

# IBC

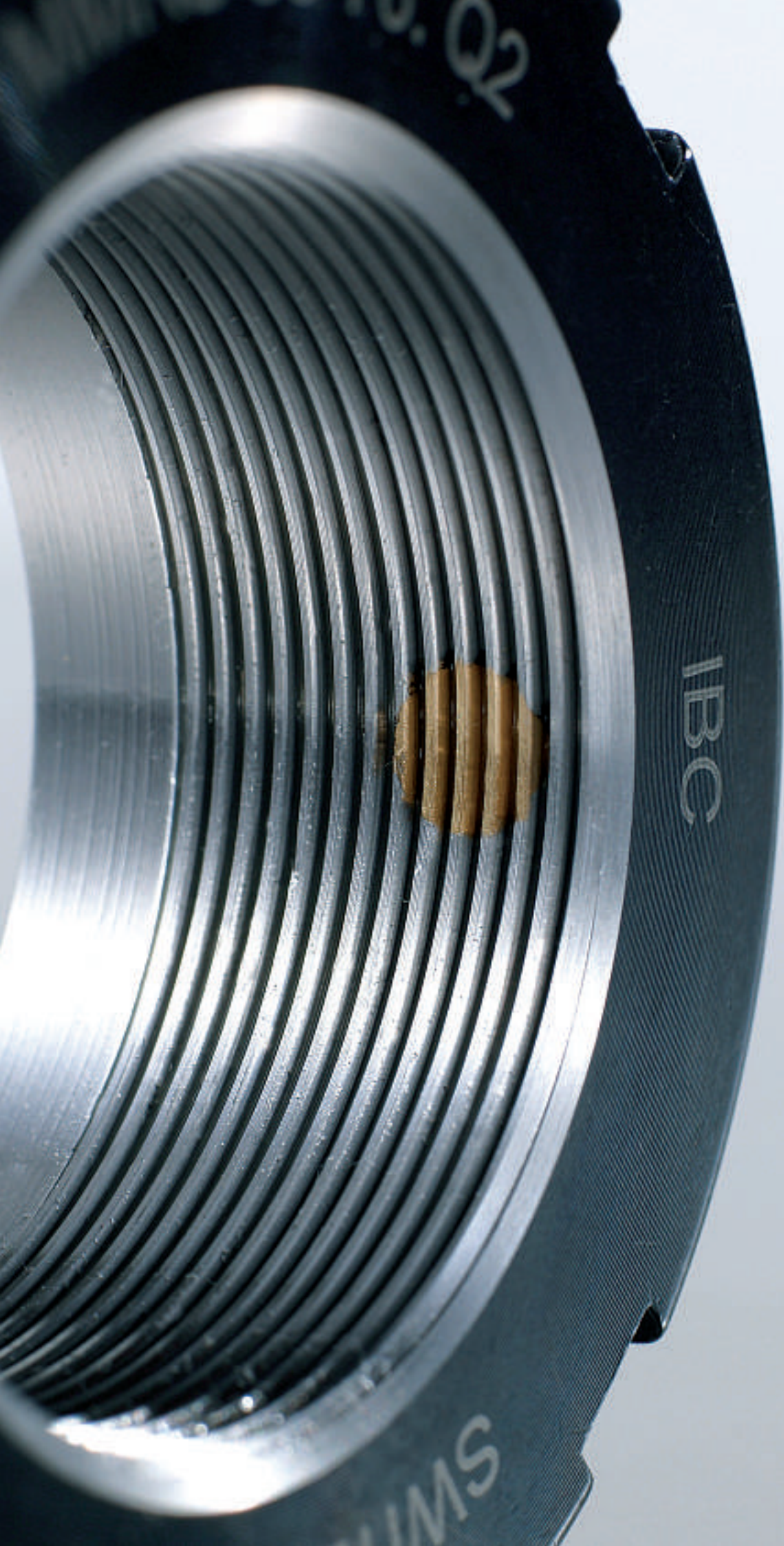


## Hochpräzisions-Spannmuttern

Dichtring-Spannmuttern  
Labyrinth-Dichtungen

TI-I-5020.1/D





IBC

SWISS

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung</b>	4
1.1 Baureihen	5
1.2 Toleranzen	5
1.3 Anschlussmaße	5
1.4 Festigkeit der Spannmuttergewinde	6
1.5 Montage	6
1.6 Sicherung gegen Lösen	6
1.7 Demontage	7
<b>2. IBC Präzisions-Spannmuttern MMR, MMRB / MMRBS</b>	8
<b>3. IBC Präzisions-Spannmuttern MBA / MBAS, MBC, MMA</b>	10
<b>4. IBC Präzisions-Labyrinth-Dichtungen S</b>	12
<b>IBC Präzisions-Dichtring-Spannmuttern MD</b>	12
<b>5. IBC Präzisions-Labyrinth-Nutspannmuttern MMRS</b>	14
<b>6. Montage und Vorspannen von IBC Präzisions-Wälzlagern mittels IBC Präzisions-Spannmuttern</b>	15
6.1 Vorbereitung	15
6.2 Kontrolle der Umgebungsteile	15
6.3 Montage	15
6.3.1 Montage nach Erwärmen der Wälzlager	15
6.3.2 Losbrechmomente der Präzisions-Spannmutter $M_L$	16
6.4 Berechnung des Spannmutter-Anzugsmoments $T$	16
6.4.1 Berechnung des Anzugsmoments $T_a$ zum Aufpressen der Wälzlager	16
6.4.2 Berechnung des mindest erforderlichen Vorspannmomentes $M_b$	17
6.4.3 Beispiel Spindellager aus Vorspannung	18
6.4.4 Beispiel Spindellager aus Flächenpressung	19
6.4.5 Beispiel Kugelgewindetriebslager	19
6.5 Montage von Hochpräzisions-Wälzlagern mit kegeliger Bohrung	19
<b>7. Anwendungsbeispiele IBC Präzisions-Spannmuttern und Labyrinth-Dichtungen</b>	20
<b>8. IBC Präzisions-Spannmuttern und Labyrinth-Dichtungen mit ATCoat-Beschichtung</b>	22



# 1. Einleitung

Seit vielen Jahren sind Hochpräzisions-Spannmuttern und Labyrinth-Dichtungen ein fester Bestandteil des umfangreichen und bewährten rotativen Wälzlagerprogramms von IBC Wälzlager GmbH, Industrial Bearings and Components. IBC Hochpräzisions-Spannmuttern mit Feingewinde finden im wesentlichen ihren Einsatz bei Lagerungen von Kugelgewindetrieben und Hauptspindeln in Werkzeugmaschinen. Sie sind daher in ihren Abmessungen auf die Anschlussmaße von Hochpräzisions-Wälzlagern (**Hochpräzisions-Wälzlager TI-I-5050, Wälzlager für Kugelgewindetriebe TI-I-5010.3**) abgestimmt und für vielfältige Präzisions-Wälzlageranwendungen ausgelegt.

Die Leistungsfähigkeit einer Werkzeugspindel wird wesentlich von der sicheren plan-parallelen Fixierung der Präzisions-Wälzlager und anderer Maschinenteile auf der Welle beeinflusst. Aufgrund ihrer hohen Genauigkeit sorgen IBC Hochpräzisions-Spannmuttern auch in weiteren Industriebereichen für eine präzise Fixierung von Maschinenelementen und so für eine dauerhaft genaue und betriebssichere Positionierung.

Durch die in den unterschiedlichen Hochpräzisions-Spannmuttern integrierten Sicherungssysteme ist eine leichte und präzise Montage, sowie eine dauerhafte Festigkeit gewährleistet. Früher verwendete Haltenuten in Wellen zur Aufnahme von Sicherungsblechen entfallen und die Kerbwirkung wird damit reduziert. Darüber hinaus sind Hochpräzisions-Spannmuttern ohne Präzisionsverlust wieder verwendbar.

Die Vielzahl der Einbausituationen mit ihren unterschiedlichen Anforderungen an die Lagerung hinsichtlich axialer Steifigkeit und Tragzahl, geringer Wärmeentwicklung durch geringe Reibung, Drehzahl und Laufgenauigkeit ließen ein variables Baukastensystem entstehen, das dem Konstrukteur eine große Flexibilität bei Variantenkonstruktionen ermöglicht.

Hochpräzisions-Spannmuttern und Labyrinth-Dichtungen sind Teilkomponenten des umfangreichen Baukastensystems von IBC, wodurch anwendungsgerechte Komplettlösungen in Form einer montagefertigen Hochpräzisions-Lagereinheit schnell realisiert werden. Einsatzgebiete der auf Lebensdauer geschmierten und über Labyrinth abgedichteten IBC Hochpräzisions-Lagereinheiten sind Kugelgewindetriebe, die vorwiegend bei Werkzeug-, Mess-, Handhabungs- und Blechbearbeitungsmaschinen sowie bei Holzbearbeitungs- und Sondermaschinen eingesetzt werden. Neben dem Standardlieferprogramm an Hochpräzisions-Flansch- und Stehlagereinheiten fertigt IBC eine Vielzahl von Sonderlösungen in Abstimmung mit den Kunden.



*Bild 1: IBC Hochpräzisions-Spannmutter der Baureihe MBA mit axialen Sicherungselementen*

## 1.1 Baureihen

Verschiedene Baureihen von IBC Hochpräzisions-Spannmuttern werden den unterschiedlichsten Aufgaben und Beanspruchungen gerecht. Je nach axialer Beanspruchung stehen Hochpräzisions-Spannmutter in unterschiedlichen Breiten zur Verfügung. Die Sicherungselemente sind je nach Ausführung axial oder radial zugänglich.

Für kompakte Einsatzfälle oder zur Ersparnis von Gewicht empfehlen wir unsere Präzisions-Spannmutter der Serie **MMR**, mit radial wirksamen Sicherungselementen, siehe Seite 8 bis 9. Die Sicherung der Präzisions-Spannmutter in zurückliegenden, radial nicht erreichbaren Einsatzorten (Gehäusebohrungen) erfolgt bei den Serien **MBA** und **MBC**, siehe Seite 10 bis 11, über axial zugängliche Druck-/Klemmschrauben. Aufgrund ihrer Konstruktion erfordert diese Bauform eine größere Breite, wobei das Sicherungssystem in der Bauform **MBA** die axiale Vorspannung der Präzisions-Spannmutter leicht erhöhen und in der Bauform **MBC** leicht reduzieren kann. Die Bauform **MBA** wird ab einem Gewindedurchmesser von 20 mm geliefert. Ihre axiale zulässige Last entspricht der der Präzisions-Spannmutter **MMR**. Ab einem Gewindedurchmesser von 45 mm bis zu einem Gewindedurchmesser von 300 mm wird zusätzlich die Ausführung **MBC** mit vier Innensechskantschrauben hergestellt. Die Ausführung **MMRB** mit radialem Sicherungssystem nutzt den gleichen Querschnitt der **MBA**- bzw. **MBC**-Präzisions-Spannmutter und erlaubt größere Lasten und Anzugsmomente. Dies ist insbesondere zum Vorspannen stark axial belasteter Wälzlager (wie bei Kugelgewindetrieben) vorteilhaft.

Die oben genannten Baureihen **MMRB** und **MBA** werden zusätzlich mit integrierter Labyrinth-Dichtung als **MMRBS** und **MBAS** gefertigt, siehe Seite 8 bis 11. Sie weisen zusätzlich einen Satz Federstahl-Lamellenringe auf, welcher in Verbindung mit einem abgestimmten Gehäuse eine kompakte Labyrinth-Dichtung bei beengten Platzverhältnissen bildet. Die Hochpräzisions-Spannmutter der Serie **MMRS**, mit den Eigenschaften der **MMRBS**, wurden vom Querschnitt her auf die einreihigen 60°-Axial-Schräggugellager der Serie **BS...** und die **MD**-Dicht-ring-Mutter abgestimmt, siehe Seite 12 bis 14.

Die zusätzliche Ausrüstung mit einer Labyrinth-Dichtung stellt eine weitere Alternative zu separaten, schleifenden Dichtungen dar. Aus diesen vielfältigen Varianten heraus ergeben sich für den Anwender zahlreiche Möglichkeiten zur Optimierung der Wirtschaftlichkeit.

Neben den Standardgrößen sind Sonderquerschnitte oder Ausführungen aus rostarmem Stahl, sowie mit **ATCoat**-Beschichtung, siehe Seite 22, (**IBC Wälzlager mit ATCoat-Beschichtung TI-I-5011.2**), möglich.

