



Brand of **NTN Group**

# LINEAR MOTION

Linear Guides

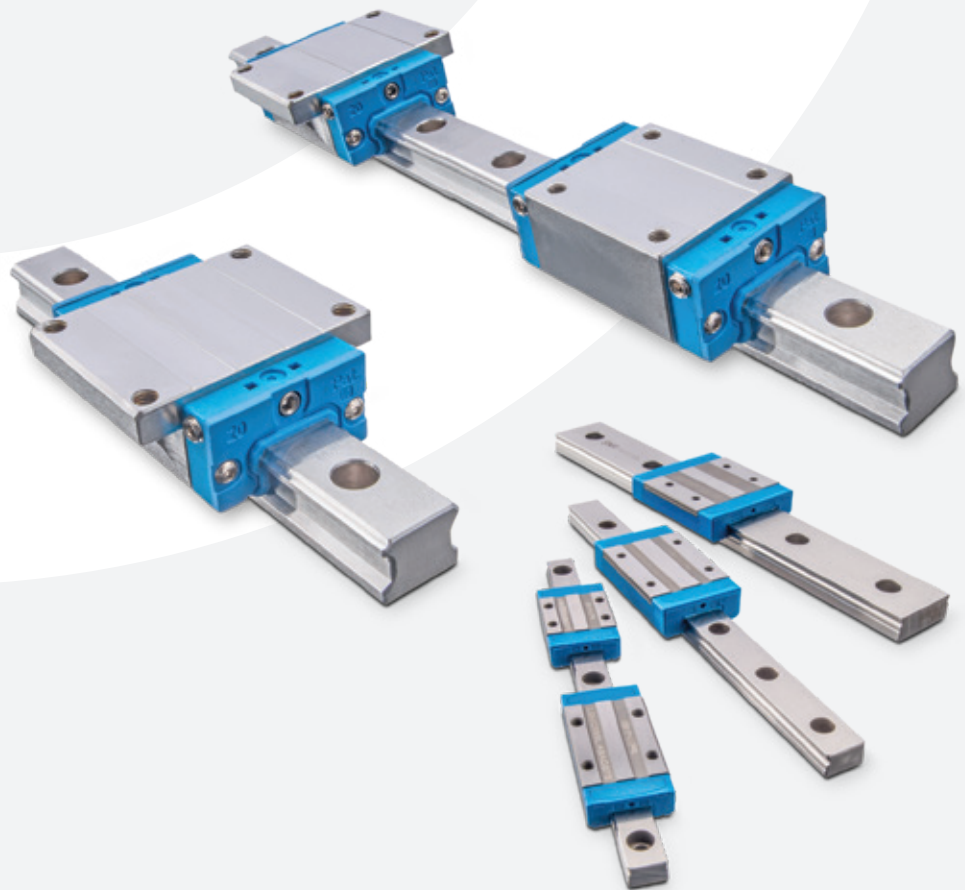
**OPERATING MANUAL**

Linearführungen

**BETRIEBSANWEISUNG**







# TABLE OF CONTENTS

## 1 System technology GB.1

- 1.1 Definitions \_\_\_\_\_ GB.1
- 1.2 Standards \_\_\_\_\_ GB.1
- 1.3 Intended use \_\_\_\_\_ GB.2
- 1.4 Safety instructions \_\_\_\_\_ GB.2
- 1.5 Coordinate system \_\_\_\_\_ GB.3
- 1.6 Static safety \_\_\_\_\_ GB.3
- 1.7 Service life time calculation \_\_\_ GB.4
  - 1.7.1 Influence factors \_\_\_\_\_ GB.5
  - 1.7.2 Acting load - equivalence factors \_\_\_ GB.7
  - 1.7.3 Equivalent loads \_\_\_\_\_ GB.10
  - 1.7.4 Calculation examples \_\_\_\_\_ GB.13
- 1.8 Preload/rigidity \_\_\_\_\_ GB.22
  - 1.8.1 Preload classes \_\_\_\_\_ GB.22
  - 1.8.2 Rigidity \_\_\_\_\_ GB.24
- 1.9 Precision \_\_\_\_\_ GB.25
  - 1.9.1 Precision classes \_\_\_\_\_ GB.25
  - 1.9.2 Interchangeability \_\_\_\_\_ GB.27
  - 1.9.3 Error compensation \_\_\_\_\_ GB.27
- 1.10 Drive power \_\_\_\_\_ GB.28
  - 1.10.1 Friction \_\_\_\_\_ GB.28
  - 1.10.2 Driving resistance \_\_\_\_\_ GB.29
  - 1.10.3 Driving force \_\_\_\_\_ GB.30

## 2 Installation GB.32

- 2.1 Arrangement of the installation surface \_\_\_\_\_ GB.32
- 2.2 Marking of Linear Guides \_\_\_ GB.34
- 2.3 Arrangement of Linear Guides \_\_\_\_\_ GB.35
- 2.4 Installation position of Linear Guides \_\_\_\_\_ GB.36
- 2.5 Installation instructions \_\_\_\_\_ GB.37
- 2.6 Permitted installation tolerances \_\_\_\_\_ GB.39
- 2.7 Fastening torques \_\_\_\_\_ GB.43

## 3 Lubrication GB.44

- 3.1 General information \_\_\_\_\_ GB.44
- 3.2 Lubricants \_\_\_\_\_ GB.44
  - 3.2.1 Anti-corrosion oils \_\_\_\_\_ GB.45
  - 3.2.2 Lubrication oils \_\_\_\_\_ GB.45
  - 3.2.3 Low-viscosity greases \_\_\_\_\_ GB.46
  - 3.2.4 Lubrication greases \_\_\_\_\_ GB.47
- 3.3 Lubrication methods \_\_\_\_\_ GB.48
- 3.4 Lubricant volumes \_\_\_\_\_ GB.49
- 3.5 Lubrication intervals \_\_\_\_\_ GB.51

## 1 Systemtechnologie D.1

- 1.1 Definitionen \_\_\_\_\_ D.1
- 1.2 Verwendete Normen \_\_\_\_\_ D.1
- 1.3 Bestimmungsgemäße Verwendung \_\_\_\_\_ D.2
- 1.4 Sicherheitshinweise \_\_\_\_\_ D.2
- 1.5 Koordinatensystem \_\_\_\_\_ D.3
- 1.6 Statische Sicherheit \_\_\_\_\_ D.3
- 1.7 Lebensdauerberechnung \_\_\_\_\_ D.4
  - 1.7.1 Einflussfaktoren \_\_\_\_\_ D.5
  - 1.7.2 Einwirkende Belastung - Äquivalenzfaktoren \_\_\_\_\_ D.7
  - 1.7.3 Äquivalente Belastungen \_\_\_\_\_ D.10
  - 1.7.4 Berechnungsbeispiele \_\_\_\_\_ D.13
- 1.8 Vorspannung/Steifigkeit \_\_\_\_\_ D.22
  - 1.8.1 Vorspannklassen \_\_\_\_\_ D.22
  - 1.8.2 Steifigkeit \_\_\_\_\_ D.24
- 1.9 Präzision \_\_\_\_\_ D.25
  - 1.9.1 Präzisionsklassen \_\_\_\_\_ D.25
  - 1.9.2 Austauschbarkeit \_\_\_\_\_ D.27
  - 1.9.3 Fehlerkompensation \_\_\_\_\_ D.27
- 1.10 Antriebsleistung \_\_\_\_\_ D.28
  - 1.10.1 Reibung \_\_\_\_\_ D.28
  - 1.10.2 Verschiebewiderstand \_\_\_\_\_ D.29
  - 1.10.3 Antriebskraft \_\_\_\_\_ D.30

## 2 Montage D.32

- 2.1 Gestaltung der Montagefläche \_\_\_\_\_ D.32
- 2.2 Kennzeichnung von Linearführungen \_\_\_\_\_ D.34
- 2.3 Anordnung von Linearführungen \_\_\_\_\_ D.35
- 2.4 Einbaulage der Linearführung \_\_\_\_\_ D.36
- 2.5 Montageanleitung \_\_\_\_\_ D.37
- 2.6 Zulässige Montagetoleranzen \_\_\_\_\_ D.39
- 2.7 Anzugsmomente \_\_\_\_\_ D.43

## 3 Schmierung D.44

- 3.1 Allgemeine Information \_\_\_\_\_ D.44
- 3.2 Schmierstoffe \_\_\_\_\_ D.44
  - 3.2.1 Konservierungsöle \_\_\_\_\_ D.45
  - 3.2.2 Schmieröle \_\_\_\_\_ D.45
  - 3.2.3 Fließfette \_\_\_\_\_ D.46
  - 3.2.4 Schmierfette \_\_\_\_\_ D.47
- 3.3 Schmiermethoden \_\_\_\_\_ D.48
- 3.4 Schmiermengen \_\_\_\_\_ D.49
- 3.5 Schmierintervalle \_\_\_\_\_ D.51

# 1 System technology

## 1.1 Definitions

### Service life time

The service life time  $L$  is the running distance that a component can handle before the first signs of material fatigue become apparent on the tracks or the rolling elements.

### Nominal service life time $L_{10}$

The nominal service life time  $L_{10}$  is the calculated service life time of a single Linear Guide system or of a group of equivalent Linear Guide systems operating under equal conditions that can be reached with a probability of 90%, assuming the use of currently common materials of average manufacturing quality and common operating conditions.

### Dynamic load rating $C$

The dynamic load rating  $C$  is the in size and direction constant, radial load that a linear roller bearing can theoretically withstand for a nominal service life of  $5 \times 10^4$  m travelled distance (according to ISO 14728-1). When the calculation of the dynamic load rating is based on a nominal service life of  $10^5$  m, the dynamic load rating for a nominal service life of  $5 \times 10^4$  m is divided by the conversion factor 1.26.

### Static load rating $C_0$

The static load rating  $C_0$  is the static, radial load that corresponds to the middle of the highest-stressed contact area between rolling element and race way of a calculated Hertz-type compression. The Hertz-type compression for the Linear Guide is, according to ISO 14728-1, between 4200 MPa and 4600 MPa and depends on the ball diameter and the osculation. This load leads to a permanent, total deformation of the rolling element that corresponds to a 0.0001 part of the rolling element diameter (according to ISO 14728-1).

## 1.2 Standards

DIN ISO 12090-1 Rolling bearings – Profiled rail guides for linear motion rolling bearings – Part 1: Boundary dimensions and tolerances for series 1, 2 and 3

DIN ISO 12090-2 Rolling bearings – Profiled rail guides for linear motion rolling bearings – Part 2: Boundary dimensions and tolerances for series 4 and 5

DIN ISO 14728-1 Roller bearings – Linear roller bearings – Part 1: Dynamic load ratings and nominal service life

DIN ISO 14728-2 Roller bearings – Linear roller bearings – Part 2: Static load ratings

DIN 637 Rolling bearings - Safety regulations for dimensioning and operation of profiled rail guides with recirculating rolling elements

The SNR Linear Guides comply with the RoHS Directive (EU Directive RoHS 2011/65/EU and 2015/863/EU and the Regulation (EG) No. 1907/2006 (REACH)). – SNR Linear Guides are not listed in the REGULATION (EU) 2023/1230 and are therefore not affected by this regulation.

GB

## 1.3 Intended use

Linear Guides are assemblies. SNR Linear Guides may only be used within the limits of the type-specific load data in the product catalogue or supplementary technical calculations by us for linear movements.

Linear Guides may only be operated and serviced by persons who are familiar with them and have been informed about the dangers. This also means that this documentation has been completely read and taken note of.

Furthermore, an operating temperature between  $-10^{\circ}\text{C}$  and  $+75^{\circ}\text{C}$  must be adhered to.

Any other or additional use is considered improper. The manufacturer is not liable for any resulting damage. The user bears the risk alone.

