPS (lineares Polyphenylsulfid) für öleingespritzte Schraubenkompressoren.
MR: Bearbeitetes Messing (wälzkörpergeführter Käfig) für Anwendungen, die höchste Zuverlässigkeit erfordern (z.B. API-Pumpen).



HPS-Schrägkugellager

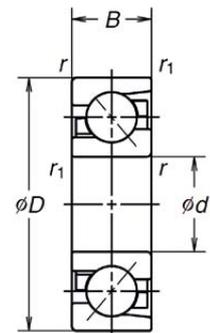
Lagerbezeichnung

Beispiel:



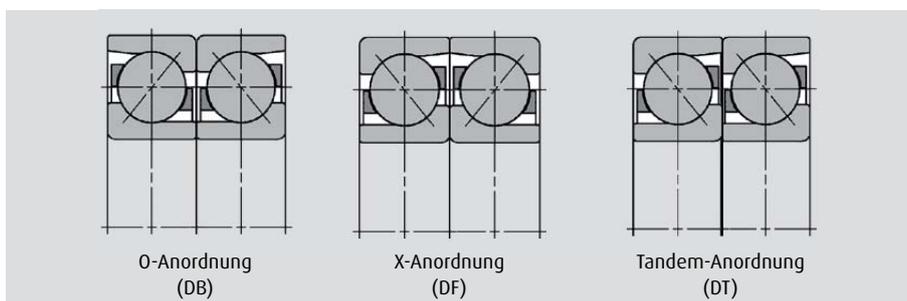
Gemessene Axialluft des zusammengepassten Lagers (µm)

Bohrungsdurchmesser (mm)		CNB		GA	
über	inkl.	min.	max.	min.	max.
12	18	17	25	-2	6
18	30	20	28	-2	6
30	50	24	32	-2	6
50	80	29	41	-3	9



Für DB- und DF-Anordnungen

Unterschiedliche Anordnungsmöglichkeiten:
HPS-Lager können in O-Anordnung (DB), X-Anordnung (DF)
oder Tandem-Anordnung (DT) konfiguriert werden.



Lagerbezeichnungen	Lagerabmessungen (mm)					Tragzahlen (N)		Grenzdrehzahl (min ⁻¹)
	d	D	B	r (min)	r ₁ (min)	C _r	C _{0r}	
7201BEA	12	32	10	0,6	0,3	8.150	3.750	30.000
7301BEA	12	37	12	1,0	0,6	11.100	4.950	26.000
7202BEA	15	35	11	0,6	0,3	9.800	4.800	26.000
7302BEA	15	42	13	1,0	0,6	14.300	6.900	22.000
7203BEA	17	40	12	1,0	0,3	11.600	6.100	22.000
7303BEA	17	47	14	1,1	0,6	16.800	8.300	20.000
7204BEA	20	47	14	1,0	0,6	15.600	8.150	19.000
7304BEA	20	52	15	1,1	0,6	19.800	10.500	18.000
7205BEA	25	52	15	1,0	0,6	17.600	10.200	17.000
7305BEA	25	62	17	1,1	0,6	27.200	14.900	15.000
7206BEA	30	62	16	1,0	0,6	23.700	14.300	14.000
7306BEA	30	72	19	1,1	0,6	36.500	20.600	13.000
7207BEA	35	72	17	1,1	0,6	32.500	19.600	12.000
7307BEA	35	80	21	1,5	1,0	40.500	24.400	11.000
7208BEA	40	80	18	1,1	0,6	38.500	24.500	11.000
7308BEA	40	90	23	1,5	1,0	53.000	33.000	10.000
7209BEA	45	85	19	1,1	0,6	40.500	27.100	10.000
7309BEA	45	100	25	1,5	1,0	62.500	39.500	9.000
7210BEA	50	90	20	1,1	0,6	42.000	29.700	9.500
7310BEA	50	110	27	2,0	1,0	78.000	50.500	8.000
7211BEA	55	100	21	1,5	1,0	51.500	37.000	8.500
7311BEA	55	120	29	2,0	1,0	89.000	58.500	7.500
7212BEA	60	110	22	1,5	1,0	61.500	45.000	7.500
7312BEA	60	130	31	2,1	1,1	102.000	68.500	6.700
7213BEA	65	120	23	1,5	1,0	70.000	53.500	7.100
7313BEA	65	140	33	2,1	1,1	114.000	77.000	6.300
7214BEA	70	125	24	1,5	1,0	75.500	58.500	6.700
7314BEA	70	150	35	2,1	1,1	124.000	87.500	6.000
7215BEA	75	130	25	1,5	1,0	78.500	63.500	6.300
7216BEA	80	140	26	2,0	1,0	87.500	70.000	6.000