Baureihen der IBC Präzisions-Spannmuttern und Labyrinth-Dichtungen	
<b>MMR</b>	schmale Hochpräzisions-Spannmutter mit radialer Sicherung
<b>MMRB</b>	breite Hochpräzisions-Spannmutter mit radialer Sicherung
<b>MMRBS</b>	wie <b>MMRB</b> , jedoch mit Lamellendichtung
<b>MBA</b>	Hochpräzisions-Spannmutter mit axialer Sicherung über geschlitzte Segmente und Druckschraube
<b>MBAS</b>	wie <b>MBA</b> , jedoch mit Lamellendichtung
<b>MBC</b>	Hochpräzisions-Spannmutter mit axialer Sicherung über geschlitzte Segmente und Klemmschraube
<b>MMA</b>	Hochpräzisions-Spannmutter mit axialer Sicherung über 2 Konen, nur für kleine Spannmutter
<b>MMRS</b>	Spezial-Hochpräzisions-Nutspannmutter mit radialer Sicherung, abgestimmt auf 60°-Axial-Schräggugellager ( <b>BS...</b> ) und Hochpräzisions-Spannmutter <b>MD</b>
<b>MD</b>	Hochpräzisions-Spannmutter mit feinem Außengewinde passend zur Serie <b>S</b> und <b>MMRS</b>
<b>S</b>	Präzisions-Labyrinth-Dichtung mit Lamellen aus Federstahl, abgestimmt auf Dicht-ring-Mutter <b>MD</b>

Tabelle 1.1: Baureihen der IBC Präzisions-Spannmuttern und Labyrinth-Dichtungen

## 1.2 Toleranzen

Durch die Feinstbearbeitung des Innengewindes mit seinen Sicherungselementen sowie der Planfläche in einer Aufspannung erreichen IBC Hochpräzisions-Spannmutter eine hohe Planlauf-Genauigkeit nach IT3 oder besser, ISO-Grundtoleranzen nach DIN 7151.

Die mitprofilierten Sicherungselemente tragen auf den Gewindeflanken. Das Gewinde wird mit einer Fertigungstoleranz von 4H nach DIN 13 T21-24 gefertigt, ab M210x4 mit Toleranz 6H.

## 1.3 Anschlussmaße

Für das Gegengewinde der Welle wird eine Toleranz „mittel“ nach 6g, 6h oder bei höheren Genauigkeitsansprüchen (Werkzeugmaschinen) nach „fein“ 4h empfohlen.

#### 1.4 Festigkeit der Spannmuttergewinde

Die untenstehenden axialen Festigkeiten gelten für Wellengewinde mit einer Zugfestigkeit von mindestens 700 N/mm<sup>2</sup>. Bei dynamischer Belastung sind 75% der axialen Festigkeit zulässig.

Gewinde bis M50: 1.000 N/mm<sup>2</sup>

Gewinde über M50: 650 N/mm<sup>2</sup>

#### 1.5 Montage

Die IBC Hochpräzisions-Spannmutter ist mit in ihren Positionen unveränderten Sicherungselementen aufzuschrauben. Mittels Hakenschlüssel oder Steckschlüssel ist sie mit dem ca. zweifachen Anzugsmoment T, zur Kompensation eventueller Setzerscheinungen, anzuziehen. Das nötige Anzugsmoment richtet sich nach der benötigten Vorspannung der Hochpräzisions-Wälzlager und dem benötigten Presssitz. Anschließend ist die Präzisions-Spannmutter wieder zu lösen und mit dem mindest erforderlichen Vorspannmoment M<sub>D</sub> nachzuziehen.

In der Regel können die Spannmuttern bei den meisten Wälzlagerbaureihen direkt an den Innenring des Wälzlagers anschließen. Werden jedoch z.B. Spindellager der Baureihe 718... eingesetzt, ist aufgrund der Baugröße der zugehörigen Spannmutter zu prüfen, ob ein Zwischenring nötig ist, um ein Verspannen über den Innenring zu gewährleisten (siehe Seite 21, Bild 7.6, Anwendungsbeispiele).

Im Kapitel 6, Seite 15 ff., findet sich eine detaillierte Berechnungsgrundlage und weitere Montagehinweise.

#### 1.6 Sicherung gegen Lösen

IBC Präzisions-Spannmuttern sind je nach Ausführung mit unterschiedlichen Sicherungssystemen ausgestattet.

Grundlage für beide Varianten ist, dass das Gewinde der Welle sowie die Spannmutter durch die Montage und Sicherung nicht beschädigt wird und somit ein schadfrees Lösen und erneutes Verspannen möglich ist.

Präzisions-Spannmuttern mit radialer Sicherung (MMR, MMRB, MMRS) verfügen über auf der Mantelfläche verteilte Sicherungsschrauben, die Sicherungselemente aus Messing mit eingearbeiteten Mutterngewinde radial im Wellengewinde verspannen, Bild 1.6.1.

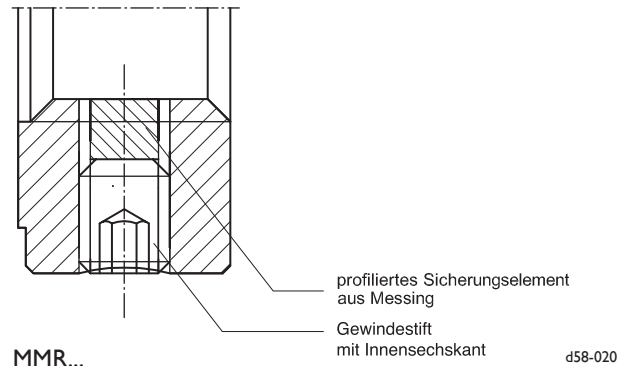


Bild 1.6.1: Detailzeichnung Sicherungssystem MMR

Die axiale Sicherung der Präzisions-Spannmuttern MBA und MBC basiert auf in der Spannmutter integrierte geschlitzte Segmente mit eingearbeitetem Mutterngewinde. Über Gewindestifte werden diese Segmente axial elastisch verformt und klemmen gegen die Gewindeflanken der Welle, Bild 1.6.2.

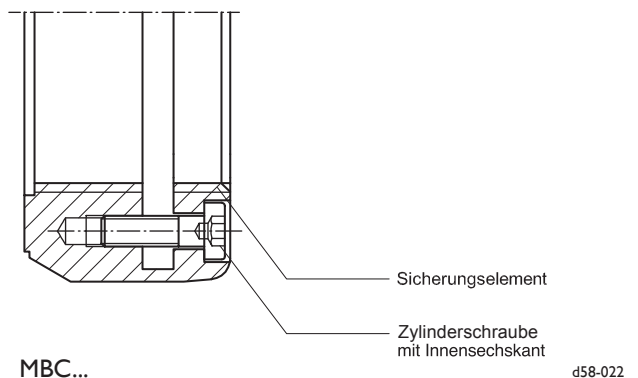
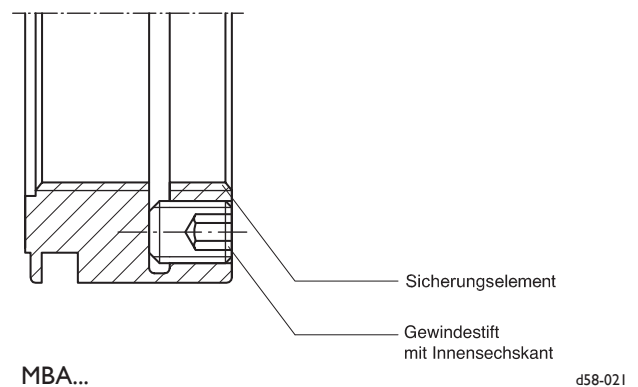


Bild 1.6.2: Detailzeichnung Sicherungssystem MBA und MBC

Grundsätzlich ist bei beiden Sicherungssystemen folgende Vorgehensweise zu beachten:

Zunächst sind die Sicherungsschrauben im Kreuzverfahren nacheinander, bis ein Widerstand zu spüren ist, anzuziehen. Im Anschluss werden die Sicherungsschrauben wiederum im Kreuzverfahren nachgezogen. Zunächst mit 30%, dann mit 70% und schließlich mit dem mindest erforderlichen Anzugsmoment  $M_A$ .

Die maximal zulässigen Anzugsmomente  $M_A$  der Gewindestifte und Innensechskantschrauben sind der nachstehenden Tabelle 1.6 zu entnehmen.

Hierdurch ergeben sich bei angezogenen Sicherungselementen hohe Lösemomente gegen unbeabsichtigtes Losdrehen bei wechselndem Links- und Rechtslauf sowie bei besonders hoher Beschleunigung von Spindeln.

### 1.7 Demontage

Bei Demontage sind zunächst die Sicherungselemente gleichmäßig leicht zu lösen. Da die profilierten Sicherungselemente aus Messing und die geschlitzten Segmente beim Spannen nicht wesentlich verformt werden, ist die Präzisions-Spannmutter nach dem Lösen ohne Präzisionsverlust mehrmals wieder verwendbar.

Sicherungsgewinde	Schlüsselweite		max. Anzugsmoment $M_A$		
	$S_{MBA}$ $S_{MMR}$ $S_{MMRB}$ $S_{MMRS}$	$S_{MBC}$	Gewindestifte mit Innensechskant		Zylinderschraube mit Innensechskant
			MMR/MMRB MMRS	Nm	MBA
	mm				
<b>M4</b>	2	3	2	2	4,5
<b>M5</b>	2,5	4	4	4	8,5
<b>M6</b>	3	5	7	7	15
<b>M8</b>	4	6	18	9	36
<b>M10</b>	5	-	34	15	-
<b>M12</b>	6	-	60	36	-
<b>M14</b>	6	-	85	45	-

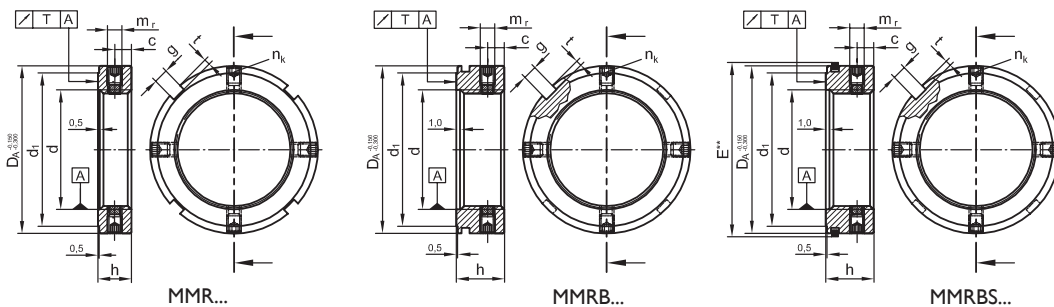
Tabelle 1.6: Maximal zulässige Anzugsmomente  $M_A$  der Gewindestifte und Innensechskantschrauben



Bild 1.6.3: IBC Präzisions-Spannmutter der Serie MBC und MBA im Vergleich



## 2. IBC Präzisions-Spanmuttern MMR, MMRB / MMRBS



x58-101

Gewinde d	Baureihen MMR, MMRB/MMRBS	Abmessungen										Max. Anzugsmoment Konterschrauben MMR, MMRB/MMRBS M <sub>A</sub> Nm	Zulässige axiale Last MMR, MMRB/MMRBS F <sub>a</sub> kN
		D <sub>A</sub>	h	g	t	d <sub>1</sub>	c	m <sub>r</sub>	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	E**		
Toleranz 4H	mit radialer Sicherung	mm											
M 6 x 0,5	MMR 6	16	8	3	2	12	4	M 4				2	16
M 8 x 0,75	MMR 8												17
M 10 x 0,75	MMR 10	18				14							22
M 10 x 1	MMR 10 x 1												22
M 12 x 1	MMR 12	22				18							26
M 15 x 1	MMR 15	25				21							33
M 16 x 1,5	MMR 16 x 1,5	28	10	4		23	5						37
M 17 x 1	MMR 17							M 5				4	49
M 20 x 1	MMR 20	32				27							55
	MMRB 20		16						4,7	1,5	32		110
M 20 x 1,5	MMR 20 x 1,5		10										70
	MMRB 20 x 1,5		16								32		110
M 25 x 1,0	MMR 25 x 1,0	38	12	5		33	6	M 6				7	87
M 25 x 1,5	MMR 25												87
	MMRB 25		18						5,1	1,9	38		130
M 30 x 1,5	MMR 30	45	12			40							110
	MMRB 30		18							1,6	45		150
M 33 x 1,5	MMR 33		12										130
M 35 x 1,5	MMR 35	52				47							120
	MMRB 35		18							1,5	52		170
M 40 x 1,5	MMR 40	58	14	6	2,5	52	7						150
	MMRB 40		20								58		210
M 42 x 1,5	MMR 42		14										150
M 45 x 1,5	MMR 45	65				59							170
	MMRB 45		20						5,5	1,5	65		240
M 50 x 1,5	MMR 50	70	14			64							180
	MMRB 50		20						6	2,3	70		260
M 55 x 2	MMR 55	75	16	7	3	68	8	M 8				18	250
	MMRB 55		22							2	75		340
M 60 x 1,5	MMR 60 x 1,5	80	16			73							270
M 60 x 2	MMR 60												270
	MMRB 60		22								80		360
M 65 x 1,5	MMR 65 x 1,5	85	16			78							290
M 65 x 2	MMR 65												290
	MMRB 65		22								85		400
M 70 x 2	MMR 70	92	18	8	3,5	85	9						350
	MMRB 70		24								92		470
M 75 x 2	MMR 75	98	18			90							370
	MMRB 75		24								98		500
M 80 x 2	MMR 80	105	18			95							390
	MMRB 80		24						6,3	1,5	105		520
M 85 x 2	MMR 85	110	18			102		M 10				34	400
	MMRB 85		24								110		540



