

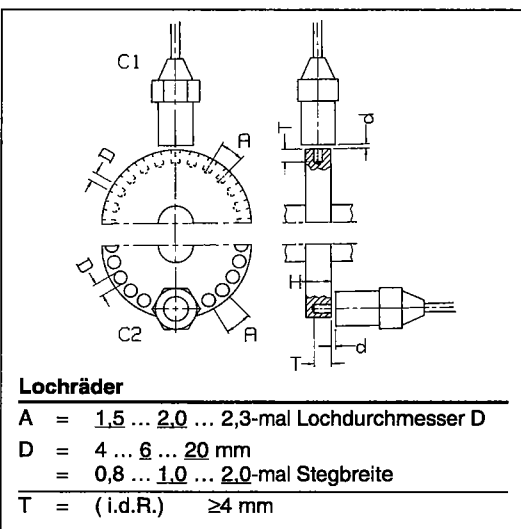
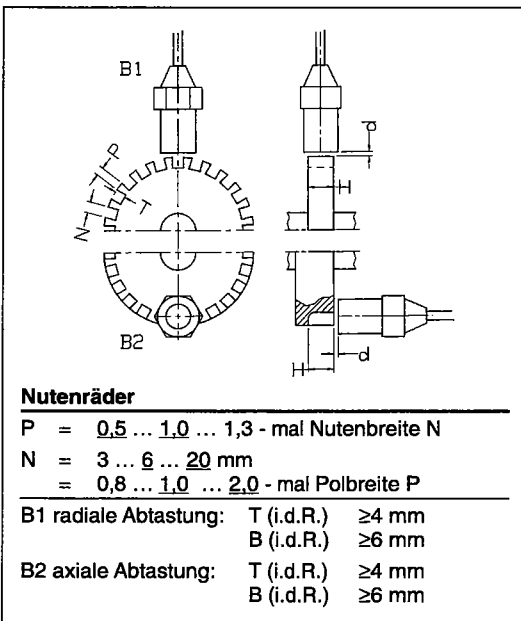
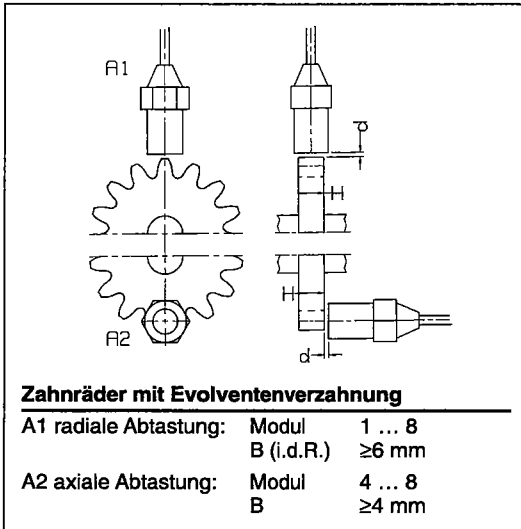
Für die Signalerzeugung bei berührungslos arbeitenden Sensoren ist ein auf der Messwelle angeordnetes Polrad erforderlich. Dafür eignet sich ein zumeist schon vorhandenes Zahnrad oder dann fallweise speziell gefertigte Zahn-, Nuten- oder Lochräder.

Für extrem grosse Wellendurchmesser können als preisgünstige Alternative auch Polbänder aufgespannt werden (siehe nächsten Abschnitt).

Oftmals können auch bestehende Maschinenteile wie Kupplungen, Flansche oder Wellen durch Anbringen von Nuten, Bohrungen, Stiften o.ä. als Polrad ausgebildet werden. Dabei sind die Hinweise auf die Polradgeometrie zu beachten.

ALLGEMEINES





Polradabtastung

Diese erfolgt in der Regel durch radial angeordnete Sensoren, in seltenen Fällen auch mit axialer Ausrichtung. Bei der Festlegung des Polrad/Sensor-Abstandes sind unbedingt alle Einbau-Toleranzen zu beachten. Bei axialer Abtastung ist auch das oftmals erhebliche axiale Wellenspiel zu berücksichtigen.

Um während einer Umdrehung des Polrades ein möglichst konstantes Tastverhältnis beim Sensorsignal zu erzielen, sollte der Polrad/Sensor-Abstand möglichst klein gewählt werden.

