

# Technische Informationen

## 1.0 Beschreibung für Standard Räder

1. Toleranz bei Gleitbohrung: +0,05/-0,00 mm
2. Standardtoleranzen bei Breite und Durchmesser: +/- 0,25 mm
3. Alle Räder sind mit Schmiernippel ausgestattet - ausgenommen Räder DM 75 oder 100 mm oder Räder mit Keilnut
4. Räder mit DM 75 oder 100 mm sind mit Kugellagern beidseitig abgedichtet ausgestattet
5. Bei allen Räder mit Kugellagern, sind die Kugellager einseitig (Aussenseite der Räder) abgedichtet - ausgenommen Räder DM 75 oder 100 mm
6. Alle Räder mit Kugellager oder Kegelrollenlager werden ungeschmiert ausgeliefert, um Kontaminationen zu vermeiden - ausgenommen Räder DM 75 oder 100 mm
7. Alle Räder mit Kugellagern haben zwischen den Kugellagern eine Distanz eingebaut, damit die Räder mit Widerlagern gespannt werden können - ohne Vorspannung.
8. Bei Kegelrollenlager wird der Außenlagering in den Lagersitz eingepreßt - Kegelroller mit Innenring und Blechabdeckungen werden lose mitgeliefert.
9. Alle Gußräder sind einschichtig schwarz lackiert.
10. Aus Rohlingen oder Stangenmaterial maschinengefertigte Räder oder Achsen sind mit einer Schicht lufttrocknendem Öl geschützt.
11. Gepresste Stahlgehäuse sind glänzend verzinkt-galvanisiert.
12. Geschweisste Gehäuse sind einschichtig schwarz lackiert.

## 2.0 Räder ohne Bereifung

Wenn weniger als die gesamte Lauffläche belastet wird, kann die zulässige Tragkraft wie folgt ermittelt werden:

$$\text{Zulässige Last} = \frac{\text{Lasttragende Breite}}{\text{Laufflächenbreite (lt. Katalog)}} \times \text{Maximale Tragkraft (lt. Katalog)}$$

## 3.0 Räder mit Gummibereifung

### 3.1 TRAGKRAFT

Die angegebene maximale Tragkraft pro Rad mit Gummibereifung ist die maximale Last bei konstantem Gebrauch unter folgenden Bedingungen:

- a) das Rad ist frei laufend (nicht angetrieben)
- b) die Umgebungstemperatur liegt unter 30°C
- c) die Laufgeschwindigkeit liegt nicht über 6 km/h
- d) die Oberfläche, auf der das Rad läuft, ist eben und glatt (zB.: Stahl oder glatter Beton)
- e) das Rad wird nicht gelenkt oder axialastig beansprucht
- f) keine Chemikalien (siehe 3.2) beeinträchtigen den Gummibelag

Für schwierigere Bedingungen als oben genannt verwenden Sie Räder mit Polyurethanbereifung.

### 3.2 CHEMISCHE BESTÄNDIGKEIT

- A= wenig oder keine Beeinträchtigung  
 B= mäßige Beeinträchtigung  
 C= starke Beeinträchtigung

Acetic Acid 20%	C	Formaldehyde	C	Mineral oils	C
Aceton	C	Formic acid	B	Naphtha	C
Ammonium Hydroxide	C	Fuel oil	C	Naphthalene	C
Barium Hydroxide	B	Gasoline	C	Nitric acid	C
Benzene	C	Glue	B	Oil - labricating	C
Borax	A	Hydraulic oils	C	Palmic acid	C
Boric Acid	A	Hydrochloric acid - cold	A	Perchlorethylene	C
Butane	C	Hydrochloric acid - 10%	A	Phenol	C
Calcium bisulphite	C	Hydrochloric acid - hot	C	Phosphoric acid 85%	A
Calcium chloride	A	Hydrochloric acid - 30% +	C	Sodium hydroxide	C
Calcium hydroxide	B	Hydrogen	B	Soybean Oil	C
Carbon dioxide	A	Isopropyl ether	C	Sulphuric acid 10%	A
Carbon monoxide	C	JP- 3	C	Sulphuric acid 50%	C
Carbon tetrachloride	C	JP -4	C	Tannic acid	A
Castor Oil	B	Kerosene	C	Toluene	C
Chlorine	C	Linseed oil	C	Trichloroethylene	C
Chromic Acid	C	Magnesium chloride	A	Turpentine	C
Cottonseed Oil	C	Magnesium hydroxide	A	Water	A
Cyclohexane	C	Methyl alcohol	A	Xylene	C
Ethyl acetate	C	Methyl ethyl ketone	C	Zinc sulphate	A
Ethyl alcohol	A	Mercury	A		