Gewinde	Baureihen MMR, MMRB/MMRBS	Abmessungen										Max. Anzugsmoment Konterschrauben MMR, MMRB/MMRBS $M_A$ Nm	Zulässige axiale Last MMR, MMRB/MMRBS $F_a$ kN	
		$D_A$	h	g	t	$d_1$	c	$m_f$	$h_1$	$h_2$	$E^{**}$			
d	mit radialer Sicherung	mm												
Toleranz * 4H														
M 90 x 2	MMR 90	120	20	10	4	108	9	M 10					34	470
	MMRB 90		26						7	2,2	120			610
M 95 x 2	MMR 95	125	20			113								490
	MMRB 95		26								125			640
M 100 x 2	MMR 100	130	20			120								510
	MMRB 100		26						7	2,2	130			660
M 105 x 2	MMR 105	140	22	12	5	126								560
	MMRB 105		28						7,5	2,7	140			700
M 110 x 2	MMR 110	145	22			133								600
	MMRB 110		28								145			770
M 115 x 2	MMR 115	150	22			137								660
	MMRB 115		28								150			820
M 120 x 2	MMR 120	155	24			138								710
	MMRB 120		30								155			890
M 125 x 2	MMR 125	160	24			148								740
	MMRB 125		30								160			920
M 130 x 2	MMR 130	165	24			149								760
	MMRB 130		30						7,5	2,6	165			950
M 135 x 2	MMR 135	170	24			155								820
	MMRB 135		30								170			1010
M 140 x 2	MMR 140	180	26	14	6	160	10	M 12					60	880
	MMRB 140		32								180			1080
M 145 x 2	MMR 145	190	26			171								920
M 150 x 2	MMR 150	195												930
	MMRB 150		32								195			1040
M 160 x 3	MMR 160	205	28	16	7	182								1050
	MMRB 160		34						8,5	2,7	205			1360
M 165 x 3	MMR 165	210	28			193								1075
M 170 x 3	MMR 170	220				198	14							1125
	MMRB 170		34								220			1430
M 180 x 3	MMR 180	230	30	18	8	203	15							1260
	MMRB 180		36								230			1600
M 190 x 3	MMR 190	240	30			214								1300
	MMRB 190		36								240			1670
M 200 x 3	MMR 200	250	32			226	16							1440
	MMRB 200		38								250			1850
M 210 x 4	MMRB 210	270	40	20	10	238	14	M 14	10		270	85		2000
M 220 x 4	MMRB 220	280				250					280			2250
M 240 x 4	MMRB 240	300	44			270					300			2300
M 260 x 4	MMRB 260	310				290					310			2500
M 280 x 4	MMR 280	330	26	24		310	12							1235
	MMRB 280		50				15			2,6	330			2850
M 300 x 5	MMRB 300	360				336					360			3100

Weitere Größen auf Anfrage

Planlauf T nach IT3, DIN 7151,

\* ab  $\varnothing$  200: 6H

$n_k$ : Anzahl Klemmelemente = 4

MMRBS = MMRB + Lamellen-Federstahlringe (Labyrinth-Dichtung)

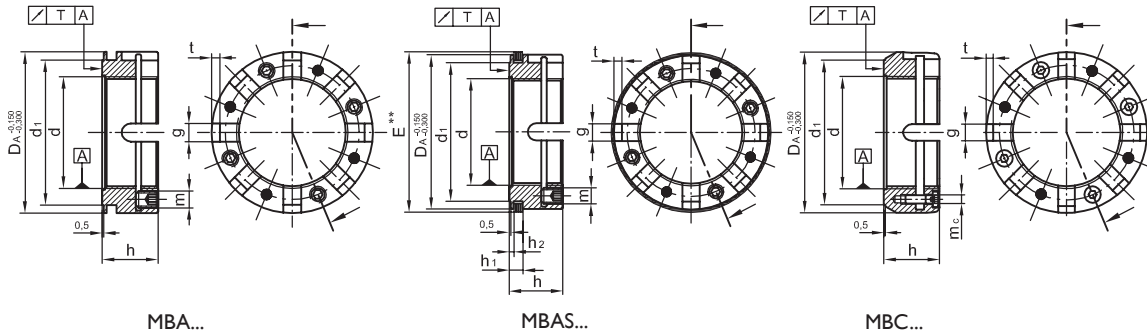
$E^{**}$  = Gehäuseanschlussdurchmesser =  $D_A + \begin{matrix} 0,1 \\ 0 \end{matrix}$

$D_A$  mit einer 25°-Einführungsfase für die Dichtung (siehe auch MMRS), deren Einführungsdurchmesser um 4% größer als  $D_A$  ist.

Eine Sonderausführung der MMR Spannmutter ist die Variante mit einer zur Anzugsseite plan-parallelgeschliffenen Rückseite (MMR-PR...)

Dies ermöglicht eine direkte Messung des Axialschlags eines Wälzlagers an der Spannmutter. Ferner bietet es die Möglichkeit weitere Elemente an dieser Anschlagfläche anzuschließen.

### 3. IBC Präzisions-Spannmuttern MBA / MBAS, MBC, MMA



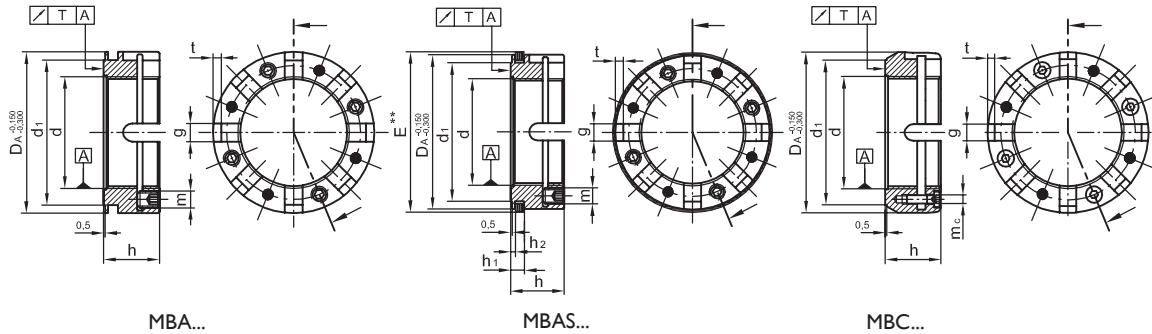
x58-102

Gewinde	Baureihen MBA/MBAS, MBC, MMA	Abmessungen											Max. Anzugsmoment Konterschrauben		Zulässige axiale Last MMA MBA MBC F <sub>a</sub>	
		D <sub>A</sub>	h	g	t	d <sub>1</sub>	m	m <sub>c</sub>	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	E**	MBA M <sub>A</sub>	MBC	Nm		kN
Toleranz 4H	Axiale Sicherung	mm														
M 17 x 1	MMA 17 **	28	16	4	2	23	M 4							2		70
M 20 x 1	MBA 20 ***	32				27			4,7	1,5	32					110
M 20 x 1,5	MBA 20 x 1,5 ***															110
M 25 x 1,5	MBA 25	38	18	5		33			5,2	2	38					130
M 30 x 1,5	MBA 30	45				40	M 6		5	1,5	45	7				150
M 35 x 1,5	MBA 35	52				47					52					120
M 40 x 1,5	MBA 40	58	20	6	2,5	52					58					150
M 45 x 1,5	MBA / MBC 45	65				59		M 4	5,5	1,5	65		4,5			170
M 48 x 1,5	MBA 48 x 1,5	70				64										180
M 50 x 1,5	MBA / MBC 50								6	2	70					180
M 55 x 2	MBA / MBC 55	75	22	7	3	68	M 8				75	9				250
M 60 x 2	MBA / MBC 60	80				73					80					270
M 64 x 2	MBA 64	85				78					85					290
M 65 x 2	MBA / MBC 65															290
M 70 x 2	MBA / MBC 70	92	24	8	3,5	85		M 5			92		8,5			350
M 75 x 2	MBA / MBC 75	98				90					98					370
M 80 x 2	MBA / MBC 80	105				95			6,7	2	105					390
M 85 x 2	MBA / MBC 85	110				102	M 10				110	15				400

Weitere Größen auf Anfrage

\*\* Sicherung: 2 Konen unter 90°

\*\*\* Sicherung: 3 Sicherungselemente und 6 Hakennuten



x58-102

Gewinde	Baureihen	Abmessungen										Max. Anzugsmoment Konterschrauben		Zulässige axiale Last
		D <sub>A</sub>	h	g	t	d <sub>1</sub>	m	m <sub>c</sub>	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	E**	MBA M <sub>A</sub>	MBC	MBA, MBC F <sub>a</sub>
d	MBA/MBAS MBC	mm										Nm		kN
Toleranz * 4H	Axiale Sicherung													
M 90 x 2	MBA / MBC 90	120	26	10	4	108	M 10	M 5	6,7	2	120	15	8,5	470
M 95 x 2	MBA / MBC 95	125				113					125			490
M 100 x 2	MBA / MBC 100	130				120		M 6			130		15	510
M 105 x 2	MBA / MBC 105	140	28	12	5	126					140			560
M 110 x 2	MBA / MBC 110	145				133					145			600
M 115 x 2	MBA / MBC 115	150				137			6,9		150			660
M 120 x 2	MBA / MBC 120	155	30			138					155			710
M 125 x 2	MBA / MBC 125	160				143					160			740
M 130 x 2	MBA / MBC 130	165				149			7,4	2,5	165			760
M 135 x 2	MBA 135	170				154								780
M 140 x 2	MBA / MBC 140	180	32	14	6	160	M 12	M 8			180	36	36	880
M 145 x 2	MBA 145	185				160					185			900
M 150 x 2	MBA / MBC 150	195				165					195			930
M 160 x 3	MBA / MBC 160	205	34	16	7	182			8,3		205			1020
M 170 x 3	MBA / MBC 170	220				198 / 193					220			1075
M 180 x 4	MBA / MBC 180	230	36	18	8	203					230			1200
M 190 x 3	MBA / MBC 190	240				214					240			1250
M 200 x 3	MBA / MBC 200	250	38			226					250			1390
M 210 x 4	MBA / MBC 210	270	40	20	10	238	M 14		10,2	3	270	45		1500
M 220 x 4	MBA / MBC 220	280				250					280			1685
M 240 x 4	MBA / MBC 240	300	44			270					300			1720
M 260 x 4	MBA / MBC 260	310				290					310			1875
M 280 x 4	MBA / MBC 280	330	50	24		310			10,3		330			2130
M 300 x 4	MBA / MBC 300	360				336								2325

Weitere Größen auf Anfrage

Planlauf T nach IT3, DIN 7151,

\* ab Ø 200: 6H

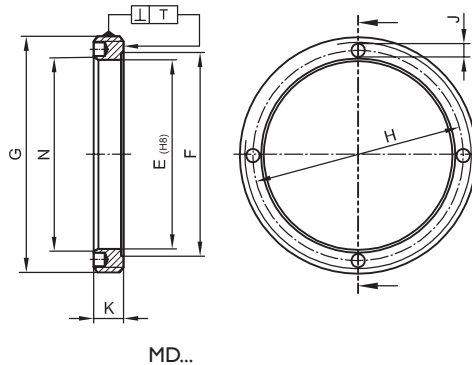
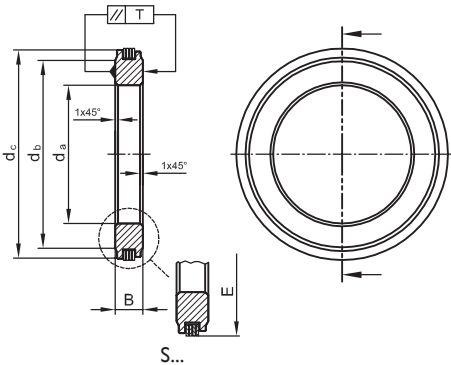
n<sub>k</sub>: Anzahl Klemmelemente = 4

MBAS = MBA + Lamellen-Federstahlringe (Labyrinth-Dichtung)

E\*\* = Gehäuseanschlussdurchmesser =  $D_A^{+0,1}_0$  und einer 25°-Einführungsfase für die Dichtung (siehe auch MMRS), deren Einführungsdurchmesser um 4% größer als D<sub>A</sub> ist.