Material

Sensoren, deren Abtastprinzip auf Magnetfluss-Änderungen beruhen, benötigen ein Polrad aus ferromagnetischem Material (Eisen, Baustahl, Grauguss usw.). Rostfreie Stähle und Legierungen mit 8% CrNi sind nicht geeignet. Für gewisse Anwendungsfälle (u.a. in Turboladern oder zur Abtastung bei grösseren Polrad/Sensor-Abständen) werden auch Polräder mit eingesetzten Permanentmagneten verwendet.

HF-Sensoren (Induktiv-Sensoren) erfordern ein Polrad aus einem beliebigen metallischen Werkstoff.

Geometrie des abzutastenden Objekts

Für eine optimale Signalerzeugung sind vorzugsweise Polräder mit einer Evolventen-Verzahnung vorzusehen, es können aber auch Räder mit Nuten oder mit Löchern abgetastet werden. Ebenso lassen sich auch Ausbuchtungen (Polbänder), Bolzen oder Schraubenköpfe abtasten. Dabei muss sichergestellt sein, dass die Abstände dieser Erhebungen zum Sensor an einem Polrad alle gleich gross sind. Für eine einwandfreie Abtastung ist zu empfehlen:

- Rundlauf und Schlag möglichst gering zu halten (<0,2 mm bzw. <20% des Polrad/Sensor-Abstandes).
- Bohrungen bzw. Nuten mit Abmessungen und Rand-Abstand (Polbreite) innerhalb den in den nebenstehenden Zeichnungen angegebenen Grenzen vorzusehen (Vorzugswerte sind durch Unterstreichen markiert).
- Bohrungen (Nuten) mit einer Tiefe entsprechend den in den nebenstehenden Zeichnungen angegebenen Grenzen oder entsprechend der Kopfhöhe beim spezifizierten Zahnmodul ausführen.

Geometrische Beziehungen bei Scheibenpolrädern

Bei Polrädern mit Evolventen-Verzahnung gelten die folgenden Beziehungen:

$$\begin{aligned} \text{Teilkreis-Umfang} \\ U_0 \text{ (mm)} &= \pi \cdot d_0 \text{ (mm)} \end{aligned}$$

mit der Festlegung

$$\begin{aligned} \text{von Teilung} \\ p \text{ (mm)} &= \text{Teilkreis-Bogenlänge von} \\ &\text{Zahnmitte zu Zahnmitte} \end{aligned}$$

$$\text{und Polzahl} = Z$$

wird

$$\begin{aligned} \text{Teilkreis-Umfang} \\ U_0 \text{ (mm)} &= Z \cdot p \text{ (mm)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Teilkreis-} \\ \text{Durchmesser} \\ d_0 \text{ (mm)} &= Z \cdot p \text{ (mm)} / \pi \end{aligned}$$

mit der Festlegung von

$$\text{Modul (mm)} = p / \pi$$

wird

$$\begin{aligned} \text{Teilkreis-} \\ \text{Durchmesser} \\ d_0 \text{ (mm)} &= Z \cdot \text{Modul (mm)} \end{aligned}$$

Bei Normzahnradern mit Evolventenverzahnung ist aus Gründen einer optimalen Leistungsübertragung im Getriebe der Kopfkreis-Durchmesser folgendermassen festgelegt:

$$\begin{aligned} \text{Kopfkreis-} \\ \text{Durchmesser} \\ d_k \text{ (mm)} &= \text{Teilkreis-Durchmesser} \\ &+ 2 \cdot \text{Modul (mm)} \\ &= (Z + 2) \cdot \text{Modul (mm)} \end{aligned}$$

Daraus folgt:

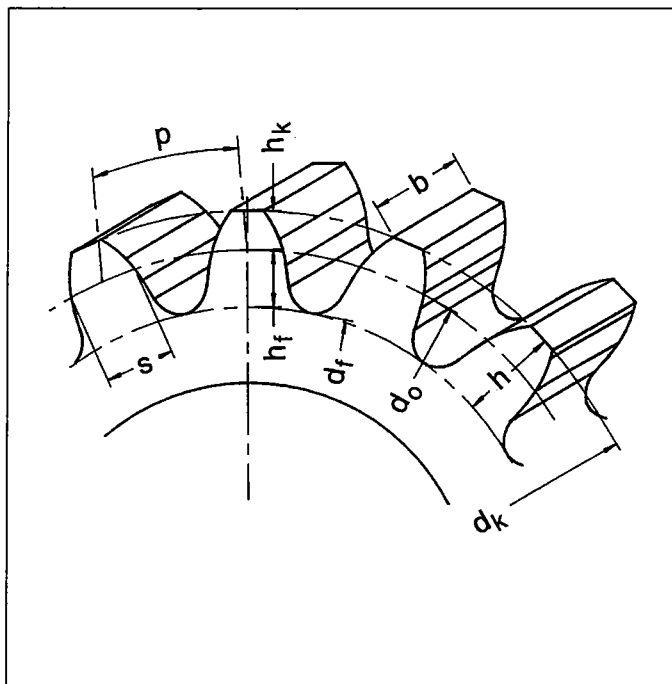
$$\text{Modul (mm)} = \underline{d_k / (Z + 2)}$$

Auszug aus der Standard-Modulreihe nach DIN 780:

... 0,3; 0,35; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0; 1,25; 1,5; 1,75; 2,0; 2,25; 2,5; 2,75; 3,0; 3,25; 3,5; 3,75; 4,0; 4,5; 5,0; 6,0; 7,0; 8,0 ...

Im Englischen Sprachraum wird das Zahnrad meistens durch die Kenngrösse „Pitch“ spezifiziert:

$$\begin{aligned} \text{Pitch (inch)} &= (Z + 2) / d_k \text{ (inch)} \\ &= (Z + 2) \cdot 25,4 / d_k \text{ (mm)} \\ &= \underline{25,4 / \text{Modul (mm)}} \end{aligned}$$



- d_0 = Teilkreis-Durchmesser
- d_k = Kopfkreis-Durchmesser
- d_f = Fusskreis-Durchmesser
- p = Teilung auf dem Teilkreis-Umfang
- Z = Polzahl resp. Zähnezahl
- m = Modul
- h = Zahn-Höhe
- h_f = Fuss-Höhe
- h_k = Kopf-Höhe
- b = Zahn-Breite
- s = Zahn-Dicke

Zwischen den verschiedenen geometrischen Kenngrössen gelten beim Zahnrad die folgenden Beziehungen:

$$m = \frac{t}{\pi} = \frac{d_0}{Z} = \frac{d_k}{Z+2}$$

In Zahnradgetrieben berühren sich i.d.R. die Teilkreise von in Eingriff stehenden Zahnradern. Damit der Zahnrad-Kopf den Lücken-Fuss des benachbarten Zahnrades nicht berührt (Toleranzen!) wird der Fusskreis-Durchmesser etwas kleiner als

$$d_0 - 2 \cdot m \quad \text{bzw.} \quad d_k - 4 \cdot m \quad \text{gemacht:}$$

Die Zahnhöhe wird statt

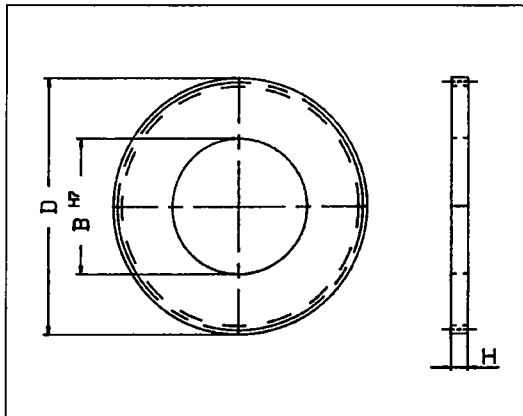
$$M \cdot 2 \quad \text{zu} \quad M \cdot (2 + 1/6) \quad \text{festgelegt.}$$

