

## **Toleranzen:**

Maß-, Form- und Lagertoleranzen nach DIN 620

- Toleranzklasse: PN
- Tragzahlfaktoren: C = dyn. Tragzahl ISO 281/1  
Co = stat. Tragzahl ISO 76

## **Werkstoffe:**

Wälzkörper und Lagerringe werden aus hochwertigem Chromstahl mit hohem Reinheitsgrad hergestellt.

- Außenringe: 16 NiCr4  
Härte 62 +/- 2 HRC
- Wälzkörper: 100 Cr6  
Härte 62 +/- 1 HRC
- Innenringe: 100 Cr6  
Härte 62 +/- 2 HRC
- Anschweißbolzen: Fe 52 C

## **Schweißempfehlung:**

**für das Einschweißen von Rollenbolzen und unseres Stahls 18MnNb6**

Normaldraht G4Si1  
Drahtstärke 1,0 mm / 1,2 mm  
Mit wenig Wärmeeinbringung

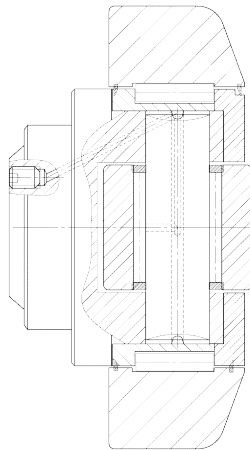
**für das Einschweißen von Rollenbolzen und unseres Stahls 25MnV5 mod.**

Normaldraht G4Si1  
Drahtstärke 1,2 mm  
Mit wenig Wärmeeinbringung

## Wälzlagerabdichtung:

Betriebssicherheit und Gebrauchsdauer jeder Wälzlagerung hängen wesentlich von der Wirksamkeit der Abdichtung, sowohl gegen das Eindringen von Fremdkörpern und Feuchtigkeit, als auch den Verlust des Schmierstoffes ab.

mit Schmierbohrung



▶▶▶ Schrauben mit Schraubensicherungsmittel einsetzen ◀◀◀

## Schmierfettgebrauchsdauer:

In Fällen, in denen nicht nachgeschmiert werden kann, z.B. bei lebensdauerabgedichteten Rollen, ist die Schmierfettgebrauchsdauer relevant. Die Erfahrung unserer **FSG** Rollen im Einsatz zeigt, dass die Schmierfettgebrauchsdauer weit über den üblichen Richtwerten liegt.

Die Einsatztemperatur für die **FSG**-Rollen beträgt - 20 bis + 100°C.

Für höhere Temperaturen bis + 250°C Dauergebrauchstemperatur können wir Rollen mit Sonderbefettung liefern. Dasselbe gilt für Temperaturen bis – 50°C.

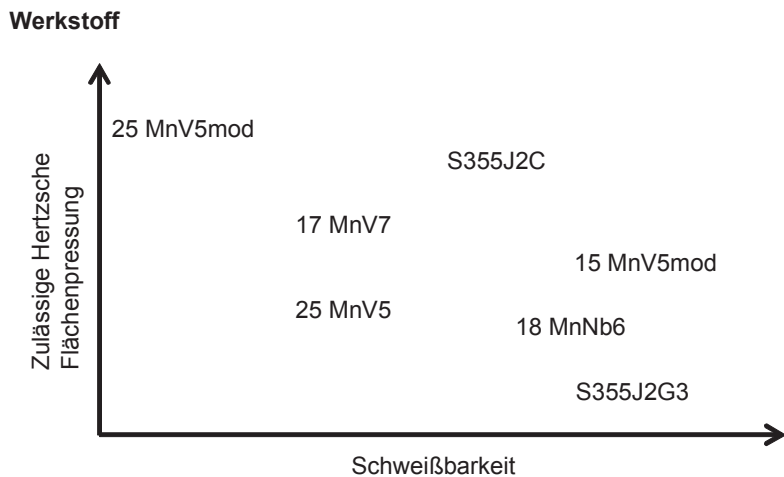
Die Rollen sind mit Schmierfett Grad 3 erstbefettet. Erfahrungsgemäß haben **FSG** Rollen eine Schmierfettgebrauchsdauer von ca. 10 Jahren. Danach ist ein Austauschen der Rolle sinnvoll.

Unter der Voraussetzung, dass die Rolle am Ende der Fettgebrauchsdauer noch betriebsfähig ist, kann sie gereinigt und mit der Erstbefettungsmenge neu befettet werden.