Sonderlager für Schraubenkompressoren

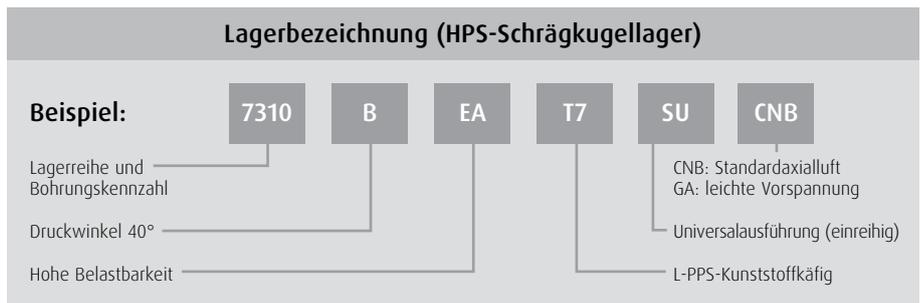
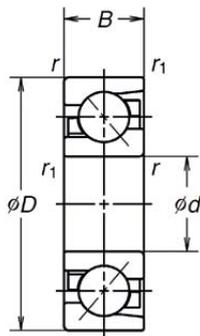


Hochleistungs-Zylinderrollenlager mit L-PPS-Käfig

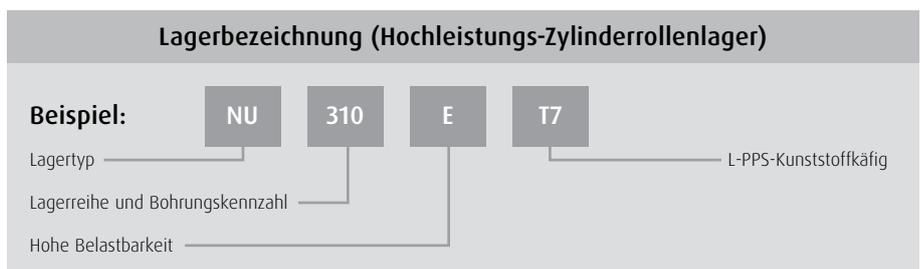
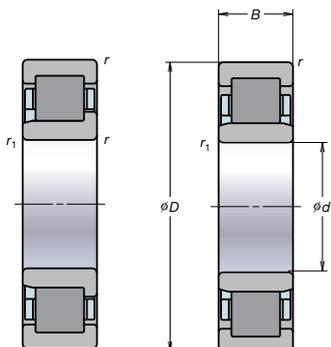
Hochleistungs-HPS-Schrägkugellager mit L-PPS-Käfig

Konstruktionsmerkmale von Lagern für Schraubenkompressoren

- › **L-PPS-Kunststoffkäfig:** Dieser Kunststoffkäfig verfügt über eine hervorragende Wärme- und Verschleißbeständigkeit, Festigkeit und chemische Stabilität. Diese Eigenschaften bleiben auch dann noch weitestgehend erhalten, wenn das Lager Kompressoröl, Kältemitteln oder Ammoniakgasen ausgesetzt ist. L-PPS ist herkömmlichen Werkstoffen für Polyamidkäfige weit überlegen.
- › **Höhere Tragzahlen:** Die optimale Lagerinnengeometrie bei Verwendung des L-PPS-Kunststoffkäfigs ermöglicht höhere Tragzahlen, wodurch die Lebensdauer verlängert wird.
- › **Erhöhte Axialbelastungsgrenze bei Schräglagern:** Höhere Tragzahlen ermöglichen höhere axiale Belastungen.
- › **Verbesserte Schmierstoffverteilung:** Aufgrund der Wälzkörperführung der optimierten Käfigkonstruktion ist der freie Raum im Lagerinneren größer, sodass eine bessere Schmierstoffströmung gegeben ist.