## 4. IBC Präzisions-Labyrinth-Dichtungen S

## IBC Präzisions-Dichtring-Spannmuttern MD



x58-103

Baureihen	Abmessungen				Baureihen	Abmessungen							Zulässige axiale Last F <sub>a</sub> kN	
	S	d <sub>a</sub>	d <sub>b</sub>	d <sub>c</sub>		B	MD	E	F	G	H	J		K
	mm					mm								
S 12-26	12	21	25,5	7	MD 40-26	26	28	M 40 x 1,5	32	4,3	9	27	45	
S 15-26	15													
S 17-36	17	26	35,5		MD 50-36	36	41	M 50 x 1,5	42,5		10	37,5	65	
S 20-36	20													
S 25-40	25	32	39,5		MD 55-40	40	45	M 55 x 1,5	47			42	77	
S 25-50		41	49,5	10	MD 70-50	50	55	M 70 x 1,5	59,5		12	53,73	100	
S 30-50	30													
S 30-60		46	59,5		MD 80-60	60	65	M 80 x 1,5	72			63	130	
S 35-60	35													
S 35-76		66	75,5	12	MD 110-76	76	92	M 110 x 2	90	6,3	14	79,5	190	
S 40-60	40	50	59,5	10	MD 80-60	60	65	M 80 x 1,5	72	4,3	12	63	130	
S 40-76-10		66	75,5		MD 95-76	76	82	M 95 x 2	84,5			79,5	150	
S 40-76				12	MD 110-76		92	M 110 x 2	90	6,3	14		190	
S 45-60	45	55	59,5	10	MD 80-60	60	65	M 80 x 1,5	72	4,3	12	63	130	
S 40-66			65,5		MD 85-66	66	72	M 85 x 1,5	76			69		
S 45-66		60												
S 45-76		66	75,5	12	MD 110-76	76	92	M 110 x 2	90	6,3	14	79,5	190	
S 50-76-10	50	68		10	MD 95-76		82	M 95 x 2	84,5	4,3	12		150	
S 50-76				12	MD 110-76		92	M 110 x 2	90	6,3	14		190	
S 55-76-10	55			10	MD 95-76		82	M 95 x 2	84,5	4,3	12		150	
S 55-76				12										
S 55-99		86	98,5		MD 130-99	99	110	M 130 x 2	112	6,3	14	103	220	
S 60-99	60													
S 70-99	70													
S 75-99	75				MD 120-99		101	M 120 x 2					210	
S 75-99-10				10										
S 80-132	80	114	131,5	14	MD 175-132	132	147	M 175 x 3	153	8,3	24	137,3	495	
S 80-132-16				16										
S 80-132-24				24										
S 85-132	85			14										
S 90-132	90													
S 100-132	100				MD 160-132		134	M 160 x 3	148	6,3	18	137,3	340	
S 100-162		142	161,3	24	MD 220-162	162	172	M 220 x 3	190	10,3	24	170	620	
S 110-132	110	120	131,5	14	MD 160-132	132	134	M 160 x 3	148	6,3	18	137,3	340	
S 127-162	127	144	161,3	14,5	MD 190-162	162	167	M 190 x 3	176			166	440	

Weitere Größen auf Anfrage

Die berührungslosen Dichtelemente der Serie S bestehen aus einem geschliffenen, plan-parallelen Stahling mit radial umlaufender Nut und darin montierten Federstahl-Lamellenringen, umgeben von einem Fettpolster (GH62).

Diese werden beim Einbau über eine Einführungsphase in die Bohrung der darauf abgestimmten Präzisions-Dichtring-Spannmutter der Serie MD oder in eine Gehäusebohrung gedrückt und stehen somit fest. Dabei dreht sich der auf der Welle sitzende Distanzring

(Trägerring) der Labyrinthdichtung berührungslos gegenüber den Lamellen. Ein Fettpolster in der Nut verhindert das axiale Anlaufen der Lamellen an den axialen Borden.

Vorteilhaft haben sich die Labyrinthdichtungen neben Wälzlagern erwiesen, die über diese vorgespannt werden (Schräggugellager und 60°-Axial-Schräggugellager).

Eine externe radiale Sicherung der Präzisions-Dichtring-Mutter MD ist auch möglich, siehe Seite 20, Bild 7.2.



Zusätzlich zu den vorgenannten Dichtelementen bietet IBC diese für Loslager oder andere Zwecke an:

Baureihe	Abmessungen			
	$d_a$	$d_b$	$d_c$	B
S		mm		
S 30 - 72	30	46	71,5	12
S 35 - 72	35	46	71,5	12
S 35 - 99	35	66	98,6	12
S 40 - 72	40	50	71,5	12
S 40 - 99	40	66	98,6	12
S 40 - 100	40	66,5	98,6	12
S 45 - 75	45	55	74,5	12
S 45 - 99	45	66	98,6	12
S 50 - 99	50	68	98,6	12
S 65 - 105	65	100	104,5	12
S 65 - 120	65	105	119,50	12
S 80 - 115	80	102	114,50	12
S 82 - 99 - 10	82	90	98,6	10
S 85 - 130	85	105	129,5	12
S 90 - 130	90	105	129,5	12
S 140 - 180 - 12	140	160	179,5	12
S 180 - 220 - 14	180	200	219,5	14

Tabella 4.1: Labyrinth-Dichtung S zur direkten Abdichtung gegen das Gehäuse (Loslager). Weitere Größen auf Anfrage.

Anwendungsbeispiele: Loslagerfunktion mit Labyrinth-Dichtung S 40-100, siehe Seite 21, Bild 7.5, Anwendungsbeispiele.  
Loslagerung KGT mit BS 40M100.P4A.DTM.  
Labyrinth-Dichtung S 40-76 und Präzisions-Spannmutter MBA 40.

Anmerkung: Bei Loslagern mit langem Verschiebeweg müssen die Seitenflächen und die Lamellenringe zusätzlich mit einem Gleitlack beschichtet werden (GL). Die Nutbreite im Lamellenträger ist ggf. auf den Gesamtverschiebeweg abzustimmen.

Die zylindrische Gleitfläche im Gehäuse sollte dafür auch eine möglichst geringe Rauigkeit aufweisen ( $R_a \leq 0,4 \mu\text{m}$ ; ab  $\varnothing 80 \text{ mm}$ :  $R_a = 0,8 \mu\text{m}$ ) und eingefettet oder, zwecks Korrosionsvermeidung, beschichtet sein.

Die Dichtring-Muttern MD mit Außengewinde können separat zum Spannen von Lageraußenringen oder anderen Maschinenteilen verwendet werden. Da diese keine Sicherungselemente besitzen, bedürfen sie einer Sicherung durch z. B. Sicherungslack oder aber mit weiteren Maschinenelementen gemäß Seite 20, Bild 7.2, Anwendungsbeispiele.

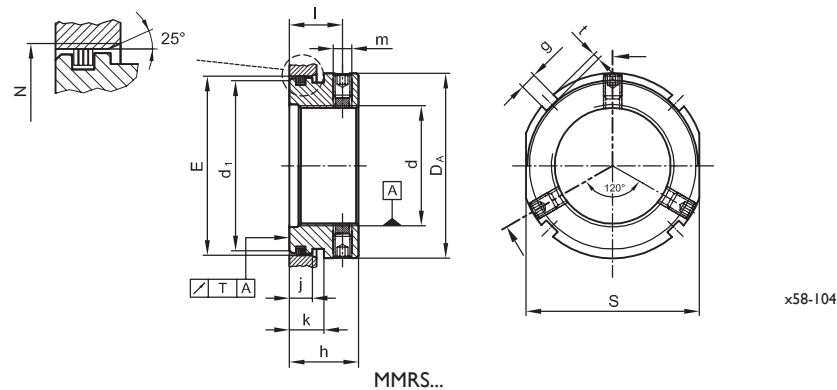
Der Innendurchmesser der Dichtring-Mutter MD ist auf die IBC Präzisions-Labyrinth-Dichtung S abgestimmt und kann entsprechend kombiniert werden.

Wie bei allen IBC Spannmuttern ist auch hier die Planlaufgenauigkeit T der Anschraubfläche zum Gewinde gemäß IT3, DIN 7151.



Bild 4: ATCoat-beschichteter Dichtring der Baureihe MD, siehe Seite 22

# 5. IBC Präzisions-Labyrinth-Nutspannmuttern MMRS



Gewinde	Baureihen	Abmessungen												Max. Anzugsmoment Konterschrauben	Zulässige axiale Last
		E	DA	h	g	t	d <sub>1</sub>	l	m	j	k	N	S		
d	MMRS	mm												Nm	kN
M 17 x 1	MMRS 17-36	36	38	20	5	2	32	15,5	M 5	9	11	37,5	36	4	100
M 20 x 1	MMRS 20-36									8,5	11,5				110
M 22 x 1	MMRS 22-36									9	11				110
M 25 x 1,5	MMRS 25-50	50	58	25	6	2,5	46	19	M 6	10	13	52	55	7	150
M 27 x 1,5	MMRS 27-50														
M 30 x 1,5	MMRS 30-50														180
M 30 x 1,5	MMRS 30-60	60	70	28			56	21	M 8			63	65	18	190
M 35 x 1,5	MMRS 35-60														210
M 40 x 1,5	MMRS 40-60														260
M 45 x 1,5	MMRS 45-60														290
M 35 x 1,5	MMRS 35-76	76	80	30	7	3	72	23			15	79,5	75		340
M 40 x 1,5	MMRS 40-76														400
M 45 x 1,5	MMRS 45-76														420
M 50 x 1,5	MMRS 50-76														450
M 55 x 2	MMRS 55-76														480
M 60 x 2	MMRS 60-76														480
M 55 x 2	MMRS 55-99	99	105		8	3,5	95					103	95		450
M 60 x 2	MMRS 60-99														480
M 65 x 2	MMRS 65-99														510
M 75 x 2	MMRS 75-99														810
M 80 x 2	MMRS 80-132	132	140	46	12	5	114	35	M 10	21	25	137,5	135	34	710
M 100 x 2	MMRS 100-132			35			128	27		12	19				1000
M 100 x 2	MMRS 100-162	162	170	46	16	7	142	35		21	25	168,5	160		800
M 125 x 2	MMRS 125-162		175	35			158	27		12	19				

Planlauf T nach IT3, DIN 7151

$n_k$ : Anzahl Klemmelemente = 3

Weitere Größen auf Anfrage

Die Präzisions-Labyrinth-Nutmutter, mit den montierten Lamellen-Federstahlringen, bildet mit einem hierauf abgestimmten Gehäuse oder mit einer Dichtring-Mutter der Serie MD eine berührungslose Dichtung, siehe Seite 21, Bild 7.4, Anwendungsbeispiele. Während die Labyrinth-Nutmutter sich mit der Welle dreht, stehen deren Federstahlringe fest, wobei sie nach außen radial durch das Gehäuse vorgespannt sind.

Der freie Raum ist mit dem gleichen Fett zu füllen, das bei den Wälzlagern Verwendung findet. Der Dichtbereich der Labyrinth-Nutmutter ist bereits mit dem Fett BearLub GH62, das sich bei der Lagerung von Kugelgewindetriebe bewährt hat, gefettet. Zwei zusätzlich angebrachte, gegenüberliegende Schlüsselflächen erleichtern die Montage. Die MMRS-Spannmutter wird insbesondere mit ein- und zweireihigen 60°-Axial-Schräggelagern und in Präzisions-Lagereinheiten eingesetzt.

