



# Hochfrequenzspindeln für automatischen Werkzeugwechsel

**GMN Paul Müller Industrie GmbH & Co. KG**  
Äußere Bayreuther Str. 230 · D-90411 Nürnberg  
Phone: +49 (0) 911-5691-0 · Fax: +49 (0) 911-5691-221  
[www.gmn.de](http://www.gmn.de)

**Spindeltechnik:**  
Phone: +49 (0) 911-5691-240 · Fax: +49 (0) 911-5691-699  
Mail: [vertrieb.spi@gmn.de](mailto:vertrieb.spi@gmn.de)

Offizielle GMN Vertretung:



<b>Spindeltypen - Übersicht</b>	<b>4</b>
<b>Aufbau und Ausstattung der HC-/HCS-Reihe</b>	
Abnehmbare Leistung	5
Drehwinkelgeber für feldorientierte Regelung	
Vorteile durch Hybridlager	6
Einstellbare Lagervorspannung	7
Vibrationssensor	
Werkzeugaufnahme	8
Kegelreinigung	
Werkzeugspannsystem	9
Positionssensoren	
Sperrluftabdichtung	10
Innere Kühlmittel-Zuführung	11
Kühlmittel durch Gehäuse	
Interne Minimalmengenschmierung - Einkanalssystem	12
Interne Minimalmengenschmierung - Zweikanalssystem	13
Temperaturmessung am Außenring des vorderen Lagers	14
Messung der axialen Wellenverlagerung mittels Sensor	
Pick-up Spindel / Multi-Kupplung	15
Spindelprüfstand	16
<b>Abmessungen und Merkmale der Spindeltypen</b>	<b>17 - 42</b>

## HC- / HCS- / UHS-Spindeln

Seite	Spindeltyp		Gehäuse- durchmesser [mm]	max. Drehzahl [1/min]	Leistung [kW]	ab Drehzahl [1/min]	Moment [Nm]	Schmierart	Werkzeugaufnahme	Lager W1 [mm]
17	HC	80 cg - 40000 / 3	80	40000	3	30000	0,96	g	HSK - E 25	30
18	HC	100 - 60000 / 5	100	60000	5	60000	0,8	OL	HSK - E 32	35
19	HCS	120 - 45000 / 15	120	45000	15	24000	6	OL	HSK - E 40	45
20	HCS	120 - 60000 / 10,5	120	60000	10,5	51000	2	OL	HSK - E 25	30
21	HCS	120 - 75000 / 10	120	75000	10	75000	1,3	OL	HSK - E 25	30
22	UHS	120 - 90000 / 4	120	90000	4	90000	0,43	OL	HSK - E 20	25
23	HCS	125 - 42000 / 15	125	42000	15	24000	6	OL	HSK - E 32	35
24	HCS	150 - 42000 / 30	150	42000	30	21000	13,7	OL	HSK - E 50	55
25	HCS	170 - 24000 / 41	170	24000	40,4	7000	55	OL	HSK - A 63	70
26	HCS	170 - 30000 / 40	170	30000	40	7000	55	OL	HSK - A 63	70
27	HCS	170 - 40000 / 39	170	40000	39	18000	20,7	OL	HSK - E 50	55
28	HCS	170 - 28000 / 42	170	28000	42,8	14000	29,2	OL	HSK - A 63	70
29	HCS	200 - 42000 / 10	200	42000	10	15000	6,4	OL	HSK - A 50 / - E 50	55
30	HCS	230 - 12000 / 30	230	12000	30	1600	179,3	OL	HSK - A 100	110
31	HCS	230 - 24000 / 120	230	24000	120	13800	83	OL	HSK - A 80	90
32	HCS	230 - 30000 / 120	230	30000	120	13800	83	OL	HSK - A 63 / - F 80	70
33	HCS	230 g - 16000 / 40	230	16000	40	4500	85	g	HSK - A 63	70
34	HCS	260 - 12000 / 40	260	12000	40	1350	298	OL	HSK - A 100	110
35	HCS	270 - 8000 / 96	270	8000	96	1500	611	OL	BBT 50	120
36	HCS	270 g - 10000 / 94	270	10000	94	2000	450	g	HSK - A 100 / SK 50	110
37	HCS	280 - 18000 / 60	280	18000	60	3300	174	OL	HSK - A 100	110
38	HCS	280 g - 6000 / 31	280	6000	31	350	850	g	HSK - A 100	110
39	HCS	285 - 12000 / 40	285	12000	40	1680	227,5	OL	HSK - A 100	110
40	HCS	300 - 12000 / 30	300	12000	30	1000	270	OL	HSK - A 100	110
41	HCS	300 - 14000 / 45	300	14000	45	1560	275	OL	HSK - A 100	110
42	HCS	320 - 8000 / 40	320	8000	40	1050	380	OL	SK 50	110

max. Leistung S1 [kW]

max. Drehzahl [1/min]

Gehäusedurchmesser [mm]

Spindeltyp

HC = gesteuerter Antrieb

HCS = geregelter Antrieb

W1 = Bohrungsdurchmesser der vorderen Lagergruppe

OL = Öl-Luft-Schmierung

g = Fett-Dauerschmierung

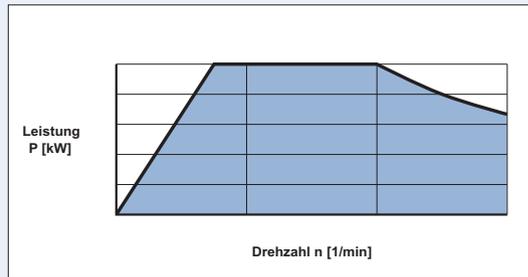
SK = Steilkegel

HSK = Hohlenschaftkegel

Vorzugsspindeln

Wenn Sie eine Spindelzeichnung wünschen, schicken wir Ihnen diese gerne als dxf-Datei zu.

## Abnehmbare Leistung



Bei der Zerspung sind werkstoffspezifische Schnittgeschwindigkeitswerte einzuhalten. Das setzt üblicherweise bei kleinen Werkzeugdurchmessern hohe Drehzahlen voraus, während bei großen Werkzeugdurchmessern mit niedrigeren Drehzahlen gearbeitet werden muß. Das erforderliche Drehmoment ist bei kleinen Werkzeugdurchmessern gering, bei großen Werkzeugen dagegen groß.

Die bei der HC-Spindelreihe eingesetzten Motoren entsprechen diesen Anforderungen. Durch die Charakteristik der Feldschwächung steht bei niedrigen Drehzahlen ein hohes Drehmoment zur Verfügung.

In den Angebotsunterlagen ist die für die jeweilige Betriebsart S1 und S6 maximal abnehmbare Leistung angegeben:

- **S1**  
Dauerbetrieb
- **S6**  
Durchlaufbetrieb mit Aussetzbelastung und einer relativen Einschaltdauer von 60% (S6-60%) bei einer Spieldauer von 2 min.

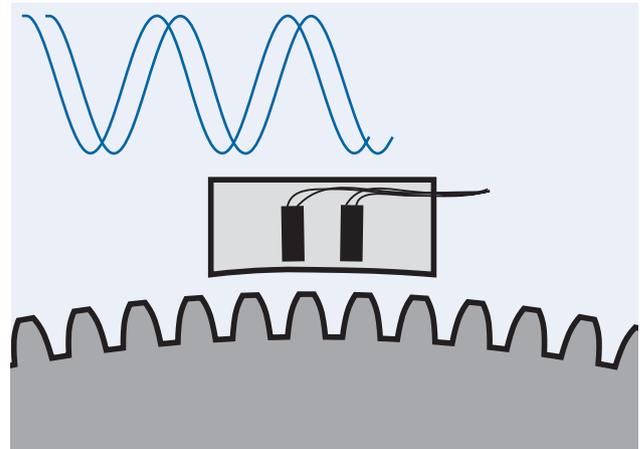
Der Leistungs- bzw. Drehmomentverlauf in Abhängigkeit von der Drehzahl kann in weiten Bereichen variiert und damit bei der Auslegung den Anwendungen angepaßt werden.

Die für die Zerspansleistung und Oberflächenqualität notwendigen Steifigkeiten erfordern große Wellendurchmesser und damit große Spindelabmessungen. In diesen Gehäusen können auch große Motoren eingebaut werden.

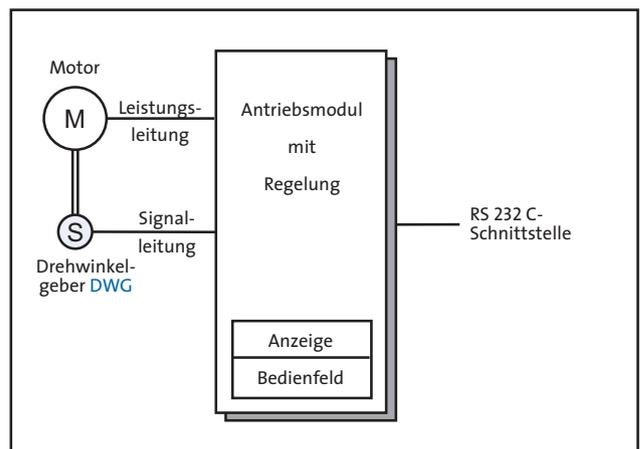
Durch die Fortschritte bei der Motorentwicklung wurde die Leistungsdichte so gesteigert, daß in vielen Fällen die Leistung, die mit diesen Abmessungen erreicht werden kann, bei der Bearbeitung nicht benötigt wird. Andererseits führen überdimensionierte Systeme zu hohen Kosten durch die Umrichtergröße.

Die Spindeln werden deshalb, je nach Leistungsbedarf, auf verschieden hohem Niveau betrieben. Die Belastbarkeit des Umrichters beeinflusst das Leistungsprofil.

## Drehwinkelgeber für feldorientierte Regelung



Hochauflösende Lagegeber in den Spindeln erfassen zu jeder Zeit Ist-Drehzahl und genaue Winkel-Position der Welle.



Dies bietet folgende Vorteile:

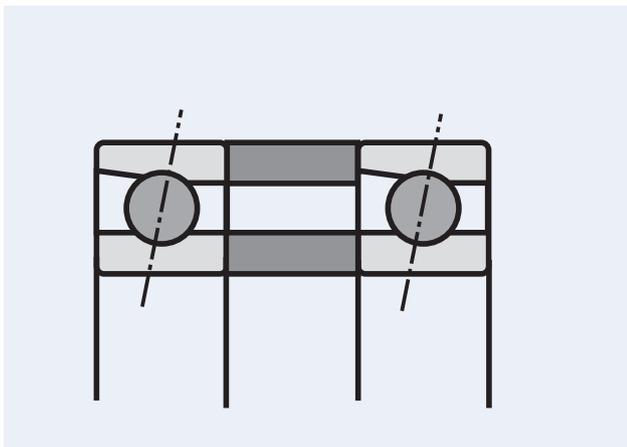
- auch bei niedrigen Drehzahlen eine gleichmäßige Drehbewegung der Welle
- C-Achsbetrieb, u. a. mit der Möglichkeit zum Gewindeschneiden ohne Längsausgleich-Vorrichtung
- Positionierung der Welle mit hoher Genauigkeit - im Bereich von 0,001 Grad
- durch gutes Führungs- und Lastverhalten Betrieb an der Leistungsgrenze des Antriebssystems und damit kurze Beschleunigungs- und Bremszeiten.  
Das Leistungsvermögen des Motors kann vollständig ausgenutzt werden.

Für die unterschiedlichen Antriebs-Fabrikate können geeignete Aufnehmer in die Spindel eingebaut werden.

Der Drehwinkelgeber besteht aus einem Meßrad auf der Welle und einem Sensor, welcher servicefreundlich im Spindelgehäuse eingebaut ist.

Auf einem Leistungsprüfstand im Hause GMN werden Leistung von Spindel + Antrieb gemessen und die Parameter für die jeweiligen Anforderungen ermittelt und optimiert.

## Vorteile durch Hybridlager



GMN Hochfrequenzspindeln der "HC/HCS"-Reihe sind mit Hybridlagern ausgestattet. Bei diesen Lagern werden Innen- und Außenringe aus Wälzlagerstahl mit Keramikugeln (Werkstoff Siliziumnitrid) kombiniert.

Die technischen Vorteile der Hybridlager im Vergleich zum Spindelkugellager mit Stahlkugeln sind:

### Verschleißverhalten

Wegen der hohen Härte und der geringen Affinität von Keramik zu Stahl ergibt sich ein besseres Verschleißverhalten auch bei Mangelschmierung. Schmutzpartikel können kaum in die Keramikugel eindringen.

### Steifigkeit

Wegen des höheren Elastizitätsmoduls steigen die statische und dynamische Lagersteifigkeit an. Die relative Zunahme der dynamischen Steifigkeit hängt vom Verhältnis der Vorspannkraft zur drehzahlabhängigen Fliehkraft an den Kugeln ab.

### Reibung

Das Bohr-Rollverhältnis und die Hertz'schen Druckflächen werden kleiner. Dadurch wird die Reibung und damit die Lagererwärmung reduziert.

### Axialverschiebung

Durch die leichten Keramikugeln sind die Fliehkkräfte und die hierdurch verursachten drehzahlabhängigen Axialverschiebungen im Lager kleiner. Außerdem werden die thermisch bedingten Axialverschiebungen (indirekte Drehzahlabhängigkeit) durch die geringere Reibung und den kleineren Ausdehnungskoeffizienten der Keramik reduziert.

### Betriebssicherheit

Durch den geringen Temperatur-Ausdehnungskoeffizienten von Keramik wird das - zum Betrieb eines Spindelkugellagers notwendige - Radialspiel erst bei größerer Temperaturdifferenz zwischen Innen- und Außenring aufgebraucht.

### Schwingungen

Die Relativbewegungen zwischen Kugel und Käfig - verursacht durch Verkippung des Lagers oder Radialkräfte - ist bei Hybridlagern kleiner.

Dies wirkt sich auf die Käfigbeanspruchung und Unwuchtschwingungen des Kugelsatzes (Käfigumlauf-frequenz) günstig aus.

### Ermüdungslebensdauer

Wenn die Hertz'sche Flächenspannung in den Kontaktstellen zwischen Kugel und Ring gleich ist, kann für Stahl- und Hybridlager von einer vergleichbaren Ermüdungslebensdauer ausgegangen werden. Vorteile für das Hybridlager ergeben sich hier bei hohen Drehzahlkennwerten.

### Genauigkeit

In den Spindeln der HC-Familie werden grundsätzlich Kugellager der Genauigkeitsklasse nach GMN Werknorm UP verwendet. Diese zeichnen sich im Vergleich zu internationalen Normen durch höchste Laufgenauigkeiten aus:

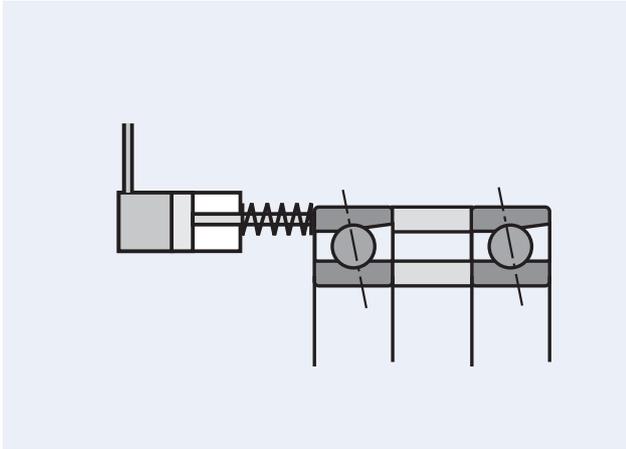
#### Rundlauf des Innenrings am zusammengebauten Lager - Radialschlag in $\mu\text{m}$

Bohrungsdurchmesser [mm]	Genauigkeitsklasse		
	P4/ABEC 7	P2/ABEC 9	UP
> 2,5...10	2,5	1,5	1,5
> 10...18	2,5	1,5	1,5
> 18...30	3,0	2,5	1,5
> 30...50	4,0	2,5	2,0
> 50...80	4,0	2,5	2,0

#### Planlauf der Stirnseite, bezogen auf die Laufbahn, am zusammengebauten Lager - Axialschlag in $\mu\text{m}$

Außendurchmesser [mm]	Genauigkeitsklasse		
	P4/ABEC 7	P2/ABEC 9	UP
> 6... 8	5,0	1,5	2,0
> 18... 30	5,0	2,5	2,0
> 30... 50	5,0	2,5	2,0
> 50... 80	5,0	4,0	3,0
> 80...120	6,0	5,0	3,0

## Einstellbare Lagervorspannung

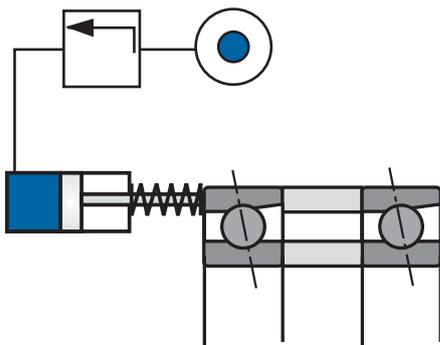


Lageranordnung und Vorspannung bestimmen die Steifigkeit der Spindel und beeinflussen die Lebensdauer der Wälzlager.

Für kleine Drehzahlbereiche, vor allem bei niedrigen Drehzahlen, sind die verschiedenen Varianten der starren Abstimmung geeignet. Hohe Drehzahlen bzw. große Drehzahlbereiche erfordern Systeme, bei welchen die Vorspannung durch Erwärmung und Drehzahlsteigerung nicht wesentlich erhöht wird. Hier hat sich die Federvorspannung bewährt.

Beide Anordnungen haben den Nachteil, daß sich die Vorspannung von außen nicht verändern läßt.

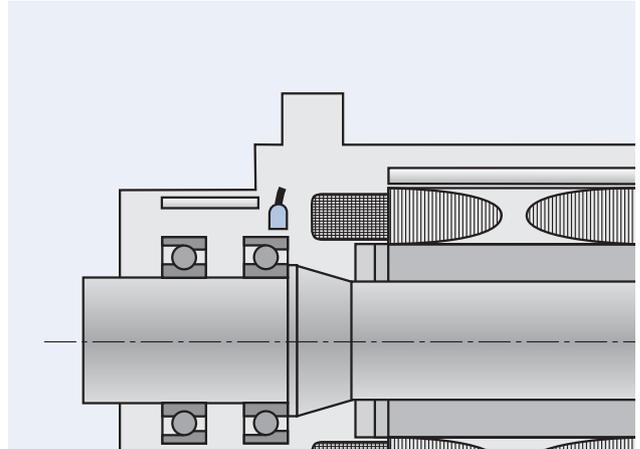
Das System **"Einstellbare Lagervorspannung"** ermöglicht, die Lagervorspannung der Bearbeitungsaufgabe unter Berücksichtigung der Lebensdauer anzupassen.



Die Lager sind mit einem Mindestwert durch Federn vorgespannt. Über einen Hydraulikkolben wird mittels variablem Druck der optimale Vorspannungswert eingestellt.

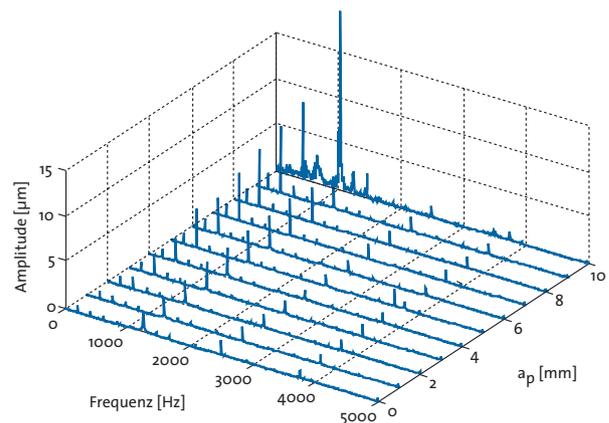
Außerdem wurde festgestellt, daß die Schwingungen durch dieses System gedämpft werden.

## Vibrationsensor



Um die Prozesssicherheit bei der Bearbeitung, insbesondere beim Fräsen, zu erhöhen, ist es erforderlich, unzulässige Schwingungen frühzeitig zu erkennen. Vor allem bei Resonanz, d. h. Erreger- und Eigenfrequenz stimmen überein, kann es zu Werkzeugbruch und Spindelausfall kommen.

Mögliche Ursachen von Schwingungen kann Unwucht sein, oder ein defektes Kugellager. Deshalb bietet sich der Einbau eines Sensors in der Nähe der vorderen Lagergruppe an. Der Sensor nimmt die entstehenden Schwingungen des Systems Spindel - Werkzeug auf und wandelt sie in elektrische Signale um. Diese stellen sich auf einem Anzeigergerät in Form von Kurven dar. Beim Analysieren kann man anhand des Kurvenverlaufs gegebenenfalls einen Schadensfall feststellen, wobei es bei der Ursachendiagnose letztendlich auch auf die Erfahrungswerte des Bedienpersonals an kommt.

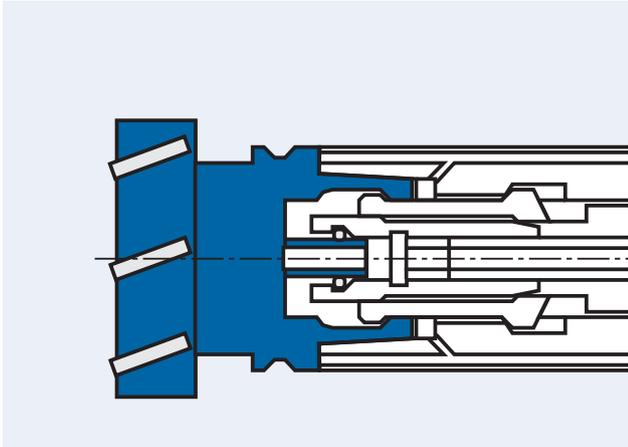


Quelle:

Bei diesem Beispiel ist eine verstärkte Schwingung aufgrund der erhöhten Amplitude bei 1000 Hz und einer Schnitttiefe von 10 mm zu erkennen.

Daraus lässt sich schließen, dass entweder das System mit den gegebenen Bearbeitungsparametern kritische Werte annimmt oder einen Schaden aufweist.

## Werkzeugaufnahme



GMN Hochfrequenzspindeln können mit Schnittstellen für die gängigen Werkzeugaufnahmen ausgestattet werden.