Diese Schraubenkompressorausführung umfasst alle HPS-Merkmale und einen L-PPS-Käfig vom Typ „T7“. Ausführungen: Bohrung 12 bis 80 mm (7201BEA bis 7216BEA)



Diese Schraubenkompressorausführung umfasst das Hochleistungsdesign und einen L-PPS-Käfig vom Typ „T7“. Ausführungen: Bohrung 20 bis 100 mm (NU204ET7 bis NU2320ET7)

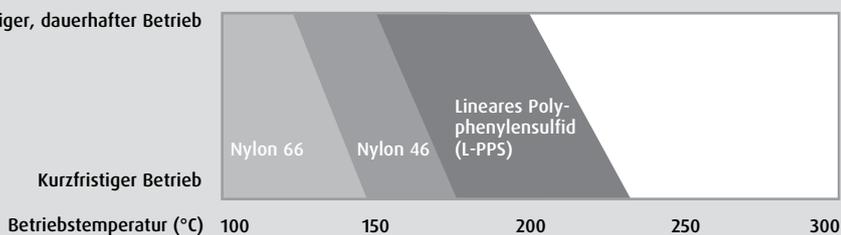
Merkmale des Käfigwerkstoffs

Material	Nylon 66	Nylon 46	L-PPS
Merkmale	› Standardkäfigmaterial	› Besonders hohe Temperaturbeständigkeit aufgrund der hohen Kristallisationsgeschwindigkeit › Hervorragende Wärmefestigkeit	› Höhere Wärmefestigkeit als Nylon 46 › Sehr hohe Beständigkeit gegenüber Öl und Chemikalien › Verschleißfest › Gute Maßstabilität
Standardausführung	› Enthält Glasfasern	› Enthält Glasfasern	› Enthält Glasfasern
Schmelzpunkt des Kunststoffs	› 262 °C	› 290 °C	› 280 °C

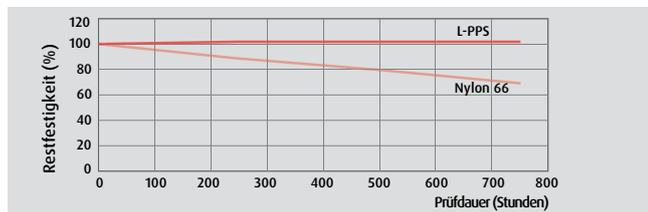
Soll-Wärmefestigkeit

Langfristiger, dauerhafter Betrieb

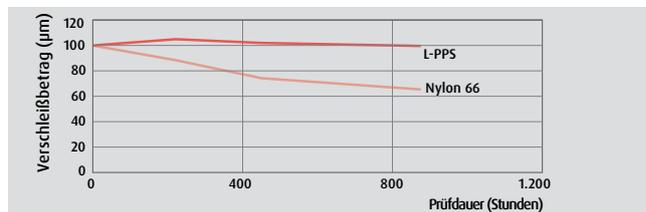
Kurzfristiger Betrieb



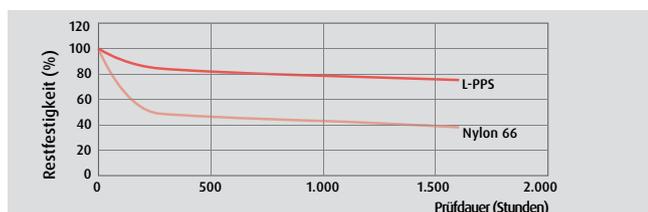
Leistungsvermögen des Käfigmaterials L-PPS