## 4.0 Räder mit Polyurethanbereifung

### 4.1 TRAGKRAFT

Die angegebene maximale Tragkraft pro Rad mit Polyurethanbereifung, ist die maximale Last bei zeitweisem Gebrauch (bei maximal 1 Stunde Laufzeit gefolgt von mindestens 1 Stunde Pause) unter folgenden Bedingungen:

- a) das Rad ist frei laufend (nicht angetrieben)
- b) die Umgebungstemperatur liegt unter 45°C
- c) die Laufgeschwindigkeit liegt nicht über 6 km/h
- d) die Oberfläche, auf der das Rad läuft, ist eben und glatt (z.B.: Stahl oder glatter Beton)
- e) das Rad wird nicht gelenkt oder axialastig beansprucht
- f) keine Chemikalien (sich 4.2) beeinträchtigen den Polyurethanbelag

Bei schwierigeren Bedingungen muss die **maximale Tragkraft** mit dem **Auslastungsfaktor** wie folgt multipliziert werden:

Bedingung	Auslastungsfaktor
ständig laufend	0,75
Laufgeschwindigkeit 6-10 km/h	0,8
Laufgeschwindigkeit 10-16 km/h	0,7
angetriebene Räder	0,7

Bei Geschwindigkeiten über 16 km/h, Umgebungstemperaturen über 45°C und unter 20°C, bei feuchten Bedingungen und bei kurvenförmigen Laufflächen (z.B.: stützende Drehrollen) senden Sie uns bitte Ihre Anfrage!

**Auslastungsfaktoren müssen kumuliert werden, zum Beispiel:**

Ein Rad mit **maximaler Tragkraft** 1000 kg wird ständig laufend bei 8 km/h angetrieben verwendet:

**zulässige Last = 420 kg**

1000 kg x 0,75 (Auslastungsfaktor: ständig laufend) x 0,8 (Auslastungsfaktor: Geschwindigkeit) x 0,7 (Faktor: angetrieben)

### 4.2 CHEMISCHE BESTÄNDIGKEIT

- A= wenig oder keine Beeinträchtigung
- B= mäßige Beeinträchtigung
- C= starke Beeinträchtigung

Acetic Acid 20%	B	Formic acid	C	Palmitic acid	A
Aceton	C	Fuel oil	B	Perchlorethylene	C
Ammonia Hydroxide	A	Gasoline	B	Phenol	C
Barium Hydroxide	A	Glue	A	Phosphoric acid 70%	A
Benzene	C	Hydraulic oils	B	Phosphoric acid 80%+	C
Borax	A	Hydrochloric acid - 20% max	B	Potassium hydroxide	B
Boric Acid	A	Hydrochloric acid - 30% +	C	SAE No. 10 Oil (70°C)	A
Butane	A	Hydrogen	A	Sea Water	A
Calcium bisulphite	A	Isopropyl ether	B	Soap solutions	A
Calcium chloride	A	JP-4	B	Sodium hydroxide - 20% max	A
Calcium hydroxide	A	JP -5	C	Sodium hydroxide - 45% max	B
Carbon dioxide	A	JP - 6	C	Sodium hypochlorite	C
Carbon monoxide	A	Kerosene	B	Soybean oil	B
Carbon tetrachloride	C	Ketone	C	Stearic acid	C
Castor Oil	A	Linseed oil	B	Sulphuric acid 10% max	A
Chlorine	C	Magnesium chloride	A	Sulphuric acid 10%+	B
Chromic Acid	C	Magnesium hydroxide	A	Sulphuric acid 50%	C
Copper Chloride	A	Mercury	A	Tannic acid	A
Copper Sulphate	A	Methyl alcohol	C	Toluene	C
Cottonseed Oil	A	Methyl ethyl	C	Trichloroethylene	C
Cyclohexane	A	Mineral oils	A	Turpentine	C
Ethyl acetate	C	Naphtha	B	Water (45°C)	A
Ethyl alcohol	C	Naphthalene	B	Water (100°C)	C
Ethylene glycol	B	Nitric acid	C	Xylene	C
Formaldehyde	C	Oils lubricating	B		