Bevorzugt wird die HSK-Ausführung eingesetzt, die gegenüber dem Steilkegel wesentliche Vorteile bietet:

- Hohe statische und dynamische Steifigkeit
- Hohe Wechsel- und Wiederholgenauigkeit
- Geringe axiale Veränderung bei Drehzahländerung
- Verstärkung der Einzugskraft bei Drehzahlsteigerung
- Hohe Drehmomentübertragung
- Reduziertes Gefahrenpotential durch innen liegende Mitnehmer (Form A/C)

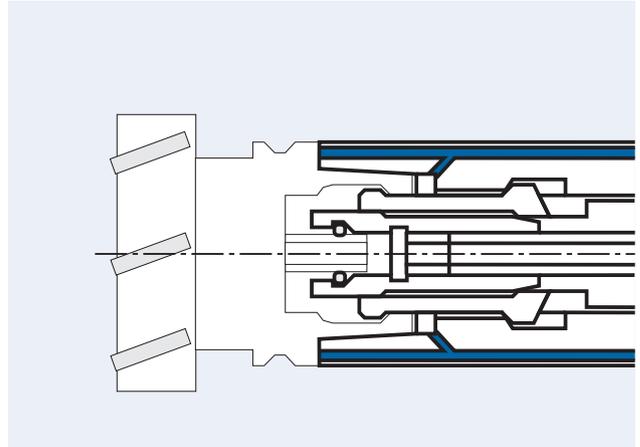
"Kegel-Hohlschäfte mit Plananlage" sind nach DIN 69893 genormt. Die verschiedenen Varianten der Teilefamilie besitzen einheitlich den gleichen Schaft. Der Bund ist der jeweiligen Anwendung angepaßt.

In den Spindeln der Reihe HC/HCS... können je nach Konstruktion Werkzeuge mit Hohlschäften der Form A, E oder F aufgenommen werden.

Die Form E weist keine Aussparungen für die Momentenübertragung durch Mitnehmer auf. Das Drehmoment wird ausschließlich kraftschlüssig übertragen. Sie wurde vorzugsweise für hohe Drehzahlen entwickelt. Die Form A kann auch für den manuellen Wechsel bei der HSP-Reihe verwendet werden. Dadurch ist oftmals eine Begrenzung der Werkzeugvielfalt möglich.

Werkzeuge mit Hohlschäften der Form B/D können in den GMN Spindeln des Typs HC/HCS... nicht verwendet werden. Sie sind für andere Anwendungen konzipiert.

## Kegelreinigung



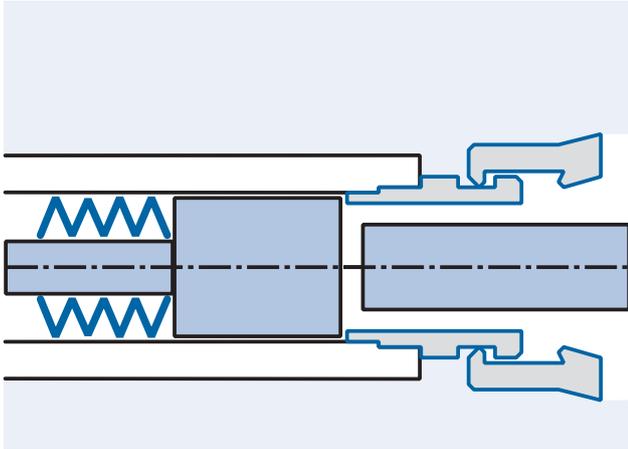
Die hohen Ansprüche an die Präzision erfordern höchste Sauberkeit an der Schnittstelle. Bei automatischen Werkzeugwechsel-Systemen sind auch automatische Reinigungsverfahren erforderlich.

Beim Steilkegel werden nur die Kegelflächen mittels Druckluft abgeblasen, während beim HSK nach Möglichkeit auch die Planfläche mit zu reinigen ist.

Je nach Größe der Schnittstelle können unterschiedliche Systeme eingesetzt werden:

- nur Luft
- Luft oder Kühlmittel in einem Kanal
- Luft und Kühlmittel in getrennten Kanälen

## Werkzeugspannsystem



Die Werkzeuge werden sowohl beim Steilkegel wie auch beim HSK mit Spannklauen gespannt. Die Spannkraften werden durch Tellerfederpakete erzeugt und mittels einer Zugstange übertragen.

Durch die Fliehkräfte von Kugeln, die auf ein Keilgetriebe wirken, erhöht sich beim Steilkegel-Spanner die Spannkraft um ein Vielfaches, abhängig von der Drehzahl.

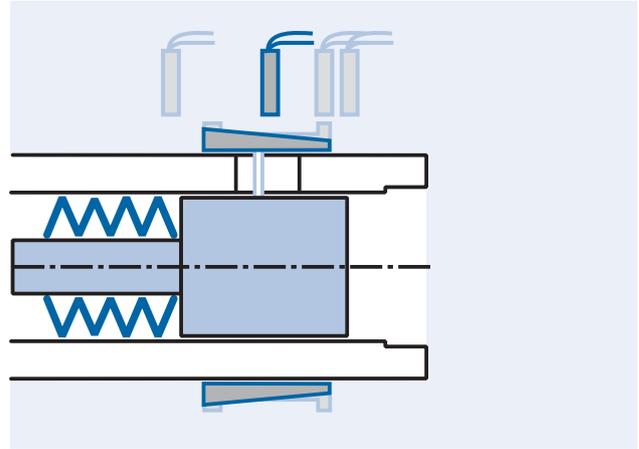
Beim HSK erfolgt die Kraftverstärkung durch die Fliehkräfte auf die innenliegenden Zangensegmente.

Bei beiden Systemen wird das Werkzeug über einen pneumatisch oder hydraulisch betätigten Kolben gelöst.

Der Zylinder ist axial schwimmend gelagert. Beim Lösen des Werkzeugs wird die Welle von der Ausstoßkraft entlastet, da sie sich am Zylinder abstützt. Im gespannten Zustand ist die LÖseeinheit von der Welle abgekuppelt.

Die Konstruktion ermöglicht auch bei hohen Drehzahlen einen schwingungsarmen Lauf und hohe Sicherheit bei der Werkzeugspannung.

## Positionssensoren



Verschiedene Sensoren in und an der Spindel ermöglichen einen störungsfreien und sicheren Betriebsablauf.

### ▪ Werkzeugwechsel

Je nach Spindelausführung, d. h. Größe und Nenndrehzahl, können verschiedene Sensoren angebaut werden, die Informationen für die Steuerung des Werkzeugwechsels liefern.

#### Variante A

Bei ausreichendem Wellendurchmesser kann die Position der Zugstange, welche das Werkzeug spannt, durch einen Analogsensor oder drei induktive Näherungsschalter direkt kontrolliert werden. Damit stehen die Signale "Werkzeug gespannt", "Werkzeug gelöst" und "gespannt ohne Werkzeug" zur Verfügung.

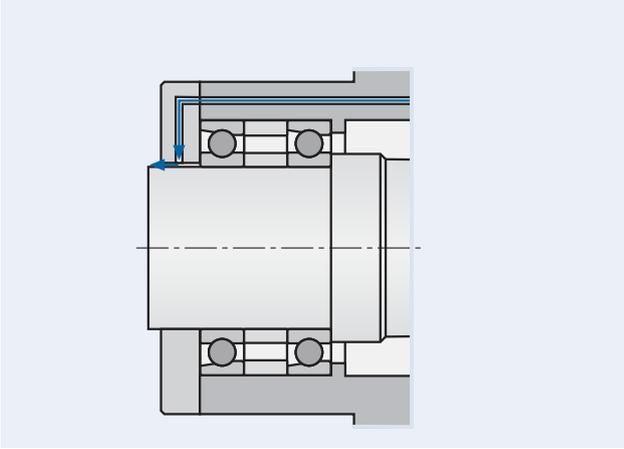
#### Variante B

Mit zwei Endschaltern wird die Position des Werkzeuglösekolbens erfasst, welche die Signale "Kolben vorne" und "Kolben hinten" liefern.

### ▪ Rotation der Welle

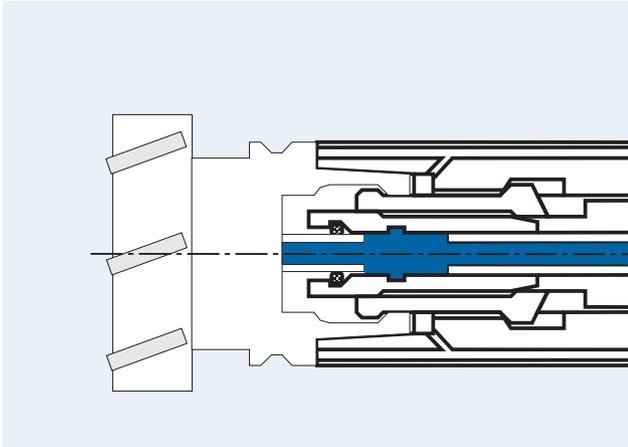
Kann wegen der Abmessungen oder der Nenndrehzahlen kein Drehwinkelgeber verwendet werden, so ist es möglich, über einen Drehzahlsensor mit entsprechendem Verstärker die Signale "Solldrehzahl erreicht" und "Welle steht" zu erhalten.

## Sperrluftabdichtung



Um zu verhindern, dass während des Betriebs Kühlmittel oder Schmutz in die Spindel eindringt, wird in der Standardausführung eine Sperrluftabdichtung verwendet. Dabei strömt kontinuierlich Luft aus einem Ringspalt zwischen Welle und Gehäuse. Bei Öl-Luft-Schmierung verhindert die Luftströmung auch, dass das verbrauchte Schmiermittel am Wellenspalt austritt.

## Innere Kühlmittel-Zuführung



Über die innere Kühlmittel-Zuführung kann das Medium auch bei ungünstig geformten Werkstücken direkt an die Werkzeugschneide gebracht werden.

Je nach Größe der Schnittstelle, und damit auch abhängig von der maximalen Betriebsdrehzahl, können unterschiedliche Systeme eingesetzt werden:

- nur Luft
- Luft oder Kühlmittel in einem Kanal
- Luft und Kühlmittel in getrennten Kanälen

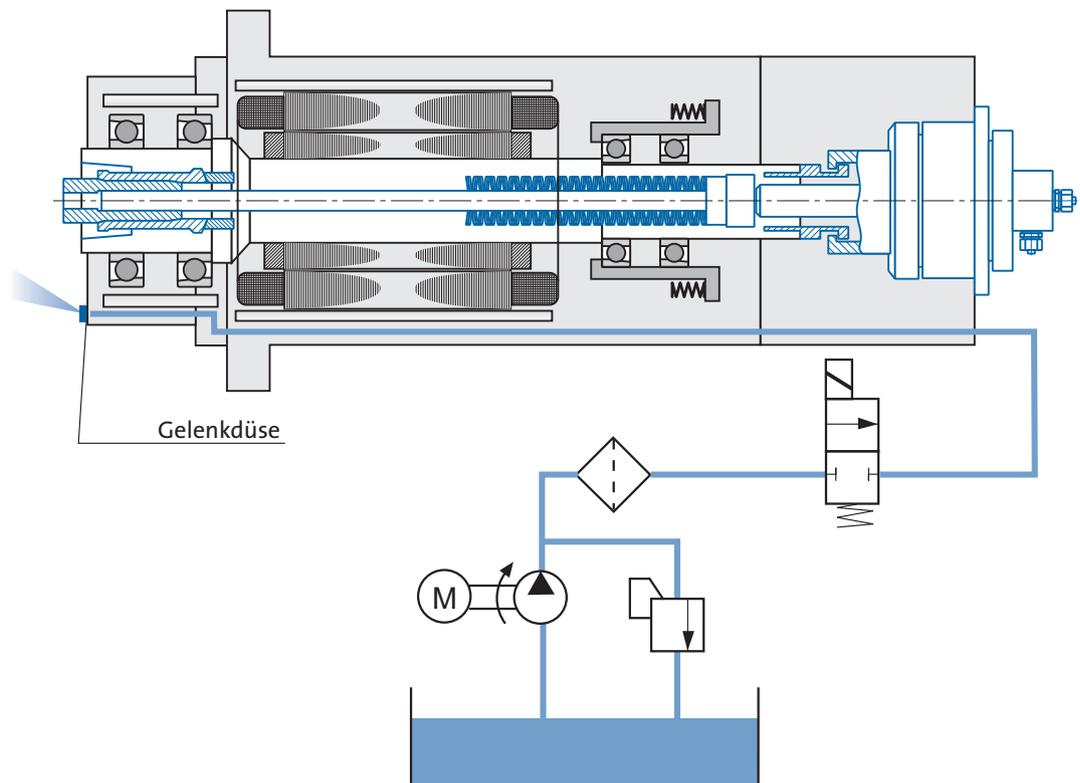
## Kühlmittel durch Gehäuse



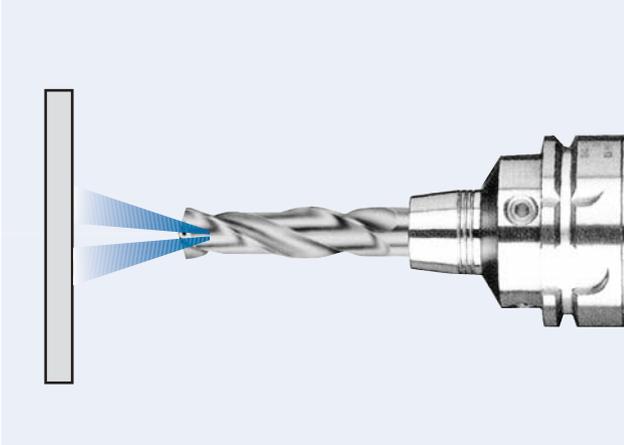
Zur Kühlung von Werkzeug und Werkstück wird das Medium durch das Spindelgehäuse und Düsen an die Bearbeitungsoberfläche gebracht.

Als Medium kann Druckluft, Kühlschmiermittel/Luft-Gemisch oder Kühlschmiermittel verwendet werden.

Die untere Darstellung ist mit Kühlschmiermittel als Medium.

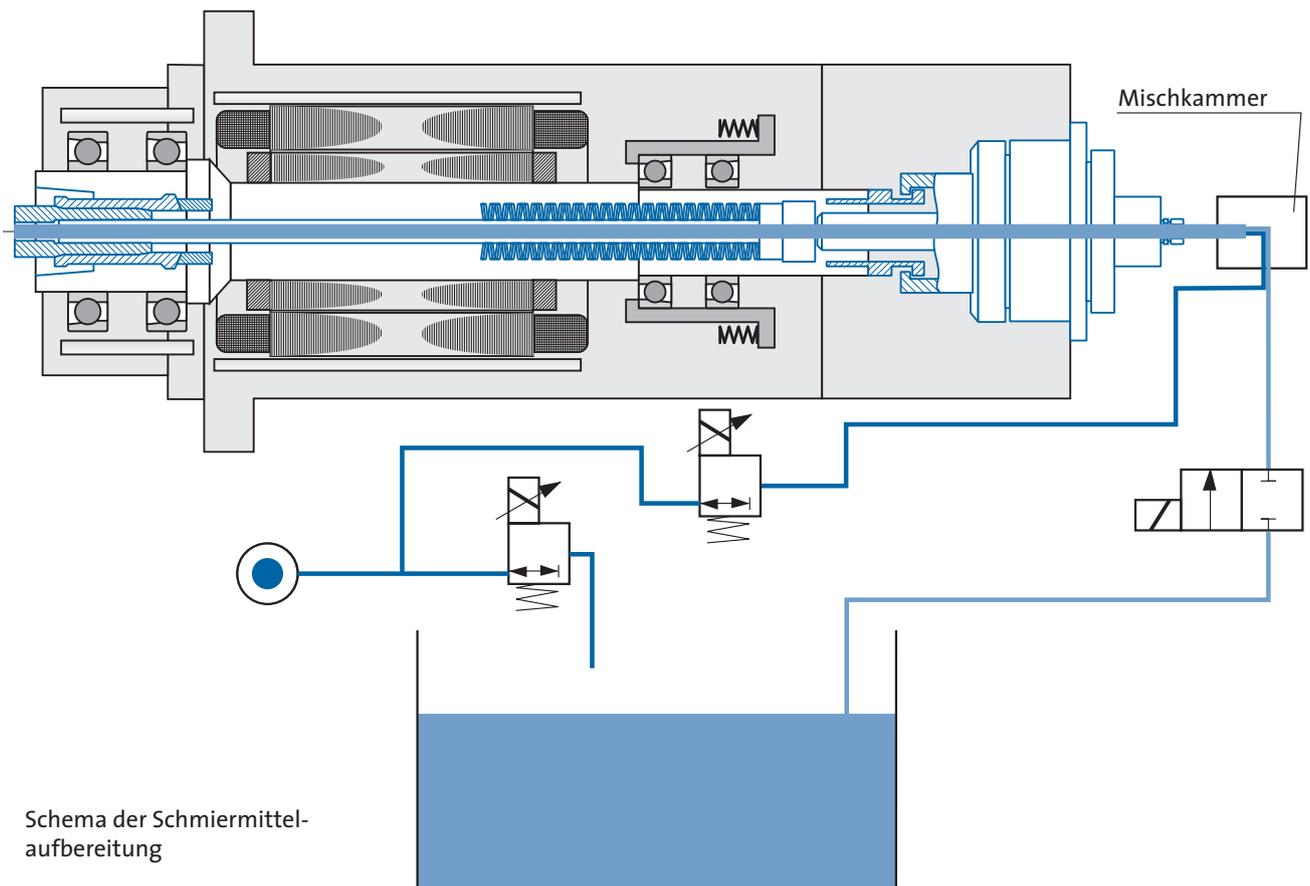


## Interne Minimalmengenschmierung Einkanalsystem

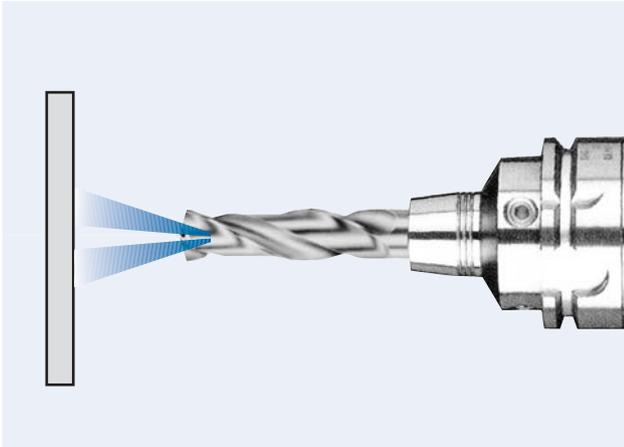


### Merkmale der Einkanal-Minimalmengenschmierung:

- sehr feiner Ölnebel (Aerosol)
- Drehzahlbegrenzung wegen Aerosol-Entmischung
- für Standard-Drehdurchführungen
- für Werkzeuge mit Kühlkanaldurchmesser > 1 mm
- längere Reaktionszeiten bei Mengenänderungen als beim Zweikanalsystem
- für Maschinen mit wenig Werkzeugwechseln

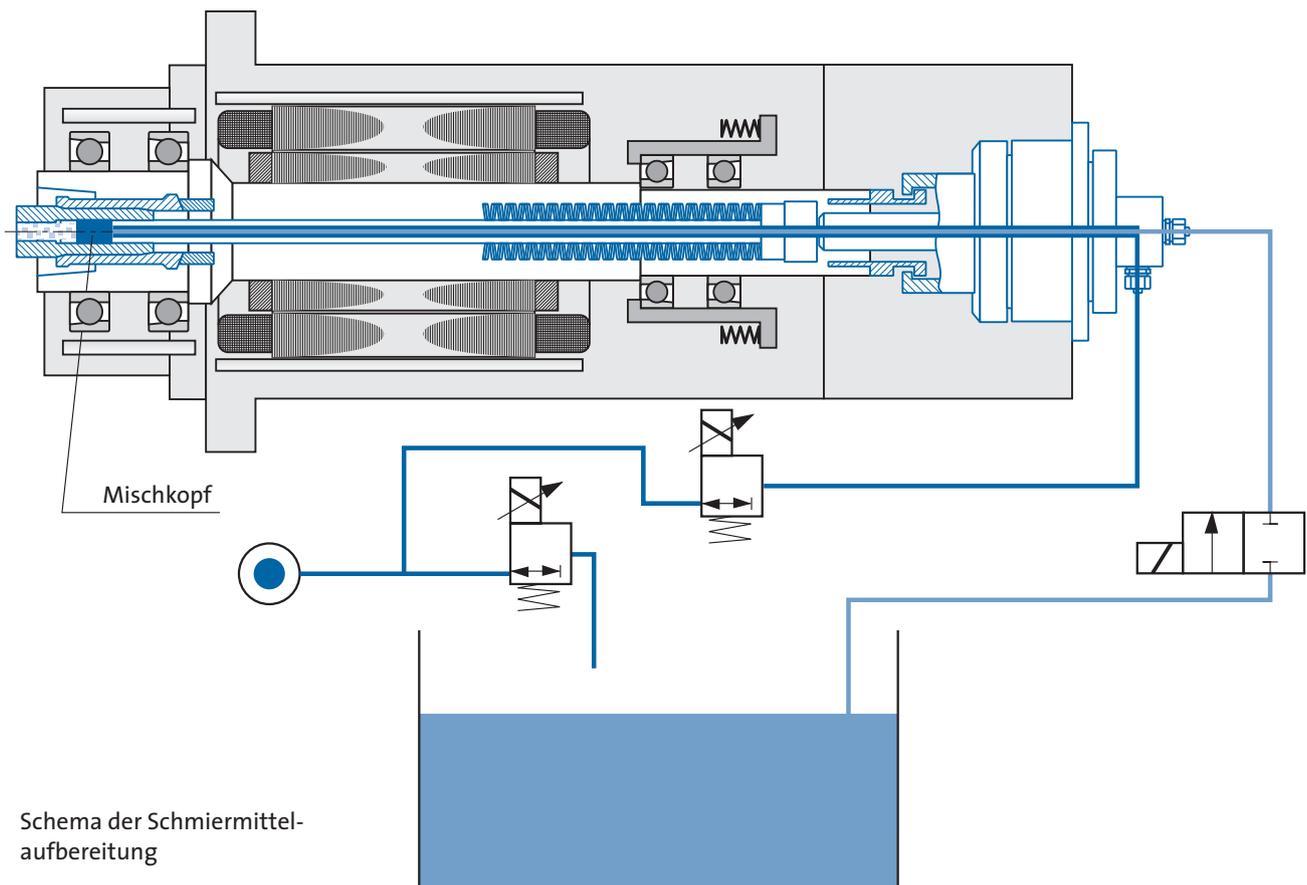


## Interne Minimalmengenschmierung Zweikanalsystem



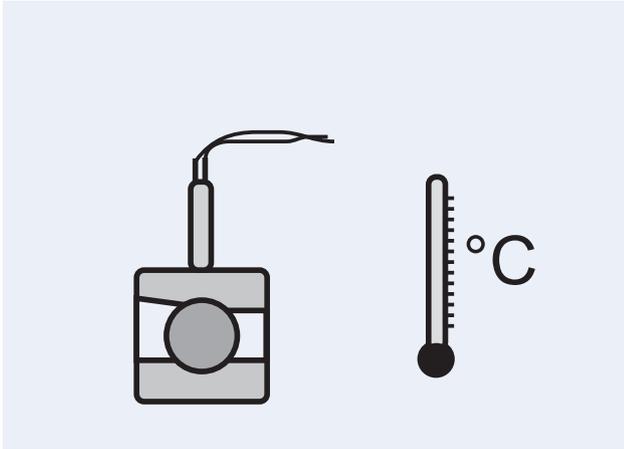
### Merkmale der Zweikanal-Minimalmengenschmierung:

- kein Ölnebel
- Öl und Luft in fast beliebigen Mengen mischbar oder nur Zufuhr von Luft
- höhere Drehzahlen als bei Einkanalsystem möglich
- für Werkzeuge mit Kühlkanaldurchmesser < 1 mm
- für Werkzeuge mit hohem Schmierstoffbedarf
- für Maschinen mit mehr Werkzeugwechseln

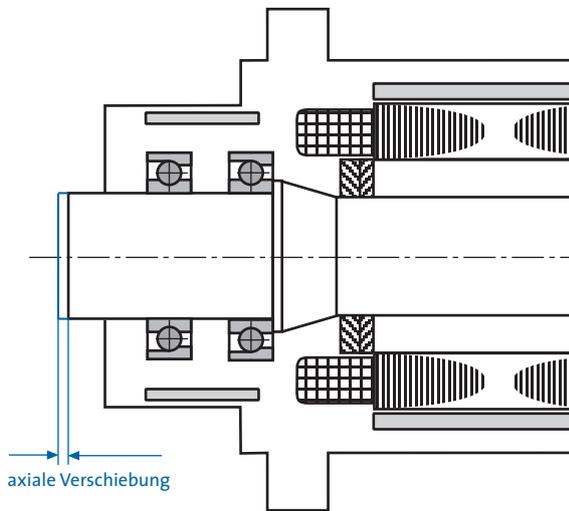


Schema der Schmieraufbereitung

## Temperaturmessung am Außenring des vorderen Lagers



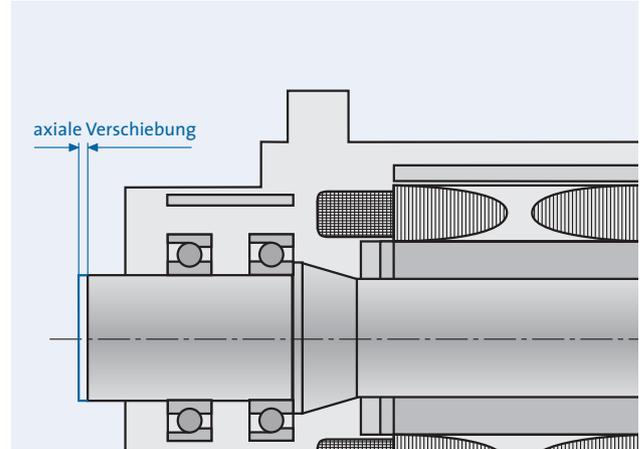
Für die Präzisionsbearbeitung muß die Lage der Werkzeugschneide in einer definierten Lage gehalten werden. Eine axiale Verlagerung der Wellenplanfläche wird durch **Temperaturveränderungen** und **Fliehkräfte** an den Kugeln verursacht.