## 1.4 Safety instructions

The following safety instructions must be observed when using Linear Guides:

- Use Linear Guides only in accordance with the intended use.
- Linear Guides may only be used within the limits of the technical parameters permitted in the product catalogue.
- Only products in a technically perfect condition may be used.
- In principle, changes to Linear Guides are not permitted.
- Do not reach into moving parts.
- Linear Guides must not be driven to the end stops.
- Use in safety-relevant applications is only permitted if such use is expressly specified in the product catalogue or has been confirmed by us.
- Linear Guides may only be used under the environmental conditions described in the product catalogue.
- Linear Guides may only be put into operation when it has been established that the assembly or the end product into which the Linear Guides have been installed complies with the country-specific regulations, safety regulations and standards of the application.
- Only accessories and spare parts approved by the manufacturer may be used.
- Do not stand under suspended loads. The individual components of Linear Guides are designed for the service life time of the Linear Guides. In exceptional cases, defects can occur and, if the Ball Screws are installed in a vertical position, the installed components can fall. Appropriate protective measures in accordance with EN ISO 13849-1 must be taken against this.
- The applicable regulations for accident prevention and environmental protection must be observed.
- Appropriate protective equipment must be worn when assembling and working on Linear Guides.
- Suitable and tested load handling devices that are adapted to the weight are to be used for lifting and transport.
- After all work on the machine, the safety devices must be re-assembled according to regulations and their function checked.
- Before start-up, ensure that all safety devices required for the application are available, properly installed and fully functional.
- Possible danger areas are to be clearly marked.



# 1.5 Coordinate system

The Linear Guides can be stressed by forces or moments. The coordinate system (Figure 2.1) shows the forces acting in the main load directions, the torques as well as the six degrees of freedom.

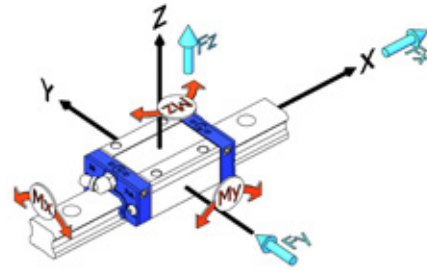


Figure 2.1 Coordinate system

## Forces in the main load directions:

- $F_x$  Movement force (X-direction)
- $F_y$  Tangential load (Y-direction)
- $F_z$  Radial load (Z-direction)

## Moments:

- $M_x$  Moment in roll direction (rotation around the X-axis)
- $M_y$  Moment in pitch direction (rotation around the Y-axis)
- $M_z$  Moment in yaw direction (rotation around the Z-axis)

Only five degrees of freedom are relevant for the Linear Guides. The X-direction is the movement direction of the guide. This defines the following accuracy values:

- Lateral movement (Y-direction)
- Height movement (Z-direction)
- Rolling (rotation around the X-axis)
- Pitching (rotation around the Y-axis)
- Yawing (rotation around the Z-axis)

# 1.6 Static safety

The design of Linear Guides must consider unexpected and unforeseeable forces and/or torques that are caused by vibration or shocks or short start/stop cycles (short strokes) during operation or standstill as well as overhanging loads. A safety factor is particularly important in such cases. The static safety factor  $f_s$  is intended to prevent unacceptable, permanent deformation of the tracks and the rolling elements. It is the ratio of the static load rating  $C_0$  to the maximum occurring force  $F_{0max}$ . The highest amplitude is relevant, even when it occurs only for a very short time.

$$f_s = \frac{C_0}{F_{0max}} * f_H * f_T * f_C \quad [2.1]$$

- $f_s$  static safety factor / static safety
- $C_0$  static load rating [N]
- $F_{0max}$  maximum static load [N]
- $f_H$  Hardness factor
- $f_T$  Temperature factor
- $f_C$  Contact factor

The static safety factor should be bigger than 2 for normal operating conditions. The recommended values listed in Table 2.1, should be used for the factor  $f_s$  under special operating conditions.

We recommend that you contact our application engineers when the loads are partially unknown or difficult to estimate.

Table 2.1 Values of the static safety factor

Operating conditions	Static safety factor $f_s$
slow movement low loads no vibration and shocks	1,0...1,3
slow movement low loads light vibration and shocks	1,2...1,7
slow movement medium loads vibration and shocks	1,5...2,5
fast movement high loads vibration and shocks	2,0...4,0
fast movement high loads strong vibration and shocks	3,0...8,0

GB



## 1.7 Service life time calculation

The nominal service life time of a Linear Guide is calculated with the following equation:

Ball guides

$$L_{10} = \left( \frac{C}{F} * \frac{f_H * f_T * f_C}{f_W} \right)^3 * 5 * 10^4 \quad [2.2]$$

Roller guides

$$L_{10} = \left( \frac{C}{F} * \frac{f_H * f_T * f_C}{f_W} \right)^{\frac{10}{3}} * 10^5 \quad [2.3]$$

$L_{10}$	Nominal service life time [m]
$C$	Dynamic load rating [N]
$F$	Dynamic load [N]
$f_H$	Hardness factor
$f_T$	Temperature factor
$f_C$	Contact factor
$f_W$	Load factor

The service life time in operating hours can be determined when the stroke length and the stroke frequency remain constant during the service life time.

$$L_h = \frac{L_{10}}{2 \cdot S \cdot n \cdot 60} \quad [2.4]$$

$L_{10}$	Nominal service life time [m]
$L_h$	Service live in hours [h]
$S$	Stroke length [m]
$n$	Stroke frequency (double-strokes per minute) [ $\text{min}^{-1}$ ]

It is very difficult to determine the active load for the service life time calculation. The Linear Guide systems are usually exposed to oscillations or vibrations resulting from the process or drive forces. Shocks can damage machine elements when the load peaks are higher than the maximum additional load.

This applies to the dynamic as well as the static state of the total system. The service life time also depends on parameters such as the surface hardness of the rolling elements, the race ways and the temperature of the system. The modified service life time calculation takes the abovementioned conditions into consideration.

## 1.7.1 Influence factors

Hardness factor  $f_H$

The hardness of the rolling elements and the raceways must be between 58 HRC and 60 HRC. This value ensures optimal running properties and the best possible functional properties of the Linear Guide.

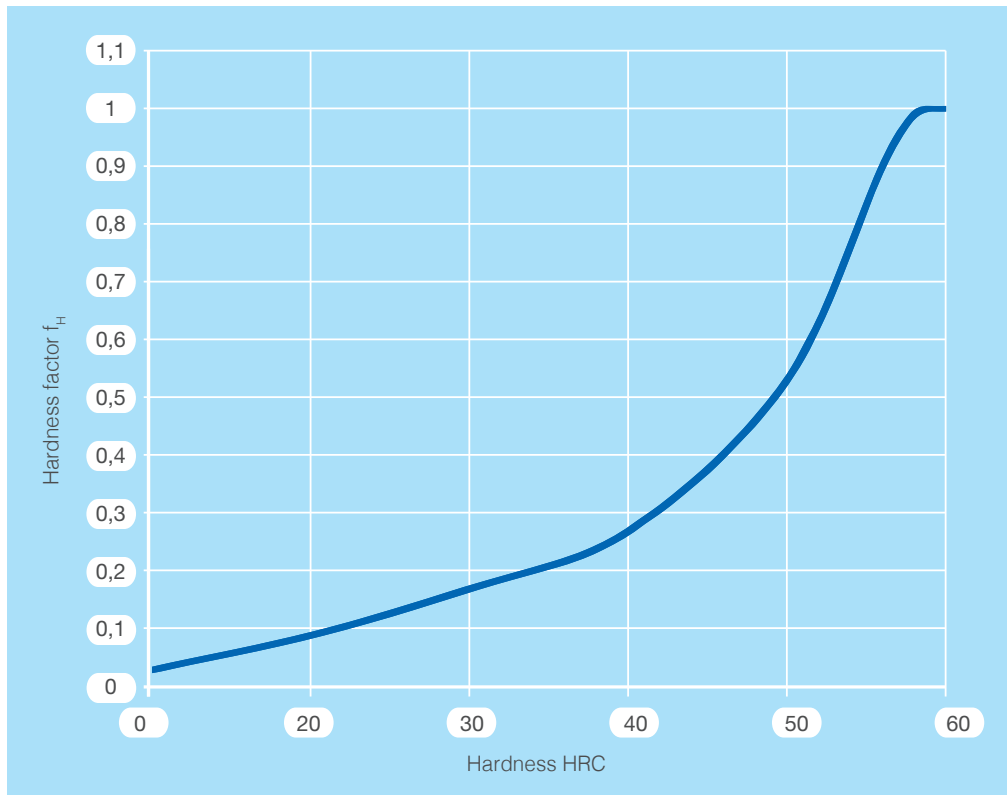


Figure 2.2 Hardness factor  $f_H$

The SNR Linear Guides comply with the above mentioned conditions. Therefore, the hardness factor does not need to be considered ( $f_H=1$ ). The hardness corrections (Figure 2.2) are only required when a special version made of special material with a hardness below 58 HRC is used.

## Temperature factor $f_T$

Corrections to the service life time calculations (Figure 2.3) must be made when the environmental temperature of the Linear Guide exceeds 100°C during operation.

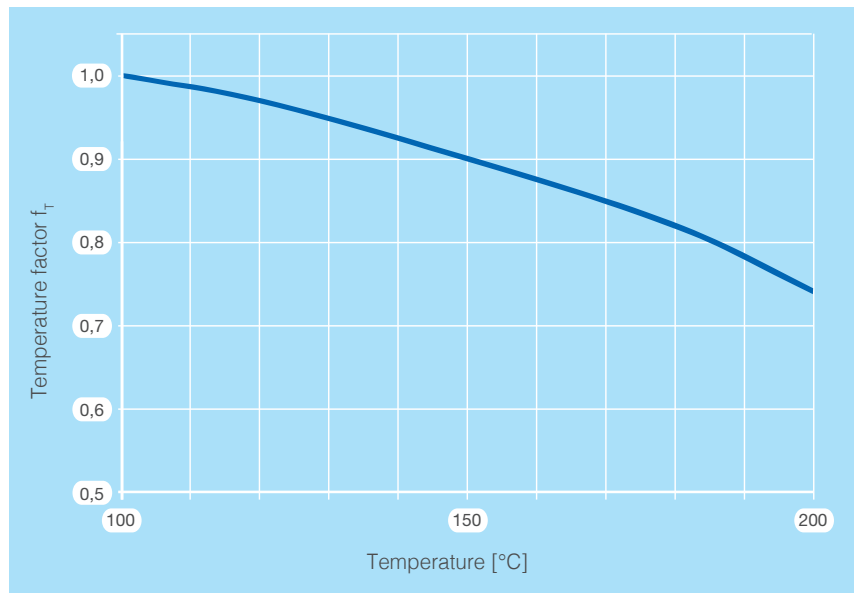


Figure 2.3 Temperature factor  $f_T$

The standard version of the SNR Linear Guides can be used up to a maximum temperature of 80°C.

## Contact factor $f_c$

When two or more carriages are installed very close to each other, the movement is affected by torques, installation accuracy and other factors, so that an even load distribution is hard to achieve. Under such conditions, an appropriate contact factor (Table 2.2) must be taken into account.

Table 2.2 Contact factor

Number of closely spaced carriages	$f_c$
1	1,00
2	0,81
3	0,72
4	0,66
5	0,61

## Load factor $f_w$

Vibrations and shocks that may occur during operation, for example as a result of high speeds, repeated starting and stopping, process forces or sudden loads, can have a significant effect on the total calculation. It is in some cases very difficult to determine their effects. Empirically determined load factors (Table 2.3) must be used when the actual loads on the Linear Guide cannot be measured or can be significantly higher than calculated.