Nachschmierbare Rollen bei normalen Bedingungen -keine besondere Luftverschmutzung/Dämpfe/Säuren oder Meerwasser etc.- nach ca. 1 000 Betriebsstunden nachfetten. Rollen die wenig in Bewegung sind, nach ca. 2 000 Betriebsstunden nachfetten.

▶▶▶ Rollen mit anderen Schmierstoffen können auf Anfrage und bei wirtschaftlichen Stückzahlen gefertigt werden ◀◀◀

## Zulässige Flächenpressung zwischen Laufrolle und Profil Für den Einsatz bei „Gabelstapler“-Anwendung

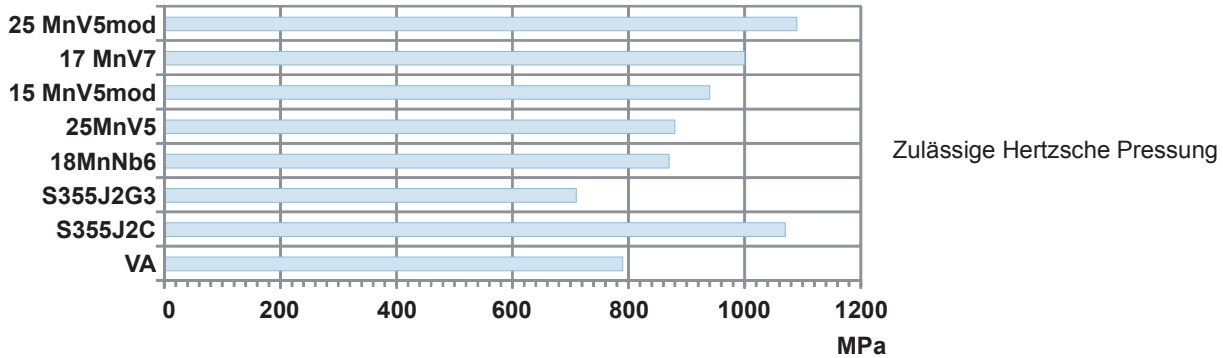


Werkstoff	Mindeststreckgrenze	Mindesthärte	zul. Hertzische Flächenpr. entkohlungs-frei	Mindestoberflächenhärte entkohlungs-frei induktiv gehärtet	Mindestzähigkeit KV bei 0°C	A <sub>c3</sub> Temperatur	C	Mn	V	CEV
	MPa	HB	MPa	Hv	J	C°	%	%	%	%
25 MnV5mod	550	210	1100	520	27	825	0,28	1,60	0,10	≤0,66
17 MnV7	500	190	1000	430	40	850	0,18	1,60	0,12	≤0,60
25 MnV5	440	180	880	500	27	825	0,26	1,30	0,08	≤0,60
S355J2C	540	170	1070	370	12	875	0,15	1,45	--	≤0,45
15 MnV5mod	470	163	940	410	40	850	0,15	1,25	0,08	≤0,45
18MnNb6	430	160	900	370	40	870	0,12	1,50	0,05	≤0,49
S355J2G3	355	145	710	360	50	875	0,11	1,40	0,05	≤0,45