## 5.0 Schienenräder

### 5.1 DIE SCHÄTZUNG DER ZULÄSSIGEN LAST FÜR KATALOGARTIKEL

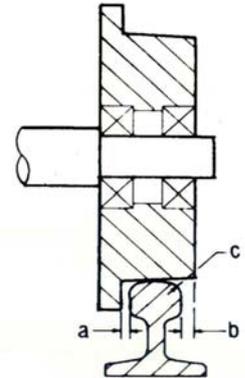
Die angegebene maximale Tragkraft pro Rad (Type CSF, SSF, CDF, SDF, CFT und SFT) ist die maximale Last, die vom Rad ohne bleibende Deformation getragen werden kann und eine einwandfreie Lebensdauer bei Kontakt der gesamten Lauffläche mit der Schiene gewährleistet.

In der Praxis wird ein totaler Kontakt der Schiene mit der gesamten Lauffläche selten erreicht - aufgrund von:

- Abstand zwischen Schiene und Spurkranz
- Radüberstand
- Schienenradius

Die zulässige Tragkraft für Katalogartikel verwendet auf einer vorgegebenen Schiene kann wie folgt ermittelt werden:

$$\text{Zulässige Last} = \frac{\text{nutzbare Schienenbreite (lt. 5.2.4)}}{\text{Radlauffläche (lt. Katalog)}} \times \text{maximale Tragkraft (lt. Katalog)}$$



#### Hinweis:

- Die "nutzbare Schienenbreite" (lt. 5.2.4) berücksichtigt das Profil des schieneb Kopfes, ob flach oder gewölbt.
- Obiges bezieht sich auf Räder mit sehr leichter Axiallast, wenn sie mit Lagern ausgestattet sind. Schwere Axiallasten beeinträchtigen die radiale Belastbarkeit der Lager - lt. 6.1
- "Maximale Tragkraft" für Katalogartikel basieren auf  $P_L = 0,56$ ,  $C_1 = 1,1$ ,  $C_2 = 0,9$  für Stahlräder und  $P_L = 0,15$ ,  $C_2 = 0,8$  für Gußräder - beachten Sie 5.2 und 5.3 für weitere Gleichungen.

### 5.2 KALKULATION DER ZULÄSSIGEN LAST - SCHIENENRÄDER aus STAHL

Die folgende Gleichung kann für Räder bis DM 1,25m aus gegossenem, gewaltem oder geschmiedetem Stahl oder für Räder aus Gusseisen angewandt werden, um das Verhältnis zu ermitteln zwischen:

- Raddurchmesser
- Bruchfestigkeit des Radmaterials
- Tragkraft
- Lebensdauer
- die nutzbare Breite der Schiene
- Laufgeschwindigkeit des Rades

- Für das Rad - die maximale statische Last mit der es beansprucht wird:

$$P_L \geq \frac{P_s \text{ mean}}{b \times D \times C_{1 \text{ max.}} \times C_{2 \text{ max.}}} = \frac{P_s \text{ mean}}{b \times D \times 1,38}$$

und

- Für das Rad - die angenommene Belastung ohne zusätzlichen Verschleiß:

$$P_L \geq \frac{P_d \text{ mean}}{b \times D \times C_1 \times C_2}$$

- Wo:
- D = Raddurchmesser (mm)
  - b = nutzbare Schienenbreite (mm) - lt. 5.2.4
  - $P_L$  = Druckbegrenzung ( $\text{kgf/mm}^2$ ) - lt. 5.2.1
  - $C_1$  = ein ermittelter Faktor r.p.m - lt. 5.2.2
  - $C_{1 \text{ max.}}$  = 1.2
  - $C_2$  = ermittelter Faktor bei "Nutzungsdauer einer Maschine und Leistung" lt. 5.2.3
  - $C_{2 \text{ max.}}$  = 1.15
  - $P_s \text{ mean}$  = die mittlere statische Belastung auf das Rad
  - =  $\frac{2P_{s \text{ max.}} + P_{s \text{ min.}}}{3}$
  - $P_d \text{ mean}$  = die mittlere dynamische Belastung auf das Rad