(Ausführliche Informationen siehe Katalog Wälzlager für Kugelgewindetriebe TI-I-5010.3)

## 6. Montage und Vorspannen von IBC Präzisions-Wälzlagern mittels IBC Präzisions-Spannmuttern

Das Haupteinsatzgebiet der IBC Hochpräzisions-Spannmuttern liegt im Bereich von präzisen Anwendungen, insbesondere im Werkzeugmaschinen Sektor oder anderen Hochpräzisionsmaschinen. In dem nachfolgenden Abschnitt wird auf die Ermittlung von Anzugsmomenten und die Handhabung bei der Montage eingegangen. Hierbei werden die IBC Präzisions-Spannmuttern zum einen zum Vorspannen von Schrägkugellagern oder Kegelrollenlagern, zum anderen zur Einstellung des Radialspieles von Zylinderrollenlagern mit konischer Bohrung eingesetzt.

### 6.1 Vorbereitung

Auf eine saubere Montageumgebung, sowie die Sauberkeit (frei von Spänen, Schleifbärten und Macken) der zu montierenden Bauteile, wie Wälzlager, Zwischenringe, Welle, Gehäuse und Präzisions-Spannmutter ist zu achten.

### 6.2 Kontrolle der Umgebungsteile

Zur Sicherstellung von Presspassungen und der Rechtwinkligkeit des Lagersitzes nach der Montage sollten die Anschluss-teile auf Maßhaltigkeit sowie Rauigkeit kontrolliert werden. Die Parallelität der Zwischenringe ist, in Abhängigkeit vom Bohrungsdurchmesser  $d$  des Hochpräzisions-Wälzlagers, nach folgender Tabelle zu kontrollieren:

Bohrungsdurchmesser $d$ mm	Ring-Parallelität $\mu\text{m}$
bis 150	2
über 150 bis 250	4
über 250 bis 500	6

Tabelle 6.2: Zwischenringparallelität in Abhängigkeit vom Bohrungsdurchmesser des Hochpräzisions-Wälzlagers

Wellen- und Muttergewinde sind vor der Montage auf genügend tiefe Aufschraubbarkeit zu prüfen.

### 6.3 Montage

Sich drehende Innenringe von Spindellagern und Kugelgewindetrieben haben in der Regel einen Festsitz am Innenring (Presssitz oder Schrumpfsitz). Da bei kleinen Wälzlagern trotz Festsitz die Presskräfte nicht so hoch sind, reicht es meist zur Reibungsreduzierung aus, bei der Montage die Wellenoberfläche mit Fett, Öl oder einer Montagepaste zu versehen. Für eine leichte Montage und zur Vermeidung hoher Aufpresskräfte und Anzugsmomente wird alternativ der Innenring oder das gesamte Wälzlager erwärmt. Dies empfiehlt sich besonders, wenn ein Wälzlagersatz mit einer Präzisions-Spannmutter vorgespannt wird. Beim Aufziehen der Wälzlagerringe ist darauf zu achten, dass diese bis zur Anlagefläche aufgezo-gen werden, um spätere Setzungserscheinungen und Verkantungen zu vermeiden.

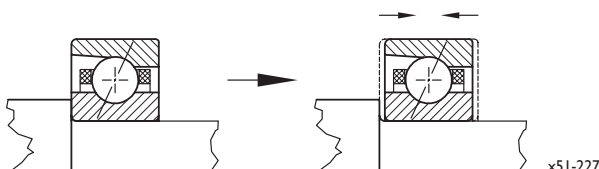


Bild 6.3: Axiales Schrumpfen nach Abkühlung

Diese würden zu einem vorzeitigen Ausfall durch Betrieb ohne Vorspannung führen. Bei warm aufgezo-genen Hochpräzisions-Wälzlagern sind die Wälz-lagerringe nach dem Abkühlen noch einmal axial gegen den Bord nachzuschieben, da die Wälz-lager nach dem Erkalten nicht nur radial sondern auch axial schrumpfen, siehe Bild 6.3. Ergänzende Informationen zur Montage von Hochpräzisions-Wälzlagern entnehmen Sie bitte unserem Katalog **Hochpräzisions-Wälz-lager TI-I-5050**, Kapitel 8: Montage von Hochpräzisions-Wälz-lagern, Seite 176 ff.

Die Montage mittels IBC Präzisions-Spannmutter erfolgt in zwei Schritten:

- Überwindung der Aufpresskräfte inkl. der Vorspannung
- Aufbringen der Vorspannung und Sichern gegen Lösen

### 6.3.1 Montage nach Erwärmen der Wälz-lager

Wälz-lager können durch verschiedene Maßnahmen erwärmt werden. Der lineare Ausdehnungskoeffizient bei Wälz-lagern aus 100Cr6 liegt bei etwa  $\alpha = 12 \cdot 10^{-6}/\text{K}$ .

**Die Wärmedehnung  $\delta = \alpha \cdot d \cdot \Delta T$  [mm] [6.1]**

$\delta$	Wärmedehnung	[mm]
$\alpha$	Ausdehnungskoeffizient	$\left[ \frac{1}{\text{K}} \right]$
$d$	Bohrungsdurchmesser	[mm]
$\Delta T$	Temperaturdifferenz	[K]

Wälz-lagerbedingt ist unbedingt darauf zu achten, dass eine Überhitzung über 80 °C vermieden wird. Aus der nachfolgenden Grafik ist, entsprechend dem Wälz-lagerdurchmesser und der gewünschten Passung, die erforderliche Temperaturerhöhung abzulesen.

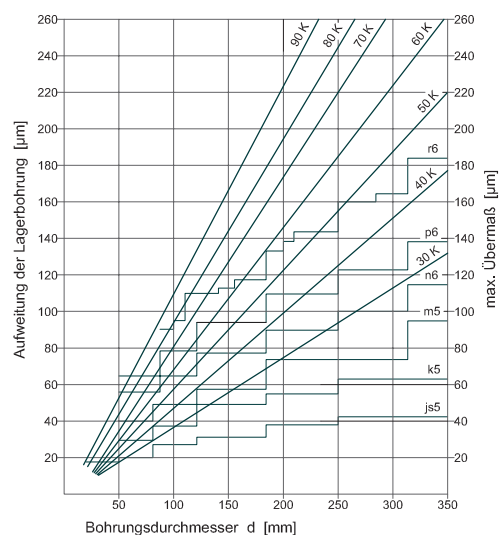


Diagramm 6.3.1: Erforderliche Temperaturdifferenz [K] für die Montage des Innenringes

58-302

### 6.3.2 Losbrechmomente der Präzisions-Spannmutter $M_L$

Das Losbrechmoment der Spannmutter ist nicht zu verwechseln mit dem Anzugsmoment der Sicherungselemente. Falls das Losbrechmoment der Spannmutter infolge häufiger, stark wechselnder Belastungen, nicht ausreicht, darf die Spannmutter nicht stärker angezogen werden, sondern das Anzugsmoment der Sicherungselemente kann ggf. weiter ausgereizt werden. Bei der Ermittlung des Anzugsmoments ist zu berücksichtigen, dass das maximale Anzugsmoment  $M_A$  der Gewindestifte und Innensechskantschrauben begrenzt ist. Dies betrifft insbesondere die Baureihen MBA und MBC. Die Werte sind in den Tabellen in den Kapiteln 2 bis 5, bzw. in Tabelle 1.6, aufgeführt.

Das maximale Losbrechmoment [6.2] ergibt sich aus:

$$M_L = M_D + M_s \quad [\text{Nm}] \quad [6.2]$$

$M_L$	Losbrechmoment	[Nm]
$M_D$	min. erforderliches Vorspannmoment	[Nm]
$M_s$	Losbrechmoment aus dem Anzugsmoment $M_A$ der Sicherungselemente	[Nm]

Es ist erkennbar, dass sich eine Erhöhung des Losbrechmoments durch eine Erhöhung des Anzugsmoments aus den Sicherungselementen ergibt.

### 6.4 Berechnung des Spannmutter-Anzugsmoments $T$

Das Spannmutter-Anzugsmoment  $T$  [6.3] lässt sich aus der Summe des nötigen Anzugsmoments zum Aufpressen der Wälzlager  $T_a$  [6.4] und des Momentes zum Vorspannen der Wälzlager  $M_D$  [6.5] ermitteln.

$$T = T_a + M_D \quad [\text{Nm}] \quad [6.3]$$

### 6.4.1 Berechnung des Anzugsmoments $T_a$ zum Aufpressen der Wälzlager

$$T_a = F_{\text{mont}} \left[ \tan(\phi + \Psi) \cdot \frac{d_2}{2} + \mu_A \cdot \frac{D_m}{2} \right] \cdot 10^{-3} \quad [\text{Nm}] \quad [6.4]$$

$T_a$	benötigtes Anzugsmoment zum Aufpressen des Wälzlagers	[Nm]
$F_{\text{mont}}$	Wälzlageraufpresskraft	[N]
$\phi$	Steigungswinkel = $\frac{p}{\pi \cdot d_2}$	
$\Psi$	Reibungswinkel = $\arctan \frac{\mu_G}{\cos \alpha}$	
$p$	Steigung des Gewindes	[mm]
$d_2$	Flankendurchmesser des Gewindes = $d - 0,6495 \cdot p$ (metr. Gewinde)	[mm]
$d$	Gewindedurchmesser aus Tabellen Seite 8 bis 14	[mm]
$\mu_G$	Reibungskoeffizient Gewinde ( $\approx 0,14$ )	
$\alpha$	halber Steigungswinkel des Gewindes	
$\mu_A$	Reibungskoeffizient Spannmutter-Auflagefläche ( $\approx 0,14$ )	
$D_m$	mittlerer Durchmesser der Mutterkopfaufgabe = $\frac{d_1 + d}{2}$	[mm]
	$d_1$ aus Tabellen Seite 8 bis 14	

Die axiale Kraft zum Aufpressen oder zum Abziehen eines Wälzlageringens auf einer Welle  $F_{\text{mont}}$  mit festem Sitz kann wie folgt berechnet werden:

$$F_{\text{mont}} = \mu_B \cdot p_{\text{oberf}} \cdot \pi \cdot d_w \cdot B \quad [\text{N}] \quad [6.5]$$

$F_{\text{mont}}$	Wälzlageraufpresskraft	[N]
$\mu_B$	Reibungskoeffizient Bohrung-Welle ( $\sim 0,16$ )	
$p_{\text{oberf}}$	Oberflächenpressung	[MPa = N/mm <sup>2</sup> ]
$d_w$	Wellendurchmesser	[mm]
$B$	Lagerbreite	[mm]

Die Oberflächenpressung  $p_{\text{oberf}}$  errechnet sich nach folgender Formel: (siehe auch Bild 6.4.1, Seite 17)

$$p_{\text{oberf}} = \frac{E}{2} \cdot \frac{\Delta d}{d_w} \cdot \frac{(1-k^2)(1-k_0^2)}{1-(d_o/D_i)} \quad [\text{MPa} = \text{N/mm}^2] \quad [6.6]$$

$p_{\text{oberf}}$	Oberflächenpressung	[MPa = N/mm <sup>2</sup> ]
$E$	E-Modul Wellenmaterial	[N/mm <sup>2</sup> ]
$\Delta d$	effektive Überdeckung	[mm]
$d_w$	Wellendurchmesser	[mm]
$d_o$	Hohlwellendurchmesser	[mm]
$D_i$	mittlerer Laufbahndurchmesser	[mm]
$k$	Wanddickenverhältnis Innenring	$k = d/D_i$
$k_0$	Wanddickenverhältnis Hohlwelle	$d_o/d_w$

Für Vollwellen vereinfacht sich die Formel folgendermaßen:

$$p_{\text{oberf}} = \frac{E}{2} \cdot \frac{\Delta d}{d_w} \cdot (1-k^2) \quad [\text{MPa} = \text{N/mm}^2] \quad [6.7]$$

In beiden Fällen bedeutet effektive Überdeckung, dass ggf. eine Erwärmung = Überdeckungsreduzierung berücksichtigt werden kann, um die Aufpresskräfte zu reduzieren.



Der mittlere Laufbahndurchmesser  $D_i$  des Innenrings wird näherungsweise nach folgender Formel bestimmt:

$$D_i = 0,21 \cdot (4d + D) \quad [\text{mm}] \quad [6.8]$$

$D_i$	mittlerer Laufbahndurchmesser	[mm]
$d$	Bohrungsdurchmesser des Lagers	[mm]
$D$	Außendurchmesser des Lagers	[mm]

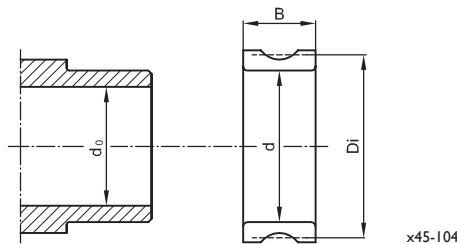


Bild 6.4.1: Mittlerer Laufbahndurchmesser  $D_i$

#### 6.4.2 Berechnung des mindest erforderlichen Vorspannmomentes $M_D$

Das mindest erforderliche Vorspannmoment  $M_D$  für die Wälzlager ist abhängig von der eingeschliffenen Nennvorspannung  $F_v$  des Wälzlagers, dem Gewindedurchmesser sowie der Lageranordnung. Des Weiteren hat die Passungsüberdeckung am Innenring einen entscheidenden, vorspannungserhöhenden Einfluss im eingebauten Zustand.