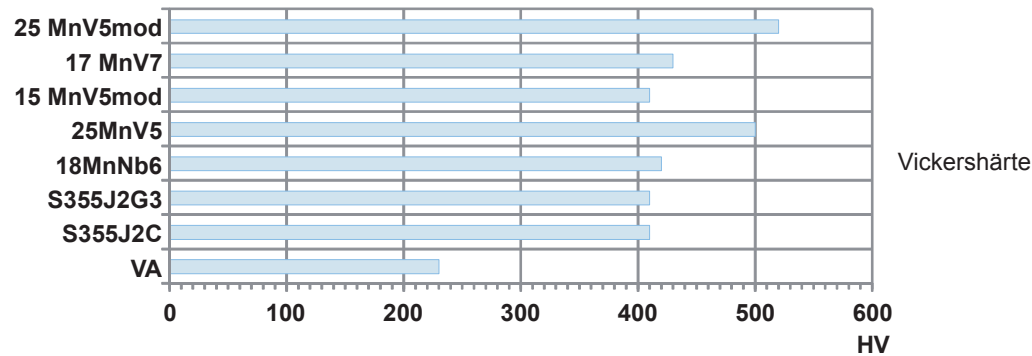
## Werkstoffvergleich

### Hinsichtlich der mechanischen Eigenschaften

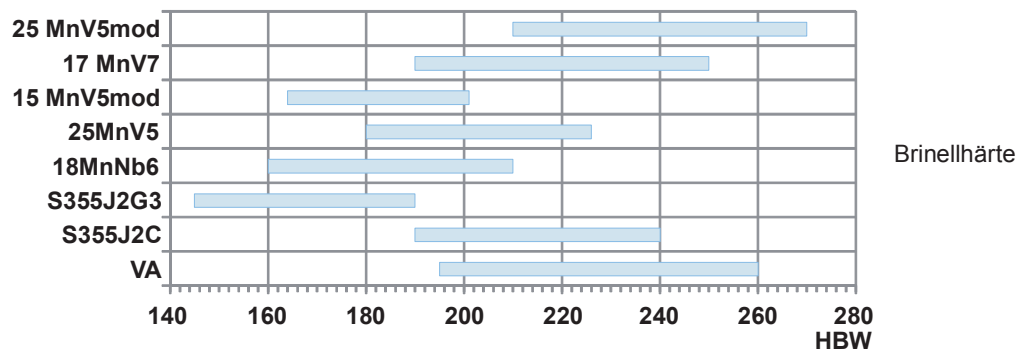
#### Zulässige Hertzsche Pressung (min Darstellung)



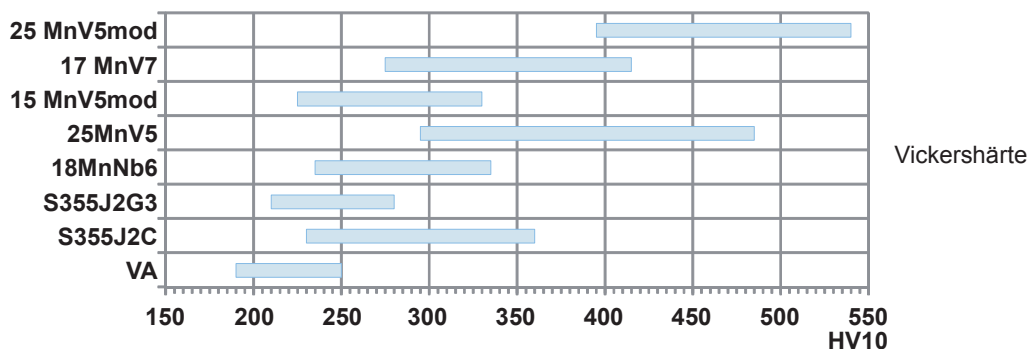
#### Oberflächenhärte im induktiv gehärteten Zustand (gefräste Ausführung = randentkohlungsfrei) min Darstellung in Abhängigkeit zum C-Gehalt



#### Grundhärte min-max Darstellung in Abhängigkeit zur Analyse



#### Höchsthärte in der Wärmeeinflusszone Berechnet nach Yurioka, t8/5 = 5...30s, min-max Darstellung in Abhängigkeit zur Analyse



## Definition und Fakten

### Randentkohlung der Profile 18MnNb6

Randentkohlung ist ein Vorgang, der bei der Warmformgebung (z.B. Walzen, Schmieden) oder der Wärmebehandlung unter anderem beim Glühen und Härten von Werkstücken stattfindet.

Der in der umgebenden Atmosphäre vorhandene Sauerstoff entzieht dem glühenden Werkstoff den Kohlenstoff.

---

Eine Folge der Randentkohlung ist eine Abnahme der Härte in den Randzonen des Werkstückes, da der für die Härte verantwortliche Kohlenstoff in oxidierender Atmosphäre aus der Werkstückoberfläche heraus diffundiert.

Auf Grund der Randentkohlung kommt es zu einer Gefügeveränderung (Ferritbildung). Dies führt zu einer reduzierten zulässigen Flächenpressung – die Profile können „einlaufen“- und es kann unter Umständen zu einer Schuppenbildung in den Laufflächen kommen.

In Abhängigkeit der für U - und I - Profile mit Werkstoff 18MnNb6 und der erzeugten Geometrie, kann die Randentkohlung nach dem Warmwalzen bis zu 0,5 mm betragen. Nach der Verfestigung der Lauffläche kommt die Randentkohlung zum Stillstand.

Eine Langzeituntersuchung unseres Stahls in Abhängigkeit zur Rolle gibt es nicht.