### 5.2.1 Ermittlung des begrenzten Drucks $P_L$

(abhängig von der Bruchfestigkeit der Schienenrad-Materials)

ZU BEACHTEN:

- I) Wenn Räder wärmebehandelt sind um die Oberflächenhärte zu erhöhen, ist der Wert  $P_L$  begrenzt auf den Stahlwert vor der Oberflächenbehandlung.
- II) Der "begrenzte Druck  $P_L$ " ist ein angenommener Druck, der durch den vermutlichen Kontakt zwischen Radoberfläche (DM des Rades) und die Schienenbreite (nutzbare Schienenbreite 'b') ermittelt wird.

$P_L$ kgf / mm <sup>2</sup>	Bruchfestigkeit des Schienenrad-Materials N / mm <sup>2</sup> (lt. I+II)
0,50	500
0,56	600
0,65	700
0,72	800

### 5.2.2 Ermittlung des Faktors $C_1$

Drehzahl des Rades / Minute Geschwindigkeit R.P.M.	$C_1$
5,0	1,17
5,6	1,16
6,3	1,15
8,0	1,14
10,0	1,13
11,2	1,12
12,5	1,11
14,0	1,10
16,0	1,09
18,0	1,07
20,0	1,06
22,4	1,04
25,0	1,03
28,0	1,02
31,5	1,00
35,5	0,99
40,0	0,97
45,0	0,96
50,0	0,94
56,0	0,92
63,0	0,91
71,0	0,89
80,0	0,87
90,0	0,84
100,0	0,82
112,0	0,79
125,0	0,77
160,0	0,72
200,0	0,66

### 5.2.3 Ermittlung des Faktors $C_2$ - (Nutzungsdauer und Verwendung)

Wenn eine längere Lebensdauer für ein vorgegebenes Material, dessen Last/anforderungen per 5.2 ermittelt wurden, nötig ist, siehe 5.4 "Oberflächenhärtung".

Verwendung	Lebensdauer - Stunden							
	400	800	1600	3200	6300	12000	25000	50000
Mechanische Beanspruchung sehr selten bis zur maximalen Last und in der Regel sehr leichte Lasten	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,00	0,90	0,80
Mechanische Beanspruchung fallweise bis zur maximalen Last, aber in der Regel eher leichtere Lasten	1,12	1,12	1,12	1,12	1,00	0,90	0,80	0,80
Mechanische Beanspruchung oft bis zur maximalen Last und in der Regel mittelschwere Lasten	1,12	1,12	1,12	1,00	0,90	0,80	0,80	0,80
Mechanische Beanspruchung oft oder ständig bis zur maximalen Last	1,12	1,12	1,00	0,90	0,80	0,80	0,80	0,80

### 5.2.4 Ermittlung der nutzbare Schienenbreite "b"

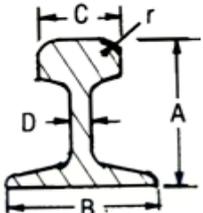
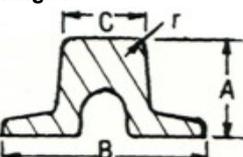
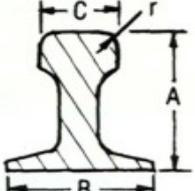
Die nutzbare Schienenbreite wird durch folgende Formeln ermittelt:

I) für Schienen mit konvexer Lauffläche (das sind hauptsächlich Breitfußschienen)

$$b \text{ (mm)} = C - 4/3 r$$

II) für Schienen mit flacher Lauffläche (das sind hauptsächlich Brückengleise und Kranbahnschienen)

Untenstehend eine Aufstellung der Dimensionen und verwendbare Breite einiger Schienen. Nur als Überblick - Details können abweichen. Beratung mit dem Schienenanbieter bezügl. des detaillierten Querschnitts der ausgewählten Schiene vor Wahl des Laufflächendesigns des Rades wird empfohlen.