Table 2.3 Load factor

Operating conditions	Velocity [m/s]	Load factor $f_w$
no or very low vibration and shocks	$\leq 0,25$	1,0...1,2
low vibration and shocks	$0,25... \leq 1,0$	1,2...1,5
medium vibration and shocks	$1,0... \leq 2,0$	1,5...2,0
strong vibration and shocks	$> 2,0$	2,0...3,5
Short stroke application		3,5...5,0

GB

## 1.7.2 Acting load - equivalence factors

### One-rail application

For tight installation conditions, often only one or several Linear Guides with one carriage or one Linear Guide with several carriages is used. The service life time of the Linear Guide can be shortened in such cases, due to the increased wear at the carriage ends. Under such operating conditions, the torques must be multiplied by appropriate equivalence factors (Table 2.4 to Table 2.6).

The equivalent load is determined as follows:

$$F_E = k \cdot M \quad [2.7]$$

- $F_E$  Equivalent load per guide [N]  
 $k$  Equivalence factors (Table 2.4 to Table 2.6)  
 $M$  corresponds to the active moment [Nm]

Table 2.4 Equivalence factors Standard Linear Guides

Type	Equivalence factor [m <sup>-1</sup> ]				
	k1x	k1y	k2y	k1z	k2z
LGB_15 BS/FS	143,5	309,4	38,1	309,4	38,1
LGB_15 BN/FN	145,3	165,8	28,8	165,8	28,8
LGB_15 BL/FL	144,9	140,6	26,0	140,6	26,0
LGB_20 BS/FS	107,6	241,4	32,5	241,4	32,5
LGB_20 BN/FN	107,1	138,2	24,5	138,2	24,5
LGB_20 BL/FL	106,7	109,6	21,3	109,6	21,3
LGB_20 BE/FE	106,9	87,8	18,4	87,8	18,4
LGB_25 BS/FS	92,8	207,2	29,2	207,2	29,2
LGB_25 BN/FN	93,4	116,6	21,6	116,6	21,6
LGB_25 BL/FL	93,1	92,9	18,7	92,9	18,7
LGB_25 BE/FE	93,1	77,2	16,5	77,2	16,5
LGB_30 FS	77,3	179,8	24,6	179,8	24,6
LGB_30 BN/FN	77,2	99,1	18,1	99,1	18,1
LGB_30 BL/FL	77,2	86,0	16,6	86,0	16,6
LGB_30 BE/FE	77,2	64,8	13,7	64,8	13,7
LGB_35 FS	63,3	150,7	21,1	150,7	21,1
LGB_35 BN/FN	63,2	83,4	15,4	83,4	15,4
LGB_35 BL/FL	63,3	72,5	14,2	72,5	14,2
LGB_35 BE/FE	63,2	54,8	11,7	54,8	11,7
LGB_45 BN/FN	47,3	71,4	13,4	71,4	13,4
LGB_45 BL/FL	47,3	61,0	12,1	61,0	12,1
LGB_45 BE/FE	47,3	48,3	10,3	48,3	10,3
LGB_55 BN/FN	40,4	57,9	11,3	57,9	11,3
LGB_55 BL/FL	40,4	43,6	9,3	43,6	9,3
LGB_55 BE/FE	40,4	39,2	8,6	39,2	8,6

- k1x Equivalence factor for 1 carriage in Mx-direction  
k1y Equivalence factor for 1 carriage in My-direction  
k2y Equivalence factor for 2 carriages with direct contact in My-direction  
k1z Equivalence factor for 1 carriage in Mz-direction  
k2z Equivalence factor for 2 carriages with direct contact in Mz-direction

Table 2.5 Equivalence factors wide Standard Linear Guides

Type	Equivalence factor [m <sup>1</sup> ]				
	k1x	k1y	k2y	k1z	k2z
LGBXH21 TN/WN	50,9	146,3	28,6	146,3	28,6
LGBXH27 TN/WN	48,8	120,6	23,5	120,6	23,5
LGBXH35 TN/WN	30,5	74,6	16,2	74,6	16,2

k1x Equivalence factor for 1 carriage in Mx-direction

k1y Equivalence factor for 1 carriage in My-direction

k2y Equivalence factor for 2 carriages with direct contact in My-direction

k1z Equivalence factor for 1 carriage in Mz-direction

k2z Equivalence factor for 2 carriages with direct contact in Mz-direction

Table 2.6 Equivalence factors Miniature guides

Type	Equivalence factor [m <sup>1</sup> ]				
	k1x	k1y	k2y	k1z	k2z
LGM_07 BN	300,8	488,7	64,2	488,7	53,0
LGM_09 BN	209,1	255,6	53,0	255,6	53,0
LGM_09 BL	220,7	194,7	42,5	194,7	42,5
LGM_12 BN	152,2	291,7	47,0	291,7	47,0
LGM_12 BL	154,7	187,9	36,4	187,9	36,4
LGM_15 BN	142,8	219,6	38,2	219,6	38,2
LGM_15 BL	143,2	145,8	28,8	145,8	28,8
LGM_09 WN	106,8	236,4	43,2	236,4	43,2
LGM_09 WL	105,1	153,9	34,5	153,9	34,5
LGM_12 WN	80,5	204,2	37,9	204,2	37,9
LGM_12 WL	80,2	144,1	29,8	144,1	29,8
LGM_15 WN	48,9	167,8	30,5	167,8	30,5
LGM_15 WL	48,0	110,3	23,7	110,3	23,7

k1x Equivalence factor for 1 carriage in Mx-direction

k1y Equivalence factor for 1 carriage in My-direction

k2y Equivalence factor for 2 carriages with direct contact in My-direction

k1z Equivalence factor for 1 carriage in Mz-direction

k2z Equivalence factor for 2 carriages with direct contact in Mz-direction

## Two-rail application

The following requirements and operating conditions (Figure 2.4) must be defined for calculating the service life time:

- Stroke length  $s$  [mm]
- Velocity diagram (Figure 2.5)
- Velocity  $v$  [m/s]
- Acceleration/deceleration  $a$  [m/s<sup>2</sup>]
- Movement cycles, number of double-strokes per minute  $n$  [min<sup>-1</sup>]
- Arrangement of the Linear Guide (number of rails and carriages)  $l_0, l_1$ , [mm]
- Installation position (horizontal, vertical, diagonal, wall installation, tilted by 180°)
- Mass  $m$  [kg]
- Direction of the outer forces
- Positions of the centres of gravity  $l_2, l_3, l_4$ , [mm]
- Position of the drive  $l_5, l_6$ , [mm]
- Required service life  $L$  [km] or [h]

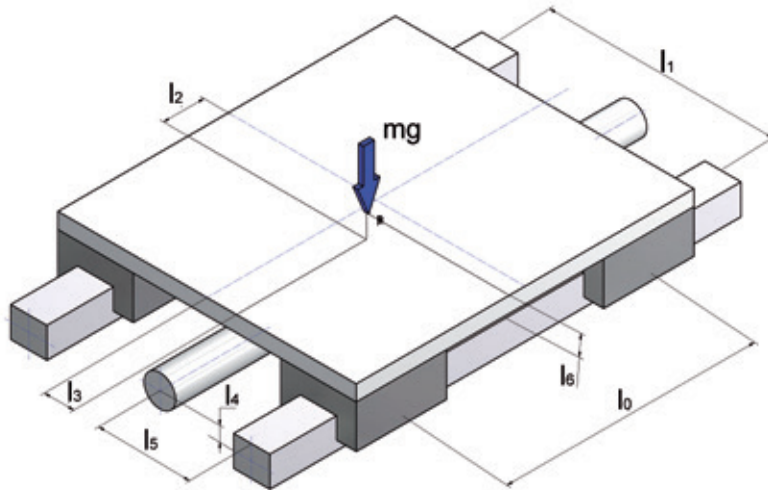


Figure 2.4 Definition of the conditions

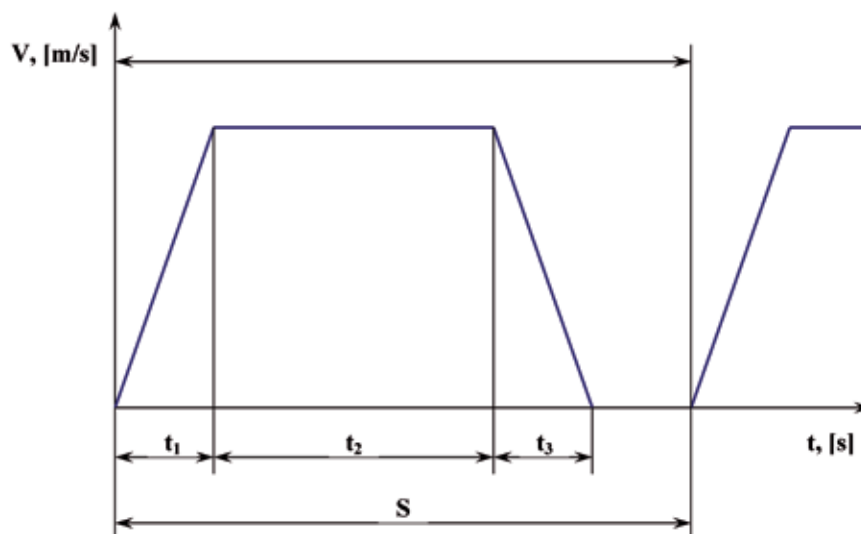


Figure 2.5 Velocity/time diagram

### 1.7.3 Equivalent loads

The (radial and tangential) loads as well as torque loads may act on the Linear Guide from different directions at the same time (Figure 2.6). In this case, the service life is calculated by using the equivalent load, which includes the radial, tangential and other loads.

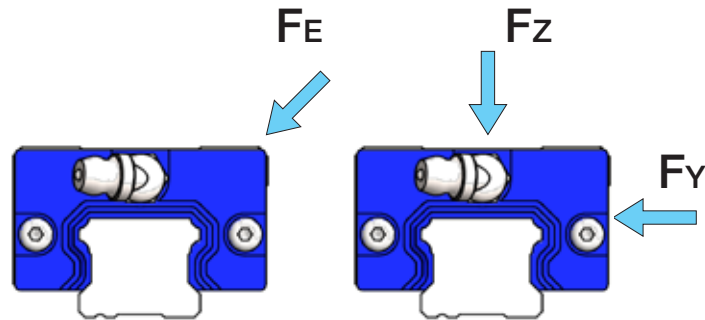


Figure 2.6 Equivalent load  $F_E$

$$F_E = |F_Y| + |F_Z| \quad [2.8]$$

$F_E$  - Equivalent load [N]

$F_Y$  - Tangential load [N]

$F_Z$  - Radial load [N]

The calculation of the equivalent load  $F_E$  considers that the SNR Linear Guides have the same loadrating capacity in all main directions.