Die Komponente "Fliehkräfte" kann berechnet und die drehzahlabhängige Verlagerung durch die Maschinensteuerung kompensiert werden.

Ein direktes Messen der Temperatur an der Welle ist wegen der hohen Drehzahlen aufwendig. Es hat sich aber gezeigt, dass die konstruktiv einfacher messbare Temperatur am Außenring des vorderen Lagers eine ausreichend genaue Führungsgröße zum Ausgleich der Verlagerung darstellt.

## Messung der axialen Wellenverlagerung mittels Sensor



Mit Hilfe eines in die Spindel integrierten Sensors wird die axiale Bewegung der Welle erfasst. Über die Maschinensteuerung lässt sich diese Verlagerung kompensieren.

Nach einem Spindelwechsel ist das Messsystem sofort wieder betriebsbereit, da alle sensorspezifischen Daten im Sensor gespeichert sind.

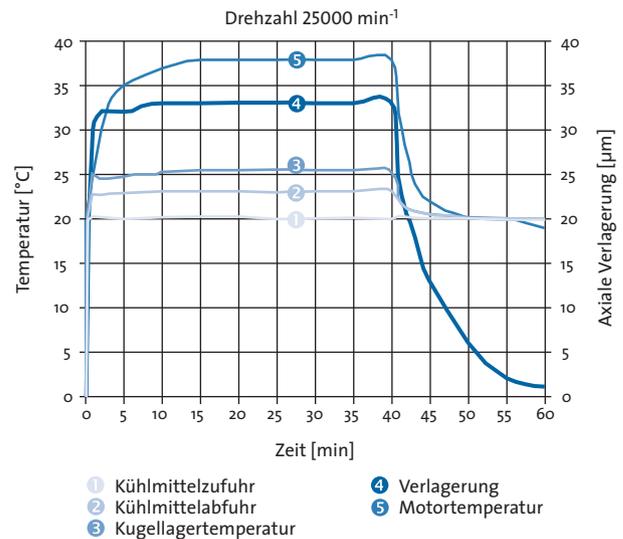
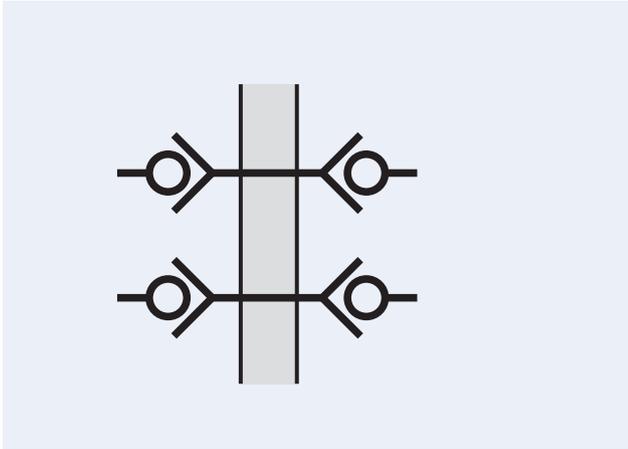


Diagramm zur Veranschaulichung der axialen Wellenverlagerung bei einer Spindeldrehzahl von 25000 min<sup>-1</sup>.

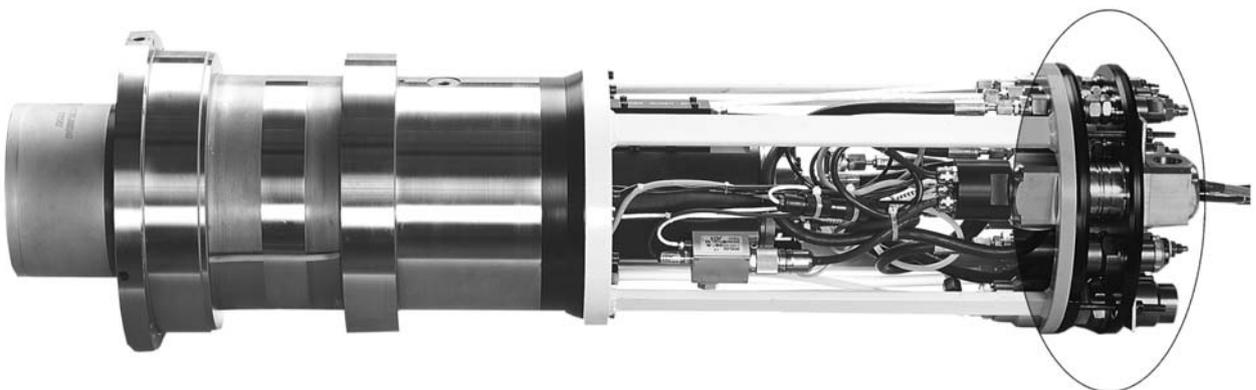
## Pick-up Spindel ★ Multi-Kupplung



GMN Spindeln können mit Multikupplungen für die Versorgung mit Energie und Betriebsstoffen geliefert werden. Dies verkürzt die unproduktiven Spindel-Wechselzeiten oder ermöglicht - bei entsprechender Gestaltung - sogar das automatische Wechseln von Spindeln und erhöht damit die Flexibilität der Maschine.



Schnell-Kupplung



## Spindelprüfstand



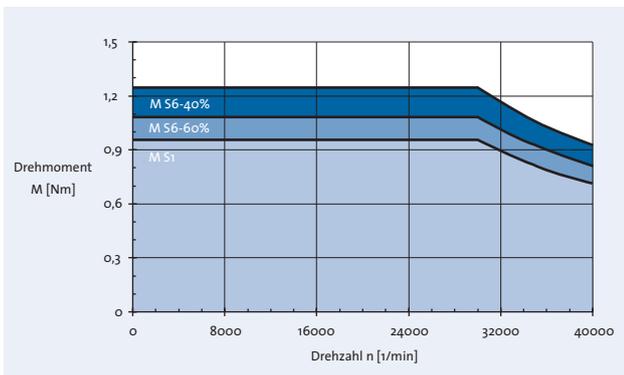
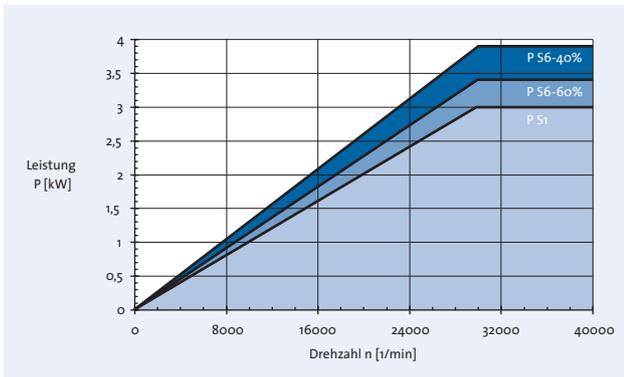
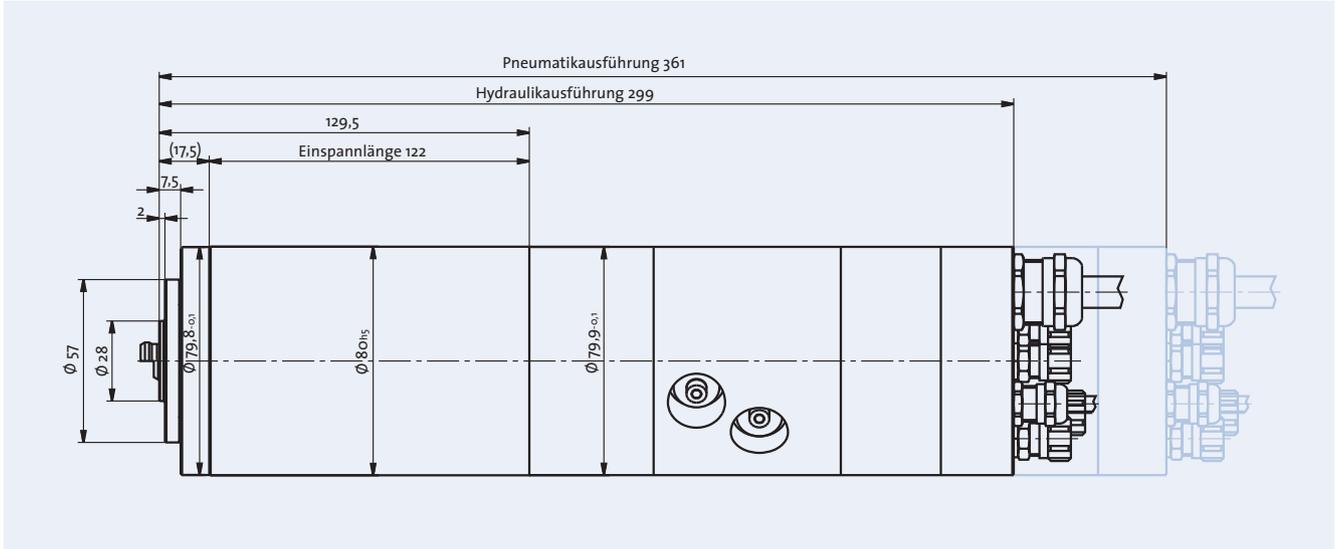
Vor Auslieferung der GMN Maschinenspindeln für die Hochgeschwindigkeitsbearbeitung (HSC), werden diese auf einem speziell für GMN entwickelten Prüfstand getestet.

Gründe dafür sind zum einen, dass die Motorspindeln immer komplexer werden und zum anderen wird deren Zuverlässigkeit dadurch gewährleistet. Die Überprüfung, bei der die Sollwerte sowie die Takt- und Schaltzeiten vorgegeben werden, läuft automatisch ab.

Zum Schluss wird ein Prüfprotokoll erstellt, das alle Messwerte dokumentiert.

Es können gleichzeitig 2 Motorspindeln mit unterschiedlichen Parametern untersucht werden. Dabei hat sich gezeigt, dass 120 Zyklen ausreichen, um eine bestmögliche Zuverlässigkeit zu gewährleisten. Bei jedem Zyklus wird die Spindel innerhalb einer vorgegebenen Zeit im Sekundenbereich auf Höchstdrehzahl gefahren, die Drehgebersignale geprüft, nach einer bestimmten Zeit unter definierten Bedingungen abgebremst, der Werkzeugwechsel durchgeführt und dabei die Signale der Positionssensoren gemessen. Die Position des Werkzeugspannsystems kann wahlweise analog oder über einzelne Schalter ermittelt werden.

Weiterhin werden erfasst: Motorstrom, Spannung in den Wicklungen, Temperatur der Wicklung und des vordersten Lagers und je nach Spindelausstattung die Funktion der Kühlmittelzuführung durch die Welle und die einstellbare Lagervorspannung.



### Synchronmotor

Leistung P (S1)  
Drehmoment M (S1)  
Drehzahl  $n_{max}$   
Antrieb

3 kW bei 30.000 1/min  
0,96 Nm  
40.000 1/min  
gesteuert

### Hybridkugellager

Innendurchmesser  
der vorderen Lager  
Schmierung

30 mm  
Fett

### Werkzeugaufnahme

Überwachung  
"gespannt", "gelöst"  
Kegelreinigung  
Statische  
Werkzeugeinzugskraft  
Werkzeug lösen

HSK-E 25

Analogsensor  
Luft

2,8 kN  
Hydraulisch oder  
pneumatisch

Sperrluft

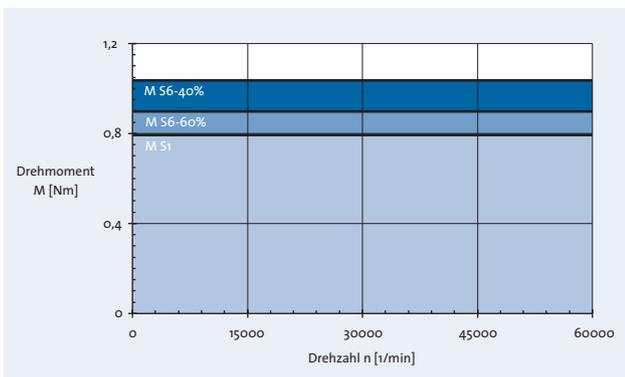
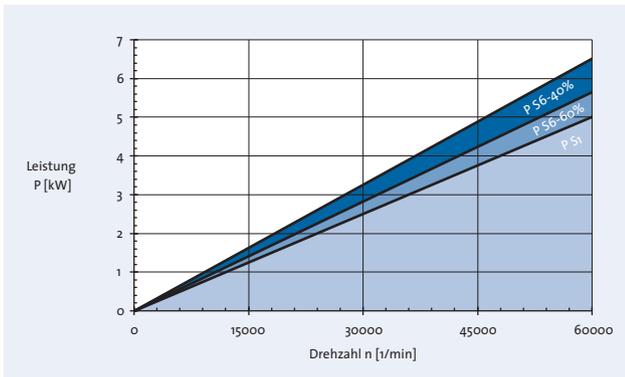
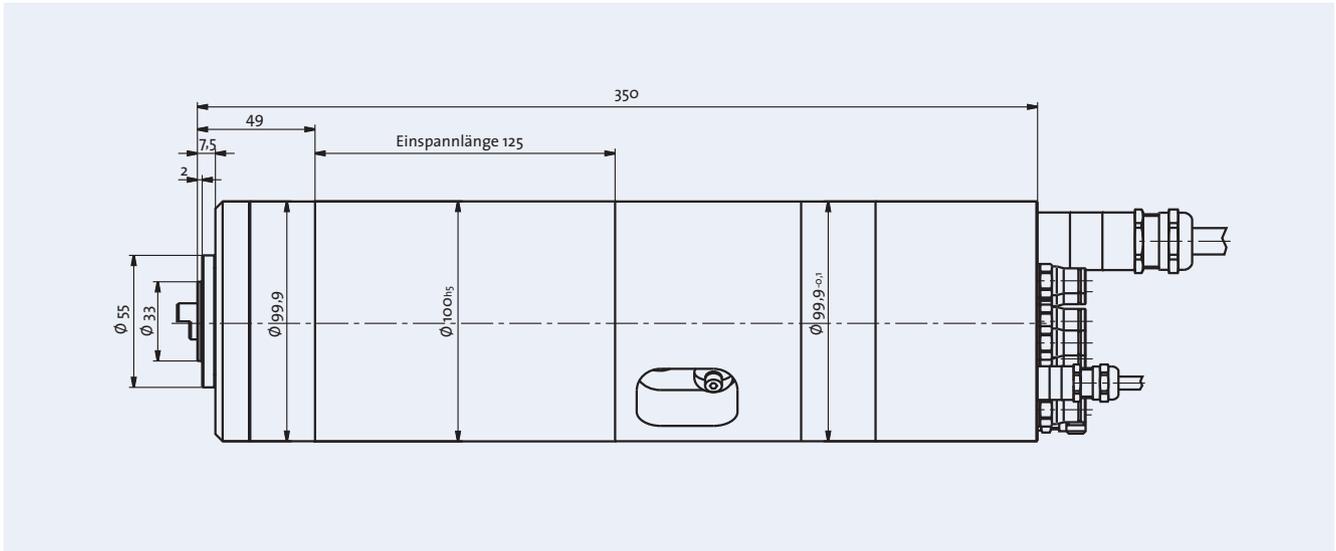
### Abdichtung

### Steifigkeit

Radial  
Axial

41 N/ $\mu$ m  
50 N/ $\mu$ m

Auch für Öl-Luft-Schmierung und dadurch möglicher Drehzahlerhöhung lieferbar.



### Synchronmotor

Leistung P (S1)  
Drehmoment M (S1)  
Drehzahl  $n_{max}$   
Antrieb

5 kW bei 60.000 1/min  
0,8 Nm  
60.000 1/min  
gesteuert

### Hybridkugellager

Innendurchmesser  
der vorderen Lager  
Schmierung

35 mm  
Öl-Luft

### Werkzeugaufnahme

Überwachung  
"gespannt", "gelöst"  
Statische  
Werkzeugeinzugskraft

HSK-E 32  
Analogsensor

### Abdichtung

4 kN

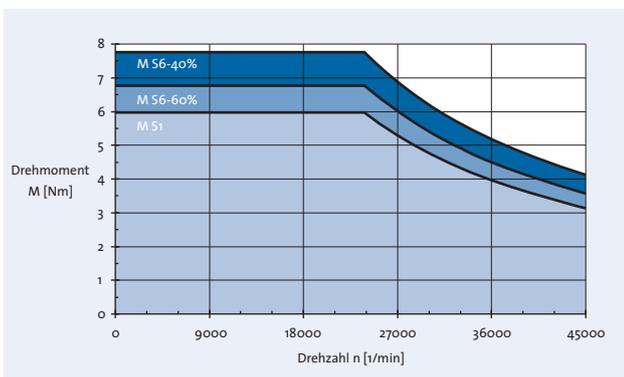
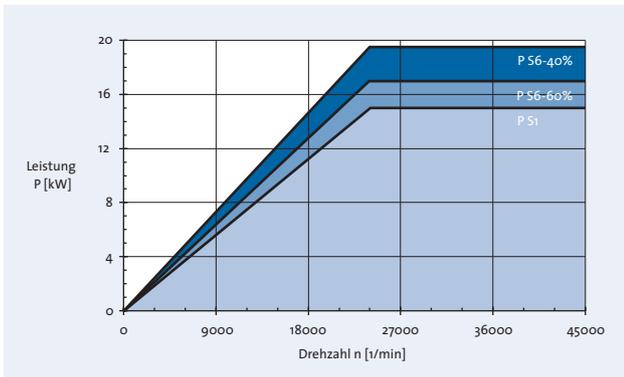
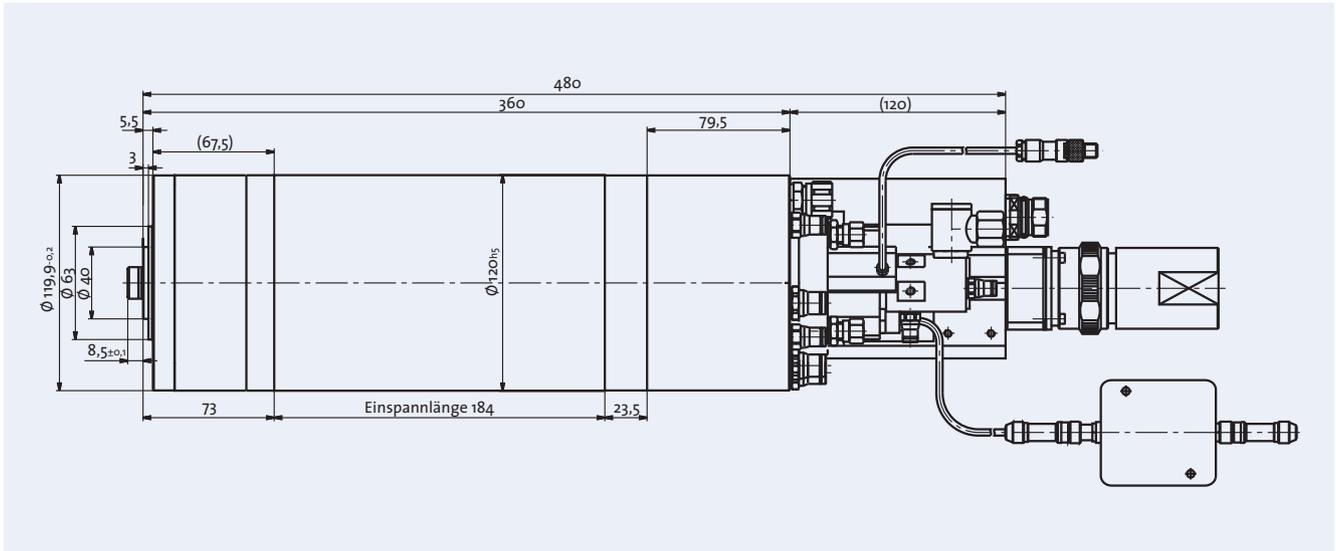
### Steifigkeit

Radial  
Axial

Sperrluft

96 N/ $\mu$ m  
35 N/ $\mu$ m

Auch mit Fett-Dauerschmierung und dadurch bedingter Drehzahlreduzierung lieferbar.