Es ist uns keine Auswalzung, sofern die Stahl/Rollenberechnung und das korrekte Einschweißen der Rolle berücksichtigt wurde, bekannt.

**Voraussetzung ist:** Der Verarbeiter muss sich davon überzeugen, dass seine Berechnung, Konstruktion und Fertigung werkstoffgerecht sind, dem Stand der Technik entsprechen und sich für den vorgesehenen Verwendungszweck eignen.

Alternative zu unserem gefertigtem 18MnNb6 Stahl mit höherer Hertzchen Pressung ist unser SEM Profil 25MnV5mod. Gefräst, oder gefräst und gehärtet.

## CB-Dünnchrom-Beschichtung

Die CB-Beschichtung löst viele Probleme auf wirtschaftliche Art. Oft werden durch die CB-Beschichtung teure Sonderwerkstoffe ersetzt. Die Erkenntnis, Oberflächen durch Auftragen von einer CB-Beschichtung vor Umwelteinflüssen zu schützen und so die Lebensdauer von Bauteilen sowie die Standzeiten von Maschinen zu verlängern, stellt einen erheblichen technischen Fortschritt und eine effektive Material- und Energieeinsparung dar. Eine Nacharbeit ist bei der überwiegenden Mehrzahl der Anwendungen nicht notwendig.

## Die Eigenschaften der CB-Beschichtung

Die CB-Beschichtung besteht aus über 98% reinem Chrom. Sie ist eine extrem harte, rissfreie, kuppenförmige, präzise, sehr dünne und hochreine Chrombeschichtung, die auf allen Metallen, ausgenommen Magnesium und Titan, Aluminium unter Vorbehalt, durch ein hochenergetisches Verfahren abgeschieden wird. Durch die geringe Prozesstemperatur von unter 80° C, ergibt sich keine Gefügeveränderung des Grundmaterials. Dieser wesentliche Vorteil des Verfahrens gewährleistet Form- und Härtestabilität. CB-Beschichtungen haben generell das Aussehen von satiniertem Platin. Nach Bedarf und Rücksprache mit **FSG** kann die Oberfläche auf Spiegelglanz poliert werden.

Das wichtigste Merkmal ist der hervorragende Korrosionsschutz, was durch den Salzsprühtest ermittelt und leicht nachvollzogen werden kann. Während bei einem Standardlager beim Salzsprühtest nach 24 Std. bereits ca. 95% der Oberfläche korrodiert ist, sind es bei einem Lager aus rostfreiem Stahl ca. 25%.

Bei der CB beschichteten **FSG** Rolle ist lediglich 1% (!) der Oberfläche korrodiert.

## Oberflächenhärte und Einsatz-Temperatur

Die CB-Schichthärte beträgt zwischen 75-78 HRc (1200-1300 HV) und verhält sich in einem Temperaturbereich von ca. -230° C bis +800° C neutral und ohne wesentliche Veränderung von Adhäsion und Struktur.

## Schichtdicke und Präzision

Die optimalen Schichtdicken liegen zwischen 2 und 12 µm, abhängig vom Material, Oberflächenqualität und Geometrie des Teiles. Durch die geringe Schichtdicke und Toleranz entsteht nahezu kein Kantenaufbau.

## Oberflächengüte und Reibungskoeffizient

Das CB-Verfahren kann eine leichte Verbesserung der Oberflächenrauigkeit abhängig vom Rauigkeitsmesswert erzielen. Der Eigenrauigkeitswert der Beschichtung liegt bei ca. Ra 0,25 µm. Die sehr guten Gleiteigenschaften der CB-Beschichtung drücken sich in einer erheblichen Verminderung der Reibung aus. Der Reibungskoeffizient zwischen zwei CB-Chromschichten ist um bis zu 60% gegenüber Stahl/Stahl verringert.

Der Reibungskoeffizient CB/CB liegt bei 0,12 – 0,14.

## DNC-Beschichtung

Chemisch Nickel-Überzüge widerstehen den meisten organischen und anorganischen Medien, ausgenommen oxidierenden Säuren. Insbesondere bei neutralen und alkalischen Lösungen ist die Beständigkeit sehr gut. 5 µm dicke Schutzüberzüge bieten Stahl oder Aluminium, selbst aggressivem Industrie- oder Seeklima, viele Jahre Schutz. Je nach Korrosionsbeanspruchung werden bestimmte Schichtdickenwerte empfohlen.