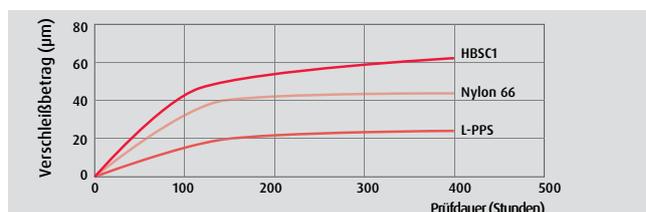
Beständigkeit gegenüber Kompressoröl
Zugfestigkeit – Kompressoröl bei 150 °C



Wärmefestigkeit
Wärmefestigkeit bei 180 °C



Beständigkeit gegenüber Getriebeöl
Zugfestigkeit – Getriebeöl bei 180 °C



Verschleißfestigkeit (µm)

Fallstudien – Lagerlösungen für Pumpen und Kompressoren

Verhindern von Passungsrost an Lagern für Tauchpumpen

Tauchpumpen werden in den unterschiedlichsten Bereichen eingesetzt: im Bau und Bergbau, bei der Abwasserbehandlung, bei Landmaschinen und in zahlreichen anderen Industriezweigen. Meist sind Tauchpumpen in vertikaler Bauart ausgeführt und verfügen über einen Elektromotor, der das Laufrad antreibt. Von diesen Pumpen wird erwartet, dass sie über lange Zeiträume mit möglichst geringem Wartungsaufwand betrieben werden können.

Lageranordnung

Beim unteren Festlager handelt es sich in der Regel um ein zweireihiges Schrägkugellager oder ein Paar Schrägkugellager, das die axialen und radialen Lasten aufnehmen muss, die durch die gepumpte Flüssigkeit erzeugt werden. Die auf das Lager einwirkenden Lasten sind hoch, weshalb die Auswahl des geeigneten Lagers von großer Bedeutung ist, wenn die angestrebte Lebensdauer erreicht werden soll. Als oberes Loslager wird für gewöhnlich ein Rillenkugellager verwendet, das nur eine geringe radiale Last aufnehmen muss. Als Ausgleich für die Spielverringern, die durch die vom Elektromotor erzeugte Wärme entsteht, wird meist Luftgruppe C3 verwendet.

Wandern im oberen Lager

Das nur leicht belastete obere Lager sollte eigentlich eine sehr lange Lebensdauer haben. Gelegentlich fällt es jedoch aufgrund von Passungsrost vorzeitig aus. Die Kombination aus geringer radialer Belastung und loser Passung im Gehäuse kann ein Wandern zwischen Außenring und Gehäuse bewirken. Zum Wandern kommt es, wenn zwischen den Passflächen ein relativer Schlupf stattfindet. Durch diese Bewegung entsteht an der Oberfläche des Lagerrings ein blanker Abschleiß, manchmal in Verbindung mit Riefenbildung oder anderen Abnutzungserscheinungen.

Gegenmaßnahmen

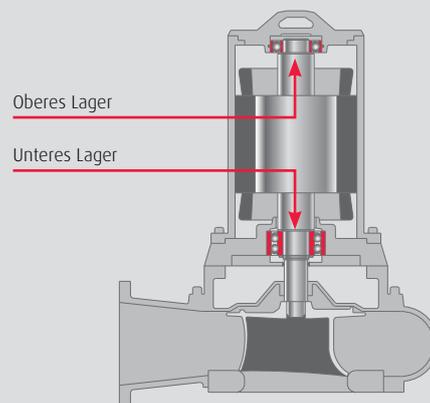
Eine gängige Gegenmaßnahme der Pumpenhersteller besteht darin, die Gehäusebohrung mit einer Ringnut zu versehen, in die ein O-Ring eingesetzt wird. Dieser O-Ring verhindert das Wandern zwischen dem Lageraußendurchmesser und dem Gehäuse.