Das mindest erforderliche Vorspannmoment  $M_D$  kann annähernd mit nachfolgender Formel bestimmt werden.

$$M_D = K_u \cdot d_{\text{Gewinde}} \cdot F_v \cdot K_{FV} \cdot 10^{-4} \quad [\text{Nm}] \quad [6.9]$$

$M_D$	min. erforderliches Vorspannmoment	[Nm]
$K_u$	baureihenabhängiger Erhöhungsfaktor (Tabelle 6.4.2.1 - 6.4.2.5)	
$d_{\text{Gewinde}}$	Gewindedurchmesser der Präzisions-Spannmutter	[mm]
$F_v$	eingeschliffene Nennvorspannung	[N]
$K_{FV}$	Konstante der Lageranordnung bei $F_v$ des Einzellagers = 1 bei Lagersätzen mit $F_v$ der Vorspannung für den Lagersatz	

<>	DB	1	<<>>	QBC	2
<<>	TBT	1,36	<<<<>	PBT	1,71
<<<>	QBT	1,57	<<<<>	PBC	2,42

Der baureihenabhängige Erhöhungsfaktor  $K_u$  berücksichtigt unter anderem die Erhöhung des Vorspannmomentes aufgrund des Übermaßes zwischen den Wälzlageringen und der Welle. In der Tabelle 6.4.2.1 bis 6.4.2.4 sind die Erhöhungsfaktoren für IBC Hochpräzisions-Spindellager mit Berührungswinkel  $\alpha$  von  $15^\circ$  und  $25^\circ$  aufgeführt. Die Tabelle 6.4.2.5 enthält die Erhöhungsfaktoren  $K_u$  für unsere einreihigen  $60^\circ$ -Axial-Schräglager der Baureihe BS ...

#### Berührungswinkel $C=15^\circ$ ; Leichte Vorspannung (UL)

Bohrungs- durchmesser		$K_u$			
d		718...	719...	70...	72.../73...
von	bis				
10	45	-	3,6	3,2	3,0
50	95	3,0	3,0	2,9	2,8
100	140	2,8	2,8	2,8	2,6
150	190	2,7	2,7	2,6	-
200	500	2,5	2,5	2,5	-

Tabelle 6.4.2.1: Erhöhungsfaktor  $K_u$  der Spindellager mit Berührungswinkel  $C = 15^\circ$  und leichter Vorspannung (UL)

#### Berührungswinkel $E=25^\circ$ ; Leichte Vorspannung (UL)

Bohrungs- durchmesser		$K_u$			
d		718...	719...	70...	72.../73...
von	bis				
10	45	-	4,6	4,6	4,4
50	95	3,4	4,2	3,7	3,3
100	140	3,0	3,8	3,1	3,0
150	190	2,9	3,4	3,1	-
200	500	2,7	3,1	2,8	-

Tabelle 6.4.2.2: Erhöhungsfaktor  $K_u$  der Spindellager mit Berührungswinkel  $E = 25^\circ$  und leichter Vorspannung (UL)

#### Berührungswinkel $C=15^\circ$ ; Höhere Vorspannung (UM, UH)

Bohrungs- durchmesser		$K_u$			
d		718...	719...	70...	72.../73...
von	bis				
10	45	-	3,0	2,8	3,0
50	95	2,9	2,9	2,6	2,5
100	140	2,8	2,7	2,6	2,4
150	190	2,7	2,7	2,5	-
200	500	2,5	2,5	2,4	-

Tabelle 6.4.2.3: Erhöhungsfaktor  $K_u$  der Spindellager mit Berührungswinkel  $C = 15^\circ$  und höherer Vorspannung (UM, UH)

### Berührungswinkel $E=25^\circ$ ; Höhere Vorspannung (UM,UH)

Bohrungs- durchmesser		$K_u$			
d mm		718...	719...	70...	72.../73...
von	bis				
10	45	-	4,0	3,0	3,0
50	95	3,2	3,7	2,9	2,8
100	140	2,8	3,0	2,8	2,6
150	190	2,7	2,9	2,7	-
200	500	2,5	2,6	2,5	-

Tabelle 6.4.2.4: Erhöhungsfaktor  $K_u$  der Spindellager mit Berührungswinkel  $E = 25^\circ$  und höherer Vorspannung (UM, UH)

### Baureihe BS ...: einreihige $60^\circ$ -Axial-Schrägkugellager

Bohrungs- durchmesser		$K_u$
d mm		
von	bis	
17	30	2,8
35	75	2,6
80	127	2,4

Tabelle 6.4.2.5: Erhöhungsfaktor  $K_u$  der einreihigen  $60^\circ$ -Axial-Schrägkugellager der Baureihe BS ...

Grundsätzlich ist die maximal zulässige Axialkraft für Hochpräzisions-Wälzlageringe auch bzgl. der Flächenpressung zu beachten. Sie darf eine seitliche Flächenpressung von ca. 10 MPa oder 10 N/mm<sup>2</sup> im Bereich der Laufbahnen nicht überschreiten, damit diese nicht deformiert werden und die Präzisions-Spannmutter nicht aufgrund zu hoher Montagekräfte beschädigt wird. Gegebenenfalls ist eine Beschränkung des zulässigen Anzugsmoments je nach Wälzlagerausführung zu beachten. Die zulässige Flächenpressung der Umgebungsteile ist ebenfalls zu beachten, insbesondere bei Aluminiumgehäusen. Dabei muss die aus der zulässigen maximalen Flächenpressung ermittelte Axialkraft größer als die Vorspannungskraft des Einzellagers bzw. des Lagersatzes nach [6.9] sein. Bei der Berechnung ist auf die wirksame Fläche aus dem Kraftfluss im Wälzlager zu achten.

Um Setzungserscheinungen zu vermeiden, wird das Anziehen von Präzisions-Spannmuttern oder Abschlusschrauben mit dem doppelten Anzugsmoment T, einem nachfolgenden Lösen und einem abschließenden Nachziehen mit dem mindest erforderlichen Vorspannmoment  $M_D$ , empfohlen.

### 6.4.3 Beispiel Spindellager aus Vorspannung

Ein Lagersatz 7020.E.T.P2H.DBL mit 630 N Vorspannung wird mit einer Präzisions-Spannmutter MMR 100 auf einer Hohlwelle mit Innendurchmesser von 80 mm und 2  $\mu$ m Übermaß vorgespannt. Zunächst wird die Wälzlageraufpresskraft  $F_{mont}$  mit Hilfe der vorliegenden Flächenpressung berechnet.

$$D_i = 0,21 \cdot (4 \cdot 100 + 150) = 115,0 \text{ mm}$$

$$P_{Oberf} = \frac{210000}{2} \cdot \frac{0,002}{100} \cdot \frac{\left[1 - \left(\frac{100}{115,5}\right)^2\right] \cdot \left[1 - \left(\frac{80}{100}\right)^2\right]}{1 - \left(\frac{80}{115,5}\right)^2}$$

$$= 0,36 \text{ MPa bzw. N/mm}^2$$

$$F_{mont} = \mu_B \cdot P_{Oberf} \cdot \pi \cdot d_w \cdot B$$

$$= 0,16 \cdot 0,36 \cdot \pi \cdot 100 \cdot 24 = 434 \text{ N}$$

(Zum Vergleich: für eine Vollwelle mit  $p_{Oberf} = 0,53 \text{ N/mm}^2$  ergibt sich eine Aufpresskraft von 639 N)

Im zweiten Schritt wird das Spannmutter-Anzugsmoment T berechnet:

$$\tan \Psi = \frac{\mu}{\cos \alpha} = \frac{0,14}{\cos 30^\circ} = 0,162 \rightarrow \Psi = 9,18^\circ$$

$$\tan \phi = \frac{2}{\pi \cdot 98,7}; \phi = 0,3696^\circ$$

$$D_m = (d_1 + d)/2$$

$$D_m \text{ der Präzisions-Spannmutter MMR 100} = 110 \text{ mm}$$

$$T_a = 434 \cdot \left[ \tan (0,3696 + 9,18) \cdot \frac{98,7}{2} + 0,14 \cdot \frac{110}{2} \right] \cdot 10^{-3}$$

$$= 6,95 \text{ Nm}$$

$$M_D = 100 \cdot 630 \cdot 3,1 \cdot 1 \cdot 10^{-4} = 19,53 \text{ Nm}$$

$$T = T_a + M_D = 6,95 + 19,53 = 26,48 \text{ Nm}$$

Für den Fall, dass die Überdeckung anwendungsbedingt 8  $\mu$ m beträgt und die effektive Überdeckung durch Erwärmung reduziert werden soll, so ist beispielsweise für ein Spindellager 7020 mit ca. 8  $\mu$ m Passungsübermaß eine Erwärmung um  $\Delta T = 30 \text{ K}$ , unter Berücksichtigung der Montagegeschwindigkeit ausreichend, um ein leichtes Aufschieben des Wälzlagers zu gewährleisten.

#### 6.4.4 Beispiel Spindellager aus Flächenpressung

Unter Berücksichtigung der maximalen seitlichen Flächenpressung für Stahl von etwa 10 N/mm<sup>2</sup> lassen sich die zulässigen axialen Belastungen und damit die maximalen Vorspannkräfte und zulässigen Anzugsmomente von Wälzlagern ermitteln. Für die in diesem Katalog dargestellten Präzisions-Spannmutter (MMR 100) mit ihren entsprechenden Steigungen wäre der Wert im genannten Beispiel 119 Nm. Für Fälle, in denen mit relativ viel Übermaß gearbeitet wird, ist die Berechnungsmethode nach 6.4 anzuwenden.

#### 6.4.5 Beispiel Kugelgewindetriebslager

Beispiel zum Vorspannen von einreihigen 60°-Axial-Schrägkugellagern BS 100M150.P4A.DBM.

Anzugsmoment nach Formel [6.9] für festen Sitz:

$$M_D = 2,4 \cdot 100 \cdot 10.500 \cdot 1 \cdot 10^{-4} = 252 \text{ Nm}$$

#### 6.5 Montage von Hochpräzisions-Wälzlagern mit kegeliger Bohrung

IBC Hochpräzisions-Zylinderrollenlager (**Hochpräzisions-Wälzlager TI-I-5050**, Seite 115 ff.) mit kegeliger Bohrung werden direkt auf den kegeligen Teil der Welle aufgeschoben. Dabei wird der Innenring aufgeweitet und die Lagerluft  $\delta$ , des Hochpräzisions-Zylinderrollenlagers vermindert. Der Außenring wird im Gehäuse mit fester Passung montiert, wodurch sich das Lagerspiel zusätzlich verringert.

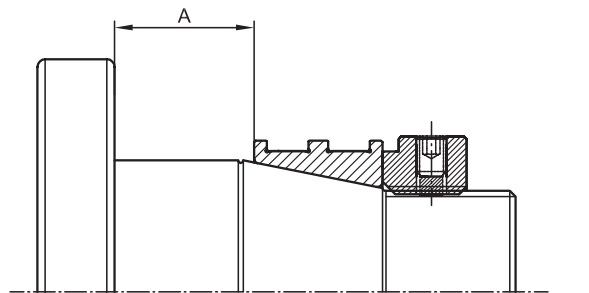


Bild 6.5.1: Abstandsmessung

x52-106

Die Einstellung der Lagerluft wird bei der Montage von Hochpräzisions-Zylinderrollenlagern mit kegeliger Bohrung gezielt durchgeführt, um eine einwandfreie Funktion bei gewünschter Drehzahl, höchstmöglicher Systemgenauigkeit und längstmöglicher Lebensdauer zu erreichen.

Eine sicherbare Präzisions-Spannmutter liefert den dafür notwendigen, axialen Druck. Die korrekte axiale Position des Wälzlagerinnenrings stellt eine auf Maß geschliffene Hülse sicher, die zwischen Wälzlagerinnenring und Anlagebund an der Welle montiert wird.