#### Dynamic equivalent load

It is common that different, varying process forces affect the total system during operation. The guides are, for example, exposed to changing loads during upward and downward movements for picking and placing applications. Where such varying loads occur, they must be considered in the service life time calculations. The calculation of the dynamically equivalent load determines the load on a carriage for each individual movement phase  $n_1, n_2 \dots n_n$  (see Chapter 1.7.2) and is summarised in a resulting load for the total cycle. The load change can take place in various ways:

- Stepwise (Figure 2.7)
- Linear (Figure 2.8)
- Sinusoidal (Figure 2.9 and 2.10)



### Stepwise load change

$$F_m = \sqrt[3]{\frac{1}{S} (F_1^3 \cdot S_1 + F_2^3 \cdot S_2 + \dots + F_n^3 \cdot S_n)} \quad [2.9]$$

- $F_m$  Dynamic equivalent load [N]
- $F_n$  Load change [N]
- $S$  Total travel [mm]
- $S_n$  Travel during load change  $F_n$  [mm]

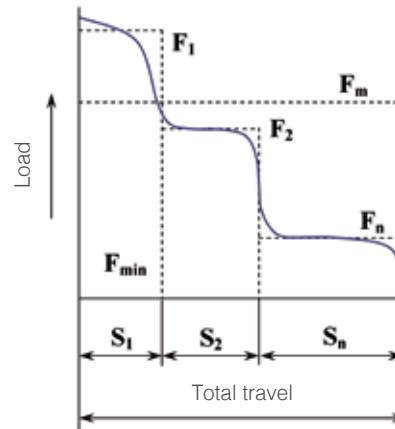


Figure 2.7 Stepwise load change

### Linear load change

$$F_m \cong \frac{1}{3} (F_{MIN} + 2 \cdot F_{MAX}) \quad [2.10]$$

- $F_{MIN}$  Minimum load [N]
- $F_{MAX}$  Maximum load [N]

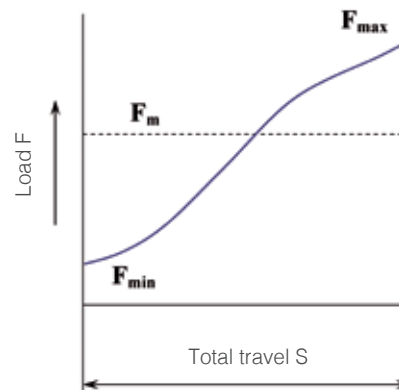


Figure 2.8 Linear load change

Sinusoidal load change

$$F_m \cong 0,65 * F_{MAX} \quad [2.11]$$

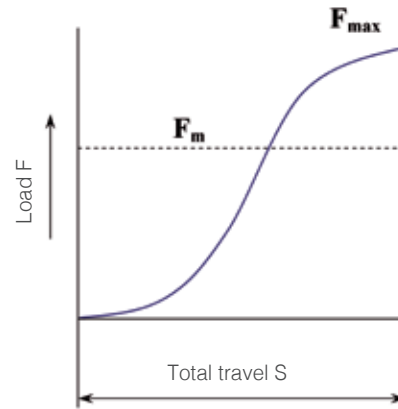


Figure 2.9 Sinusoidal load change (a)

Sinusoidal load change

[2.12]

$$F_m \cong 0,75 * F_{MAX}$$

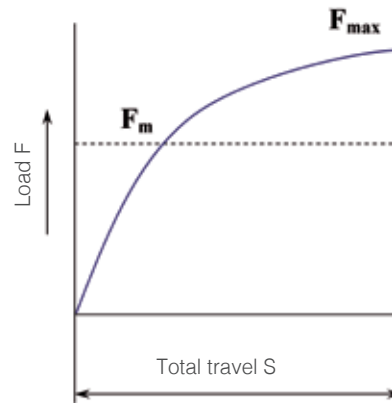


Figure 2.10 Sinusoidal load change (b)

## 1.7.4 Calculation examples

### Example 1

Horizontal installation position with overhanging load

One carriage

LGBCH20FN

Gravity constant  $g=9.8 \text{ m/s}^2$

Mass  $m=10 \text{ kg}$

$l_2=200 \text{ mm}$ ,  $l_3=100 \text{ mm}$

$C=17,71 \text{ kN}$

$C_0=30,50 \text{ kN}$

Normal operating conditions without vibrations  $f_w = 1,5$

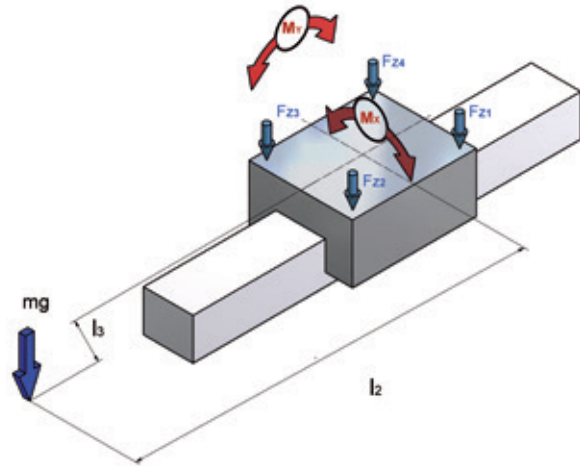


Figure 2.11 Calculation example 1

### Calculation:

The equivalent load for the Linear Guide is calculated, taking the formula [2.7] and the equivalence factors (Table 2.5) into account.

$$Fz_1 = mg - k_x * mg * l_3 - k_y * mg * l_2 = 10 * 9,8 - 107 * 10 * 9,8 * 0,1 - 138 * 10 * 9,8 * 0,2 = -3.655,4 \text{ N}$$

$$Fz_2 = mg - k_x * mg * l_3 + k_y * mg * l_2 = 10 * 9,8 - 107 * 10 * 9,8 * 0,1 + 138 * 10 * 9,8 * 0,2 = 1.754,2 \text{ N}$$

$$Fz_3 = mg + k_x * mg * l_3 + k_y * mg * l_2 = 10 * 9,8 + 107 * 10 * 9,8 * 0,1 + 138 * 10 * 9,8 * 0,2 = 3.851,4 \text{ N}$$

$$Fz_4 = mg + k_x * mg * l_3 - k_y * mg * l_2 = 10 * 9,8 + 107 * 10 * 9,8 * 0,1 - 138 * 10 * 9,8 * 0,2 = -1.558,2 \text{ N}$$

The static safety factor for the maximum load of 3.851,4 N is calculated according to [2.1].

$$f_s = \frac{C_0}{F_{0MAX}} = \frac{30.500}{3.851,4} = 7,9$$

The nominal service life time for the maximum load 3.851,4 N is calculated according to [Chapter 1.7].

$$L_{10} = \left( \frac{C}{F} * \frac{f_H * f_T * f_C}{f_w} \right)^3 * 5 * 10^4 = \left( \frac{17.710}{3.851,4} * \frac{1}{1,5} \right)^3 * 5 * 10^4 = 1.440.443 \text{ m} = 14.440 \text{ km}$$

## Example 2

Horizontal installation position with overhanging load and 2 rails arranged in parallel. Two carriages per rail, arrangement with mobile table

LGBCH30FN

Gravity constant  $g=9.8 \text{ m/s}^2$

Mass  $m=400 \text{ kg}$

$l_0=600 \text{ mm}$ ,  $l_1=450 \text{ mm}$ ,  $l_2=400 \text{ mm}$ ,  $l_3=350 \text{ mm}$

$C=36,71 \text{ kN}$

$C_0=54,570 \text{ kN}$

Normal operating conditions without vibrations  $f_w=1,5$

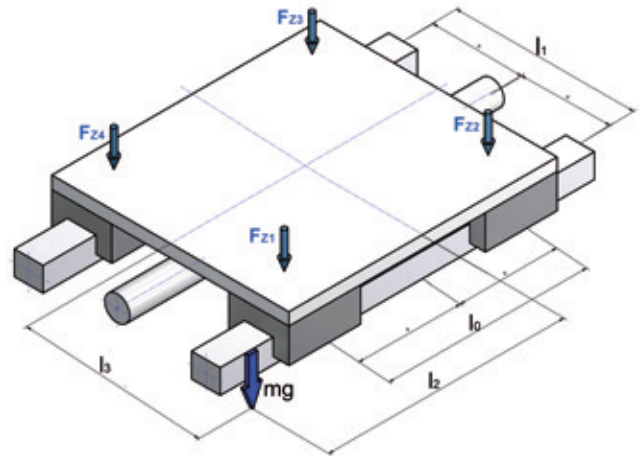


Figure 2.12 Calculation example 2

### Calculation:

a) The active radial load per carriage at constant velocity is calculated as follows:

$$F_{Z1} = \frac{mg}{4} + \frac{mg * l_2}{2 * l_0} + \frac{mg * l_3}{2 * l_1} = \frac{400 * 9,8}{4} + \frac{400 * 9,8 * 400}{2 * 600} + \frac{400 * 9,8 * 350}{2 * 450} = 3.811,11 \text{ N}$$

$$F_{Z2} = \frac{mg}{4} - \frac{mg * l_2}{2 * l_0} + \frac{mg * l_3}{2 * l_1} = \frac{400 * 9,8}{4} - \frac{400 * 9,8 * 400}{2 * 600} + \frac{400 * 9,8 * 350}{2 * 450} = 1.197,77 \text{ N}$$

$$F_{Z3} = \frac{mg}{4} - \frac{mg * l_2}{2 * l_0} - \frac{mg * l_3}{2 * l_1} = \frac{400 * 9,8}{4} - \frac{400 * 9,8 * 400}{2 * 600} - \frac{400 * 9,8 * 350}{2 * 450} = -1.851,11 \text{ N}$$

$$F_{Z4} = \frac{mg}{4} + \frac{mg * l_2}{2 * l_0} - \frac{mg * l_3}{2 * l_1} = \frac{400 * 9,8}{4} + \frac{400 * 9,8 * 400}{2 * 600} - \frac{400 * 9,8 * 350}{2 * 450} = 762,23 \text{ N}$$

b) The statistical safety factor is calculated for carriage 1 according to [2.1] for a maximum load of 3,811.11 N.

$$f_s = \frac{C_0}{F_{0MAX}} = \frac{54.570}{3.811,11} = 14,3$$

c) The service life time of the four runner blocks is calculated according to [2.5]

$$L_1 = \left( \frac{C}{F_{Z1}} * \frac{f_H * f_T * f_C}{f_w} \right)^3 * 5 * 10^4 = \left( \frac{36.710}{3.811,11} * \frac{1}{1,5} \right)^3 * 5 * 10^4 = 13.240.211 \text{ m} = 13.240 \text{ km}$$

$$L_2 = \left( \frac{C}{F_{Z2}} * \frac{f_H * f_T * f_C}{f_w} \right)^3 * 5 * 10^4 = \left( \frac{36.710}{1.197,77} * \frac{1}{1,5} \right)^3 * 5 * 10^4 = 426.509.871 \text{ m} = 426.510 \text{ km}$$

$$L_3 = \left( \frac{C}{F_{Z3}} * \frac{f_H * f_T * f_C}{f_w} \right)^3 * 5 * 10^4 = \left( \frac{36.710}{1.851,11} * \frac{1}{1,5} \right)^3 * 5 * 10^4 = 115.545.411 \text{ m} = 115.545 \text{ km}$$

$$L_4 = \left( \frac{C}{F_{Z4}} * \frac{f_H * f_T * f_C}{f_w} \right)^3 * 5 * 10^4 = \left( \frac{36.710}{762,23} * \frac{1}{1,5} \right)^3 * 5 * 10^4 = 1.654.974.350 \text{ m} = 1.654.974 \text{ km}$$

GB

### Example 3

Vertical installation position (e.g. transport lift, Z-axis of a lifting device) with inertia forces, 2 rails arranged in parallel,

2 carriages per rail,

LGBCH20FN

$v=1$  m/s

$a=0,5$  m/s<sup>2</sup>

$s_1=1000$  mm

$s_2=2000$  mm

$s_3=1000$  mm

Mass  $m=100$  kg

Gravity constant  $g=9.8$  m/s<sup>2</sup>

$l_0=300$  mm,  $l_1=500$  mm,  $l_5=250$  mm,  $l_6=280$  mm

$C=17,71$  kN

$C_0=30,50$  kN

$f_w=2,0$  (Table 2.3)