### Mechanisch-technologische Eigenschaften:

Chemisch abgeschiedene Nickel-Überzüge können sowohl mit Zug- als auch mit leichter Druckeigenspannung abgeschieden werden. Die Mikro-Härte der Überzüge im abgeschiedenen Zustand liegt im Bereich zwischen 500 und 700 HV 0.1. Die plastische und elastische Verformbarkeit beträgt, je nach Überzugstyp 0,1 bis über 2%.

## Lagertemperatur:

Die im Katalog aufgeführten Wälzlager können im Allgemeinen von -20°C bis +100°C eingesetzt werden.

## Hohe Temperaturen:

Kombirollen, abgedichtet und mit Hochtemperaturfett befüllt, können bei Umgebungstemperaturen bis zu +250°C eingesetzt werden. Höhere Temperaturen sind auf Anfrage möglich.

## Niedere Temperaturen:

Kombirollen können mit Sonderbefüllung bis -50°C eingesetzt werden.

## Vakuumeinsatz:

Wir können Ihnen nahezu alle unsere Rollen für Vakuumeinsatz liefern. Hierzu ist es erforderlich die Anforderungen in einem Gespräch zu klären.

Die (Unter)-Druckbereiche werden in der Praxis aufgeteilt in: Grobvakuum - Feinvakuum – Hochvakuum

## Zugversuch:

gem. ISO 6892 A224/(01)/20° C

Probe	Schmelze	Streckgrenze [ReH] ≥ 430 N/mm <sup>2</sup>	Dehngrenze [Rp0,2] N/mm <sup>2</sup>	Dehngrenze [Rp1,0] N/mm <sup>2</sup>	Zugfestigkeit [Rm] 550... 700 N/mm <sup>2</sup>	Dehnung [A5] ≥ 20 %	Dehnung [A2“] %	Ein- schnürung [Z] %
201702906	329940	441			552	28,5		

**Kerbschlagbiegeversuch** gem. ISO 148-1/KV2 450/L\*/-40° C/MW

Soll-Vorschrift: ≥ 27 J

Probe	Schmelze	Messwert1	Messwert2	Messwert3	Mittelwert
201702906-2	329940	256 J	261 J	269 J	262 J

## Korrosionsschutz für Profile:

### Spritzverzinken

#### Begriffsdefinition

Spritzverzinken- und aluminieren ist ein Schutzverfahren, bei dem durch thermisches Spritzen Überzüge auf Stahlbauteilen erzeugt werden und hat den Vorteil, dass er mit niedriger Temperatur aufgebracht wird.

#### Schichtdicke und Schutzdauer

Die üblichen Schichtdicken liegen zwischen 40 und 300 µm. Die Schutzdauer einer Spritzverzinkung ist ebenfalls proportional der Schichtdicke, da die Zwischenräume und Poren der Schicht mit Zinkkorrosionsprodukten „zuwachsen“ und so den weiteren Korrosionsangriff von außen abwehren.

Die metallgespritzten Schichten sind auf Grund ihrer leicht rauen Oberfläche für nachfolgende Farbbehandlung geeignet.

#### Anwendungsbereich

Im Normalfall empfiehlt **FSG** das Spritzverzinken.

Teile, die für Lebensmittel- Pharmaunternehmen und dergleichen bestimmt sind, empfiehlt **FSG** das Spritzaluminieren.

Für den Offshorebereich empfiehlt **FSG** das Spritzverzink-aluminieren ZnAl. Das Material aus Zink und 15% Aluminium wird ebenfalls im Flammgespritzverfahren aufgetragen.

Untersuchungen haben gezeigt, dass diese Variante als **Korrosionsschutz** die Beste ist.

**! Weitere Informationen über Flammgespritzverfahren auf Anfrage !**

## Zulässige Hertzische Pressung:

Bei der Auswahl des Werkstoffes für die Laufbahn ist die jeweils zulässige Hertzische Pressung zu beachten

Maximal zulässige Hertzische Pressung im günstigsten Anwendungsfall für unsere im Katalog aufgeführten

**Profile in 18MnNb6 berechnet mit  $p_{hzul} = 900 \text{ N/mm}^2$**

**Stoßbelastung beim Überfahren von Fugen vermeiden, eventuell eine federnde Zunge konstruktiv vorsehen.**  
Um die Auswahl zu erleichtern, haben wir in nachfolgender Tabelle die max Belastung pro Radialrolle und Profiltyp ermittelt.