### Synchronmotor

Leistung P (S1)  
Drehmoment M (S1)  
Drehzahl  $n_{max}$   
Antrieb

15 kW bei 24.000 1/min  
6 Nm  
45.000 1/min  
geregelt

### Hybridkugellager

Innendurchmesser  
der vorderen Lager  
Schmierung

45 mm  
Öl-Luft

### Werkzeugaufnahme

Überwachung  
"gespannt", "gelöst",  
"gespannt ohne Werkzeug"  
Kegelreinigung  
Statische  
Werkzeugeinzugskraft

HSK-E 40  
  
Näherungsschalter  
Luft

6,8 kN

### Abdichtung

Sperrluft

### Kühlschmiermittel

durch die Welle

80 bar

### Wellenverlagerung

Ausgleich - Axial

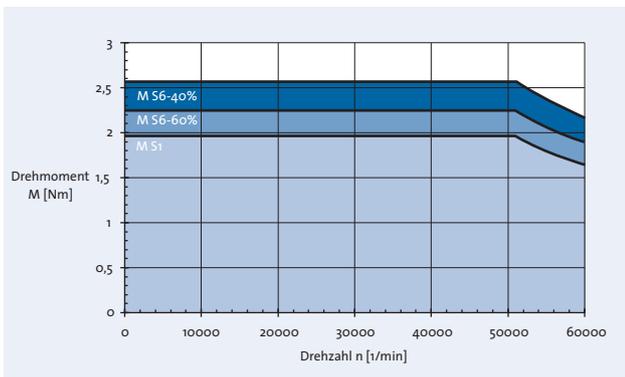
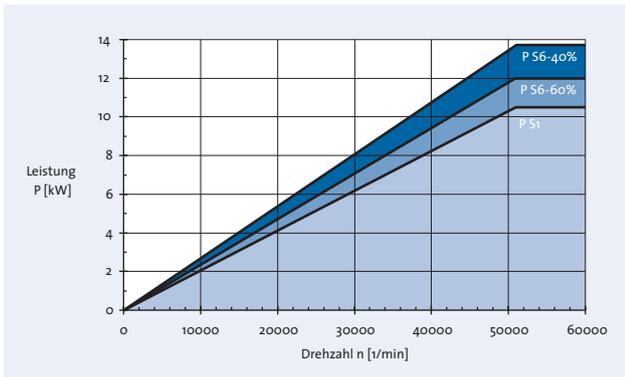
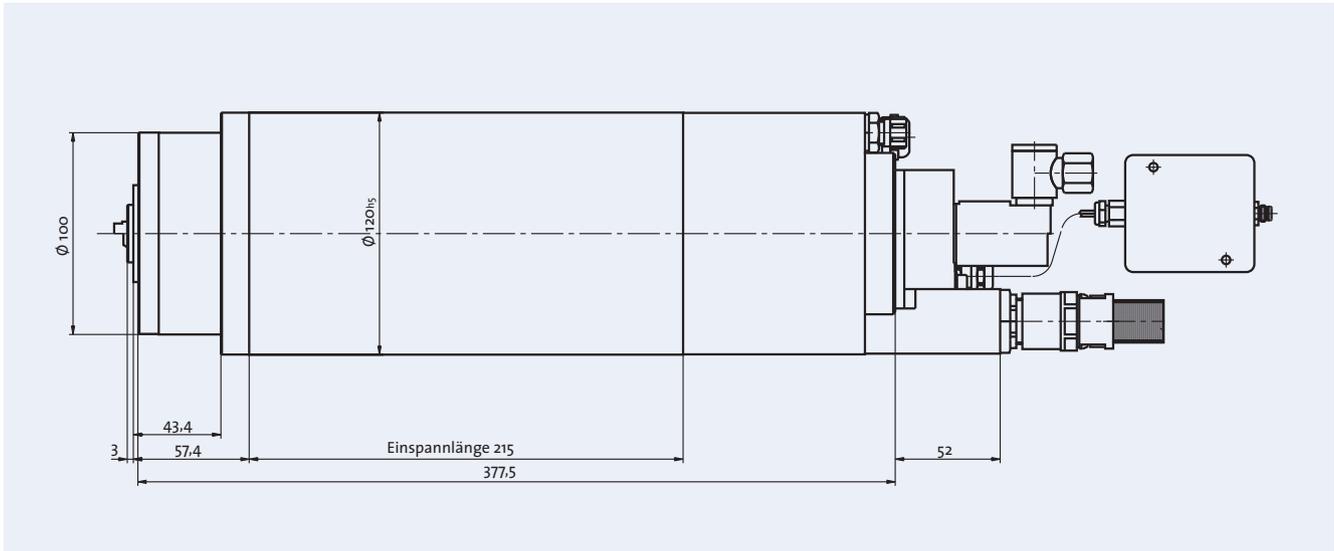
Temperatursensor

### Steifigkeit

Radial  
Axial

125 N/ $\mu$ m  
91 N/ $\mu$ m

Auch mit Fett-Dauerschmierung und dadurch bedingter Drehzahlreduzierung lieferbar.



### Asynchronmotor

Leistung P (S1) 10,5 kW bei 51.000 1/min  
 Drehmoment M (S1) 2 Nm  
 Drehzahl  $n_{max}$  60.000 1/min  
 Antrieb geregelt

### Hybridkugellager

Innendurchmesser der vorderen Lager 30 mm  
 Schmierung Öl-Luft

### Werkzeugaufnahme

Überwachung "gespannt", "gelöst", "gespannt ohne Werkzeug"  
 Kegelinreinigung Luft

Statische Werkzeugeinzugskraft 2,8 kN

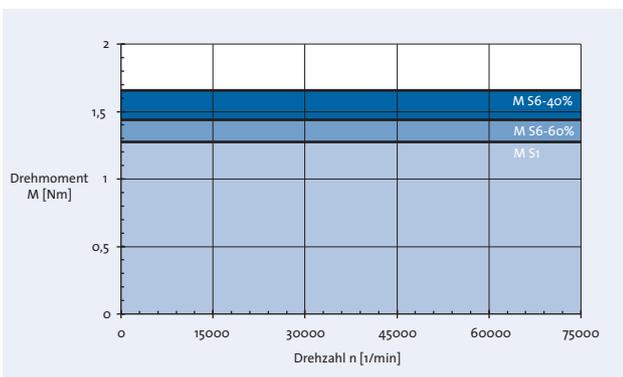
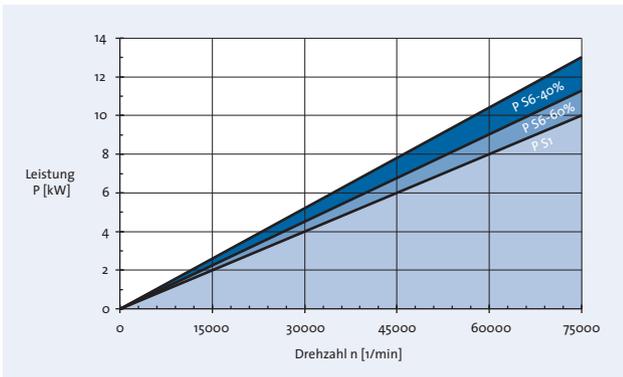
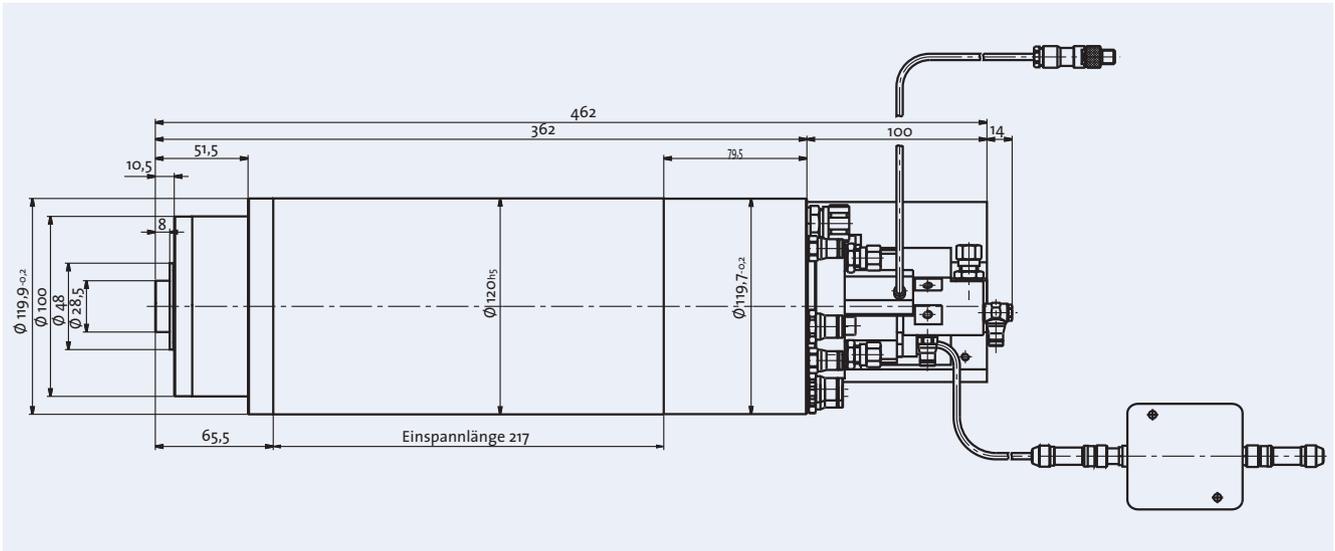
### Abdichtung

Sperrluft  
 Kühlschmiermittel durch die Welle 80 bar

### Steifigkeit

Radial 110 N/ $\mu$ m  
 Axial 70 N/ $\mu$ m

Auch mit Fett-Dauerschmierung und dadurch bedingter Drehzahlreduzierung lieferbar.



### Synchronmotor

Leistung P (S1)  
Drehmoment M (S1)  
Drehzahl  $n_{max}$   
Antrieb

10 kW bei 75.000 1/min  
1,3 Nm  
75.000 1/min  
geregelt

### Hybridkugellager

Innendurchmesser  
der vorderen Lager  
Schmierung

30 mm  
Öl-Luft

### Werkzeugaufnahme

Überwachung  
"gespannt", "gelöst",  
"gespannt ohne Werkzeug"  
Kegelreinigung  
Statische  
Werkzeugeinzugskraft

HSK-E 25

Analogsensor  
Luft

2,8 kN

### Abdichtung

Sperrluft

### Kühlschmiermittel

durch die Welle

80 bar

### Wellenverlagerung

Ausgleich - Axial

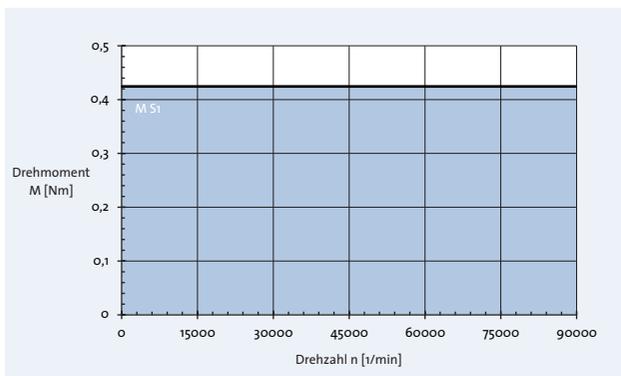
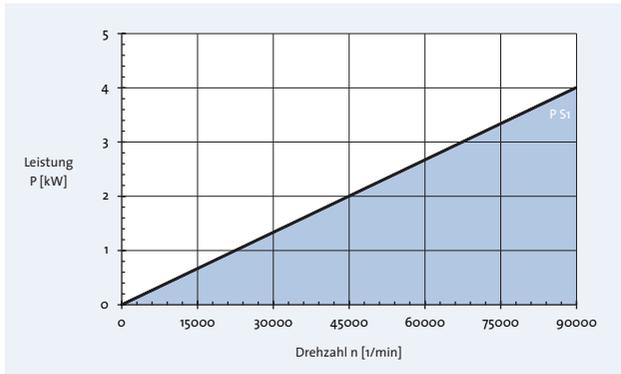
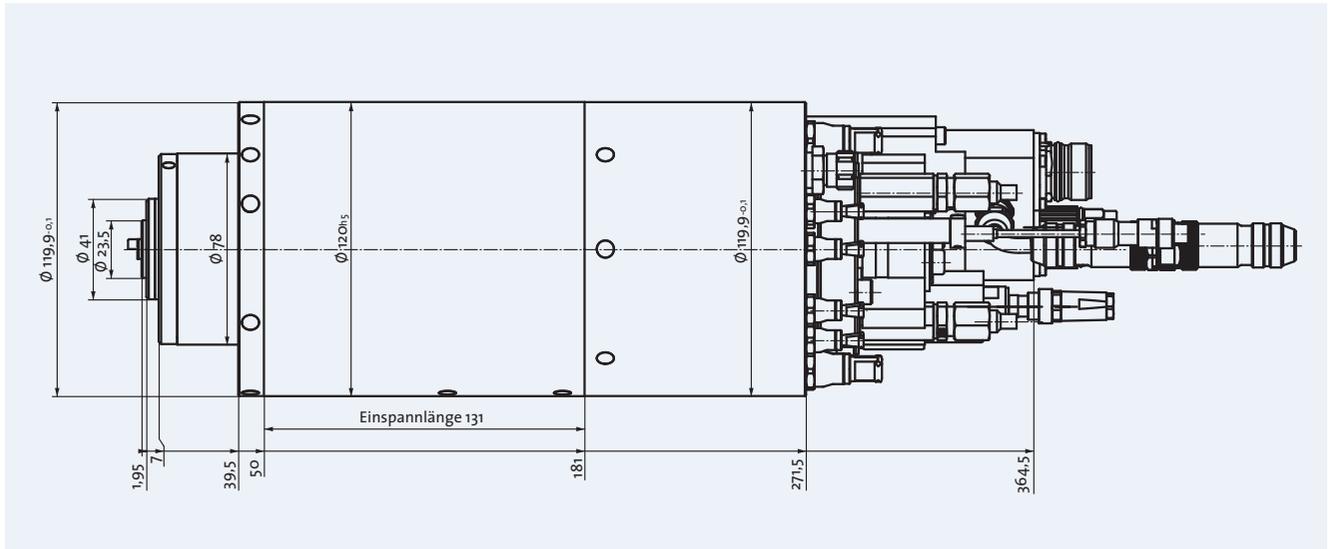
Temperatursensor

### Steifigkeit

Radial  
Axial

110 N/ $\mu$ m  
69 N/ $\mu$ m

Auch mit Fett-Dauerschmierung und dadurch bedingter Drehzahlreduzierung lieferbar.



### Synchronmotor

Leistung P (S1)  
Drehmoment M (S1)  
Drehzahl  $n_{max}$   
Antrieb

4 kW bei 90.000 1/min  
0,43 Nm  
90.000 1/min  
geregelt

### Hybridkugellager

Innendurchmesser  
der vorderen Lager  
Schmierung

25 mm  
Öl-Luft

### Werkzeugaufnahme

Überwachung  
"gespannt", "gelöst",  
"gespannt ohne Werkzeug"  
Kegelreinigung  
Statische  
Werkzeugeinzugskraft

HSK-E 20

Analogsensor  
Luft

1,8 kN

### Abdichtung

Sperrluft

### Steifigkeit

Radial  
Axial

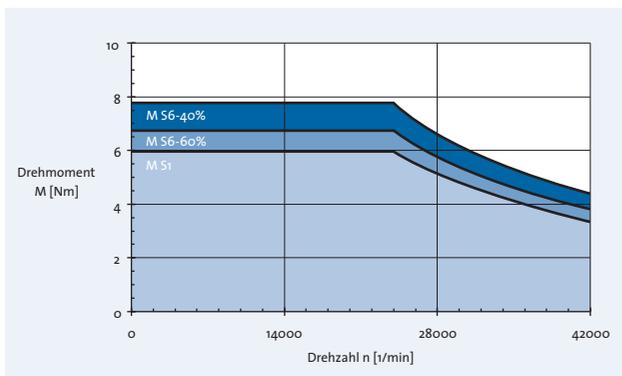
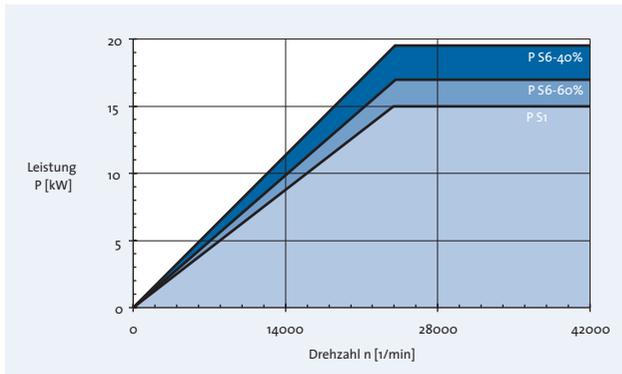
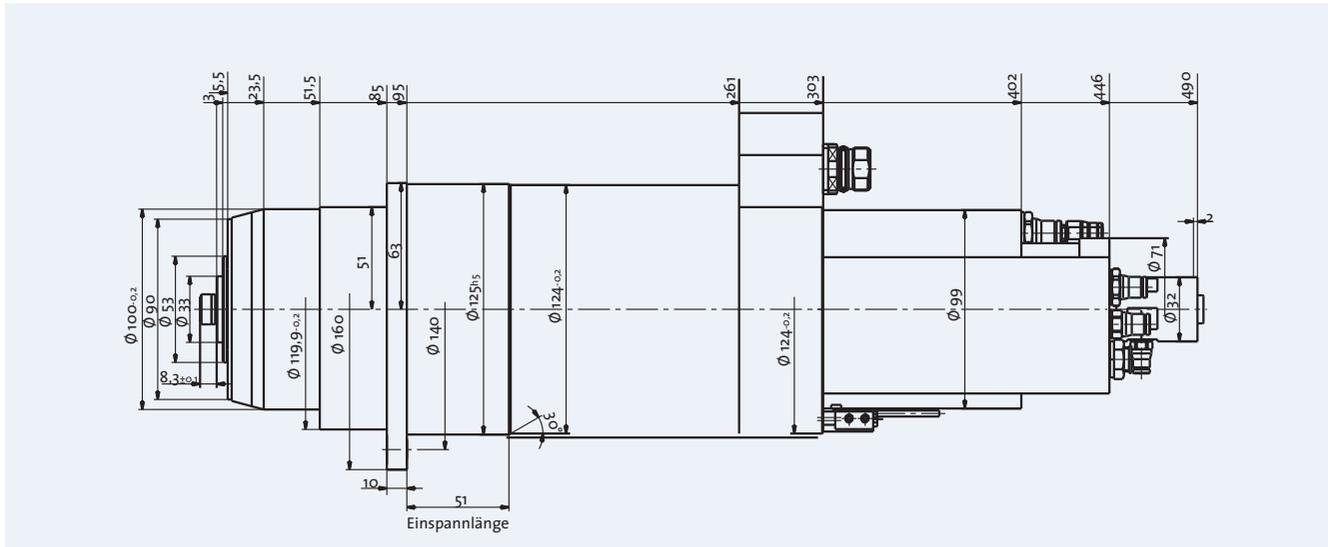
89 N/ $\mu$ m  
56 N/ $\mu$ m

### Optio

Vibrationssensor  
Kühlschmiermittel durch  
die Welle

80 bar

Auch mit Fett-Dauerschmierung und dadurch bedingter Drehzahlreduzierung lieferbar.



### Synchronmotor

Leistung P (S1)  
Drehmoment M (S1)  
Drehzahl  $n_{max}$   
Antrieb

15 kW bei 24.000 1/min  
6 Nm  
42.000 1/min  
geregelt

### Hybridkugellager

Innendurchmesser  
der vorderen Lager  
Schmierung

35 mm  
Öl-Luft

### Werkzeugaufnahme

Überwachung  
"gespannt", "gelöst",  
"gespannt ohne Werkzeug"  
Kegelreinigung  
Statische  
Werkzeugeinzugskraft

HSK-E 32

Analogsensor  
Luft

### Abdichtung

Sperrluft

### Wellenverlagerung

Messung - Axial

Wegsensor

### Steifigkeit

Radial  
Axial

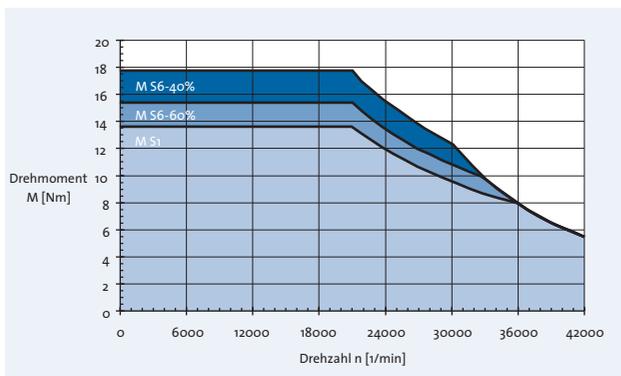
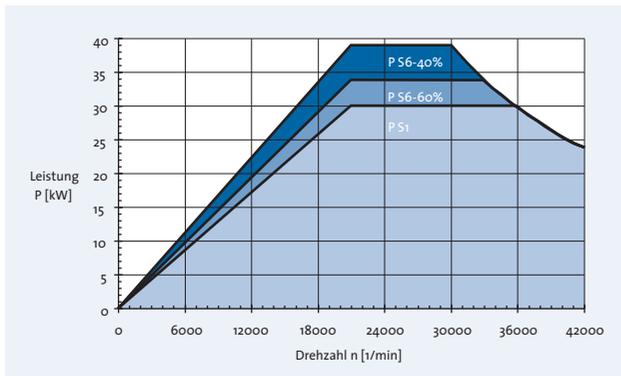
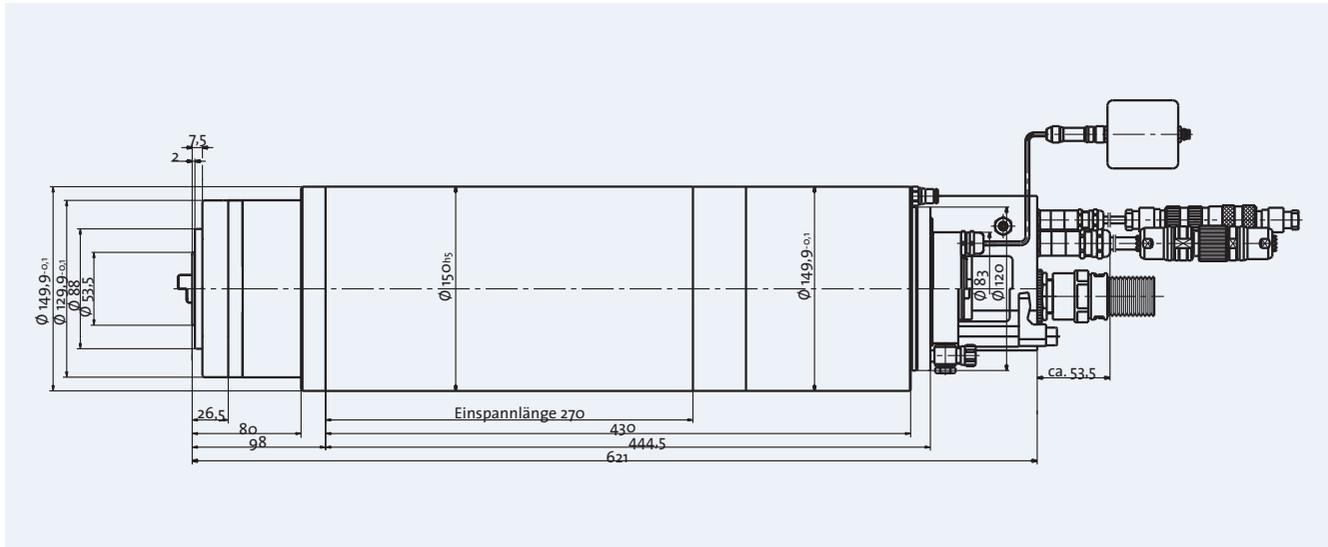
146 N/ $\mu\text{m}$   
84 N/ $\mu\text{m}$

### Option

Kühlschmiermittel durch  
die Welle

80 bar

Auch mit Fett-Dauerschmierung und dadurch bedingter Drehzahlreduzierung lieferbar.