Schienen Typ	ID	Gewicht		Abmessungen in mm					nutzbare Breite b
		kg/m	lb/yd	Höhe	Fuß	Kopfbreite	Steg	Radius	
				H	B	C	D	r	
	BS 20 'M'	9,881	20	65,09	55,56	30,96	6,76	6,35	22,49
	BS 30 'M'	14,785	30	75,41	69,85	38,10	9,13	7,92	27,54
	BS 35 'M'	17,387	35	80,96	76,20	42,85	9,13	7,92	32,30
	BS 35 'R'	17,360	35	85,73	82,55	44,45	8,33	7,92	33,89
	BSC 40	19,890	40	88,11	80,57	45,64	12,30	9,13	33,47
	BS 50 'O'	24,833	50	100,01	100,01	52,39	10,32	8,73	40,75
	BS 60 'R'	29,822	60	114,30	109,54	57,15	11,11	9,53	44,44
	BS 60 'A'	30,618	60	114,30	109,54	57,15	11,11	9,53	44,44
	BS 70 'A'	34,807	70	123,82	111,12	60,32	12,30	9,53	47,61
	BS 75 'R'	37,041	75	128,59	122,24	61,91	13,10	11,11	47,10
	BS 75 'A'	37,455	75	128,59	114,30	61,91	12,70	11,11	47,10
	BS 80 'O'	39,781	80	127,00	127,00	63,50	13,89	11,11	48,69
	BS 80 'R'	39,674	80	133,35	127,00	63,50	13,49	11,11	48,69
	BS 80 'A'	39,761	80	133,35	117,47	63,50	13,10	11,11	48,69
	BS 90 'R'	44,506	90	142,88	136,53	66,67	13,89	12,70	49,74
	BA 90 'A'	45,099	90	142,88	127,00	66,67	13,89	12,70	49,74
	BS 95 'R'	47,142	95	147,64	141,29	68,26	14,29	12,70	51,33
BS 95 'N'	46,951	95	147,64	139,70	69,85	13,89	12,70	52,92	
BS 113 'A'	56,398	113	158,75	139,70	69,85	20,00	12,70	52,92	
	BSC 13	13,306	26,77	48,0	92,0	36,00	-	11,00	14,00
	BSC 16	16,029	32,25	54,0	108,0	44,50	-	10,50	23,50
	BSC 20	19,861	39,95	55,5	127,0	50,00	-	9,53	30,94
	BSC 28	28,624	57,58	67,0	152,0	50,00	-	9,00	32,00
	BSC 35	35,375	71,16	76,0	160,0	58,00	-	10,00	38,00
	BSC 50	50,179	100,00	76,0	165,0	58,50	-	10,00	38,00
	BSC 56	58,806	114,27	101,5	171,0	76,00	-	9,53	56,94
	BSC 89	89,810	180,67	114,0	178,0	102,00	-	10,00	82,00
	BSC 101	100,383	201,94	155,0	165,0	100,00	-	10,00	80,00
	BSC 164	166,830	335,61	150,0	230,0	140,00	-	10,00	120,00

### 5.3 KALKULATION DER ZULÄSSIGEN LAST - SCHIENENRÄDER aus GUSSEISEN

Obwohl Graugussräder am wirtschaftlichsten sind für leichte und mittelschwere Lasten, sind sie nicht verwendbar bei hohe Drehzahlen oder bei heftigen Stoßbeanspruchungen. Ihr Leistung ist nicht so berechenbar wie die der Stahlräder bedingt durch Lamellengrafit wodurch das Absplittern der Oberfläche unterstützt wird.

#### 5.3.1 Zulässig Last - Grauguss

Das Verhältnis zwischen:

- |                              |                    |  |
|------------------------------|--------------------|--|
| I) Rad-DM                    | Wo: D              | = Rad-DM (mm)  |
| II) Tragkraft                | b                  | = nutzbare Schienenbreite (mm)   |
| III) nutzbare Schienenbreite | P <sub>L</sub>     | = 0,15 (ein konservativer Wert um eine akzeptabel Lebensdauer zu bieten) |
|                              | C <sub>2 max</sub> | = 0,8  |
|                              | P <sub>max</sub>   | = maximale Last die vom Rad getragen werden muss (kg)                    |

aber keine Lebensdauer, kann geschätzt werden mit dieser Gleichung: 
$$P_{\max} = \frac{P_{\max}}{b \times D \times C_{2 \max}}$$

### 5.3.2 Zulässig Last - Hartguss oder oberflächengehärtetes Gusseisen

Hartguss oder oberflächengehärtetes Gusseisen werden verwendet um ein kostengünstiges Rad leistungsfähiger zu machen - also mittelschwere Lasten zu tragen, mit einer Lebensdauer, die mit einem Stahlrad vergleichbar ist. Für Gusseisenräder mit gehärteter Oberfläche gilt die Formel wie bei Stahlräder (lt. 5.2) mit einem Wert  $P_L$  von 0,50

### 5.4 OBERFLÄCHENHÄRTUNG

Oberflächenhärtung kann die Lebensdauer wie unter 5.2.3 angegeben verlängern.