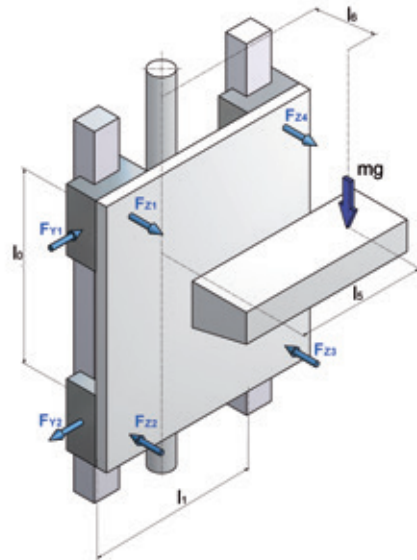


Figure 2.13 Calculation example 3

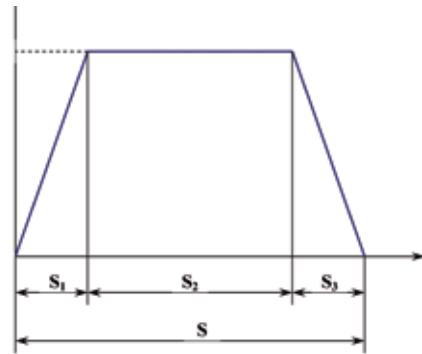


Figure 2.14 Velocity/distance diagram

### Calculation:

a) The active loads are calculated per carriage

### During the acceleration phase

#### Radial loads

$$F_{BeschZ1} = \frac{m(g+a) \cdot l_6}{2 \cdot l_0} = \frac{100 \cdot (9,8 + 0,5) \cdot 280}{2 \cdot 300} = 480,67 \text{ N}$$

$$F_{BeschZ2} = -\frac{m(g+a) \cdot l_6}{2 \cdot l_0} = -\frac{100 \cdot (9,8 + 0,5) \cdot 280}{2 \cdot 300} = -480,67 \text{ N}$$

$$F_{BeschZ3} = -\frac{m(g+a) \cdot l_6}{2 \cdot l_0} = -\frac{100 \cdot (9,8 + 0,5) \cdot 280}{2 \cdot 300} = -480,67 \text{ N}$$

$$F_{BeschZ4} = \frac{m(g+a) \cdot l_6}{2 \cdot l_0} = \frac{100 \cdot (9,8 + 0,5) \cdot 280}{2 \cdot 300} = 480,67 \text{ N}$$

### Tangential loads

$$F_{BeschY1} = \frac{m(g+a) * l_5}{2 * l_0} = \frac{100 * (9,8 + 0,5) * 250}{2 * 300} = 429,17 \text{ N}$$

$$F_{BeschY2} = -\frac{m(g+a) * l_5}{2 * l_0} = -\frac{100 * (9,8 + 0,5) * 250}{2 * 300} = -429,17 \text{ N}$$

$$F_{BeschY3} = -\frac{m(g+a) * l_5}{2 * l_0} = -\frac{100 * (9,8 + 0,5) * 250}{2 * 300} = -429,17 \text{ N}$$

$$F_{BeschY4} = \frac{m(g+a) * l_5}{2 * l_0} = \frac{100 * (9,8 + 0,5) * 250}{2 * 300} = 429,17 \text{ N}$$

### At constant velocity

#### Radial loads

$$F_{KonstZ1} = \frac{mg * l_6}{2 * l_0} = \frac{100 * 9,8 * 280}{2 * 300} = 457,33 \text{ N}$$

$$F_{KonstZ2} = -\frac{mg * l_6}{2 * l_0} = -\frac{100 * 9,8 * 280}{2 * 300} = -457,33 \text{ N}$$

$$F_{KonstZ3} = -\frac{mg * l_6}{2 * l_0} = -\frac{100 * 9,8 * 280}{2 * 300} = -457,33 \text{ N}$$

$$F_{KonstZ4} = \frac{mg * l_6}{2 * l_0} = \frac{100 * 9,8 * 280}{2 * 300} = 457,33 \text{ N}$$

### Tangential loads

$$F_{KonstY1} = \frac{mg * l_5}{2 * l_0} = \frac{100 * 9,8 * 250}{2 * 300} = 408,33 \text{ N}$$

$$F_{KonstY2} = -\frac{mg * l_5}{2 * l_0} = -\frac{100 * 9,8 * 250}{2 * 300} = -408,33 \text{ N}$$

$$F_{KonstY3} = -\frac{mg * l_5}{2 * l_0} = -\frac{100 * 9,8 * 250}{2 * 300} = -408,33 \text{ N}$$

$$F_{KonstY4} = \frac{mg * l_5}{2 * l_0} = \frac{100 * 9,8 * 250}{2 * 300} = 408,33 \text{ N}$$

GB

During the deceleration phase

#### Radial loads

$$F_{VerzZ1} = \frac{m(g-a) \cdot l_6}{2 \cdot l_0} = \frac{100 \cdot (9,8 - 0,5) \cdot 280}{2 \cdot 300} = 434 \text{ N}$$

$$F_{VerzZ2} = -\frac{m(g-a) \cdot l_6}{2 \cdot l_0} = -\frac{100 \cdot (9,8 - 0,5) \cdot 280}{2 \cdot 300} = -434 \text{ N}$$

$$F_{VerzZ3} = -\frac{m(g-a) \cdot l_6}{2 \cdot l_0} = -\frac{100 \cdot (9,8 - 0,5) \cdot 280}{2 \cdot 300} = -434 \text{ N}$$

$$F_{VerzZ4} = \frac{m(g-a) \cdot l_6}{2 \cdot l_0} = \frac{100 \cdot (9,8 - 0,5) \cdot 280}{2 \cdot 300} = 434 \text{ N}$$

#### Tangential loads

$$F_{VerzY1} = \frac{m(g-a) \cdot l_5}{2 \cdot l_0} = \frac{100 \cdot (9,8 - 0,5) \cdot 250}{2 \cdot 300} = 387,50 \text{ N}$$

$$F_{VerzY2} = -\frac{m(g-a) \cdot l_5}{2 \cdot l_0} = -\frac{100 \cdot (9,8 - 0,5) \cdot 250}{2 \cdot 300} = -387,50 \text{ N}$$

$$F_{VerzY3} = -\frac{m(g-a) \cdot l_5}{2 \cdot l_0} = -\frac{100 \cdot (9,8 - 0,5) \cdot 250}{2 \cdot 300} = -387,50 \text{ N}$$

$$F_{VerzY4} = \frac{m(g-a) \cdot l_5}{2 \cdot l_0} = \frac{100 \cdot (9,8 - 0,5) \cdot 250}{2 \cdot 300} = 387,50 \text{ N}$$

b) The combined radial and tangential loads are calculated per carriage according to [2.8].

During the acceleration phase

$$F_{BeschE1} = |F_{BeschZ1}| + |F_{BeschY1}| = 909,84 \text{ N}$$

$$F_{BeschE2} = |F_{BeschZ2}| + |F_{BeschY2}| = 909,84 \text{ N}$$

$$F_{BeschE3} = |F_{BeschZ3}| + |F_{BeschY3}| = 909,84 \text{ N}$$

$$F_{BeschE4} = |F_{BeschZ4}| + |F_{BeschY4}| = 909,84 \text{ N}$$



At constant velocity

$$F_{KonstE1} = |F_{KonstZ1}| + |F_{KonstY1}| = 865,67 \text{ N}$$

$$F_{KonstE2} = |F_{KonstZ2}| + |F_{KonstY2}| = 865,67 \text{ N}$$

$$F_{KonstE3} = |F_{KonstZ3}| + |F_{KonstY3}| = 865,67 \text{ N}$$

$$F_{KonstE4} = |F_{KonstZ4}| + |F_{KonstY4}| = 865,67 \text{ N}$$

During the deceleration phase

$$F_{VerzE1} = |F_{VerzZ1}| + |F_{VerzY1}| = 821,50 \text{ N}$$

$$F_{VerzE2} = |F_{VerzZ2}| + |F_{VerzY2}| = 821,50 \text{ N}$$

$$F_{VerzE3} = |F_{VerzZ3}| + |F_{VerzY3}| = 821,50 \text{ N}$$

$$F_{VerzE4} = |F_{VerzZ4}| + |F_{VerzY4}| = 821,50 \text{ N}$$

c) The static safety factor for the maximum load on the Linear Guide during the acceleration phase is calculated according to [2.1].

$$f_s = \frac{C_0}{F_{0MAX}} = \frac{30.500}{909,84} = 33,5$$

d) The active, dynamic, equivalent load is calculated according to [2.9]

$$S = S_1 + S_2 + S_3 = 4.000 \text{ mm}$$

$$F_{m1} = \sqrt[3]{\frac{1}{S} \left( F_{BeschE1}^3 * S_1 + F_{KonstE1}^3 * S_2 + F_{VerzE1}^3 * S_3 \right)} =$$

$$= \sqrt[3]{\frac{1}{4.000} * \left( 909,84^3 * 1.000 + 865,67^3 * 2.000 + 821,50^3 * 1.000 \right)} = 866,79 \text{ N}$$

$$F_{m2} = \sqrt[3]{\frac{1}{S} \left( F_{BeschE2}^3 * S_1 + F_{KonstE2}^3 * S_2 + F_{VerzE2}^3 * S_3 \right)} =$$

$$= \sqrt[3]{\frac{1}{4.000} * \left( 909,84^3 * 1.000 + 865,67^3 * 2.000 + 821,50^3 * 1.000 \right)} = 866,79 \text{ N}$$

GB

$$F_{m3} = \sqrt[3]{\frac{1}{S} (F_{BeschE3}^3 * S_1 + F_{KonstE3}^3 * S_2 + F_{VerzE3}^3 * S_3)} =$$

$$= \sqrt[3]{\frac{1}{4.000} * (909,84^3 * 1.000 + 865,67^3 * 2.000 + 821,50^3 * 1.000)} = 866,79 \text{ N}$$

$$F_{m4} = \sqrt[3]{\frac{1}{S} (F_{BeschE4}^3 * S_1 + F_{KonstE4}^3 * S_2 + F_{VerzE4}^3 * S_3)} =$$

$$= \sqrt[3]{\frac{1}{4.000} * (909,84^3 * 1.000 + 865,67^3 * 2.000 + 821,50^3 * 1.000)} = 866,79 \text{ N}$$

e) The nominal service life time is calculated according to [2.5].

$$L_1 = \left( \frac{C}{F_{m1}} * \frac{f_H * f_T * f_C}{f_w} \right)^3 * 5 * 10^4 = \left( \frac{17.710}{866,79} * \frac{1}{2,0} \right)^3 * 5 * 10^4 = 53.515.380 \text{ m} = 53.515 \text{ km}$$

#### Example 4

Horizontal installation position (e.g. transport frame)  
with inertial forces, 2 rails arranged in parallel,  
2 carriages per rail,  
LGBCH25FN

v=1 m/s

t<sub>1</sub>=1 s

t<sub>2</sub>=2 s

t<sub>3</sub>=1 s

s=4 000 mm

Mass m=150 kg

Gravity constant=9,8 m/s<sup>2</sup>

l<sub>0</sub>=600 mm, l<sub>1</sub>=400 mm, l<sub>5</sub>=150 mm, l<sub>6</sub>=500mm

C=24,85 kN

C<sub>0</sub>=47,07 kN

f<sub>w</sub>=2,0 (according Table 2.3)

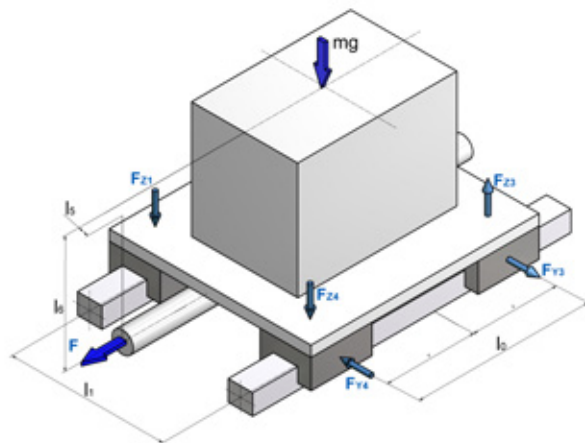


Figure 2.15 Calculation example 4

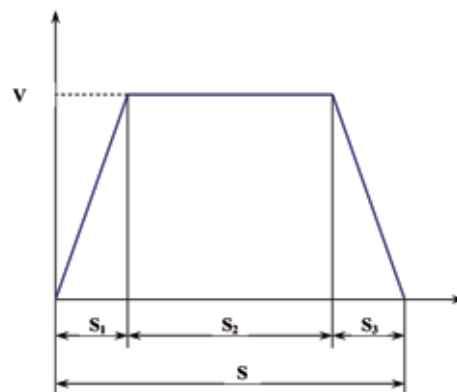


Figure 2.16 Velocity/distance diagram

### Calculation:

a) Distance and acceleration calculation

$$\text{Acceleration phase: } a_1 = \frac{V}{t_1} = \frac{1}{1} = 1 \text{ m/s}^2$$

$$\text{Deceleration phase } a_3 = \frac{V}{t_3} = \frac{1}{1} = 1 \text{ m/s}^2$$

b) The active loads are calculated per carriage

During the acceleration phase

#### Radial loads

$$F_{\text{BeschZ1}} = F_{\text{BeschZ4}} = \frac{mg}{4} - \frac{m \cdot a_1 \cdot l_6}{2 \cdot l_0} = \frac{150 \cdot 9,8}{4} - \frac{150 \cdot 1 \cdot 500}{2 \cdot 600} = 305 \text{ N}$$

$$F_{\text{BeschZ3}} = F_{\text{BeschZ2}} = \frac{mg}{4} + \frac{m \cdot a_1 \cdot l_6}{2 \cdot l_0} = \frac{150 \cdot 9,8}{4} + \frac{150 \cdot 1 \cdot 500}{2 \cdot 600} = 430 \text{ N}$$