Die Lösung von NSK

Die NSK Lager zur Passungsrostminimierung können mehr: Die integrierten doppelten O-Ringe bieten einen noch besseren Schutz gegen Wandern und den damit verbundenen Passungsrost. Für die Hersteller von Tauchpumpen bieten sich die folgenden Vorteile:

- › Hervorragender Schutz gegen Passungsrost.
- › Einfach durchzuführende Montage. Die Lager zur Passungsrostminimierung können mit Lossitz im Gehäuse montiert werden.
- › Das Gehäuse kann wiederverwendet werden, da es an der Gehäusebohrung nur zu sehr geringem Abrieb kommt.
- › Geringere Kosten. Das Herstellen einer Nut im Gehäuse und das Einsetzen eines eigenen O-Rings entfallen für die Pumpenhersteller.

Herkömmliche Tauchpumpe



Lager zur Passungsrostminimierung

Fallstudien – Lagerlösungen für Pumpen und Kompressoren

Mit Ammoniak laufende Kältemittel-Schraubenkompressoren

Kältemittelkompressoren werden speziell für den Einsatz in Klimaanlage, Wärmepumpen und industriellen Kühlanlagen entwickelt. Sie sind das Kernstück industrieller Kühl- und HVAC-Systeme und wesentlicher Bestandteil des Kühlkreislaufs, bei dem das gasförmige Kältemittel zyklisch verdampft und kondensiert. Kältemittelkompressoren gibt es in drei Hauptbauarten: Scroll-, Schrauben- und Kolbenkompressoren.

Lageranordnung

Ein Kältemittel-Schraubenkompressor besteht aus zwei miteinander in Eingriff stehenden Rotoren. Das Gas tritt an der Saugseite ein und wird entlang des Rotors kontinuierlich verdichtet, bevor es an der Druckseite wieder ausströmt. An der Saugseite nehmen je ein Zylinderrollenlager am Hauptrotor und am Nebenrotor die radialen Kräfte auf. Auch an der Druckseite werden die radialen Kräfte von einem Zylinderrollenlager aufgenommen. Zusätzlich übernimmt jedoch ein Satz Schrägkugellager die hohen aus der Kompression entstehenden Axialkräfte. Bisher gebräuchliche gasförmige Kältemittel wie Fluorchlorkohlenwasserstoff (FCKW) sind nicht mehr zulässig. Heutige Kompressoren müssen mit teilhalogenierten Fluorchlorkohlenwasserstoffen (HFCKW) oder Fluorkohlenwasserstoffen (HFC) betrieben werden können. Im Bewusstsein des Klimawandels und der Zerstörung der Ozonschicht besteht ein verstärktes Interesse an der Nutzung „natürlicher“ Kältemittel wie Kohlendioxid (CO_2) oder Ammoniak (NH_3).

Probleme mit Käfigen durch die Verwendung von Ammoniak

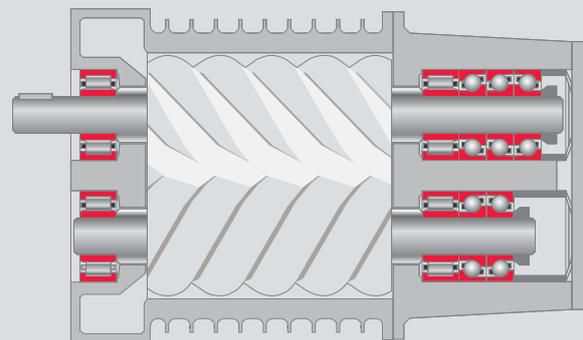
Wird Ammoniak als Kältemittel eingesetzt, muss das Schmieröl mit Ammoniak mischbar sein, das heißt, es kommen nur synthetische Öle infrage. Die häufig für Lager von Schraubenkompressoren verwendeten Polyamidkäfige können bei

Betriebstemperaturen von über 70°C nicht mit synthetischem Öl, das Zusätze enthalten könnte, verwendet werden. Darüber hinaus hat Ammoniak eine nachteilige Wirkung auf Polyamid. Es kommt zu einer schnellen Alterung und einer abnehmenden Festigkeit des Käfigs, wodurch Schäden entstehen können. Bei Messingkäfigen entstehen durch Kontakt mit Ammoniak Korrosionsrisse. Bisher wurden Käfige aus Gusseisen für mit Ammoniak betriebene Kompressoren verwendet. Diese gusseisernen Käfige haben sich zwar bewährt, sind aber nicht sehr verbreitet und auch recht kostspielig.