### Synchronmotor

Leistung P (S1)  
Drehmoment M (S1)  
Drehzahl  $n_{max}$   
Antrieb

30 kW bei 21.000 1/min  
13,7 Nm  
42.000 1/min  
geregelt

### Hybridkugellager

Innendurchmesser  
der vorderen Lager  
Schmierung  
Lagervorspannung

55 mm  
Öl-Luft  
einstellbar

### Werkzeugaufnahme

Überwachung  
"gespannt", "gelöst",  
"gespannt ohne Werkzeug"  
Kegelreinigung  
Statische  
Werkzeugeinzugskraft

HSK-E 50  
Analogsensor  
Luft

7,5 kN

### Abdichtung

Sperrluft

### Wellenverlagerung

Ausgleich - Axial  
Messung - Axial  
Messung - Radial

Temperatursensor  
Wegsensor  
2 Wegsensoren

### Steifigkeit

Radial  
Axial

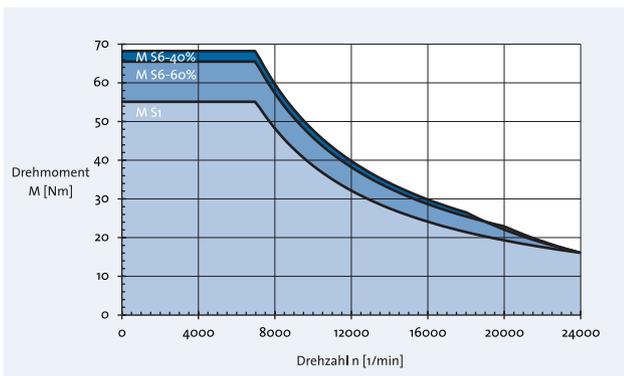
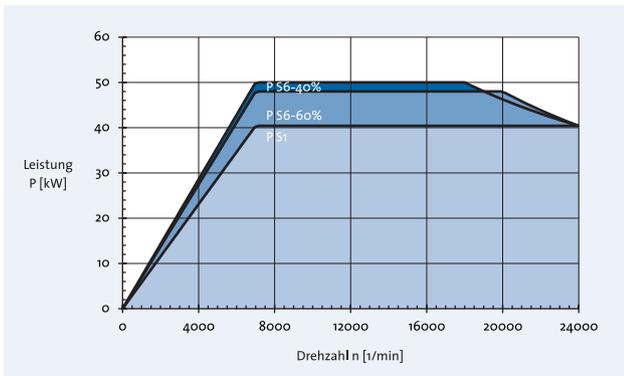
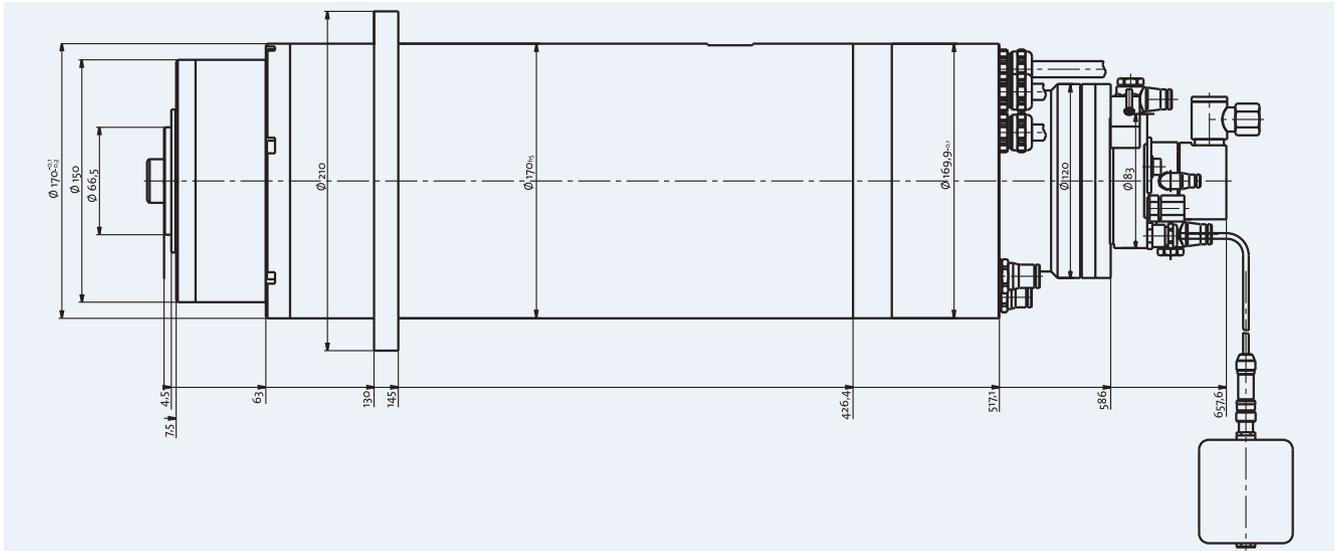
162 N/ $\mu$ m  
128 N/ $\mu$ m

### Option

Kühlschmiermittel durch  
die Welle

80 bar

Auch mit Fett-Dauerschmierung und dadurch bedingter Drehzahlreduzierung lieferbar.



### Synchronmotor

Leistung P (S1)  
Drehmoment M (S1)  
Drehzahl  $n_{max}$   
Antrieb

40,4 kW bei 7.000 1/min  
55 Nm  
24.000 1/min  
geregelt

### Hybridkugellager

Innendurchmesser  
der vorderen Lager  
Schmierung

70 mm  
Öl-Luft

### Werkzeugaufnahme

Überwachung  
"gespannt", "gelöst",  
"gespannt ohne Werkzeug"  
Kegelreinigung  
Statische  
Werkzeugeinzugskraft

HSK-A 63

Analogsensor  
Luft

18 kN

### Abdichtung

Sperrluft

### Kühlschmiermittel

durch die Welle

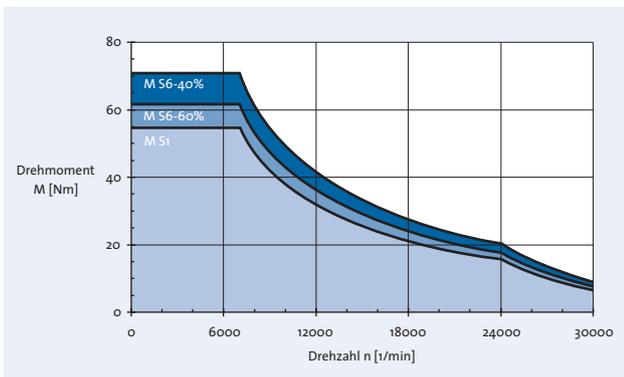
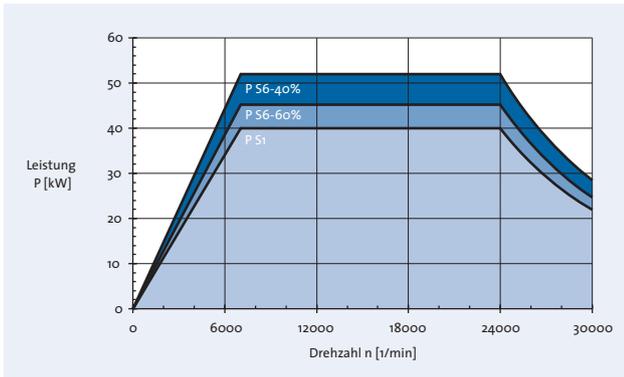
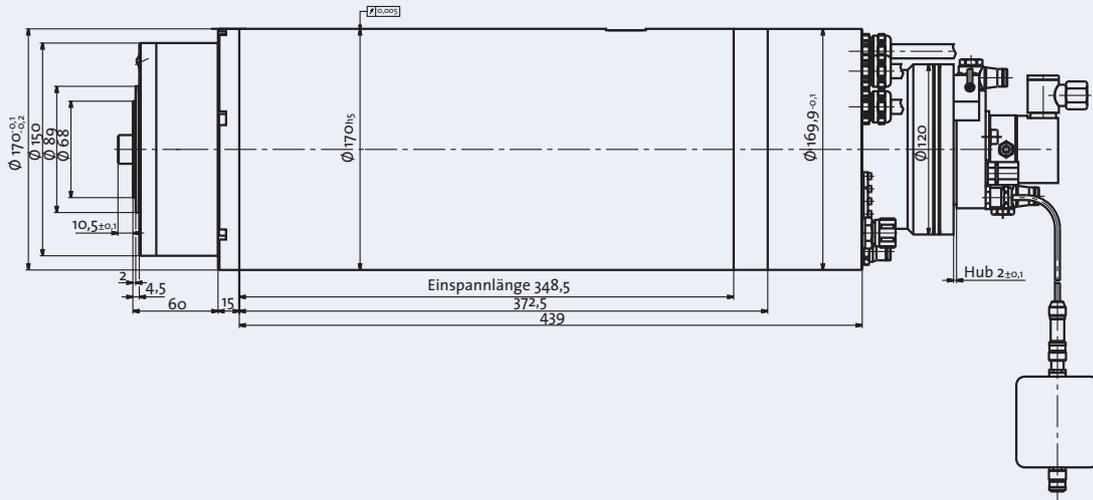
80 bar

### Steifigkeit

Radial  
Axial

479 N/ $\mu$ m  
136 N/ $\mu$ m

Auch mit Fett-Dauerschmierung und dadurch bedingter Drehzahlreduzierung lieferbar.



### Synchronmotor

Leistung P (S1)  
Drehmoment M (S1)  
Drehzahl  $n_{max}$   
Antrieb

40 kW bei 7.000 1/min  
55 Nm  
30.000 1/min  
geregelt

### Hybridkugellager

Innendurchmesser  
der vorderen Lager  
Schmierung

70 mm  
Öl-Luft

### Werkzeugaufnahme

Überwachung  
"gespannt", "gelöst",  
"gespannt ohne Werkzeug"  
Kegelreinigung  
Statische  
Werkzeugeinzugskraft

HSK-A 63

Analogsensor  
Luft

11 kN

### Abdichtung

### Kühlschmiermittel

durch die Welle  
durch das Gehäuse

Sperrluft

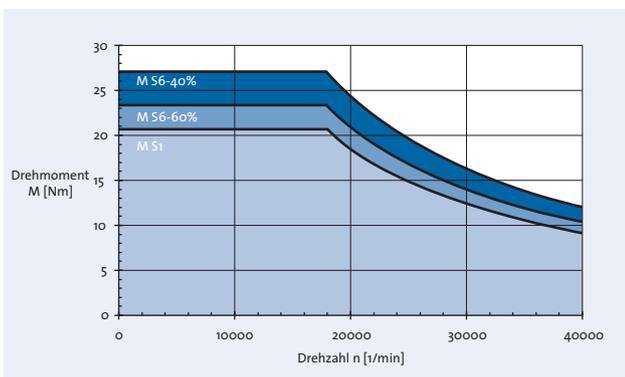
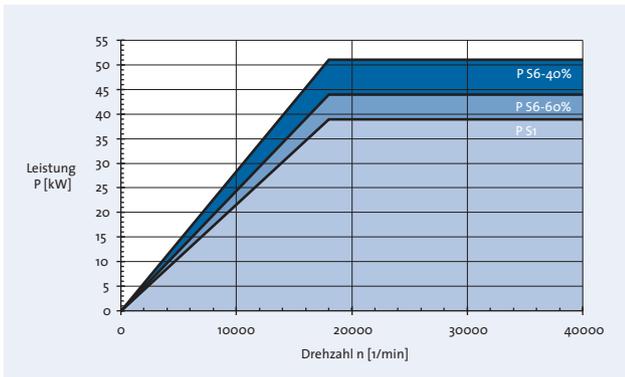
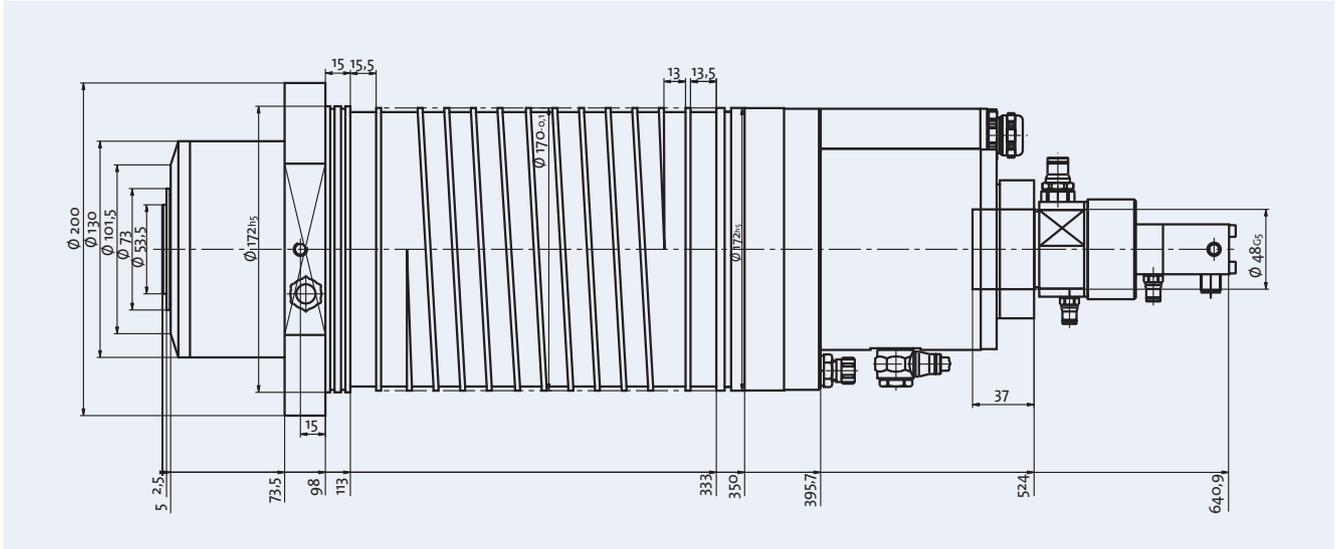
80 bar  
10 bar

### Steifigkeit

Radial  
Axial

470 N/ $\mu$ m  
135 N/ $\mu$ m

Auch mit Fett-Dauerschmierung und dadurch bedingter Drehzahlreduzierung lieferbar.



### Asynchronmotor

Leistung P (S1)  
Drehmoment M (S1)  
Drehzahl  $n_{max}$   
Antrieb

39 kW bei 18.000 1/min  
20,7 Nm  
40.000 1/min  
geregelt

### Hybridkugellager

Innendurchmesser  
der vorderen Lager  
Schmierung

55 mm  
Öl-Luft

### Werkzeugaufnahme

Überwachung  
"gespannt", "gelöst"  
Kegelreinigung  
Statische  
Werkzeugeinzugskraft

HSK-E 50  
Näherungsschalter  
Luft

### Abdichtung

Sperrluft

### Kühlschmiermittel

durch die Welle

80 bar

### Wellenverlagerung

Ausgleich - Axial  
Messung - Axial

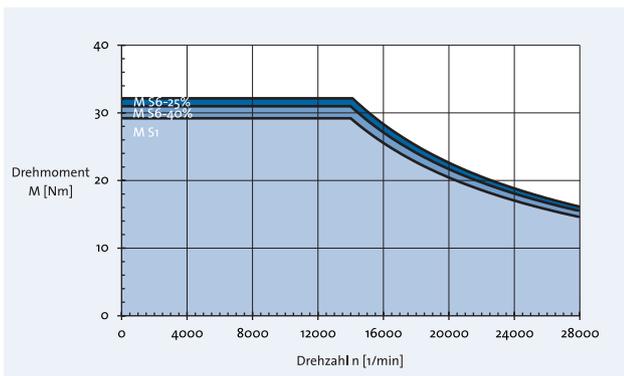
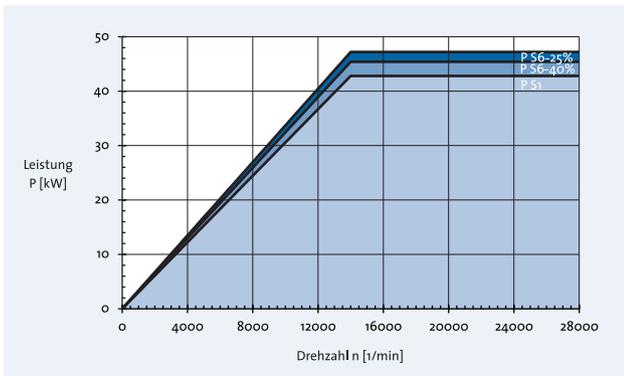
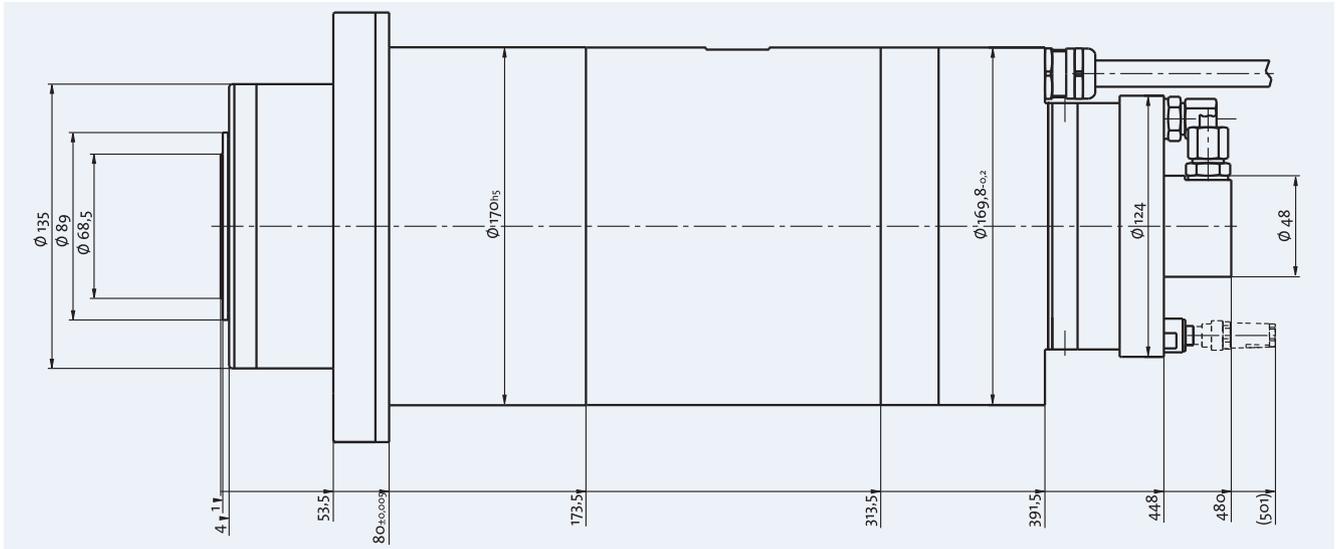
Temperatursensor  
Wegsensor

### Steifigkeit

Radial  
Axial

307 N/ $\mu$ m  
102 N/ $\mu$ m

Auch mit Fett-Dauerschmierung und dadurch bedingter Drehzahlreduzierung lieferbar.



### Synchronmotor

Leistung P (S1)  
Drehmoment M (S1)  
Drehzahl  $n_{max}$   
Antrieb

42,8 kW bei 14.000 1/min  
29,2 Nm  
28.000 1/min  
geregelt

### Hybridkugellager

Innendurchmesser  
der vorderen Lager  
Schmierung

70 mm  
Öl-Luft

### Werkzeugaufnahme

Überwachung  
"gespannt", "gelöst",  
"gespannt ohne Werkzeug"  
Kegelreinigung  
Statische  
Werkzeugeinzugskraft

HSK-A 63

Analogsensor  
Luft

18 kN

### Abdichtung

Sperrluft

### Kühlschmiermittel

durch die Welle

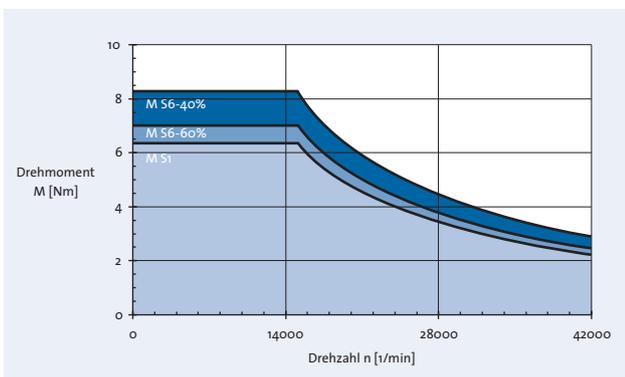
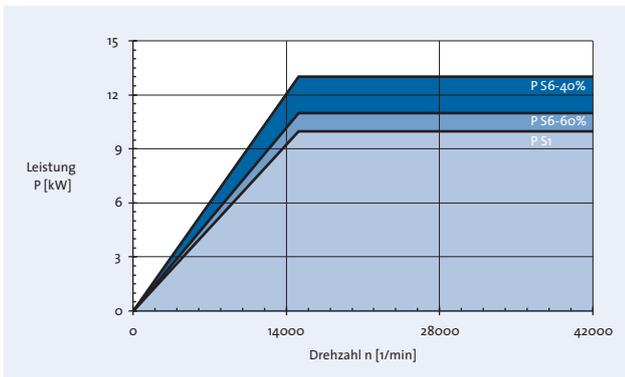
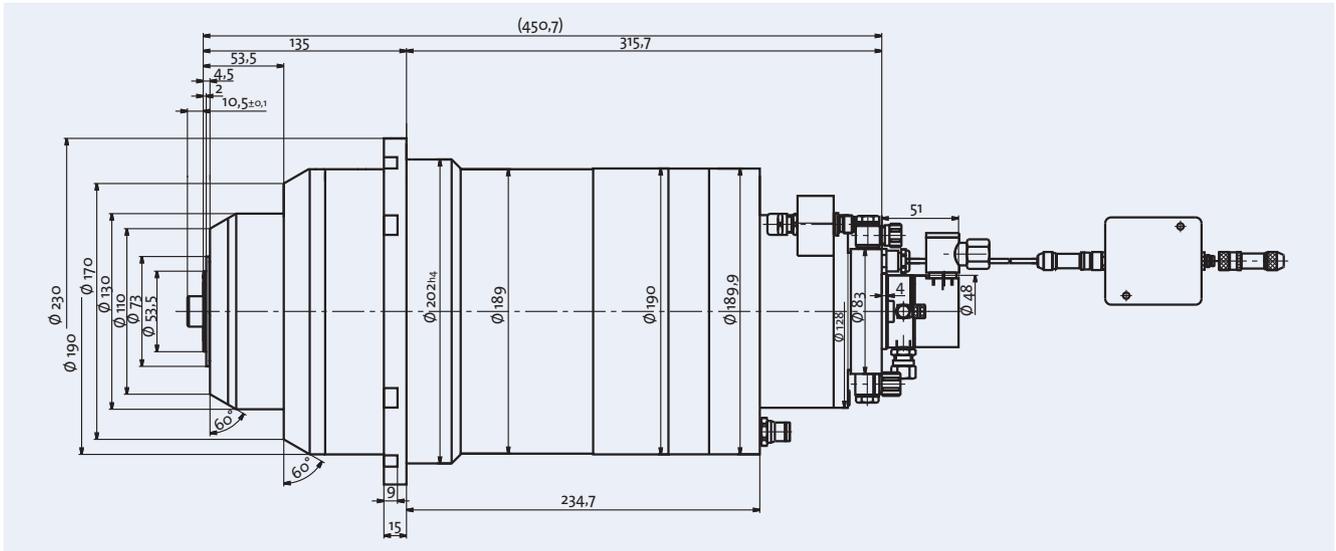
40 bar

### Steifigkeit

Radial  
Axial

460 N/ $\mu$ m  
180 N/ $\mu$ m

Auch mit Fett-Dauerschmierung und dadurch bedingter Drehzahlreduzierung lieferbar.