Damit wird:

$$h = h_k + h_f$$

$$\text{mit } h_k = m$$

$$\text{und } h_f = m \cdot 7/6$$



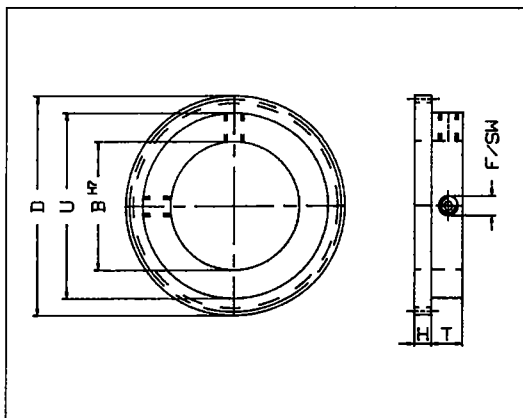
Scheibenpolräder ohne Nabe, einteilig, Typenreihe FTP 520

- P = Polzahl
- M = Modul
- D = Aussendurchmesser
- H = Zahnbreite
- B_N = Normalmasse der Zentrumsbohrung (Toleranz H7)
- B... = Spezialbohrungsbereich

Alle Massangaben in mm.

Typ	Art.-Nr.	P	M	D	H	B _N	B...	[kg]
FTP 521/30	306F-61549	30	1	32	10	10	10... 20	auf Anfrage
FTP 521/60	306F-61550	60	1	62	10	10	10... 45	0,20
FTP 521/120	306F-61551	120	1	122	10	10	10... 100	0,90
FTP 521/180	306F-61552	180	1	182	10	10	10... 150	auf Anfrage
FTP 521/240	306F-61553	240	1	242	10	10	10... 200	auf Anfrage
FTP 522/15	306F-61554	15	2	34	15	15	15... 20	0,06
FTP 522/30	306F-61555	30	2	64	15	15	15... 45	0,30
FTP 522/60	306F-61556	60	2	124	15	15	15... 100	1,30
FTP 522/90	306F-61557	90	2	184	15	15	15... 150	3,00
FTP 522/120	306F-61558	120	2	244	15	15	15... 200	5,20
FTP524/15	306F-61559	15	4	68	20	20	20... 40	auf Anfrage
FTP524/30	306F-61560	30	4	128	20	20	20... 90	auf Anfrage
FTP524/45	306F-61561	45	4	188	20	20	20... 145	auf Anfrage
FTP524/60	306F-61562	60	4	248	20	20	20... 200	auf Anfrage

Zusätzliche Befestigungslöcher auf Anfrage.



Scheibenpolräder mit Nabe, einteilig, Typenreihe FTP 530

- P = Polzahl
- M = Modul
- D = Aussendurchmesser
- H = Zahnbreite
- U = Nabendurchmesser
- T = Nabenbreite
- B_N = Normalmasse der Zentrumsbohrung (Toleranz H7)
- B... = Spezialbohrungsbereich
- F = Gewinde
- SW = Schlüsselweite des Sechskant-Stiftschlüssels für die Festigungsschrauben

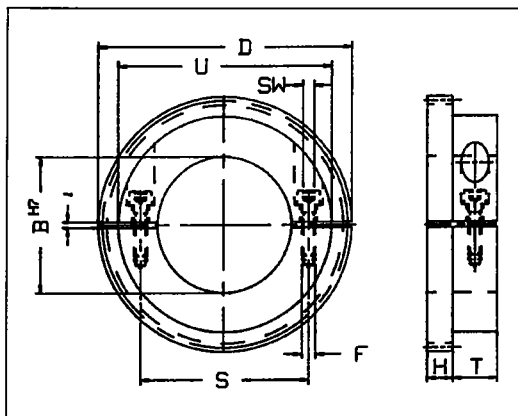
Alle Massangaben in mm.

Typ	Art.-Nr.	P	M	D	H	U	T	B _N	B...	F	SW	[kg]
FTP 531/30	306G-61563	30	1	32	10	24	10	10	10... 16	M3	1,5	auf Anfrage
FTP 531/60	306G-61564	60	1	62	10	48	15	10	10... 36	M5	2,5	0,40
FTP 531/120	306G-61565	120	1	122	10	108	20	10	10... 88	M8	4,0	2,30
FTP 531/180	306G-61566	180	1	182	10	168	25	10	10... 140	M10	5,0	auf Anfrage
FTP 531/240	306G-61567	240	1	242	10	228	30	10	10... 190	M12	6,0	auf Anfrage
FTP 532/15	306G-61568	15	2	34	15	24	10	15	15... 16	M3	1,5	0,08
FTP 532/30	306G-61569	30	2	64	15	48	15	15	15... 36	M5	2,5	0,50
FTP 532/60	306G-61570	60	2	124	15	108	20	15	15... 88	M8	4,0	2,70
FTP 532/90	306G-61571	90	2	184	15	168	25	15	15... 140	M10	5,0	7,20
FTP 532/120	306G-61572	120	2	244	15	228	30	15	15... 190	M12	6,0	14,60
FTP 534/15	306G-61573	15	4	68	20	48	15	20	20... 36	M5	2,5	auf Anfrage
FTP 534/30	306G-61574	30	4	128	20	108	20	20	20... 88	M8	4,0	auf Anfrage
FTP 534/45	306G-61575	45	4	188	20	168	25	20	20... 140	M10	5,0	auf Anfrage
FTP 534/60	306G-61576	60	4	248	20	228	30	20	20... 190	M12	6,0	auf Anfrage