Die Bestimmung der Hülsenbreite A, Bild 6.5.1, erfordert exaktes Messen und höchst sorgfältiges Vorgehen bei den einzelnen Schritten. Prinzipiell sind dabei zwei unterschiedliche Vorgehensweisen zu betrachten:

- Der Innenring wird unter ständiger Messung des Hüllkreises bzw. des Laufbahndurchmessers soweit auf den Kegel aufgeschoben bis, unter Berücksichtigung der Einschnürung des Außenringes und dessen Verminderung der Lagerluft, die insgesamt verbleibende Lagerluft dem gewünschten Maß entspricht. Der verbleibende axiale Abstand zwischen Innenring und Anlagebund der Welle ist dann mit großer Genauigkeit zu messen. Zum Beispiel tastend mit Endmaßen, wie in Bild 6.5.2 dargestellt. Nach diesem Vorgang wird der Innenring vom Kegelsitz gelöst, die auf das gemessene Maß geschliffene Hülse eingesetzt und die Lagerung fertig montiert.
- Aufwendiger und konservativer ist das Mehrschrittverfahren. Wie zuvor wird der Innenring zunächst allein auf den Kegelsitz aufgeschoben, jedoch nicht sehr fest. Der Abstand zwischen Wälzlagerinnenring und Wellenanlagebund wird gemessen und die Hülse entsprechend hergestellt. Die Messung des Hüllkreises bzw. des Laufbahndurchmessers erfolgt danach am montierten Innenring, der gegen die Hülse gespannt ist. Schrittweise wird die Hülse schmaler geschliffen und der Innenring jedesmal neu montiert. Bei jedem Schritt werden die Messungen protokolliert und das weitere Vorgehen entschieden. Dieses Verfahren erlaubt ein hohes Maß an Kontrolle und vermindert nachträgliche Setzungserscheinungen.

Zylinderrollenlager mit kegeliger Bohrung werden je nach Anforderung an die Wälzlagerung bei der Montage mit Spiel, spielfrei oder mit Vorspannung montiert. Der Wert für die optimale Montageluft / Vorspannung ist drehzahlabhängig.

Weitere Detailinformationen zu dem Mehrschrittverfahren sowie zu den Einstellwerten für die Einstellung der radialen Lagerluft oder Vorspannung entnehmen Sie bitte unserem Katalog **Hochpräzisions-Wälzlager TI-I-5050**, Seite 180 ff.



Bild 6.5.2: Spaltausmessen

# 7. Anwendungsbeispiele IBC Präzisions-Spannmutter und Labyrinth-Dichtungen

Sicherung einer radial sicherbaren Präzisions-Spannmutter durch Freibohrung im Gehäuse. Freibohrungen bei Stehlagern auf Anfrage.

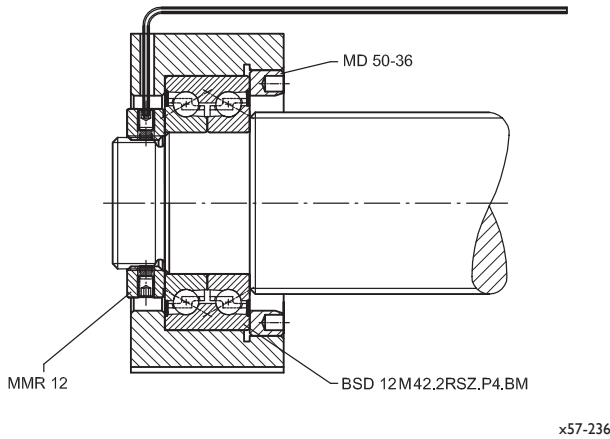


Bild 7.1: Lagerung eines Kugelgewindetriebes (KGT) mit Komponenten aus dem IBC-Baukastensystem

Lagerbezeichnung	Präzisions-Spannmutter	Präzisions-Dichtringmutter
	MMR	MD
BSD 10M34	MMR 10	MD 40-26
BSD 12M42	MMR 12	MD 50-36
BSD 15M45	MMR 15	MD 50-36
BSD 17M47	MMR 17	MD 55-40
BSD 20M52	MMR 20	MD 55-40
BSD 25M57	MMR 25	MD 70-50
BSD 30M62	MMR 30	MD 70-50
BSD 30M72	MMR 30	MD 80-60
BSD 35M72	MMR 35	MD 80-60
BSD 40M75	MMR 40	MD 80-60
BSD 40M90	MMR 40	MD 95-76
BSD 50M90	MMR 50	MD 95-76
BSD 50M110	MMR 50	MD 120-99

Tabelle 7.1: Kombinationsmöglichkeiten aus dem IBC-Baukastensystem

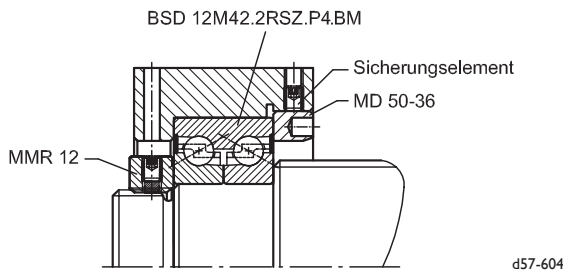


Bild 7.2: Mechanische Sicherung einer MD-Mutter

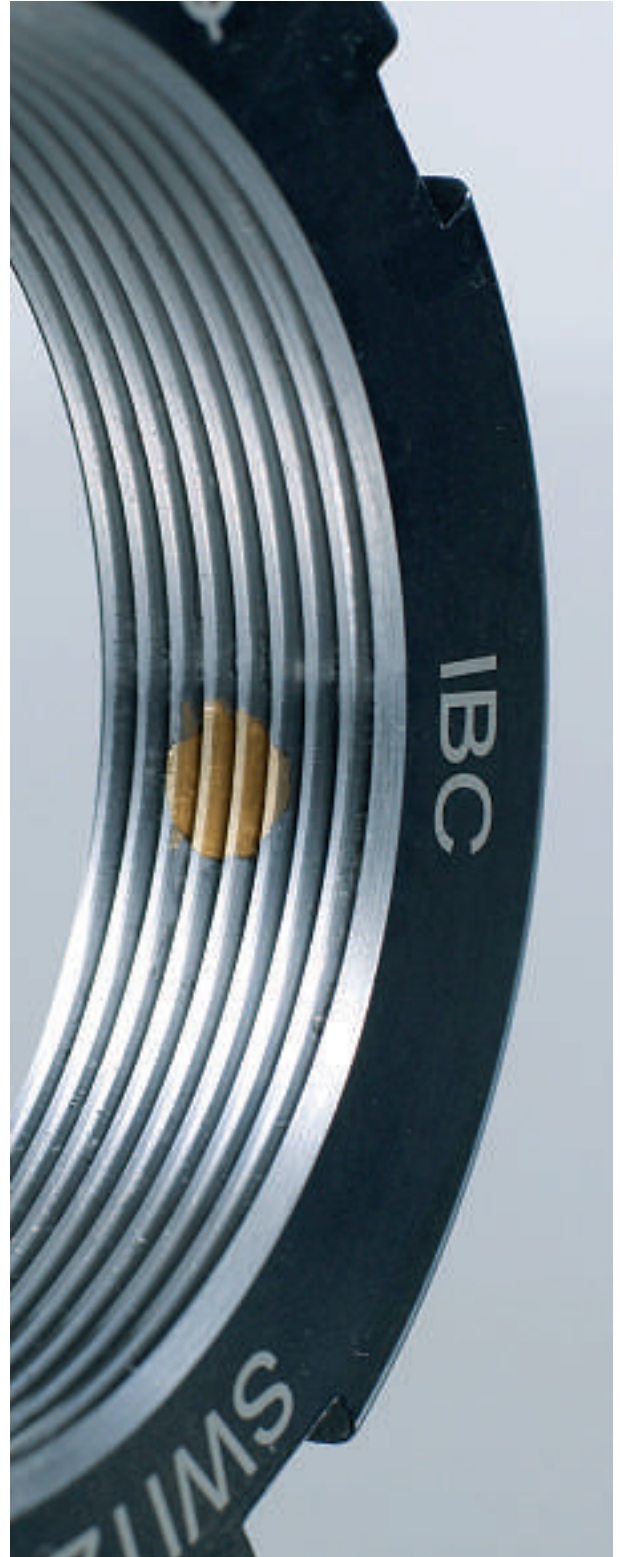


Bild 7.3: IBC Präzisions-Spannmutter der Baureihe MMR



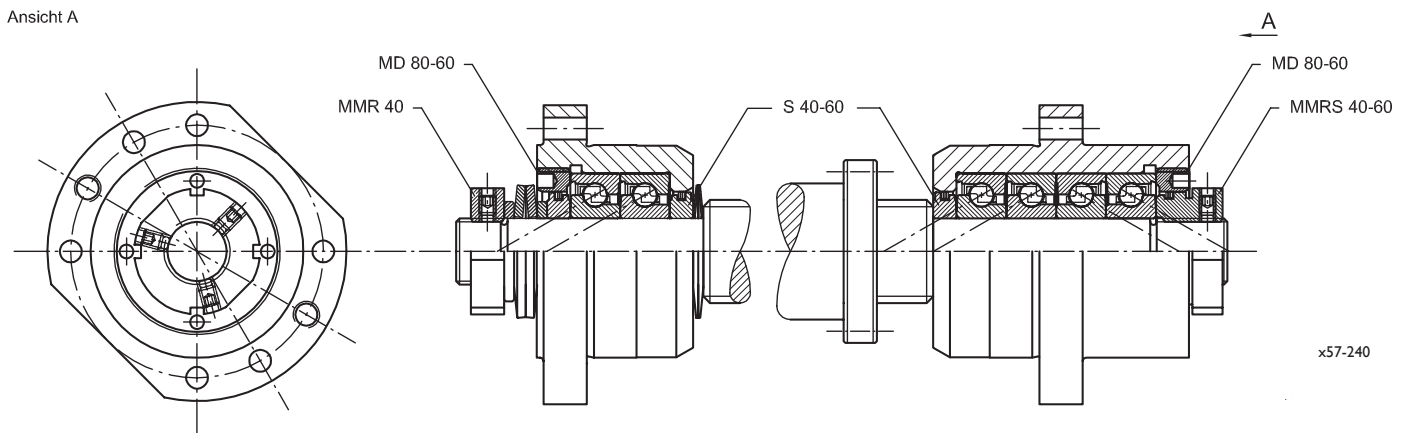


Bild 7.4: Beidseitig gelagerter Kugelgewindtrieb, federvorgespannt, mit Labyrinth-Dichtungen und sicherbaren Präzisions-Spannmuttern

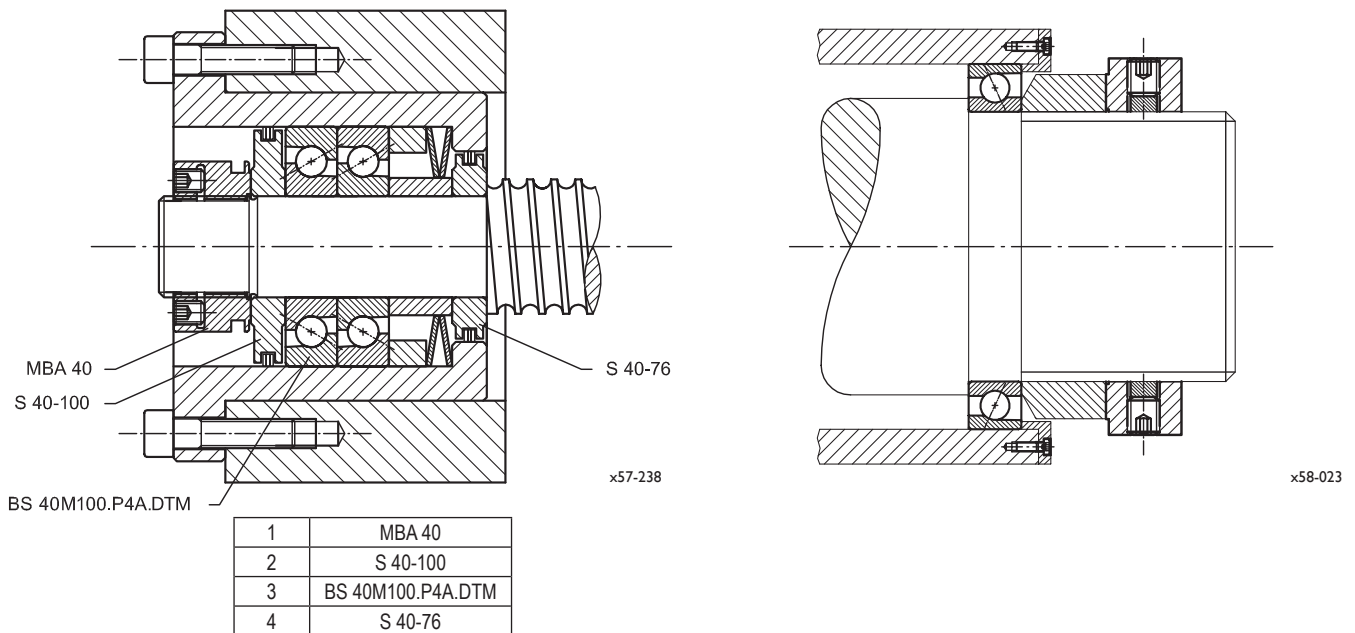


Bild 7.5: Abdichtung einer federvorgespannten Loslagerung an einem Kugelgewindtrieb mit zwei Labyrinth-Dichtungen der Serie S

Bild 7.6: Vorspannen eines Spindellagers mit kleinem Querschnitt über eine Zwischenhülse aufgrund der bestehenden Platzverhältnisse

## 8. IBC Präzisions-Spannmuttern und Labyrinth-Dichtungen mit ATCoat-Beschichtung



Bild 8.1: ATCoat-beschichtete Präzisions-Spannmutter der Baureihe MMR

### ATCoat-beschichtete Präzisions-Spannmuttern und Labyrinth-Dichtungen

Die Materialoberfläche von Maschinenelementen trägt in immer größerem Umfang zur Leistungsfähigkeit von Maschinen, Aggregaten und Anlagen bei. Äußere Einflüsse verändern sehr häufig die Oberflächenbeschaffenheit von Materialien oder greifen diese an.