### Asynchronmotor

Leistung P (S1)  
Drehmoment M (S1)  
Drehzahl  $n_{max}$   
Antrieb

10 kW bei 15.000 1/min  
6,4 Nm  
42.000 1/min  
geregelt

### Hybridkugellager

Innendurchmesser  
der vorderen Lager  
Schmierung

55 mm  
Öl-Luft

### Werkzeugaufnahme

Überwachung  
"gespannt", "gelöst",  
"gespannt ohne Werkzeug"  
Kegelreinigung  
Statische  
Werkzeugeinzugskraft

HSK-A 50 / HSK-E 50

Analogsensor  
Luft

10 kN

### Abdichtung

Sperrluft

### Kühlschmiermittel

durch die Welle

40 bar

### Wellenverlagerung

Ausgleich - Axial

Temperatursensor

### Steifigkeit

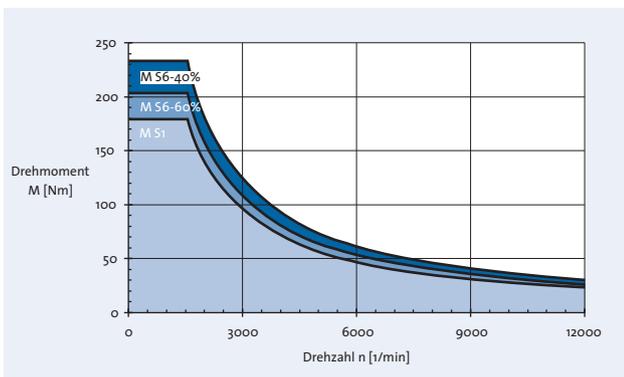
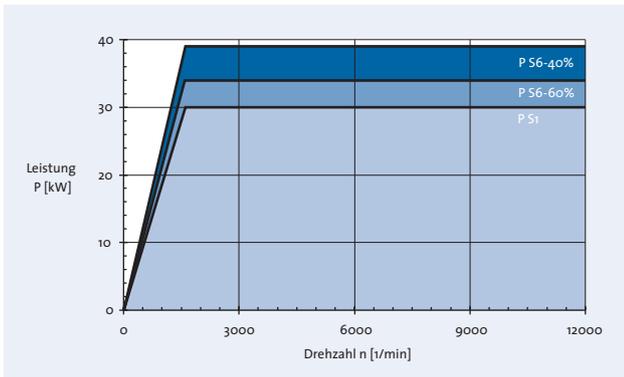
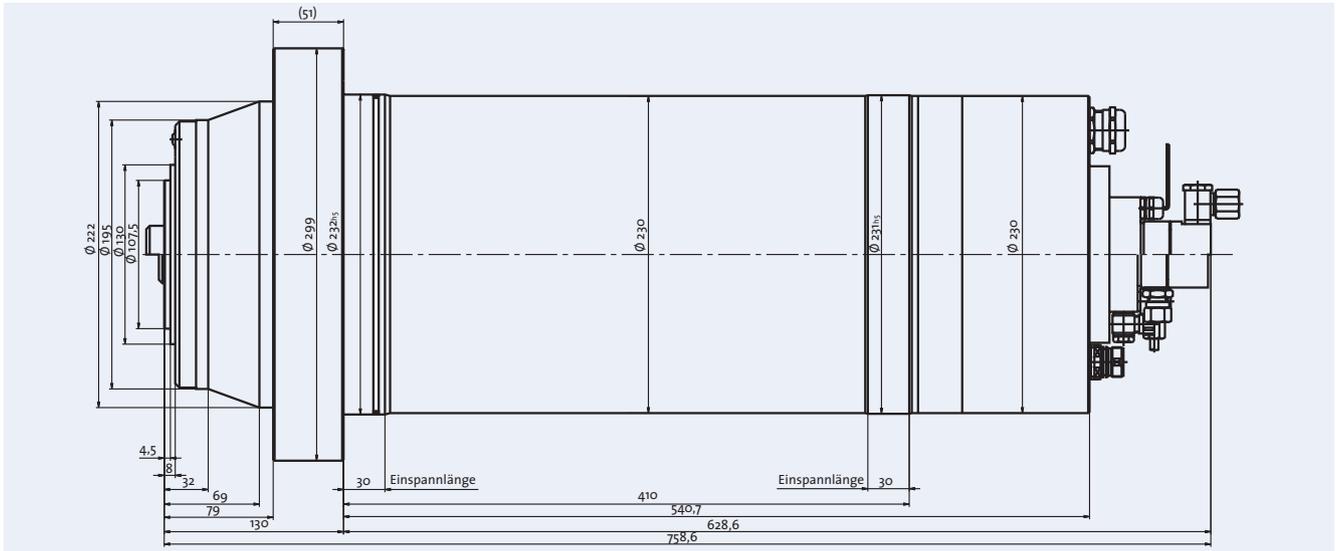
Radial  
Axial

270 N/ $\mu$ m  
140 N/ $\mu$ m

### Option

Beschleunigungssensor  
Wellenverlagerungssensor

Auch mit Fett-Dauerschmierung und dadurch bedingter Drehzahlreduzierung lieferbar.



### Synchronmotor

Leistung P (S1)  
Drehmoment M (S1)  
Drehzahl  $n_{max}$   
Antrieb

30 kW bei 1.600 1/min  
179,3 Nm  
12.000 1/min  
geregelt

### Hybridkugellager

Innendurchmesser  
der vorderen Lager  
Schmierung

110 mm  
Öl-Luft

### Werkzeugaufnahme

Überwachung  
"gespannt", "gelöst",  
"gespannt ohne Werkzeug"  
Kegelreinigung  
Statische  
Werkzeugeinzugskraft

HSK-A 10

Analogsensor  
Luft

45 kN

### Abdichtung

Sperrluft

### Kühlschmiermittel

durch die Welle  
durch das Gehäuse

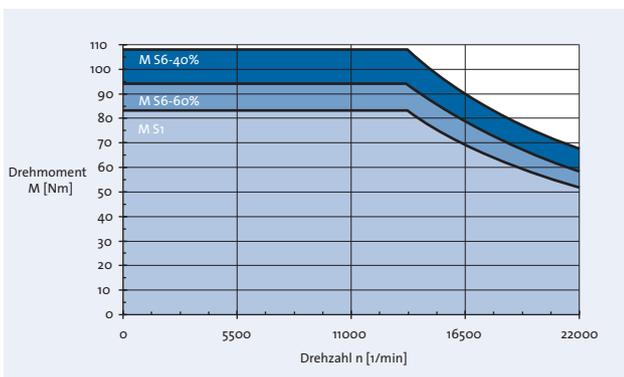
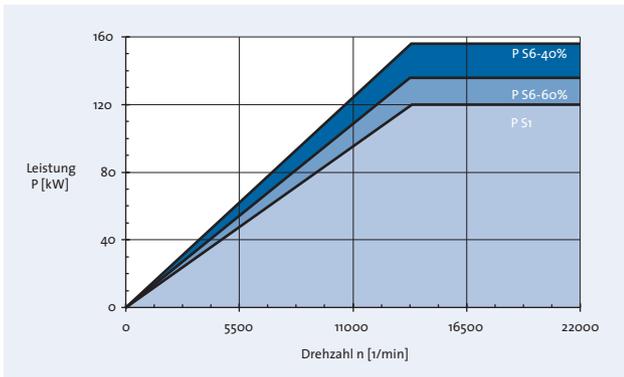
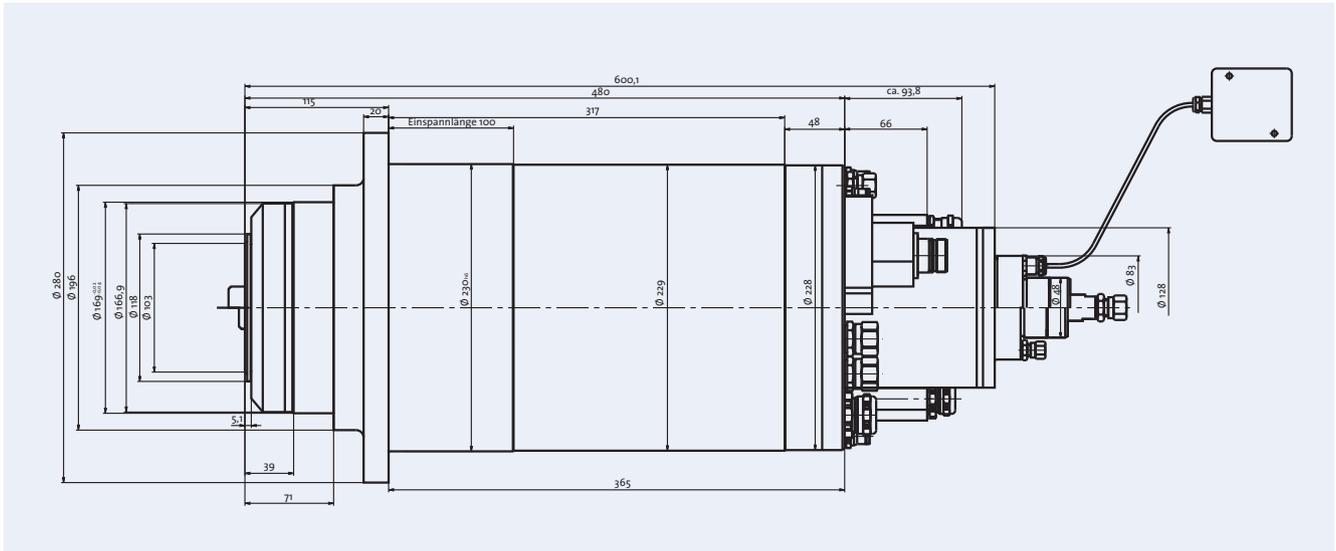
50 bar  
3 bar

### Steifigkeit

Radial  
Axial

800 N/ $\mu$ m  
320 N/ $\mu$ m

Auch mit Fett-Dauerschmierung und dadurch bedingter Drehzahlreduzierung lieferbar.



### Asynchronmotor

Leistung P (S1)  
Drehmoment M (S1)  
Drehzahl  $n_{max}$   
Antrieb

120 kW bei 13.800 1/min  
83 Nm  
24.000 1/min  
geregelt

### Hybridkugellager

Innendurchmesser  
der vorderen Lager  
Schmierung

90 mm  
Öl-Luft

### Werkzeugaufnahme

Überwachung  
"gespannt", "gelöst",  
"gespannt ohne Werkzeug"  
Kegelreinigung  
Statische  
Werkzeugeinzugskraft

HSK-A 80

Näherungsschalter  
Luft

32 kN

### Abdichtung

Kühlschmiermittel  
durch die Welle

Sperrluft

50 bar

### Wellenbewegung

Ausgleich - Axial  
Messung - Axial  
Messung - Radial

Temperatursensor  
Wegsensor  
2 Wegsensoren

### Schwingungsaufnahme

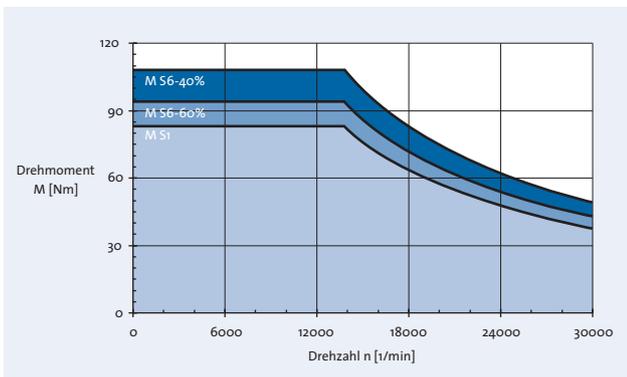
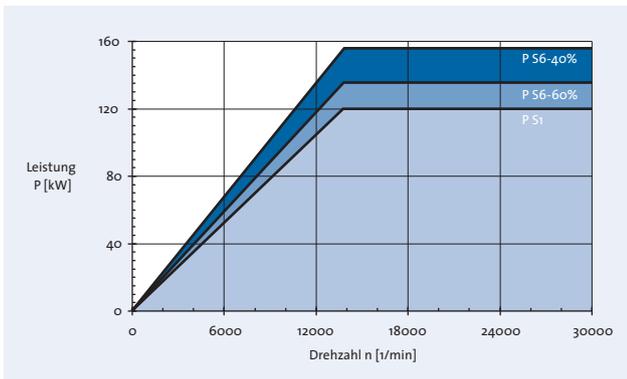
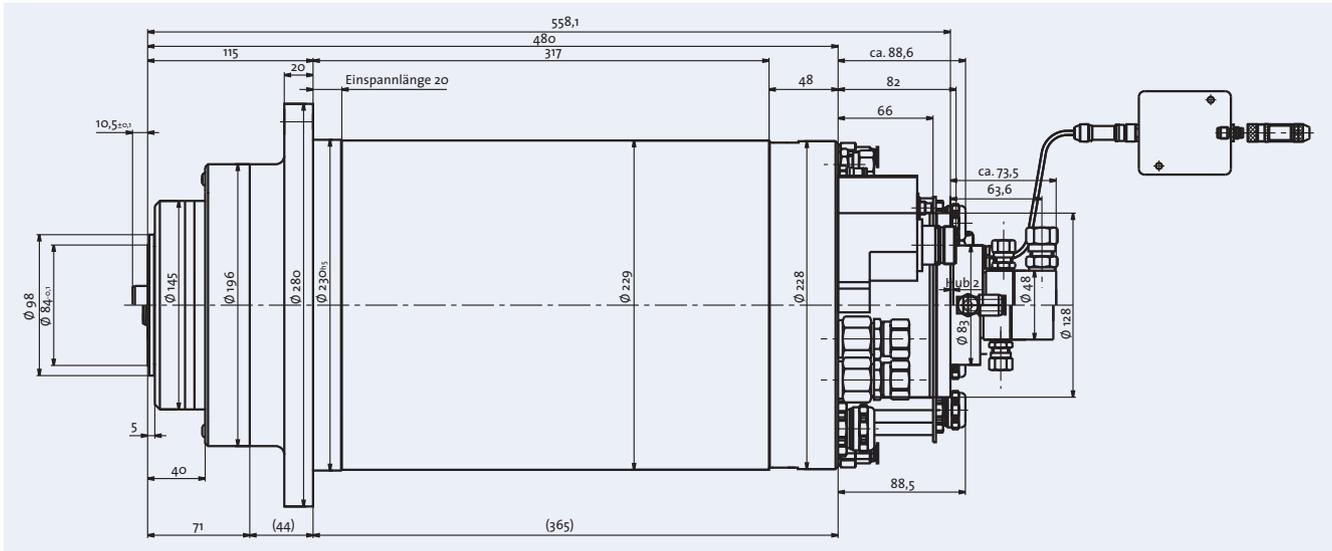
Sensor

### Steifigkeit

Radial  
Axial

496 N/ $\mu$ m  
160 N/ $\mu$ m

Auch mit Fett-Dauerschmierung und dadurch bedingter Drehzahlreduzierung lieferbar.



### Synchronmotor

Leistung P (S1) 120 kW bei 13.800 1/min  
 Drehmoment M (S1) 83 Nm  
 Drehzahl  $n_{max}$  30.000 1/min  
 Antrieb geregelt

### Hybridkugellager

Innendurchmesser der vorderen Lager 70 mm  
 Schmierung Öl-Luft

### Werkzeugaufnahme

Überwachung HSK-A 63 / -F 80  
 "gespannt", "gelöst", "gespannt ohne Werkzeug"  
 Kegelinreinigung  
 Statische Werkzeugeinzugskraft 20 kN

### Abdichtung

Sperrluft  
 durch die Welle 50 bar  
 durch das Gehäuse 5 bar

### Wellenverlagerung

Ausgleich - Axial Temperatursensor

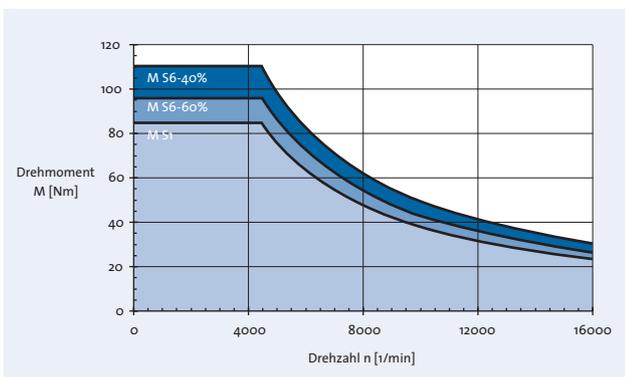
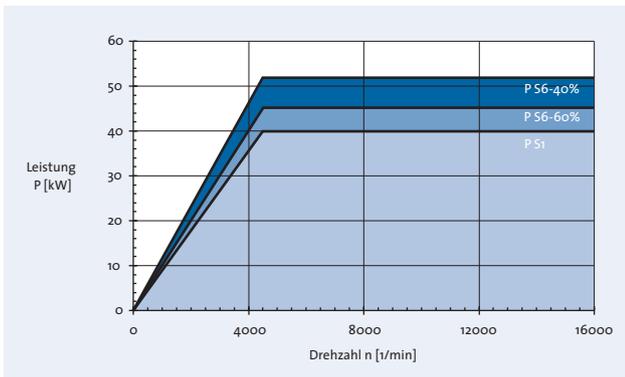
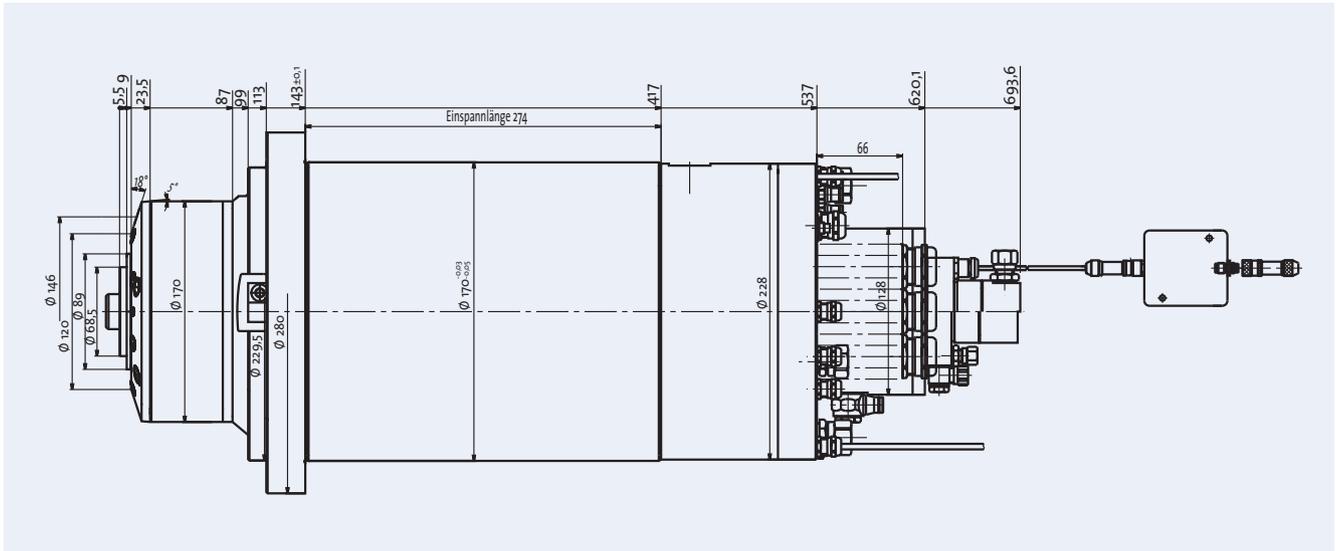
### Steifigkeit

Radial 380 N/ $\mu$ m  
 Axial 145 N/ $\mu$ m

### Option

Vibrationssensor  
 Wellenverlagerungssensor

Auch mit Fett-Dauerschmierung und dadurch bedingter Drehzahlreduzierung lieferbar.