Scheibenpolräder mit Nabe, zweiteilig, Typenreihe FTP 540

- P = Polzahl
- M = Modul
- D = Aussendurchmesser
- H = Zahnbreite
- U = Nabendurchmesser
- T = Nabenbreite
- B = Spezialbohrungsbereich
- F = Gewinde
- SW = Schlüsselweite des Sechskant-Stiftschlüssels für die Festigungsschrauben

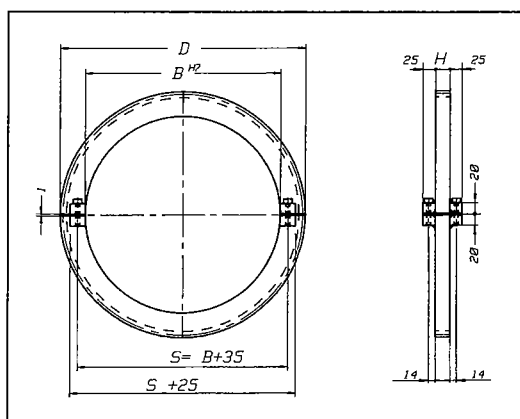
Alle Massangaben in mm.



Typ	Art.-Nr.	P	M	D	H	U	T	B...	F	SW [kg]
FTP 541/120	306H-61579	120	1	122	10	108	20	10...70	M8	6 auf Anfrage
FTP 541/180	306H-61580	180	1	182	10	168	25	10...120	M10	8 auf Anfrage
FTP 541/240	306H-61581	240	1	242	10	228	30	10...170	M12	10 auf Anfrage
FTP 542/60	306H-61582	60	2	124	15	108	20	15...70	M8	6 2,7
FTP 542/90	306H-61583	90	2	184	15	168	25	15...120	M10	8 7,2
FTP 542/120	306H-61584	120	2	244	15	228	30	15...170	M12	10 14,6
FTP 544/30	306H-61585	30	4	128	20	108	20	20...70	M8	6 3,1
FTP 544/45	306H-61586	45	4	188	20	168	25	20...120	M10	8 8,1
FTP 544/60	306H-61587	60	4	248	20	228	30	20...170	M12	10 16,4

Scheibenpolrad, zweiteilig, Typenreihe FTP 540, Flanschtyp

Typ	Art.-Nr.	Modul
FTP 540/Flanschtyp	306N-63972	1,0
FTP 540/Flanschtyp	306N-63973	2,0
FTP 540/Flanschtyp	306N-63974	3,0
FTP 540/Flanschtyp	306N-63975	4,0
FTP 540/Flanschtyp	306N-63976	2,5
FTP 540/Flanschtyp	306N-63977	5,0

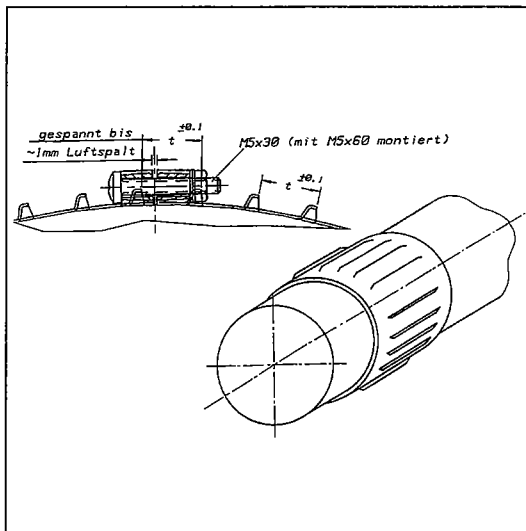


Bestellangaben

Typenbezeichnung,
Wellendurchmesser mit exaktem Mass.