Die Lösung von NSK

Für Kältemittel-Schraubenkompressoren bestens geeignet sind Zylinderrollenlager und Schrägkugellager mit L-PPS-Käfigen von NSK. Der L-PPS-Käfig verfügt über eine hervorragende Wärme- und Verschleißbeständigkeit, Festigkeit und chemische Stabilität. Diese Eigenschaften bleiben auch dann noch weitestgehend erhalten, wenn das Lager Kompressoröl, Kältemitteln oder Ammoniakgasen ausgesetzt ist.

Typischer Kältemittel-Schraubenkompressor



NSK Vertriebsniederlassungen – Europa, Mittlerer Osten und Afrika

Deutschland, Österreich, Schweiz, Benelux

NSK Deutschland GmbH
Harkortstraße 15
40880 Ratingen
Tel. +49 (0) 2102 4810
Fax +49 (0) 2102 4812290
info-de@nsk.com

Mittlerer Osten

NSK Bearings Gulf Trading Co.
JAFZA View 19, Floor 24 Office 2/3
Jebel Ali Downtown,
PO Box 262163
Dubai, UAE
Tel. +44 7740633888
info-me@nsk.com

Spanien

NSK Spain, S.A.
C/ Tarragona, 161 Cuerpo Bajo
2ª Planta, 08014 Barcelona
Tel. +34 932 89 27 63
Fax +34 934 33 57 76
info-es@nsk.com

Frankreich

NSK France S.A.S.
Quartier de l'Europe
2, rue Georges Guynemer
78283 Guyancourt Cedex
Tel. +33 (0) 1 30573939
Fax +33 (0) 1 30570001
info-fr@nsk.com

Polen & CEE

NSK Polska Sp. z o.o.
Warsaw Branch
Ul. Migdałowa 4/73
02-796 Warszawa
Tel. +48 22 645 15 25
Fax +48 22 645 15 29
info-pl@nsk.com

Südafrika

NSK South Africa (Pty) Ltd.
27 Galaxy Avenue
Linbro Business Park
Sandton 2146
Tel. +27 (011) 458 3600
Fax +27 (011) 458 3608
nsk-sa@nsk.com

Großbritannien

NSK UK LTD.
Northern Road, Newark,
Nottinghamshire NG24 2JF
Tel. +44 (0) 1636 605123
Fax +44 (0) 1636 643276
info-uk@nsk.com

Rusland

NSK Polska Sp. z o.o.
Russian Branch
Office I 703, Bldg 29,
18th Line of Vasilievskiy Ostrov,
Saint-Petersburg, 199178
Tel. +7 812 3325071
Fax +7 812 3325072
info-ru@nsk.com

Türkei

NSK Rulmanları Orta Doğu Tic. Ltd. Şti
19 Mayıs Mah. Atatürk Cad.
Ulya Engin İş Merkezi No: 68/3 Kat. 6
P.K.: 34736 - Kozyatağı - İstanbul
Tel. +90 216 4777111
Fax +90 216 4777174
turkey@nsk.com

Italien

NSK Italia S.p.A.
Via Garibaldi, 215
20024 Garbagnate
Milanese (MI)
Tel. +39 02 995 191
Fax +39 02 990 25 778
info-it@nsk.com

Skandinavien

NSK Europe Norwegian Branch NUF
Østre Kullerød 5
N-3241 Sandefjord
Tel. +47 3329 3160
Fax +47 3342 9002
info-n@nsk.com

Bitte besuchen Sie auch unsere Website: www.nskeuropa.de

NSK weltweit: www.nsk.com