### Asynchronmotor

Leistung P (S1)  
Drehmoment M (S1)  
Drehzahl  $n_{max}$   
Antrieb

40 kW bei 4.500 1/min  
85 Nm  
16.000 1/min  
geregelt

### Hybridkugellager

Innendurchmesser  
der vorderen Lager  
Schmierung

70 mm  
Fett

### Werkzeugaufnahme

Überwachung  
"gespannt", "gelöst",  
"gespannt ohne Werkzeug"  
Kegelreinigung  
Statische  
Werkzeugeinzugskraft

HSK-A 63

Analogsensor  
Luft

20 kN

### Abdichtung

Sperrluft

### Kühlschmiermittel

durch die Welle  
durch das Gehäuse

80 bar  
10 bar

### Wellenbewegung

Ausgleich - Axial

Temperatursensor

### Steifigkeit

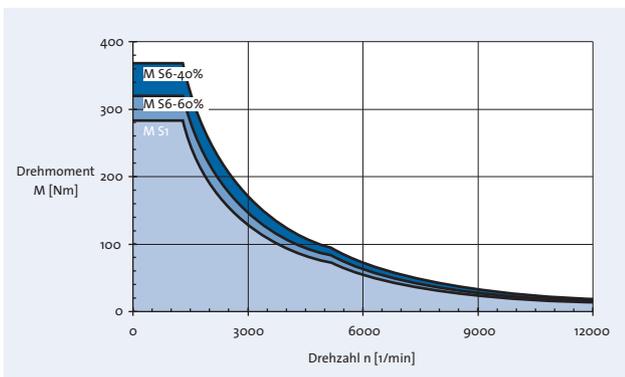
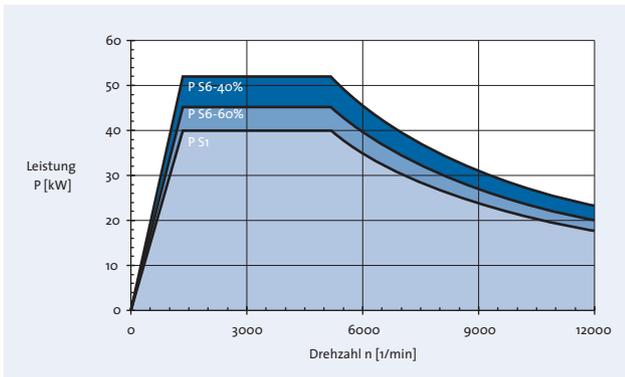
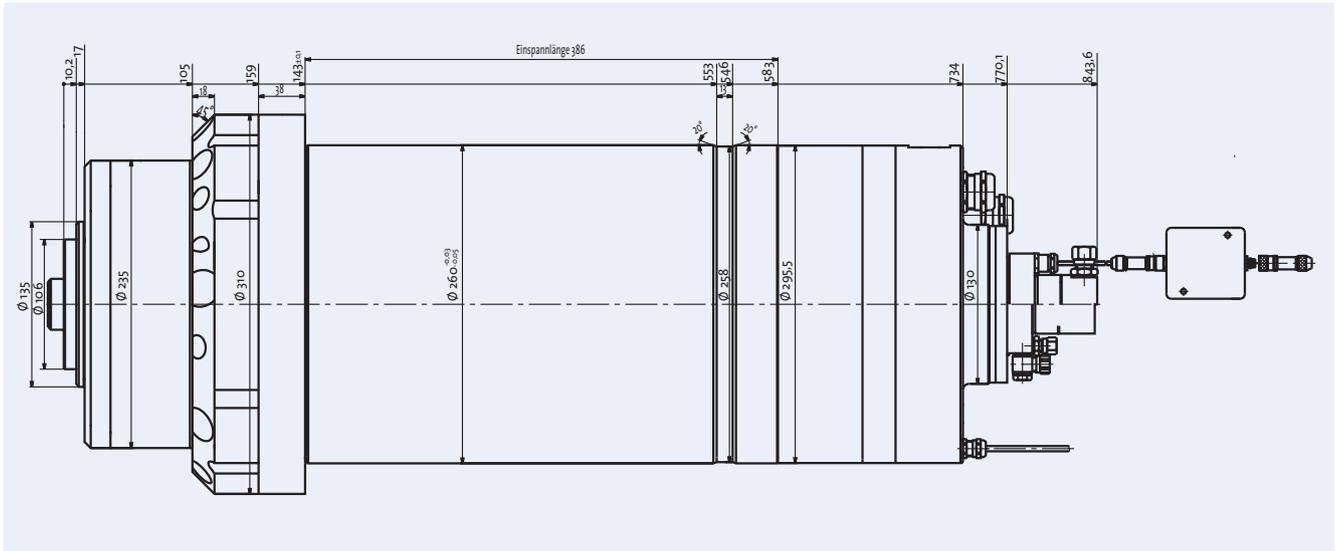
Radial  
Axial

647 N/ $\mu$ m  
282 N/ $\mu$ m

### Option

Wellenverlagerungssensor  
Vibrationssensor

Auch für Öl-Luft-Schmierung und dadurch möglicher Drehzahlerhöhung lieferbar.



### Asynchronmotor

Leistung P (S1)  
Drehmoment M (S1)  
Drehzahl  $n_{max}$   
Antrieb

40 kW bei 1.350 1/min  
298 Nm  
12.000 1/min  
geregelt

### Hybridkugellager

Innendurchmesser  
der vorderen Lager  
Schmierung

110 mm  
Öl-Luft

### Werkzeugaufnahme

Überwachung  
"gespannt", "gelöst",  
"gespannt ohne Werkzeug"  
Kegelreinigung  
Statische  
Werkzeugeinzugskraft

HSK-A 100

Analogsensor  
Luft

45 kN

### Abdichtung

Sperrluft

### Kühlschmiermittel

durch die Welle  
durch das Gehäuse

80 bar

### Wellenverlagerung

Ausgleich - Axial

Temperatursensor

### Steifigkeit

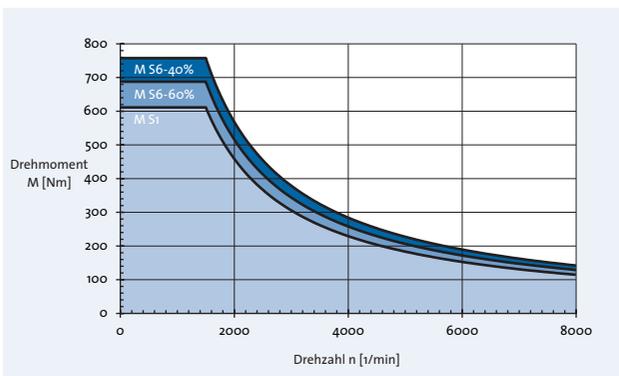
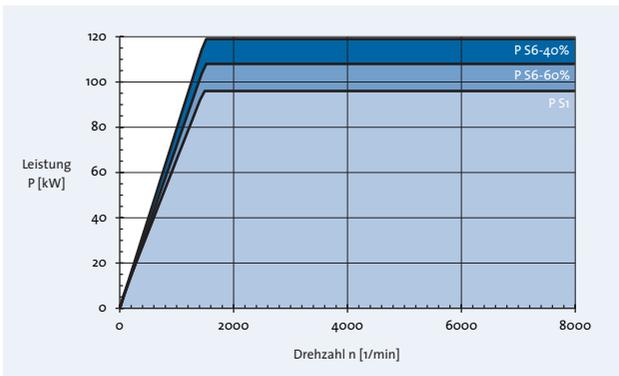
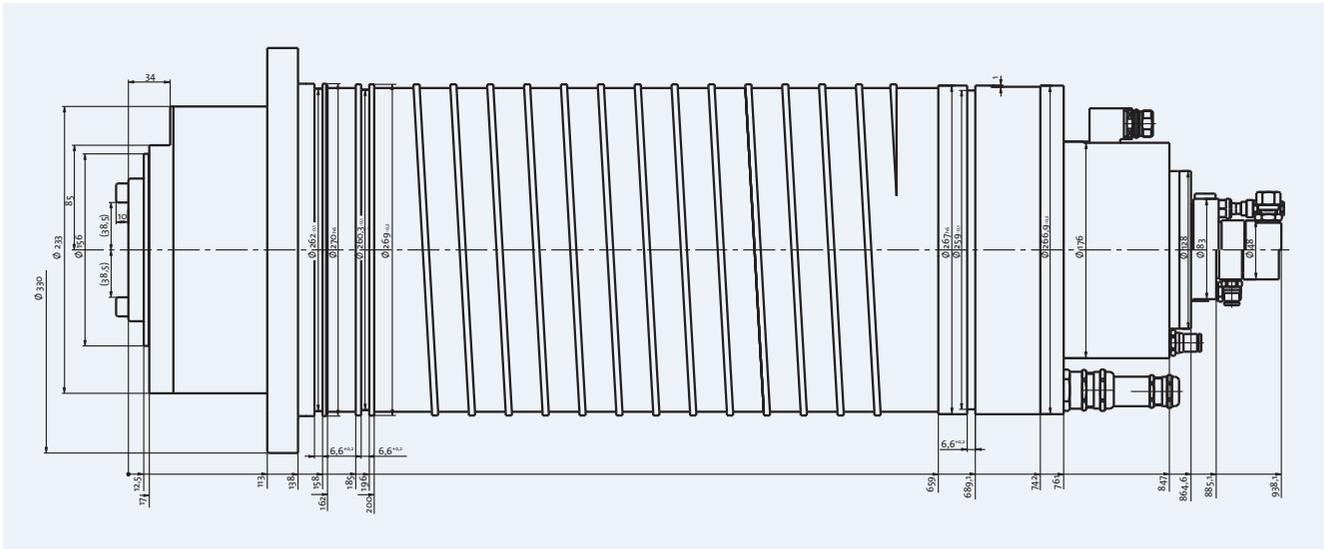
Radial  
Axial

640 N/ $\mu$ m  
500 N/ $\mu$ m

### Option

Wellenverlagerungssensor  
Vibrationssensor

Auch mit Fett-Dauerschmierung und dadurch bedingter Drehzahlreduzierung lieferbar.



### Synchronmotor

Leistung P (S1)  
Drehmoment M (S1)  
Drehzahl  $n_{max}$   
Antrieb

96 kW bei 1.500 1/min  
611 Nm  
8.000 1/min  
geregelt

### Hybridkugellager

Innendurchmesser  
der vorderen Lager  
Schmierung

120 mm  
Öl-Luft

### Werkzeugaufnahme

Überwachung  
"gespannt", "gelöst",  
"gespannt ohne Werkzeug"  
Kegelreinigung  
Statische  
Werkzeugeinzugskraft

Näherungsschalter  
Luft

25 kN

### Abdichtung

Sperrluft

### Kühlschmiermittel

durch die Welle

80 bar

### Steifigkeit

Radial  
Axial

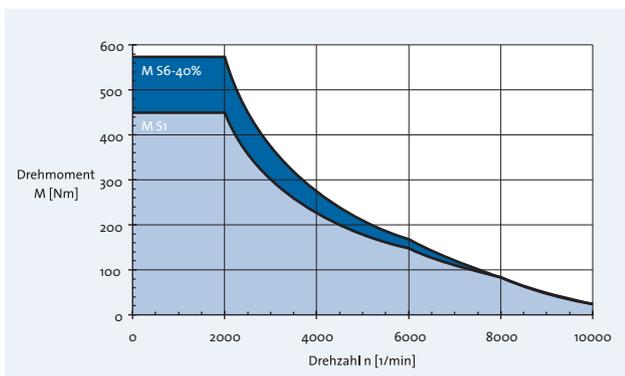
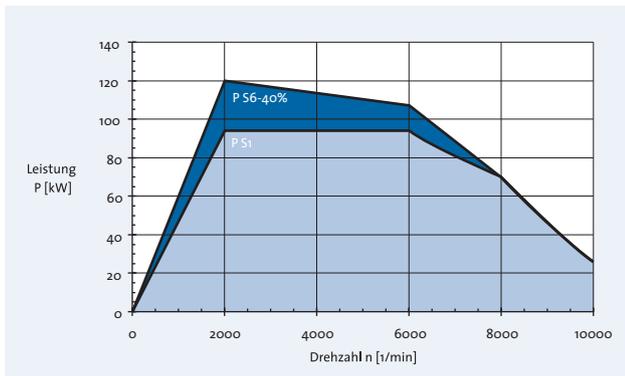
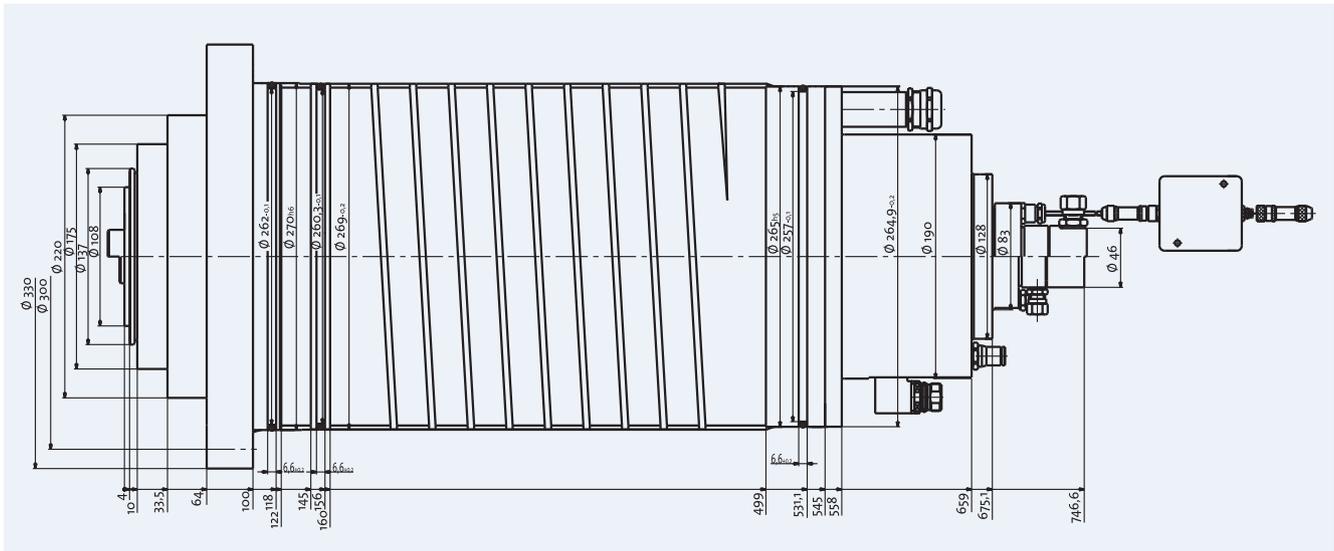
935 N/ $\mu$ m  
540 N/ $\mu$ m

### Option

Geschlossenes Gehäuse mit  
interner Motorkühlung

$\varnothing D_{min} = 285$  mm

Auch mit Fett-Dauerschmierung und dadurch bedingter Drehzahlreduzierung lieferbar.



### Synchronmotor

Leistung P (S1)  
Drehmoment M (S1)  
Drehzahl  $n_{max}$   
Antrieb

94 kW bei 2.000 1/min  
450 Nm  
10.000 1/min  
geregelt

### Hybridkugellager

Innendurchmesser  
der vorderen Lager  
Schmierung

110 mm  
Öl-Luft

### Werkzeugaufnahme

Überwachung  
"gespannt", "gelöst",  
"gespannt ohne Werkzeug"

HSK-A 100 / SK 50

Analogsensor

### Kegelreinigung

Statische  
Werkzeugeinzugskraft

Luft

45 kN

### Abdichtung

Sperrluft

### Kühlschmiermittel

durch die Welle

80 bar

### Wellenverlagerung

Ausgleich - Axial

Temperatursensor

### Steifigkeit

Radial  
Axial

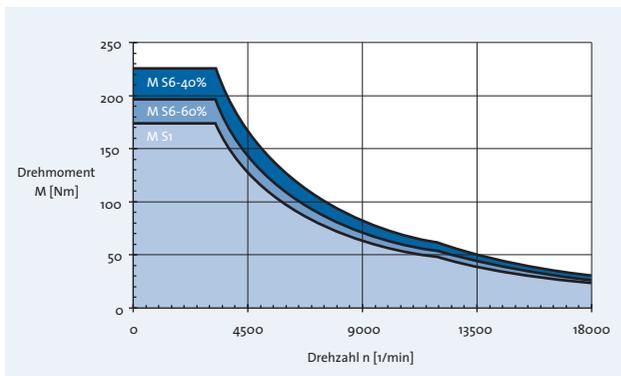
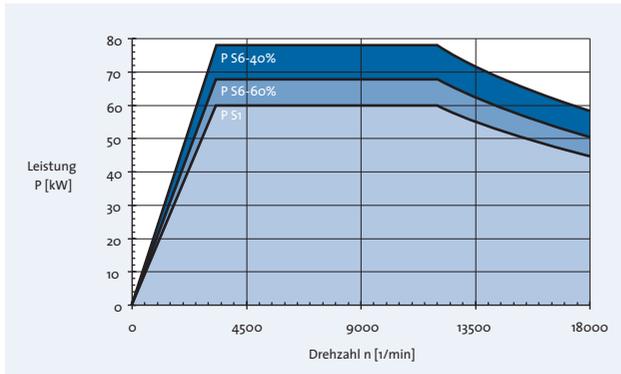
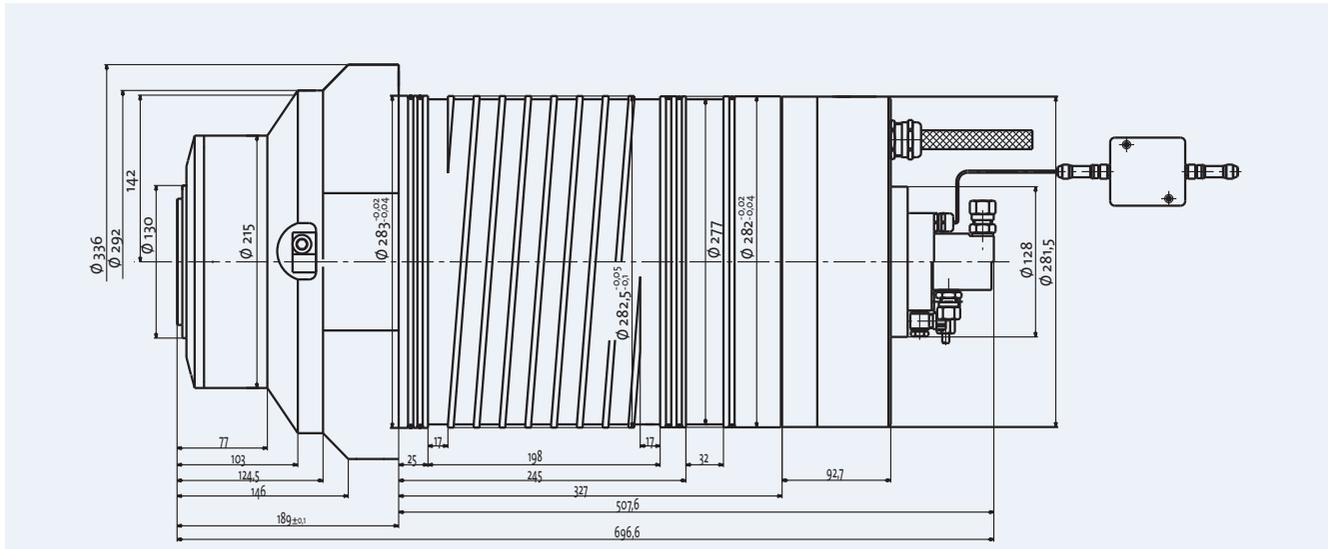
920 N/ $\mu$ m  
610 N/ $\mu$ m

### Option

Geschlossenes Gehäuse mit  
interner Motorkühlung

$\varnothing D_{min} = 285$  mm

Auch für Öl-Luft-Schmierung und dadurch möglicher Drehzahlerhöhung lieferbar.



### Asynchronmotor

Leistung P (S1)  
Drehmoment M (S1)  
Drehzahl n<sub>max</sub>  
Antrieb

60 kW bei 3.300 1/min  
174 Nm  
18.000 1/min  
geregelt

### Hybridkugellager

Innendurchmesser  
der vorderen Lager  
Schmierung

110 mm  
Öl-Luft

### Werkzeugaufnahme

Überwachung  
"gespannt", "gelöst",  
"gespannt ohne Werkzeug"  
Kegelreinigung  
Statische  
Werkzeugeinzugskraft

HSK-A 100

Analogsensor  
Luft

45 kN

### Abdichtung

Sperrluft

### Kühlschmiermittel

durch die Welle  
durch das Gehäuse

80 bar  
10 bar

### Wellenverlagerung

Ausgleich - Axial

Temperatursensor

### Steifigkeit

Radial  
Axial

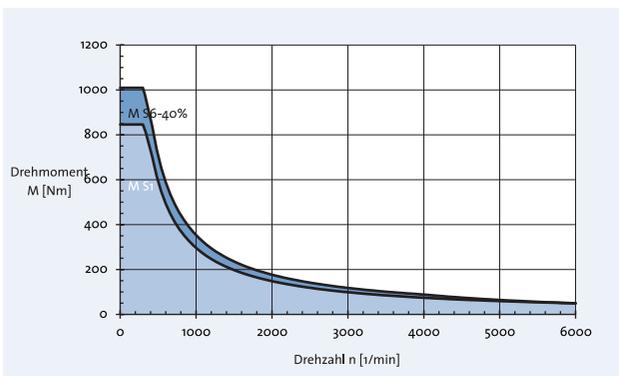
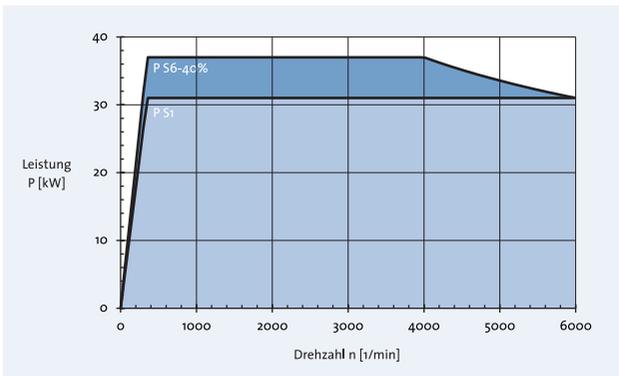
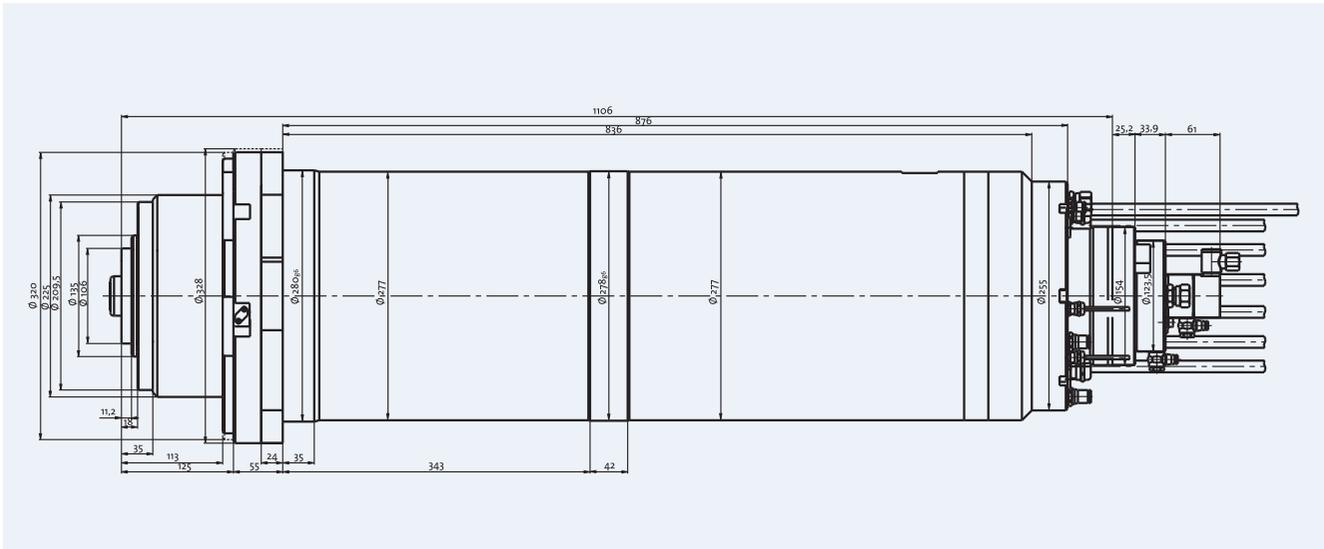
890 N/μm  
310 N/μm

### Option

Wellenverlagerungssensor  
Vibrationssensor  
Geschlossenes Gehäuse mit  
interner Motorkühlung

Ø D<sub>min</sub> = 300 mm

Auch mit Fett-Dauerschmierung und dadurch bedingter Drehzahlreduzierung lieferbar.