Rolle	Rollen- durchmesser mm	U - Profile	max Last radial stat. Fr kN
U2 U2EX U2E U1	52,5	300-K 530	7,6
	62,0	300-0	10,3
	62,5	300-0	10,3
	64,8	314-0	10,6
	70,1	300-1	12,3
	73,8	314-1	12,5
	77,7	300-2	12,8
	81,8	314-2	14,4
	88,4	300-3	22,4
	88,9	300-3	22,5
	92,8	314-3	23,5
	107,7	300-4	23,7
	111,8	314-4	24,6
	123,0	300-5	33,9
127,8	314-5	35,2	
149,0	300-6	59,0	
153,8	314-6	61,0	
180,0	300-8	96,2	

Rolle	Rollen- durchmesser mm	I - Profile	max Last radial stat. Fr kN
I2 I2EX I2E I1	70,1	301-0	12,4
	77,7	301-1	12,8
	88,9	301-2	22,5
	101,2	301-3	22,3
	108,5	301-4	23,9
	123,0	301-5	33,9

Rolle	Rollen- durchmesser mm	IMS + UMS- Profile	max Last radial stat. Fr kN
I2S	165,0	302-0 315-0	44,6
	190,0	302-1 315-1	64,6
	220,0	302-2 315-2	95,0
	250,0	302-3 315-3	113,0
	280,0	302-4 302-5 315-4	156,0
	300,0	302-6	172,0
	320,0	302-7	184,0
	340,0	302-8	204,0

Höhere Hertzische Pressung im günstigsten Anwendungsfall für unsere im Katalog aufgeführten

**Profile in 25MnV5 mod. berechnet mit  $p_{hzul} = 1100 \text{ N/mm}^2$**

Rolle	Rollen- durchmesser mm	SEM - Profile	max Last radial stat. Fr kN
U2	73,8	314-1-SEM	18,2
	81,8	314-2-SEM	21,5
	92,4	314-3-SEM	35,0
	111,4	314-4-SEM	36,7
	126,8	314-5-SEM	52,2
	153,2	314-6-SEM	90,8

Rolle	max Last axial stat. Fa kN
U2-525	2,2
U2-620	
U2-625	3,9
U2-648	
U2-701	
U2-738	5,7
U2-777	
U2-818	7,1
U2-884	
U2-889	8,2
U2-928	
U2-1077	
U2-1118	12,9
U2-1230	
U2-1278	18,2
U2-1490	
U2-1538	25,4
U2EX-620	
U2EX-625	
U2EX-648	5,1
U2EX-701	
U2EX-738	
U2EX-777	
U2EX-818	7,8
U2EX-884	
U2EX-889	7,6
U2EX-928	
U2EX-1077	
U2EX-1118	10,4
U2EX-1230	
U2EX-1278	13,2
U2EX-1490	
U2EX-1538	13,6
U2EX-1800	28,9

Rolle	max Last axial stat. Fa kN
I2S-1650	19,2
I2S-1900	24,5
I2S-2200	38,9
I2S-2500	40,1
I2S-2800	48,1
I2S-3000	65,2
I2S-3200	65,2
I2S-3400	71,7

Rolle	max Last axial stat. Fa kN
U2E-620	
U2E-625	2,7
U2E-648	
U2E-701	
U2E-738	2,6
U2E-777	
U2E-818	
U2E-884	5,2
U2E-889	
U2E-928	
U2E-1077	
U2E-1118	10,7
U2E-1230	
U2E-1278	11,6
U2E-1490	
U2E-1538	25,4
I2-701	
I2-777	5,7
I2-884	
I2-1012	5,2
I2-1085	10,5
I2-1085	12,9
I2E-701	
I2E-738	2,6
I2E-777	
I2E-781	5,2
I2E-1012	
I2E-1085	10,7
I2EX-884	7,6
I2EX-777	
I2EX-781	7,8
I2EX-1016	
I2EX-1085	10,4

**Kriterium:**

Lastspiele und Lastkollektiv im Gabelstaplereinsatz

Bei anderen Einsätzen sind die zulässigen Werte der einschlägigen Fachliteratur zu entnehmen.