Andere Dimensionen

auf Anfrage.



Polband auf Welle

Bei extrem grossem Wellendurchmesser bewährt sich für die Signalerzeugung durch berührungslos arbeitende Sensoren ein auf der Messwelle aufgespanntes Polband. Dies ist eine kostengünstige Alternative zu einem über-grossen Polrad.

Abtastung

Diese erfolgt an einem Polband immer durch radial angeordnete Sensoren. Bei der Festlegung des Polband/Sensor-Abstandes sind unbedingt alle Einbau-Toleranzen zu beachten, insbesondere auch das bei grossen Wellen oftmals erhebliche axiale Spiel

Um während einer Umdrehung des Polrades ein möglichst konstantes Tastverhältnis beim Sensorsignal zu erzielen, sollte der Polband/Sensor-Abstand möglichst klein gewählt werden.

Material

Die hier vorgestellten Polbänder bestehen aus ferromagnetischem Material (Stahlband Ust 1304-m).

Geometrie des abzutastenden Objekts

Für eine optimale Signalerzeugung sind vorzugsweise Polräder mit Buckel, ausgestanzten Schlitzen oder hochgebogenen Lamellen vorzusehen. Dabei muss sichergestellt sein, dass die Abstände der Erhebungen zum Sensor alle gleich gross sind. Damit die Vorspannung des Polbandes erhalten bleibt, wird jedes Polband bezüglich seiner Länge und der Pol-Teilung so gefertigt, dass es etwas kürzer ist als der Wellenumfang. Der Wellendurchmesser muss deshalb bei der Bestellung für jedes Polband genau spezifiziert werden.

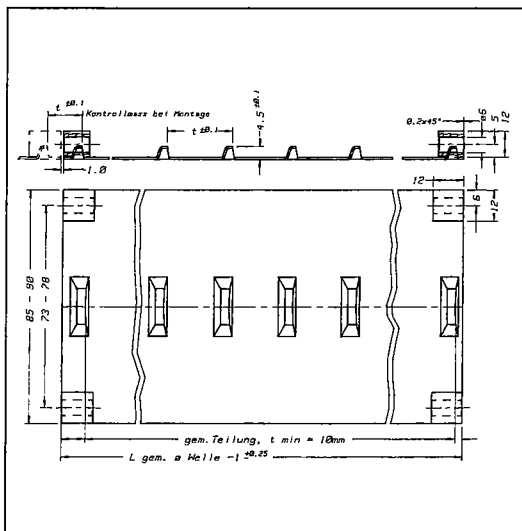
Für eine einwandfreie Abtastung ist zu empfehlen:

- Rundlauf und Schlag möglichst gering halten (< 20% der Breite der Erhebungen).
- Sensor möglichst gut zentriert über der Mitte der Erhebungen anordnen.
- Polband muss auf dem ganzen Umfang, insbesondere auch mit den beiden Enden gut auf der Welle anliegen.
- Nach dem Festschrauben des Polbandes muss die Pol-Teilung über der Trennstelle mit der spezifizierten Teilung genau übereinstimmen.

Polbänder Typenreihe FTP 552

Polband Modul > 3
mit Buckeln
für Wellendurchmesser > 600 mm

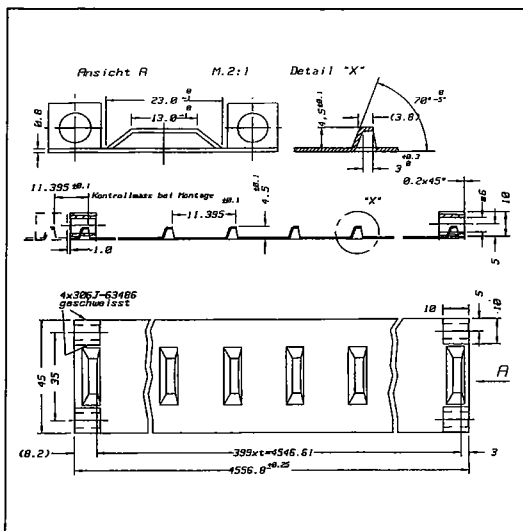
Art.-Nr. 306J-72683
Alte Form 306J-72491