#### Tangential loads

$$F_{\text{BeschY1}} = F_{\text{BeschY2}} = F_{\text{BeschY3}} = F_{\text{BeschY4}} = \frac{m \cdot a_1 \cdot l_5}{2 \cdot l_0} = \frac{150 \cdot 1 \cdot 150}{2 \cdot 600} = 18,75 \text{ N}$$

At constant velocity

#### Radial loads

$$F_{\text{KonstZ1}} = F_{\text{KonstZ2}} = F_{\text{KonstZ3}} = F_{\text{KonstZ4}} = \frac{mg}{4} = \frac{150 \cdot 9,8}{4} = 367,5 \text{ N}$$

During the deceleration phase

#### Radial loads

$$F_{\text{VerzZ1}} = F_{\text{VerzZ4}} = \frac{mg}{4} + \frac{m \cdot a_3 \cdot l_6}{2 \cdot l_0} = \frac{150 \cdot 9,8}{4} + \frac{150 \cdot 1 \cdot 500}{2 \cdot 600} = 430 \text{ N}$$

$$F_{\text{VerzZ2}} = F_{\text{VerzZ3}} = \frac{mg}{4} - \frac{m \cdot a_3 \cdot l_6}{2 \cdot l_0} = \frac{150 \cdot 9,8}{4} - \frac{150 \cdot 1 \cdot 500}{2 \cdot 600} = 305 \text{ N}$$

#### Tangential loads

$$F_{\text{VerzY1}} = F_{\text{VerzY2}} = F_{\text{VerzY3}} = F_{\text{VerzY4}} = \frac{m \cdot a_3 \cdot l_5}{2 \cdot l_0} = \frac{150 \cdot 1 \cdot 150}{2 \cdot 600} = 18,75 \text{ N}$$

c) The equivalent radial and tangential loads are calculated per carriage according to [2.8].

During the acceleration phase

$$F_{BeschE1} = F_{BeschE4} = |F_{BeschZ1}| + |F_{BeschY1}| = 323,75 \text{ N}$$

$$F_{BeschE2} = F_{BeschE3} = |F_{BeschZ2}| + |F_{BeschY2}| = 448,75 \text{ N}$$

At constant velocity

$$F_{KonstE1} = F_{KonstE2} = F_{KonstE3} = F_{KonstE4} = 367,5 \text{ N}$$

During the deceleration phase

$$F_{VerzE1} = F_{VerzE4} = |F_{VerzZ1}| + |F_{VerzY1}| = 448,75 \text{ N}$$

$$F_{VerzE2} = F_{VerzE3} = |F_{VerzZ2}| + |F_{VerzY2}| = 323,75 \text{ N}$$

d) The static safety factor for the maximum load on the Linear Guide during the acceleration and deceleration phase is calculated according to [2.1].

$$f_s = \frac{C_0}{F_{0MAX}} = \frac{41.070}{448,75} = 91,5$$

e) The active, dynamic, equivalent load is calculated according to [2.9].

$$F_{m1} = F_{m4} = \sqrt[3]{\frac{1}{S} (F_{BeschE1}^3 * S_1 + F_{KonstE1}^3 * S_2 + F_{VerzE1}^3 * S_3)} =$$

$$= \sqrt[3]{\frac{1}{4.000} * (323,75^3 * 1.000 + 367,5^3 * 2.000 + 448,75^3 * 1.000)} = 382,3 \text{ N}$$

$$F_{m2} = F_{m3} = \sqrt[3]{\frac{1}{S} (F_{BeschE2}^3 * S_1 + F_{KonstE2}^3 * S_2 + F_{VerzE2}^3 * S_3)} =$$

$$= \sqrt[3]{\frac{1}{4.000} * (448,75^3 * 1.000 + 367,5^3 * 2.000 + 323,75^3 * 1.000)} = 382,3 \text{ N}$$

f) The service life time of the four carriages is calculated according to [2.5].

$$L = \left( \frac{C}{F_{m1}} * \frac{f_H * f_T * f_C}{f_w} \right)^3 * 5 * 10^4 = \left( \frac{24.850}{382,3} * \frac{1}{2,0} \right)^3 * 5 * 10^4 = 1.716.509.860 \text{ m} = 1.716.510 \text{ km}$$

# 1.8 Preload/rigidity

## 1.8.1 Preload classes

Linear Guides can be preloaded to increase the rigidity of the system or to improve the spring compression behaviour of the total system. The elastic deformation of the raceways and the balls under load is smaller for preloaded carriages than in non-preloaded ones. The disadvantages of preloaded systems are: increased driving resistance and a resulting reduction in service life time. The preload is not considered in the normal service life time calculation when it is within the ranges specified in Table 2.6. The preload in a Linear Guide system is achieved by using rolling elements that are oversized by a specific factor (Figure 2.17).

The preload is defined by the radial clearance resulting from the over sizing of the rolling elements.

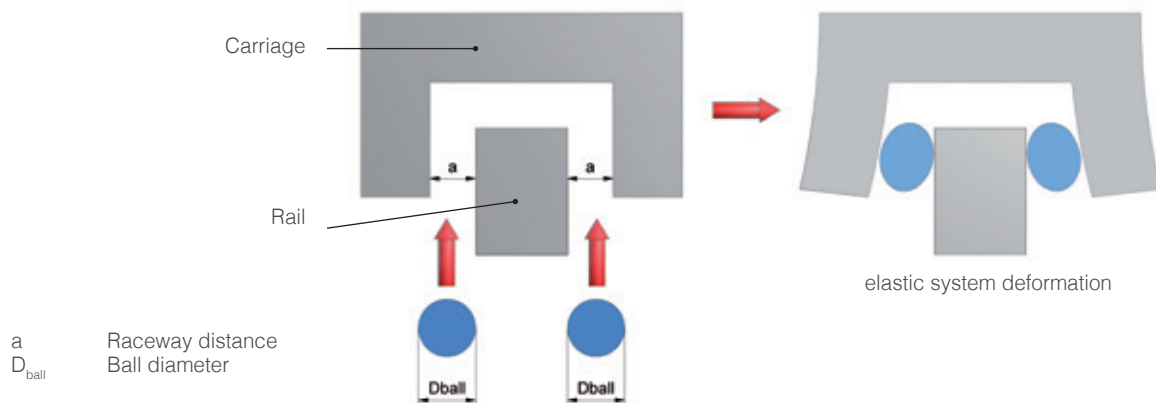


Figure 2.17 Preloading by over sizing of the balls

SNR Linear Guides are produced in different preload classes (Table 2.7). The individual preload classes correspond to a preload of the rolling elements that is defined by a percentage rate of the dynamic load rating C.

Table 2.7 Preload classes

	Description	Preload class
No preload	Z0	0
Low preload	Z1	up to 2% of C
Medium preload	Z2	up to 4% of C
High preload	Z3	up to 8% of C
Special preload	Zx	According customer request

## Example for the selection of the preload class

Table 2.8 Application areas for different preload classes

	Without preload (Z0)	Low preload (Z1)	Medium and high preload (Z2/Z3)
Application conditions	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Two-rail system</li> <li>▶ Weak external effects</li> <li>▶ Low load</li> <li>▶ Low friction</li> <li>▶ Low accuracy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ One-rail system</li> <li>▶ Low load</li> <li>▶ High accuracy</li> <li>▶ Self-supporting design</li> <li>▶ High dynamics</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Strong vibrations</li> <li>▶ High-performance processing</li> <li>▶ Strong external effects</li> </ul>
Applications	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Welding machines</li> <li>▶ Cutting machines</li> <li>▶ Feeding systems</li> <li>▶ Tool changer</li> <li>▶ X and Y axes for general industrial applications</li> <li>▶ Packaging machines</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Precision coordinate tables</li> <li>▶ Manipulators</li> <li>▶ Z-axes for general industrial applications</li> <li>▶ Measuring devices</li> <li>▶ PC-board drilling machines</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Processing centres</li> <li>▶ NC turning machine</li> <li>▶ Milling machines</li> <li>▶ Grinding machines</li> </ul>

Table 2.9 Radial clearance of Standard Linear Guides [ $\mu\text{m}$ ]

Type	Z0	Z1	Z2	Z3
LGB_15 B_/F_	-3...+3	-8...-4	-13...-9	-18...-14
LGB_20 B_/F_	-3...+3	-8...-4	-14...-9	-19...-14
LGB_25 B_/F_	-4...+4	-10...-5	-17...-11	-23...-18
LGB_30 B_/F_	-4...+4	-11...-5	-18...-12	-25...-19
LGB_35 B_/F_	-5...+5	-12...-6	-20...-13	-27...-20
LGB_45 B_/F_	-6...+6	-15...-7	-23...-15	-32...-24
LGB_55 B_/F_	-7...+7	-19...-8	-29...-20	-38...-30

Table 2.10 Radial clearance of wide Standard Linear Guides

Type	Z0	Z1	Z2
LGBXH21 TN/WN	-3...+3	-8...-4	-13...-9
LGBXH27 TN/WN	-3...+3	-9...-4	-14...-10
LGBXH35 TN/WN	-4...+4	-11...-5	-18...-12

Table 2.11 Radial clearance of Miniature guides

Type	Z0	Z1	Type	Z0	Z1
LGMX07 B_	+1...+2	-3...0			
LGMX09 B_	+1...+2	-4...0	LGMC09 B_	+1...+2	-4...0
LGMX12 B_	+1...+3	-6...0	LGMC12 B_	+1...+3	-6...0
LGMX15 B_	+1...+5	-10...0	LGMC15 B_	+1...+5	-10...0
LGMX09 W_	+1...+2	-4...0	LGMC09 W_	+1...+2	-4...0
LGMX12 W_	+1...+3	-6...0	LGMC12 W_	+1...+3	-6...0
LGMX15 W_	+1...+5	-10...0	LGMC15 W_	+1...+5	-10...0

We recommend that you contact our application engineers to select the optimal preload.

## 1.8.2 Rigidity

The rigidity of a carriage is defined by the relationship between the external load and the resulting elastic deformation in the load direction. The rigidity is an important parameter for the selection of the system, as the rigidity values vary according to the type and version of the SNR Linear Guide systems. The rigidity values discriminate between deformation due to load in the main load directions (Figure 2.18) and angular deformation due to torque load (Figure 2.19).