**Pressung zwischen Zylinder und Ebene nach Hertz**

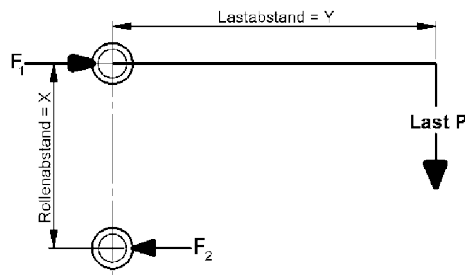
$$p_o = 0,418 * \sqrt{\frac{F * E}{r * l}}$$

- $p_o$  =  $p_{max}$  Druck in der Mitte der Berührungsfläche in N/mm<sup>2</sup>
- $E$  = Elastizitätsmodul in N/mm<sup>2</sup> (Stahl = 210000 N/mm<sup>2</sup>)
- $l$  = Breite der Kontaktfläche in mm
- $F$  = Druckkraft (radial) in N
- $r$  = Radius des Lagers in mm

## Bestimmung des erforderlichen Rollenabstandes

$$X = \frac{P \cdot Y}{2 \cdot F_1}$$

P	=	Gesamtlast (Nutzlast + Eigengewicht) in N bei mittlerer Lastverteilung
Y	=	Lastabstand (Mitte Rolle bis Mitte Last) in mm
X	=	Rollenabstand in mm
F <sub>1</sub>	= F <sub>2</sub>	max Tragkraft der Rolle in N, unter der Berücksichtigung der Hertzschen Pressung zw. Rolle und Profil



## Bestimmung der erforderlichen Tragkraft der Rollen

$$F_1 = \frac{P \cdot Y}{2 \cdot X}$$

P	=	Gesamtlast (Nutzlast + Eigengewicht) in N
Y	=	Lastabstand (Mitte Rolle bis Mitte Last) in mm
X	=	Rollenabstand in mm
F <sub>1</sub>	= F <sub>2</sub>	max Tragkraft der Rolle in N, unter der Berücksichtigung der Hertzschen Pressung zw. Rolle und Profil

## Reibwert

$$M_R = f \cdot F \cdot \frac{d_M}{2}$$

d <sub>M</sub>	=	mittlerer Lagerdurchmesser (d+D)/2
f	=	Reibwert bei Zylinderrollen 0,002
F	=	Radialbelastung

Bei den meisten Betriebsbedingungen ist die annähernde Reibungsleistung ausreichend. Je nach Fettfüllung können die Werte über- oder unterschritten werden.

Die zulässige Betriebstemperatur bestimmt im Wesentlichen die maximale mögliche Drehzahl für Wälzlager.

Voraussetzungen für die Berechnung der Drehzahlen sind:

- ordnungsgemäßer Einbau
- normales Betriebsspiel
- konstante Betriebsbedingungen
- Umgebungstemperatur
- Belastung
- Viskosität des Schmierstoffes

Grenzdrehzahl bei Fettschmierung 1/min max										
Rollendurchmesser D mm			Rollentype							
			Kombirollen		Rollen mit Kunststoffdeckel		Schwerlastrollen		Radialrollen	
von		bis	unter 0°C	0 - 120°C	unter 0°C	0 - 120°C	unter 0°C	0 - 120°C	unter 0°C	0 - 120°C
51,0	-	60,0	560	800	560	800	-	-	560	800
61,1	-	70,0	630	900	630	900	-	-	630	900
70,1	-	75,0	630	900	630	900	-	-	630	900
75,1	-	80,0	560	800	560	800	-	-	560	800
80,1	-	90,0	490	700	490	700	-	-	490	700
90,1	-	100,0	455	650	455	650	-	-	455	650
100,1	-	110,0	420	650	420	650	-	-	420	650
110,1	-	120,0	385	550	385	550	-	-	385	550
120,1	-	130,0	350	500	350	500	-	-	350	500
130,1	-	140,0	315	450	315	450	-	-	315	450
140,1	-	150,0	280	450	280	450	-	-	280	450
160,1	-	170,0	-	-	-	-	80	120	-	-
170,1	-	190,0	-	-	-	-	70	100	-	-
190,1	-	220,0	-	-	-	-	60	90	-	-
220,1	-	250,0	-	-	-	-	50	70	-	-
250,1	-	290,0	-	-	-	-	40	55	-	-
290,1	-	300,0	-	-	-	-	37	51	-	-
300,1	-	320,0	-	-	-	-	35	48	-	-
320,1	-	340,0	-	-	-	-	33	45	-	-