Ein Leitfaden über die Verhältnisse zwischen Oberflächenhärte und Lebensdauer ist:

**Hinweis:** Die Oberflächenhärte des Rades muss bei der Wahl Schiene berücksichtigt werden.

Oberflächenhärte (Hv)	Lebensdauer (240 Hv = 1)
240	1,0
280	1,7
320	2,0
360	2,2
400	2,3

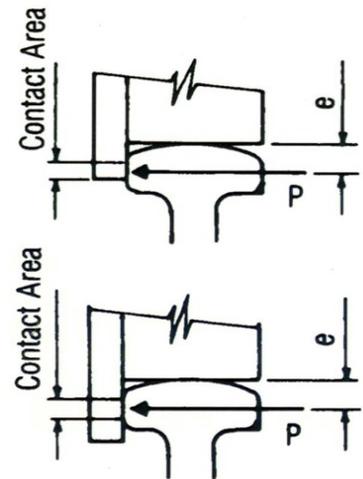
### 5.5 STÄRKE DES SPURKRANZES

Die Spurkranzstärke des Rades ist für die meisten Zwecke wie folgt zu ermitteln:

$$\text{zulässige Biegemoment des Spurkranzrades } M \text{ (Nmm)} = \frac{\sigma_{tu} \times 1,5 \times t_f^3}{6 \times N \times K_m \times K_c}$$

$$\text{zulässige Spurkranzbelastung bedingt durch Biegung } P \text{ (kg)} = \frac{M}{9,81 \times e}$$

- Wo:
- $\sigma_{tu}$  = Festigkeit des Radmaterials (N/mm<sup>2</sup>)
  - $t_f$  = Spurkranzstärke
  - $N$  = Spurkranzsicherheitsfaktor (2,0 mindestens empfohlen)
  - $K_m$  = Lastfaktor = 1,0 bei stufenweiser Belastung  
= 1,5 bei plötzlicher Belastung
  - $K_c$  = Gussfaktor (nur für Gussräder) = 1,5
  - $e$  = Maß (mm) von Lauffläche bis "p" auf der Skizze



**Hinweis:** Bei der Wahl von Rädern mit Lagern müssen Drehmomente der Lager und Achsiallasten der Lager in Bezug auf Spurkranzlasten berücksichtigt werden - lt. 6.1

## 6.0 Lager und Dichtungen - keine Standardräder

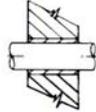
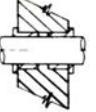
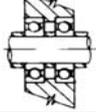
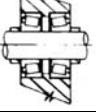
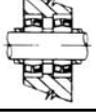
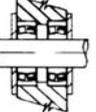
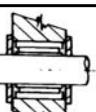
### 6.1 AUSWAHL DER LAGERUNG

Die Haupterwägungen bei der Auswahl der Lagerung sind:

- I) Radiallast
- II) Axiallast
- III) Drehgeschwindigkeit
- III) Lagerreibung

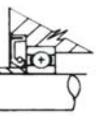
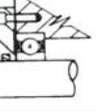
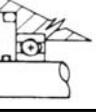
Bei der Auswahl von Rollen- oder Kugellagern ist es wichtig, daß die berechnete erforderliche statische und/oder dynamische Radiallast pro Lager berücksichtigt werden a) die Radiallast b) das Radialequivalent oder eine Axiallast (wie im Katalog des Lagerlieferanten angegeben) und c) die Radiallast resultierend aus Axialbelastungsmoment über die Lager.

Es sollte beachtet werden, dass bei den meisten Lageranordnungen Axiallasten von nur einem Lager getragen werden und dass Lasten verursacht durch c) wie oben gewöhnlich ein Lager positiv belastet (zu den Radiallasten dazurechnen) und das zweite negativ (von den Radiallasten abzuziehen) wird.