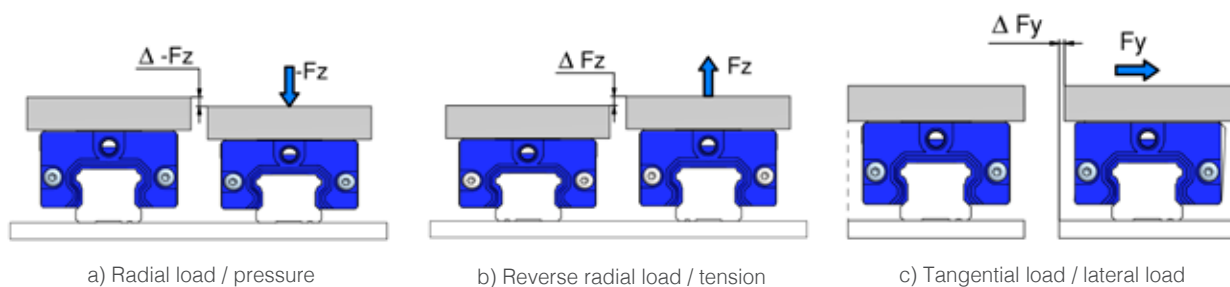


Figure 2.18 Deformation due to load in the main load directions

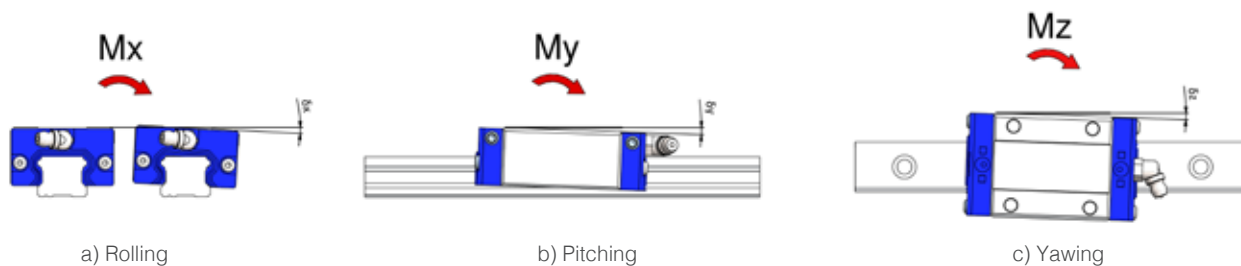


Figure 2.19 Angular deformation due to torque load



# 1.9 Precision

## 1.9.1 Precision classes

SNR Linear Guides are produced in various precision classes. Each precision class has a maximum deviation for running parallelism and maximum dimensional deviations. (Figure 2.20).

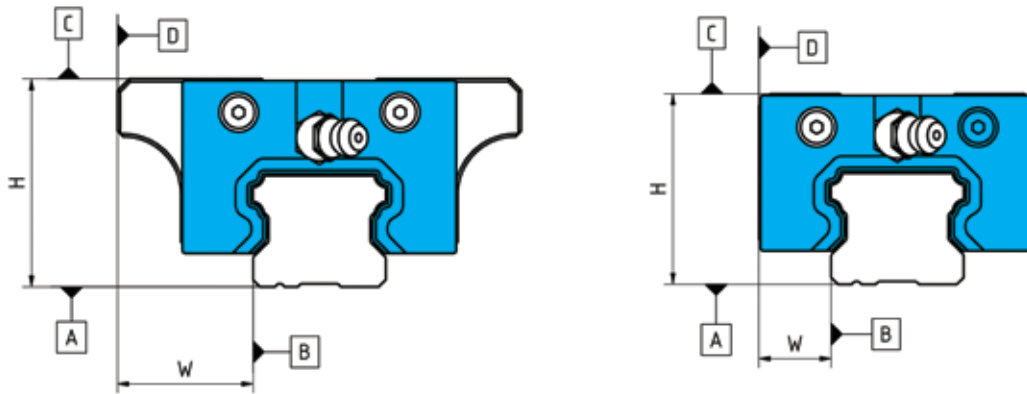


Figure 2.20 Precision classes

The running parallelism  $\Delta C$  describes the maximum parallelism deviation between the top of the carriage and the bottom of the rail, relative to the length of the rail.  $\Delta D$  is the maximum parallelism deviation between the lateral reference surface of the carriage and the rail, relative to the length of the rail. The height tolerance is the maximum dimensional deviation of the height measurement  $H$  in the  $z$ -direction between the top of the carriage and the bottom of the rail. The maximum dimensional deviation between the lateral reference surface of the carriage and the rail in  $y$ -direction is the tolerance of the value  $W$ . The values for the individual precision classes are provided in Table 2.12 for the standard Linear Guides and in Table 2.13 for the miniature guides.

Table 2.12 Precision classes of the standard guides

	Normal precision (N)	H precision (H)	P precision (P)	Super precision (S)	Ultra precision (U)
Height tolerance (H)	$\pm 0,1$	$\pm 0,04$	0 -0,04	0 -0,02	0 -0,01
Width tolerance (W)	$\pm 0,1$	$\pm 0,04$	0 -0,04	0 -0,02	0 -0,01
Height difference ( $\Delta H$ ) *	0,03	0,02	0,01	0,005	0,003
Width difference ( $\Delta W$ ) *	0,03	0,02	0,01	0,005	0,003
Running parallelism between carriage surface C and the rail surface A	See Figure 2.21.				
Running parallelism between the carriage reference surface D and the rail reference surface B	See Figure 2.21.				

\* between two carriages

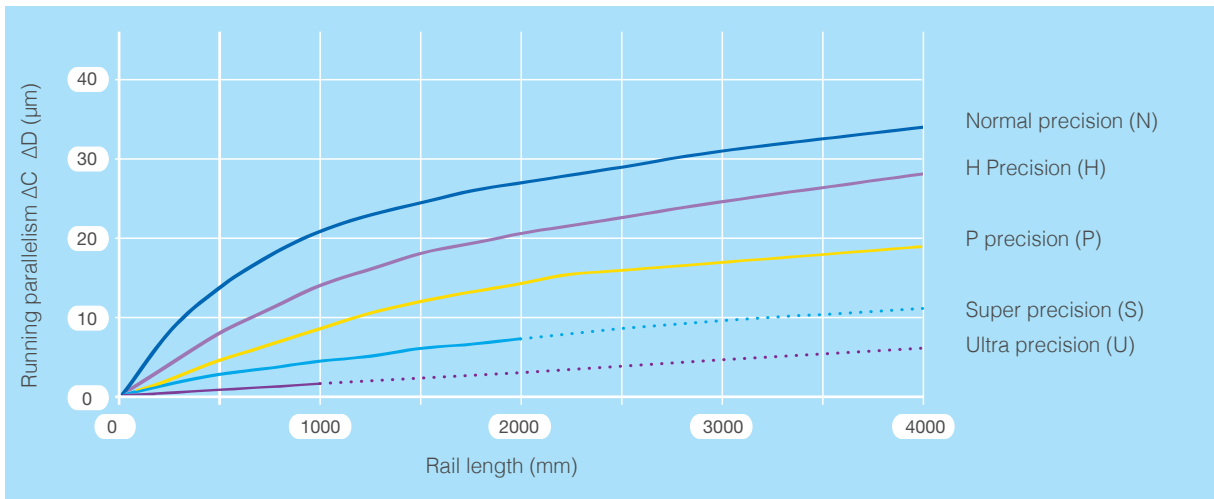


Figure 2.21 Running parallelism of the standard linearguides

Table 2.13 Precision classes of the miniature guides

	Normal precision (N)	H precision (H)	P precision (P)(U)
Height tolerance (H)	± 0,4	± 0,02	0 -0,01
Width tolerance (W)	± 0,4	± 0,025	0 -0,015
Height difference (ΔH) *	0,03	0,015	0,007
Width difference (ΔW) *	0,03	0,02	0,01
Running parallelism between carriage surface C and the rail surface A	See Figure 2.22.		
Running parallelism between the carriage reference surface D and the rail reference surface B	See Figure 2.22.		

\* between two carriages

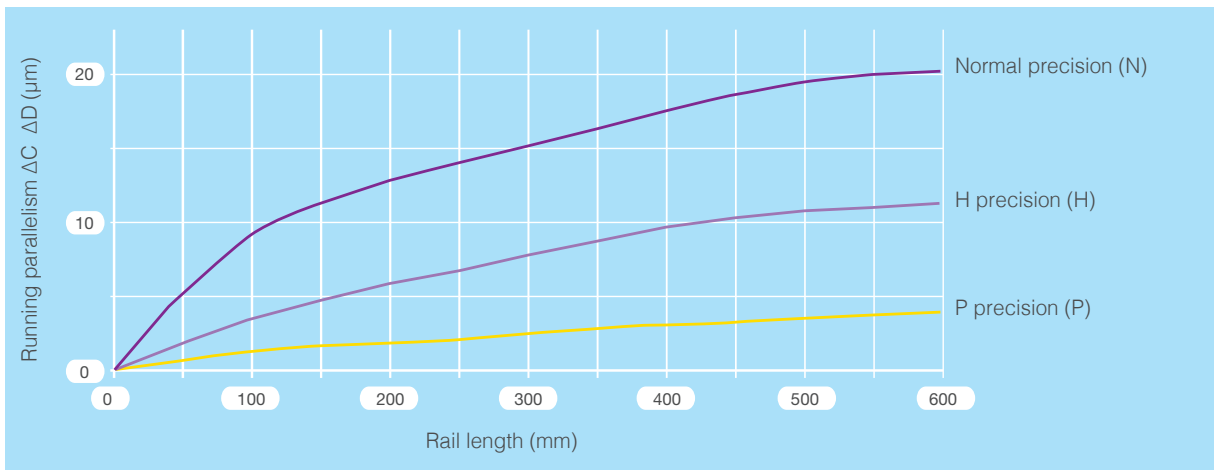


Figure 2.22 Running parallelism of the miniature guides

GB

## 1.9.2 Interchangeability

It is not possible to make the SNR Linear Guides in all precision and preload classes interchangeable, as this would interfere with our goal of ensuring top quality. High precision and preload classes are therefore only available as sets consisting of rails and carriages. Table 2.14 contains an overview of the exchange options.

Table 2.14 Interchangeability of standard Linear Guides

Precision class		interchangeable			not interchangeable				
		N	H	P*	N	H	P	S	U
Preload class	LGB	Z0	Z0	Z0	-	-	-	-	-
		Z1	Z1	Z1	-	-	-	Z1	Z1
		Z2	Z2	Z2	-	-	-	Z2	Z2
		-	-	-	Z3	Z3	Z3	Z3	Z3
		-	-	-	ZX	ZX	ZX	ZX	ZX
	LGM	Z0*	-	-	-	Z0	Z0	-	-
		Z1*	-	-	-	Z1	Z1	-	-
		-	-	-	ZX	ZX	ZX	-	-

\* on request

## 1.9.3 Error compensation

Each component and each support structure on which Linear Guides are to be mounted has straightness, evenness and parallelism variance. Inaccuracies also occur as a result of installation faults. A significant number of these errors can be compensated for by the special raceway geometry with DF configuration of the SNR Linear Guides, as long as the supporting structure is sufficiently rigid (Figure 2.23).

The error compensation effect usually improves the running accuracy of a machine table by more than 80% compared with the initial surfaces.