Die ATCoat-Dünnchrombeschichtung schützt Oberflächen vor äußeren Umwelteinflüssen und ermöglicht somit eine Gebrauchsdauererhöhung der Präzisions-Spannmuttern und Labyrinth-Dichtungen sowie eine Standzeitverlängerung von Maschinen und Anlagen.

Diese Vorteile sind verbunden mit einer effektiven Materialnutzung und Energieeinsparung.

Die ATCoat-Beschichtung besteht aus über 98% reinem Chrom. Sie ist eine extrem harte (72 - 78 HRC), rissfreie, festhaftende, kuppenförmige, präzise, sehr dünne und hochreine Chrombeschichtung, die auf unseren Präzisions-Spannmuttern und Labyrinth-Dichtungen in einem galvanischen Verfahren aufgebracht wird, siehe Bild 8.2.

Die Prozesstemperatur beim Beschichten liegt unter 80 °C, so dass das Gefüge des Grundwerkstoffs nicht verändert wird. Durch die rissfreie und kuppenförmige ATCoat-Beschichtung wird eine besonders gute Korrosionsbeständigkeit, im Vergleich zu herkömmlichen Verchromungen, erreicht.

Zudem ist die Benetzbarkeit von Chrom gering, wodurch die Korrosionsbeständigkeit zusätzlich gesteigert wird, da wässrige Medien von der Oberfläche abgewiesen werden.

Die optimalen Schichtstärken liegen zwischen 2 und 4 µm, je nach Anforderung der korrosiv oder abrasiv belasteten Maschinenelemente. Dabei werden die Gewindeflanken der Präzisions-Spannmuttern und die Nut der Präzisions-Dichtung auslaufend beschichtet.

Die ATCoat-Beschichtung bietet neben einem sehr guten Korrosionsschutz einen sehr guten Verschleißschutz und ist überrollfähig. Diese Schichteigenschaften ermöglichen den Einsatz der ATCoat-Beschichtung im Wälzlagerbereich für kritische Anwendungen. Weitere Informationen zu ATCoat-beschichteten Wälzlagern entnehmen Sie bitte unserer Druckschrift **IBC Wälzlager mit ATCoat-Beschichtung TI-I-5011.2**.

Durch ATCoat-beschichtete Spannmuttern (AC-...) und Labyrinth-Dichtungen wird ein Standardmaschinenbauelement in eine korrosionsgeschützte Ausführung überführt.

Somit entfällt der Einsatz von kostenintensiven Sonderwerkstoffen inklusive einer Sonderfertigung.

Die ATCoat-Beschichtung von Präzisions-Spannmuttern und Labyrinth-Dichtungen wird im Besonderen in der Lebensmittel- und chemischen Industrie eingesetzt, in deren Anwendungen diese Maschinenelemente durch korrosive oder aggressive Medien beaufschlagt werden.

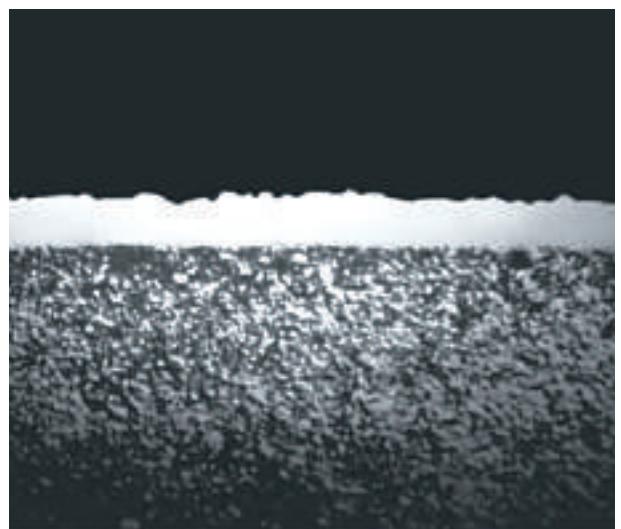
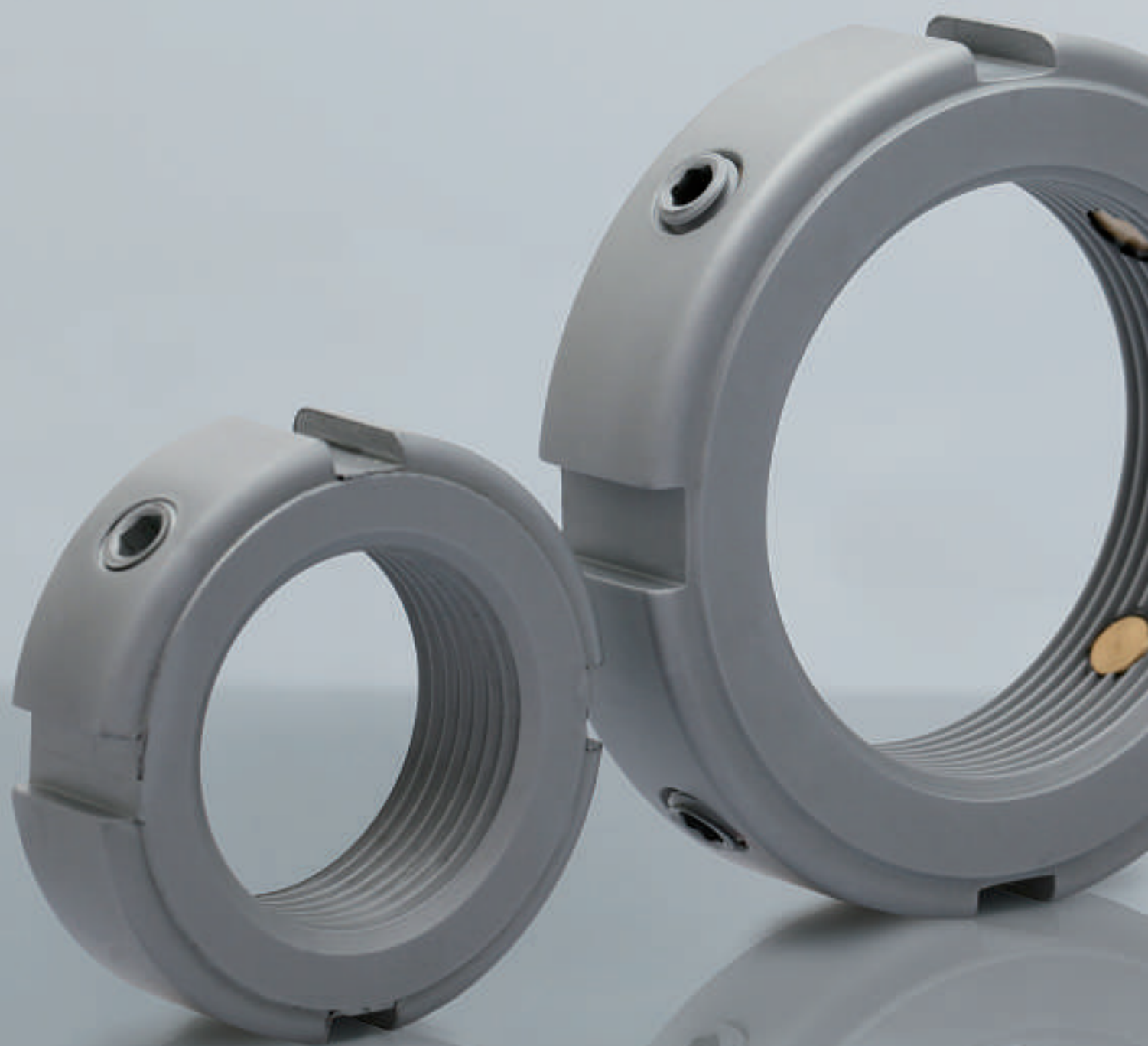
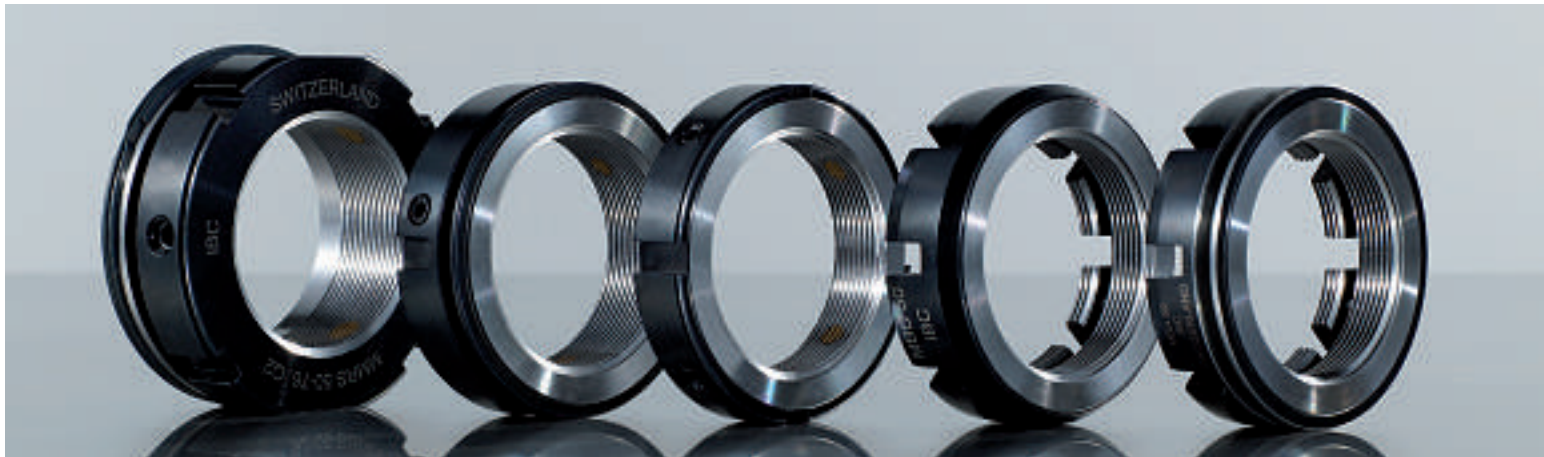


Bild 8.2: Querschnitt der ATCoat-Beschichtung





## **IBC WÄRLZLAGER GMBH**

### **INDUSTRIAL BEARINGS AND COMPONENTS**

POSTFACH 1825 · 35528 WETZLAR (GERMANY)

Tel: +49/64 41/95 53-02  
Fax: +49/64 41/5 30 15



Industriegebiet Oberbiel  
D-35606 Solms-Oberbiel

e-mail: [ibc@ibc-waelzlager.com](mailto:ibc@ibc-waelzlager.com)

<http://www.ibc-waelzlager.com>

## **IBC INDUSTRIAL BEARINGS**

### **AND COMPONENTS AG**

Tel: +41/32/6 52 83 53  
Fax: +41/32/6 52 83 58



Gibelstrasse 43  
CH-2540 Grenchen

e-mail: [ibc@ibcag.ch](mailto:ibc@ibcag.ch)

<http://www.ibc-waelzlager.com>