Beschreibung / Anordnung	Radiallast	Axiallast	Drehzahl	Lagerreibung
1. Bronzebuchse oder selbstschmierende Lagerbuchse 	sehr hoch	sehr leicht	langsam	mittel/hoch
2. Flanschbronze oder selbstschmierende Lagerbuchse 	sehr hoch	hoch	langsam	mittel/hoch
3. Kugellager 	leicht/mittel	leicht	hoch	gering
4. Kegelrollenlager, gegenüberliegend 	mittel	mittel	hoch	gering
5. Rollenlager, sphärisch 	hoch	leicht/mittel	hoch	gering
6. sphärische oder zylindrische Rollenlager mit Sicherungsscheiben oder Axiallager 	hoch	sehr hoch	hoch	gering
7. Nadellager mit Sicherungsscheiben oder Axiallager 	sehr hoch	sehr hoch	hoch	gering

### 6.1 LAGERDICHTUNGEN

Lagerdichtungen haben zwei Hauptfunktionen.

Beschreibung / Anordnung	Anwendungshinweise
1. Lager mit Dichtung und/oder Metalldeckel 	einseitige "außen" Dichtungen für Schmierung durch Schmiernippel, oder beidseitig "dauer-geschmiert". Nicht Rollenlager erhältlich.
2. Metalldeckel, aussenliegend 	Die einfachste Abschirmung für Rollen- oder Kegelrollenlager - keine Abdichtung.
3. Federdichtlippe 	Exzellente Dichtung. Feder außen um Fett durch Nippel zu erneuern oder kein Material eindringen kann. Feder innen - "dauer-geschmierte" Anwendungen. Normaler Temperaturbereich: -40°C bis +100°C
4. Filzdichtung 	Bei Anwendungen mit hohen Temperaturen in Verbindung mit passenden Schmiermitteln verwendbar. Bietet effektive Dichtung bei geteilten Gehäusen.
5. O-Ring-Dichtung 	Kann komplette Dichtung anbieten, besonders wie bei Unterwasserverwendungen gegen Druck von aussen. Max. Drehzahl: <30m/min Arbeitstemperatur: -40°C bis +110°C
6. Labyrinth aus Preßstahl 	Nur bei dauergeschmierten Ausführungen verwendbar, Schmierung durch Nippel würde das Labyrinth aus dem Gehäuse drücken - nur mit Filzdichtung innen bei Montage möglich.
7. Labyrinth bearbeitet 	Kann in Verbindung mit Federdichtlippen verwendet werden um beste Dichtung in schwierigen Umgebungen zu bieten.

## 7.0 Trägheit und Rollwiderstand

Die hauptsächlichsten Widerstandsbelastung, Anfahrtschwindigkeit und Beschleunigung, eines Fahrzeugs mit Rädern sind:

- I) der Rollwiderstand zwischen dem Rad und der Oberfläche auf der es ruht und bei bereiften Rädern der Rollwiderstand der Flachstelle auf der Lauffläche aufgrund von statischer Belastung
- II) der Widerstand innerhalb des Rades oder des Achslagers
- III) der Anfahrtschwindigkeit des Fahrzeugs und der Last

Die hauptsächlichsten Widerstandsbelastung zur Aufrechterhaltung der Bewegung nach Beschleunigung vom Stand sind I) und II) wie oben (ausgenommen der Einfluss der Reifenflachstelle)

### 7.1 ROLLWIDERSTAND

#### 7.1.1 Räder mit Polyurethanbereifung

Leitzahlen für den Rollwiderstand pro Rad als Prozentanteil der Last pro Rad

- I) von der Pause, wenn die Dauer der Pause max. 8 Stunden ist = 5% der Last
- II) von der Pause, wenn die Dauer der Pause mehr als 8 Stunden ist = 8% der Last
- III) wenn eine konstanten Geschwindigkeit beibehalten wird = 3% der Last

**Hinweis:** Diese Zahlen sind ungefähre Werte, da sie durch Faktoren wie die Umgebungstemperatur, Schienenoberfläche, die Last

#### 7.1.2 Schienenräder

Wenn ein Körper auf eine Oberfläche rollt entsteht eine Kraft, die die Bewegung hemmt - genannt Rollwiderstand.