Polbänder Typenreihe FTP 551

Polband Modul > 3
mit hochgebogenen Buckel
für Wellendurchmesser > 200 mm
und enge Platzverhältnisse

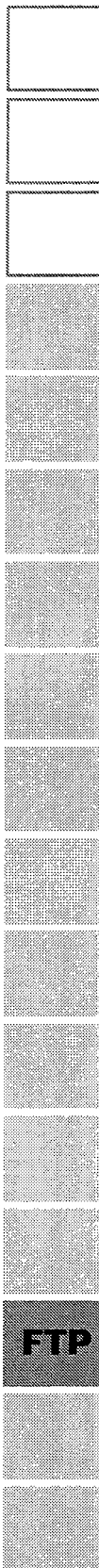
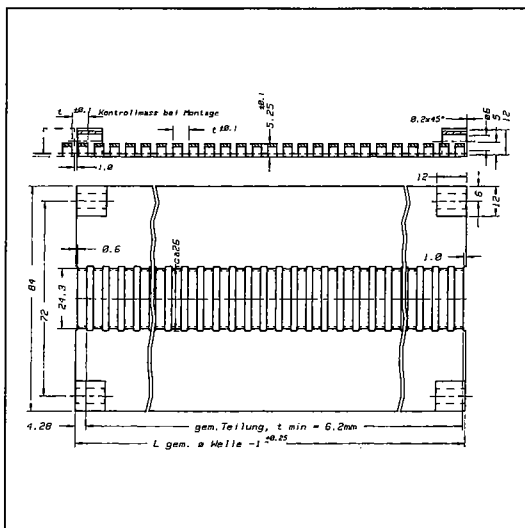
Art.-Nr. 306L-72492



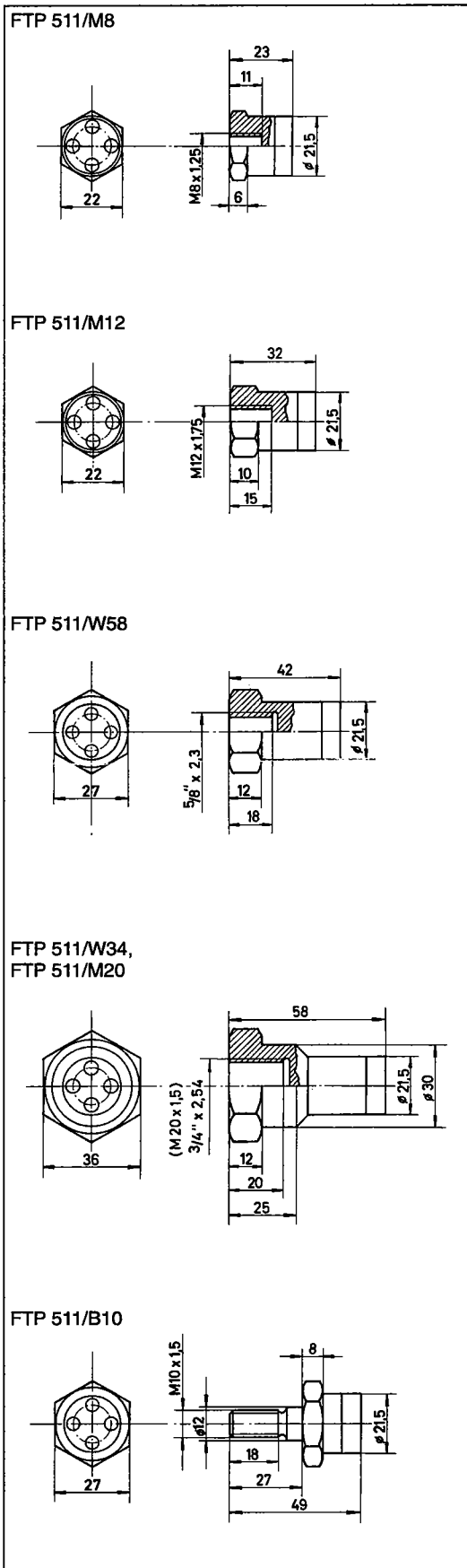
Polbänder Typenreihe FTP 553

Polband Modul > 2
mit hochgebogenen Lamellen
für Wellendurchmesser > 200 mm
(Creepdetektor)