### Synchronmotor

Leistung P (S1)  
Drehmoment M (S1)  
Drehzahl  $n_{max}$   
Antrieb

31 kW bei 350 1/min  
850 Nm  
6.000 1/min  
geregelt

### Hybridkugellager

Innendurchmesser  
der vorderen Lager  
Schmierung

110 mm  
Fett

### Werkzeugaufnahme

Überwachung  
"gespannt", "gelöst",  
"gespannt ohne Werkzeug"  
Kegelreinigung  
Statische  
Werkzeugeinzugskraft

HSK-A 100

Analogsensor  
Luft

65 kN

### Abdichtung

Sperrluft

### Kühlschmiermittel

durch die Welle  
durch das Gehäuse

80 bar  
5 bar

### Wellenverlagerung

Ausgleich - Axial

Temperatursensor

### Steifigkeit

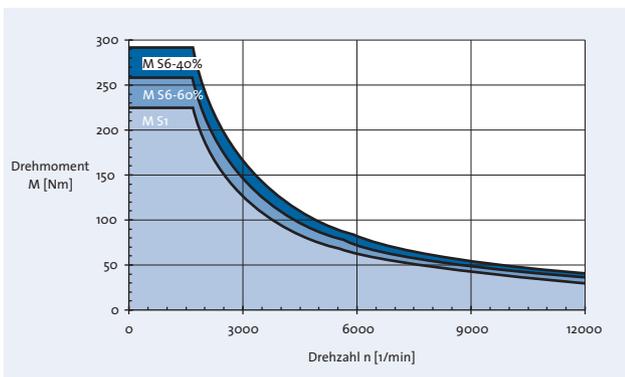
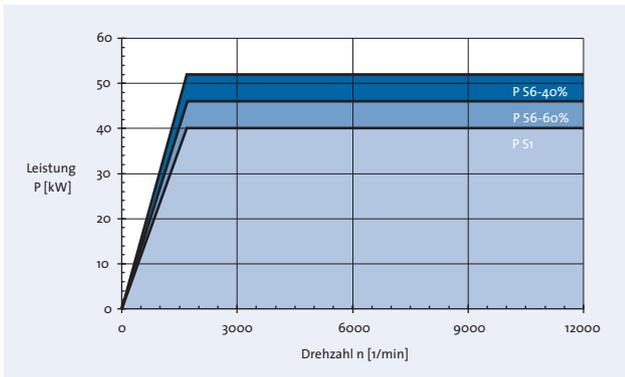
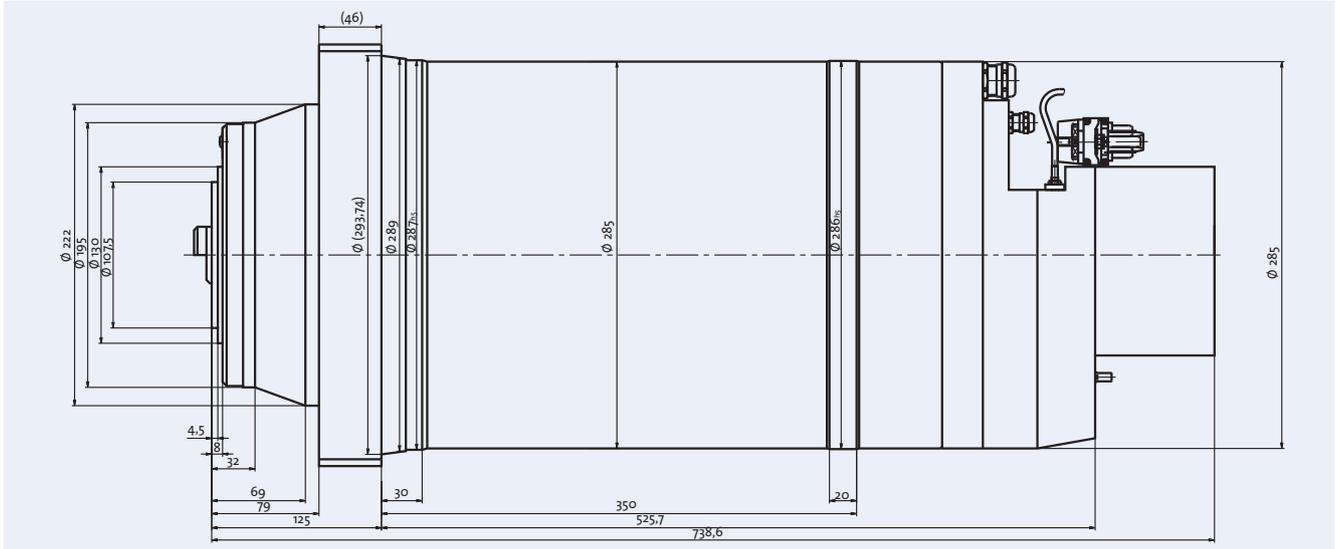
Radial  
Axial

597,3 N/ $\mu$ m  
734 N/ $\mu$ m

### Option

Vibrationssensor

Auch mit Fett-Dauerschmierung und dadurch bedingter Drehzahlreduzierung lieferbar.



### Asynchronmotor

Leistung P (S1)  
Drehmoment M (S1)  
Drehzahl  $n_{max}$   
Antrieb

40 kW bei 1.680 1/min  
227,5 Nm  
12.000 1/min  
geregelt

### Hybridkugellager

Innendurchmesser  
der vorderen Lager  
Schmierung

110 mm  
Öl-Luft

### Werkzeugaufnahme

Überwachung  
"gespannt", "gelöst",  
"gespannt ohne Werkzeug"  
Kegelreinigung  
Statische  
Werkzeugeinzugskraft

HSK-A 100

Analogsensor  
Luft

45 kN

### Abdichtung

Sperrluft

### Kühlschmiermittel

durch die Welle  
durch das Gehäuse

80 bar  
3 bar

### Wellenverlagerung

Ausgleich - Axial

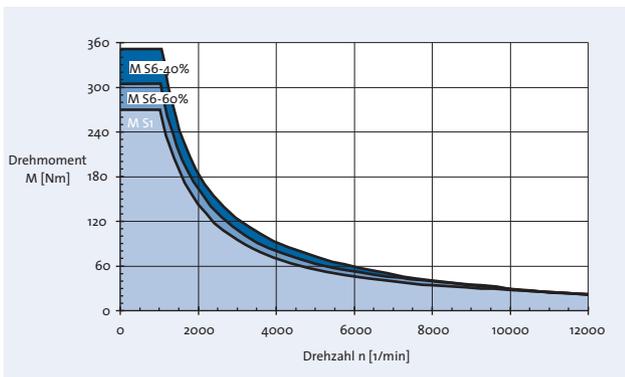
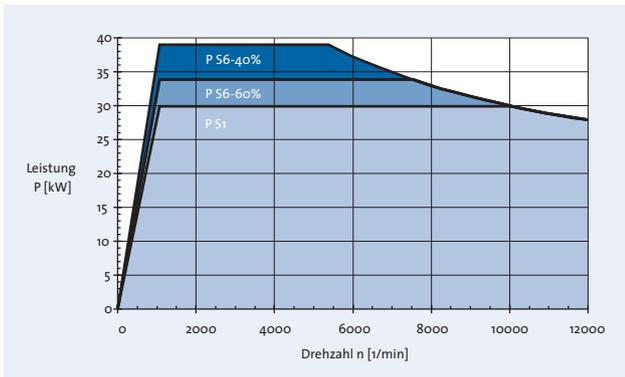
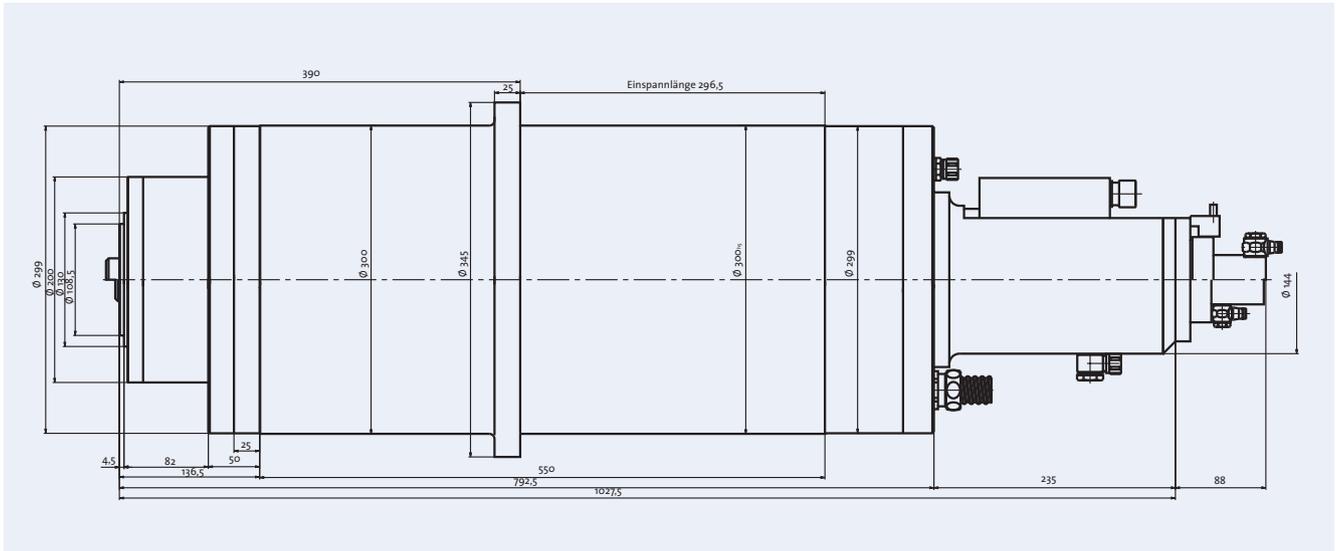
Temperatursensor

### Steifigkeit

Radial  
Axial

760 N/ $\mu$ m  
350 N/ $\mu$ m

Auch mit Fett-Dauerschmierung und dadurch bedingter Drehzahlreduzierung lieferbar.



### Asynchronmotor

Leistung P (S1)  
Drehmoment M (S1)  
Drehzahl  $n_{max}$   
Antrieb

30 kW bei 1.000 1/min  
270 Nm  
12.000 1/min  
geregelt

### Hybridkugellager

Innendurchmesser  
der vorderen Lager  
Schmierung

110 mm  
Öl-Luft

### Werkzeugaufnahme

Überwachung  
"gespannt", "gelöst",  
"gespannt ohne Werkzeug"  
Kegelreinigung  
Statische  
Werkzeugeinzugskraft

HSK-A 100

Analogsensor  
Luft

45 kN

### Abdichtung

Sperrluft

### Kühlschmiermittel

durch die Welle

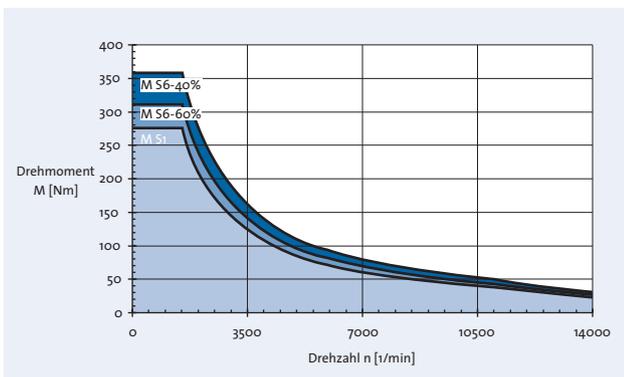
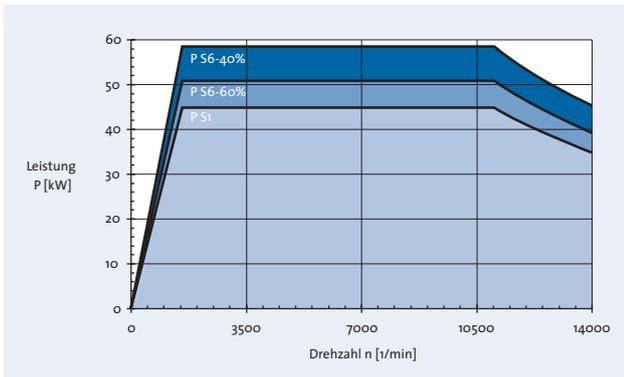
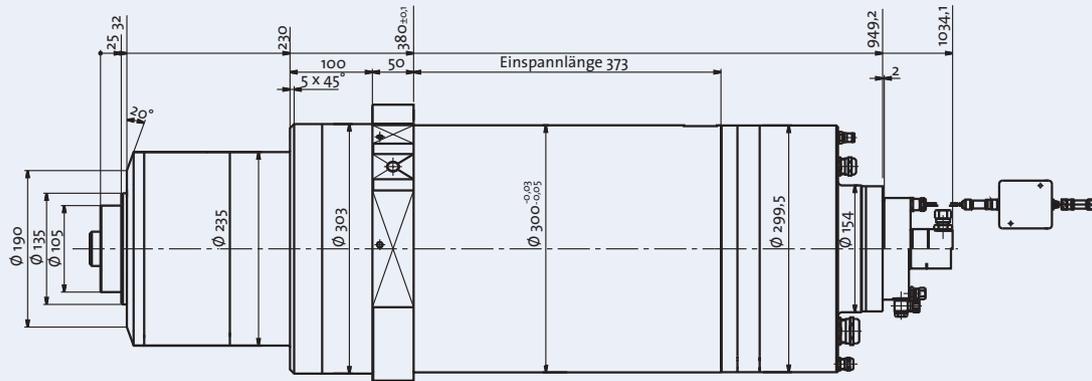
50 bar

### Steifigkeit

Radial  
Axial

955 N/ $\mu$ m  
607 N/ $\mu$ m

Auch mit Fett-Dauerschmierung und dadurch bedingter Drehzahlreduzierung lieferbar.



### Asynchronmotor

Leistung P (S1)  
Drehmoment M (S1)  
Drehzahl  $n_{max}$   
Antrieb

45 kW bei 1.560 1/min  
275 Nm  
14.000 1/min  
geregelt

### Hybridkugellager

Innendurchmesser  
der vorderen Lager  
Schmierung

110 mm  
Öl-Luft

### Werkzeugaufnahme

Überwachung  
"gespannt", "gelöst",  
"gespannt ohne Werkzeug"  
Kegelreinigung  
Statische  
Werkzeugeinzugskraft

HSK-A 100

Analogsensor  
Luft

45 kN

### Abdichtung

Sperrluft

### Kühlschmiermittel

durch die Welle  
durch das Gehäuse

80 bar  
10 bar

### Wellenverlagerung

Ausgleich - Axial

Temperatursensor

### Steifigkeit

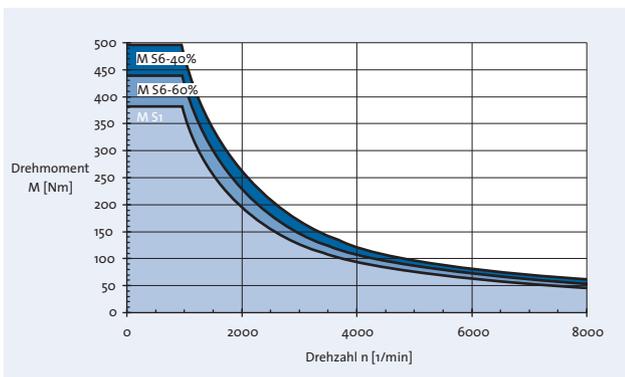
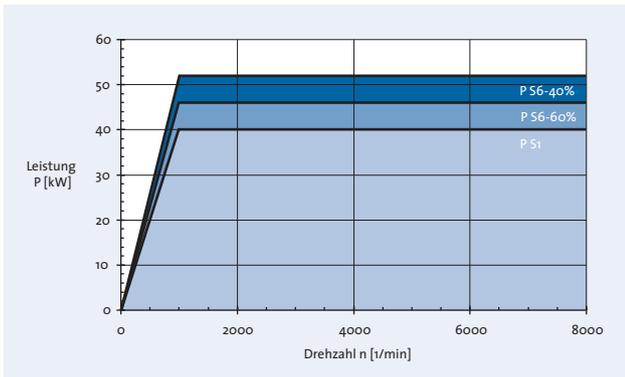
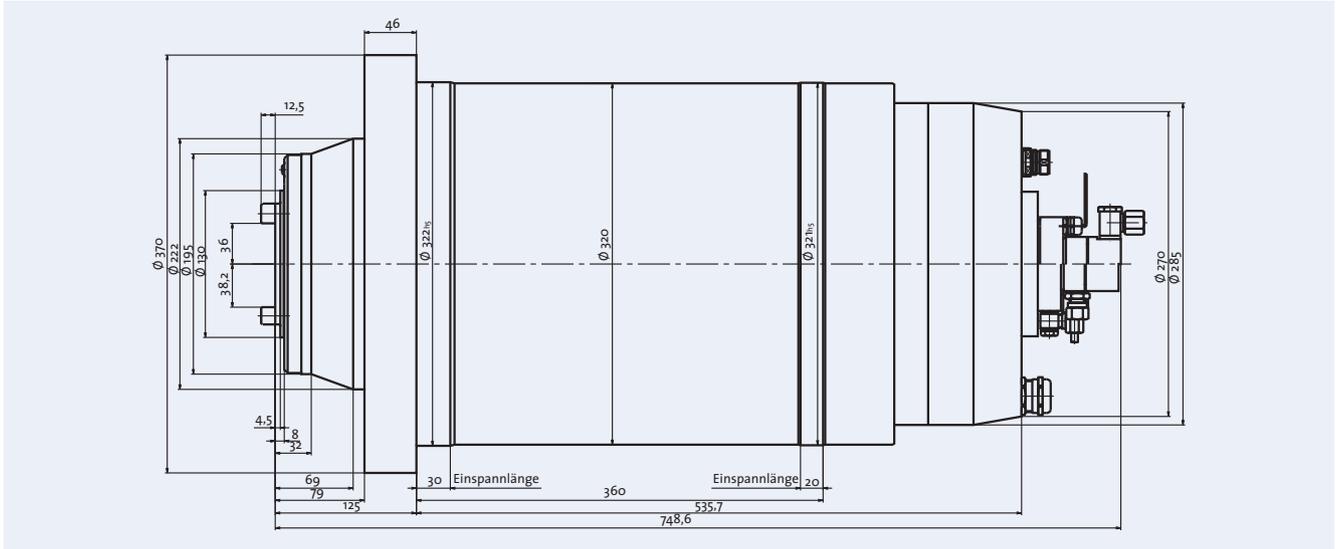
Radial  
Axial

550 N/ $\mu$ m  
540 N/ $\mu$ m

### Option

Wellenverlagerungssensor  
Vibrationssensor

Auch mit Fett-Dauerschmierung und dadurch bedingter Drehzahlreduzierung lieferbar.



### Asynchronmotor

Leistung P (S1)  
Drehmoment M (S1)  
Drehzahl  $n_{max}$   
Antrieb

40 kW bei 1.050 1/min  
380 Nm  
8.000 1/min  
geregelt

### Hybridkugellager

Innendurchmesser  
der vorderen Lager  
Schmierung

110 mm  
Öl-Luft

### Werkzeugaufnahme

Überwachung  
"gespannt", "gelöst",  
"gespannt ohne Werkzeug"  
Kegelreinigung  
Statische  
Werkzeugeinzugskraft

SK 50  
Analogsensor  
Luft

### Abdichtung

### Kühlschmiermittel

durch die Welle  
durch das Gehäuse

Sperrluft

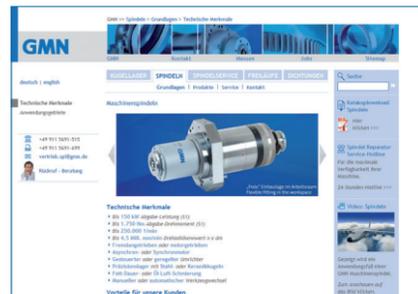
80 bar  
3 bar

### Steifigkeit

Radial  
Axial

760 N/ $\mu$ m  
350 N/ $\mu$ m

Auch mit Fett-Dauerschmierung und dadurch bedingter Drehzahlreduzierung lieferbar.



### Internet

Auf unserer Internetseite [www.gmn.de](http://www.gmn.de) stellen wir umfassende Produktinformationen zum Herunterladen zur Verfügung.

### GMN

GMN Paul Müller Industrie GmbH & Co. KG stellt am Standort Nürnberg Hochpräzisionskugellager, Maschinenspindeln, Freiläufe und Dichtungen für ein breites Anwendungsspektrum her.

Auf der Grundlage langjähriger Erfahrung in der Entwicklung und Fertigung von Maschinenkomponenten hat sich GMN im Bereich Spindeltechnik auf die Fertigung hochwertiger Produkte spezialisiert und bietet über ein umfangreiches Standardsortiment hinaus auch kundenorientierte Sonderlösungen an.

Ein weltweites GMN Service-Netz bietet kompetente Kundenberatung sowie individuelle Lösungen.



### GMN Qualitätsmanagement - geprüft und ausgezeichnet.

GMN gewährleistet höchste Qualität von Produkten und Dienstleistungen auf der Grundlage langfristiger Zuverlässigkeit.

Modernste Entwicklungs- und Fertigungsverfahren sichern Produkte, die stets dem neuesten Stand der Technik entsprechen.

Transparenz in der Struktur aller GMN Unternehmensbereiche sowie nachvollziehbare Organisationsabläufe gewährleisten kundenorientierte Dienstleistungen und wirtschaftliche Sicherheit.

Alle GMN Unternehmensbereiche sind nach DIN ISO 9001:2008 zertifiziert.

### GMN - Zukunft sichern.

Fortschritt bedeutet für GMN bestmögliche Kundenbetreuung und leistungsorientierte Optimierung technischer Produkte.

Diesen Anspruch verwirklicht GMN insbesondere unter Einhaltung nationaler und internationaler Umweltnormen hinsichtlich einer effizienten und verantwortungsvollen Nutzung ökologischer Ressourcen.



GMN

Hochpräzisionskugellager  
Spindeltechnik  
Klemmkörper-Freiläufe  
Berührungslose Dichtungen