Die notwendige Kraft um den Rollwiderstand eines Schienenrades in stetiger Bewegung zu überwinden wird mit folgender Formel berechnet:  $F = \lambda \times P$

Wo:  $F$  = notwendige Kraft um den Rollwiderstand (kgf) pro Rad zu überwinden  
 $\lambda$  = Lambda, der Faktor des Rollwiderstandes  
 $P$  = Last pro Rad (kg)

#### 7.1.2.1 Berechnung des Faktors des Rollwiderstandes $\lambda$

Der Anpressdruck (Hertz) zwischen Rad und Schiene wird mit folgender Formel berechnet:

Anpressdruck (Hertz) zwischen Rad und Schiene (Kgf/mm <sup>2</sup> )	Faktor des Rollwiderstandes $\lambda$
30	0,005
40	0,007
50	0,008
60	0,010
70	0,012
80	0,013

$$P_a = \frac{2 \times P}{\pi \times a \times b}$$

Wo:  $P_a$  = Anpressdruck (Hertz) in KGf/mm<sup>2</sup>

$P$  = Last auf dem Rad (kg)

$b$  = verwendbare Schienenbreite (mm) - lt. 5.2.4

$a$  = halbe Breite der "flachen Kontaktzone" zwischen Rad und Schiene

$$a = \sqrt{\frac{4 \times P \times R}{\pi \times E^1 \times b}}$$

Wo:  $P$  = Last auf dem Rad (kg)

$R$  = Radradius (mm)

$b$  = verwendbare Schienenbreite (mm) - lt. 5.2.4

$E^1$  = Effektives Young-Modul der Elastizität

= 7470 Kg/mm<sup>2</sup> für Eisenräder auf Stahlschiene

= 11200 Kg/mm<sup>2</sup> für Stahlräder auf Stahlschiene

### 7.1 LAGERREIBUNG

Zum Zweck der Berechnung der notwendigen Kraft ein Rad in Bewegung zu bringen oder die Bewegung aufrechtzuerhalten, kann der Reibungswiderstand von Kugel oder Rollenlager, mit dem Faktor im Bereich von 0,002, unbeachtet bleiben.

Die benötigte Kraft zur Überwindung der Lagerreibung bei Gleitlagern wird mit folgender Formel berechnet:

Wo:  $F$  = benötigte Kraft zur Überwindung der Lagerreibung (kg)  
 $\mu$  = Reibwert  
 $P$  = Last auf dem Rad (kg)  
 $d$  = Achsdurchmesser (mm)  
 $D$  = Raddurchmesser (mm)

$$F = \frac{\mu \times P \times d}{D}$$

In der Tabelle Faktoren des Reibungswiderstand  $\mu$  bei Rollenlagern und Gleitlagermaterialien auf einer glatten Stahlachse laufend angeführt.

Der Faktor geschmiert sollte bei Rädern in Bewegung und der Faktor ungeschmiert bei Rädern in Anfahrt nach einer Stehpause unter Last (schlechteste Bedingungen) verwendet werden.

Lagermaterial	Reibwert $\mu$	
	geschmiert	ungeschmiert
Gußeisen	0,21	0,40
Bronze	0,16	0,35
PTFE ummantelte Buchse	0,02 - 0,20	0,02 - 0,20

## 7.1 TRÄGHEIT

Die Kalkulation der notwendigen Kraft um die Maße eines Wagens und seine Last aus dem Stand mit gleichmäßiger Beschleunigung auf einer flachen Schiene in Bewegung zu bringen:

I) wenn die benötigte Zeit bis zum Erreichen der Endgeschwindigkeit bekannt ist:

$$F = \frac{M \times V_f}{t \times g}$$

II) wenn die notwendige Distanz zum Erreichen der Endgeschwindigkeit bekannt ist:

$$F = \frac{M \times V_f^2}{2 \times s \times g}$$

Wo:

- F = benötigte Kraft zur Überwindung der Trägheit (kg)
- M = gesamte Masse des Fahrzeugs und der Last (kg)
- $V_f$  = Endgeschwindigkeit (m/sec)
- t = notwendige Zeit zum Erreichen der Endgeschwindigkeit (secs)
- s = Notwendige Distanz bis zum Erreichen der Endgeschwindigkeit (m)
- g = Schwerkraft = 9.81 m/sec<sup>2</sup>