Art.-Nr. 306M-72726



FTP



Polräder Typenreihe FTP 511

Werkstoffe

Anticorodal, schwarz eloxiert,
(nur bei Typ FTP 511/B10 rostfreier Stahl)

Anordnung und Zahl der Pole

Stirnseitig, 4

Anbau

Koaxial mit Turboladerwelle verschraubt

Drehzahlbereiche

Kleinst: 0...9000 U/min
Grösst: 0...60000 U/min

Typ	Art.-Nr.	Gewinde	Gewicht [g]
FTP 511/M8	306A-71570	M8x1,25	23
FTP 511/M12	306A-71571	M12x1,75	27
FTP 511/W58	306A-71572	5/8"x2,3	43
FTP 511/W34	306A-71573	3/4"x2,54	81
FTP 511/M20	306A-71575	M20x1,5	81
FTP 511/B10	306A-71574	M10x1,5	84

Polräder für Turbolader

Typreihe FTP 511

Turboladertyp	Merkmal	Polrad	Sensor
RR150, 180, 212	TC mit Filterschalldämpfer oder Saugstutzen	—	FTG 232 A od. S
VTC 214, 254, 304	TC mit Filterschalldämpfern oder Saugstutzen	—	FTG 232 A od. S
VTC 214, 254, 304	—	—	FTG 233 A od. S
VTR 160	Lagertyp WE, WF Lagertyp WE, WP	FTP 511/M12 —	FTG 103 FTG 233 A od. S
VTR 161	Lagertyp WP Lagertyp WE	— —	FTG 233 A od. S FTG 233 A od. S
VTR 200	Lagertyp WE Lagertyp WE, WP	FTP 511/W58 —	FTG 103 FTG 233 A od. S
VTR 201	Lagertyp WP	—	FTG 233 A od. S
VTR 250	Lagertyp WE, WF Lagertyp WE, WP	FTP511/W34 —	FTG 103 FTG 233 A od. S
VTR 251	Lagertyp WP	—	FTG 233 A od. S
VTR 320	Lagertyp WE, GF Lagertyp WF Lagertyp WF G2F Lagertyp WE, WP	FTP 511/W34 FTP 511/W34 FTP 511/W34 —	FTG 103 FTG 103 FTG 104 FTG 233 A od. S
VTR 321	Lagertyp WP	—	FTG 233 A od. S
VTR 400	Lagertyp WE, WZ, WF, GF Lagertyp WE, WF, G2F	FTP 511/M8 FTP 511/M8	FTG 103 FTG 104
VTR 401	Lagertyp WZ, WF, G2F	FTP 511/M8	FTG 104
VTR 500	Lagertyp WE, WZ, WF, GF, GF1 Lagertyp WZ, WZ6, WF, G2F	FTP 511/M8 FTP 511/M8	FTG 103 FTG 104
VTR 501	Lagertyp WZ, WZ5, WZ6, WF, G2F	FTP 511/M8	FTG 104
VTR 630	Lagertyp WE, WZ, WF, GF, GF1 Lagertyp WF, G2F	FTP 511/M12 FTP 511/M12	FTG 103 FTG 104
VTR 631	Lagertyp WE, WZ, WZ5, WF, GF1 Lagertyp WF, G2F	FTP 511/M12 FTP 511/M12	FTG 103 FTG 104
VTR 750	Lagertyp WE, WZ, WF, GF Lagertyp WZ5, WZ6, WF, G2F	FTP 511/M12 FTP 511/M12	FTG 103 FTG 104
VTR 751	Lagertyp WZ Lagertyp WZ5, WZ6, WF, G2F	FTP 511/M12 FTP 511/M12	FTG 103 FTG 104
VTR 900	Lagertyp GF	FTP 511/B10	FTG 104
VTR 184, 214, 254, 304, 354	—	—	FTG 233 A od. S
VTR 304, 354	PE2, LS2	FTP 511/M8	FTG 104
VTR 454, 564	—	FTP 511/M8	FTG 104
VTR 714	—	FTP 511/M12	FTG 104

FTP