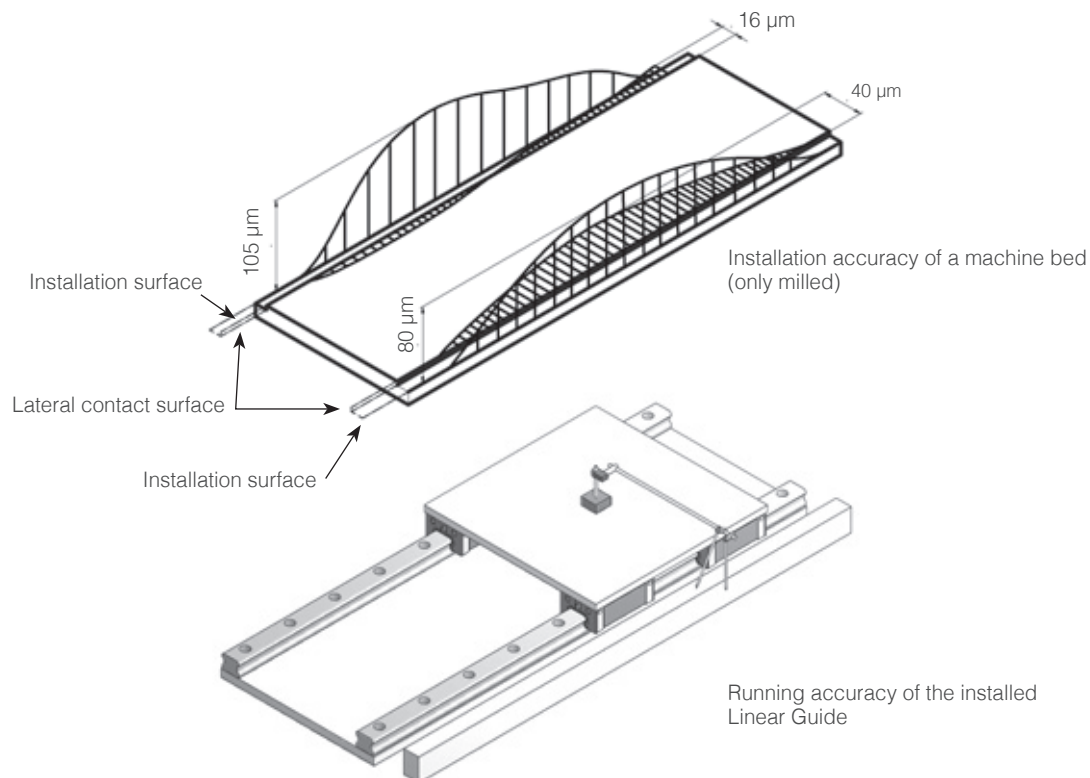


Figure 2.23 Error compensation

# 1.10 Drive power

## 1.10.1 Friction

Linear Guides basically consist of a carriage, a rail and rolling elements that move between the raceways of the carriage and the rail. A friction force  $F_R$  occurs, as with any movement (Figure 2.24).

The friction coefficient ( $\mu$ ) is mainly affected by the following factors:

- Load (F)
- Preload
- Osculation
- Design principle (circular arc groove or Gothic arc groove)
- Rolling element shape
- Material combinations in the runner block
- Lubricant

The stick-slip effect at start-up, so familiar with sliding guides, hardly occurs.

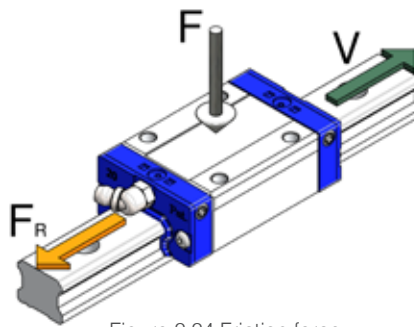


Figure 2.24 Friction force

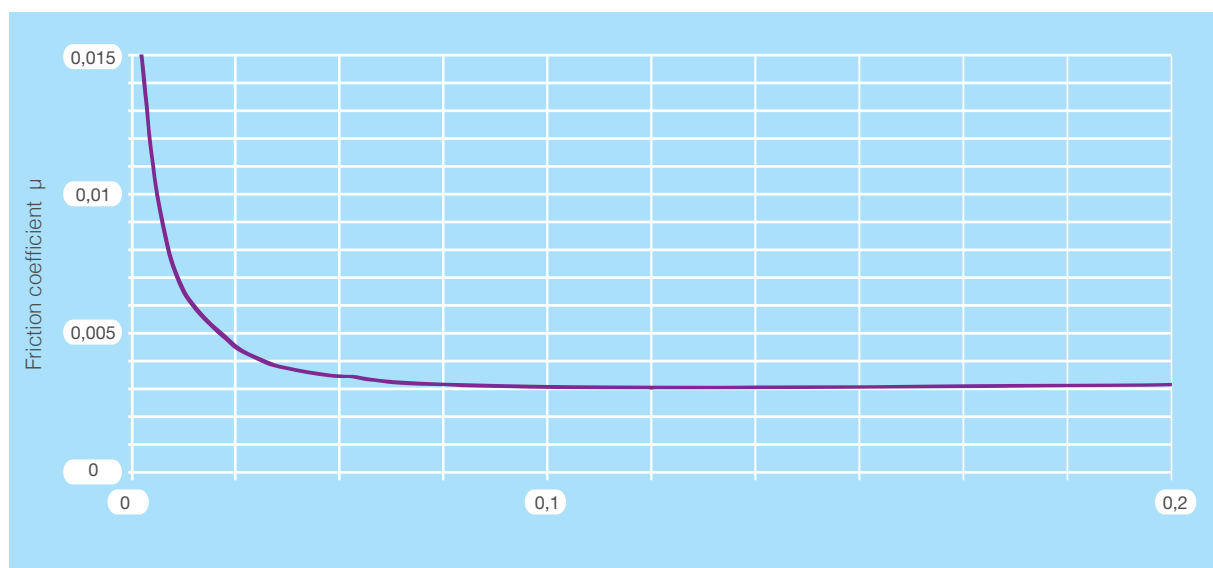


Figure 2.25 Ratio of load / friction coefficient of Linear Guides with balls

SNR Linear Guides with balls as rolling elements have a friction coefficient ( $\mu$ ) of approx. 0.003 (Figure 2.25). The forces acting on the system include internal as well as external forces. The external forces may be weight forces, process forces (e.g. milling forces) and dynamic forces (e.g. acceleration forces). Internal forces result from preload, assembly tolerances and installation faults.

The friction caused by the lubricant strongly depends on the properties of the lubricant used. Immediately after re-lubrication, the friction forces of a Linear Guide increase for a short time. After some rolling movements of the rolling elements, the optimal grease distribution of the system is again reached and the friction force drops to its normal value.

## 1.10.2 Driving resistance

The driving resistance of a Linear Guide consists of the friction force and the sealing resistance (Figure 2.26).

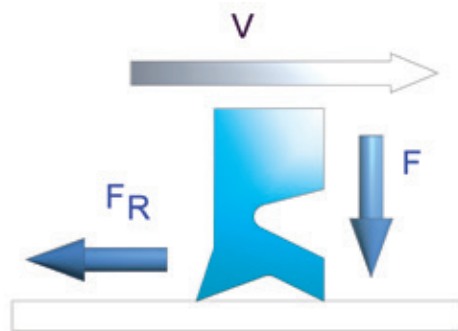


Figure 2.26 Friction force of a two-lip seal

The seal resistance is in turn dependent on the respective combination of seals used. The standard configuration of SNR Linear Guides includes an inner seal (not for miniature guides and wide standard Linear Guides), two side seals and end seals on both sides. All seals are implemented as two-lip seals. The maximum sealing resistances are shown in Table 2.15.

Table 2.15 Maximum sealing resistances

Series	Sealing resistance [N]	Series	Sealing resistance [N]
LGB__15 BS/FS	2,6	LGBXH21 TN/WN	3,3
LGB__15 BN/FN	3,3	LGBXH27 TN/WN	4,9
LGB__15 BL/FL	3,3	LGBXH35 TN/WN	7,8
LGB__20 BS/FS	2,8		
LGB__20 BN/FN	3,7	LGM_07 BN	0,2
LGB__20 BL/FL	4,6	LGM_09 BN	0,3
LGB__20 BE/FE	4,9	LGM_09 BL	0,4
LGB__25 BS/FS	5,2	LGM_12 BN	0,7
LGB__25 BN/FN	5,4	LGM_12 BL	0,8
LGB__25 BL/FL	6,4	LGM_15 BN	0,9
LGB__25 BE/FE	6,5	LGM_15 BL	1,0
LGB__30 FS	7,8		
LGB__30 BN/FN	7,8	LGM_09 WN	0,4
LGB__30 BL/FL	7,8	LGM_09 WL	0,5
LGB__30 BE/FE	7,8	LGM_12 WN	0,8
LGB__35 FS	11,2	LGM_12 WL	0,9
LGB__35 BN/FN	11,2	LGM_15 WN	1,1
LGB__35 BL/FL	11,2	LGM_15 WL	1,2
LGB__35 BE/FE	11,2		
LGB__45 BN/FN	14,0		
LGB__45 BL/FL	14,0		
LGB__45 BE/FE	14,0		
LGB__55 BN/FN	14,0		
LGB__55 BL/FL	14,0		
LGB__55 BE/FE	14,0		

### 1.10.3 Driving force

The driving force for a Linear Guide system (Figure 2.27) is calculated according to the following formula:

$$F_a = \mu \cdot F + n \cdot f \quad [2.13]$$

- $F_a$ : Driving force [N]
- $\mu$ : Friction coefficient
- $F$ : Load [N]
- $n$ : Number of carriages
- $f$ : Specific driving resistance of a carriage [N]

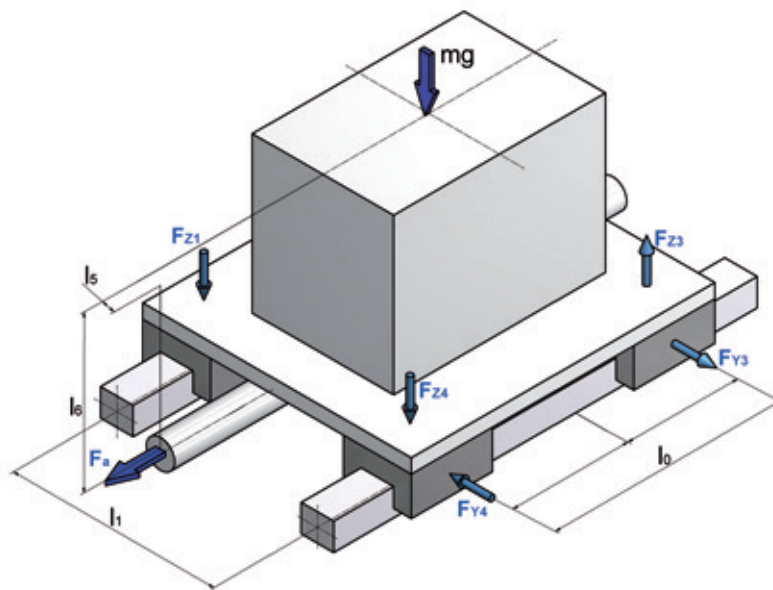


Figure 2.27 Driving force calculation

The maximum driving resistances shown in the Tables 2.16 and 2.17 result for SNR Linear Guides with standard sealing and greasing at room temperature and without load. This value may vary considerably when different sealing options or grease types are chosen.

Table 2.16 Driving resistances Standard Linear Guide

Series	Z0 [N]	Z1 [N]	Z2 [N]	Z3 [N]
LGBC_15 BS/FS	4,5	4,9	5,3	5,9
LGBC_15 BN/FN	5,7	6,5	7,1	8,3
LGBC_15 BL/FL	6,5	7,5	8,6	10,4
LGBC_20 BS/FS	5,2	5,8	6,3	7,2
LGBC_20 BN/FN	6,7	7,8	8,9	10,7
LGBC_20 BL/FL	8,0	9,5	10,9	13,1
LGBC_20 BE/FE	8,6	10,4	12,1	14,7
LGBC_25 BS/FS	8,1	8,7	9,6	10,8
LGBC_25 BN/FN	9,1	10,6	12,3	14,5
LGBC_25 BL/FL	10,6	12,5	14,7	17,6
LGBC_25 BE/FE	11,3	13,4	15,7	19,1
LGBC_30_FS	11,2	12,3	13,4	15,1
LGBC_30 BN/FN	12,4	14,7	17,0	20,5
LGBC_30 BL/FL	13,0	16,0	19,0	23,4
LGBC_30 BE/FE	13,5	16,7	20,1	25,1
LGBC_35_FS	15,1	16,7	18,4	20,7
LGBC_35 BN/FN	17,1	20,1	23,4	28,2
LGBC_35 BL/FL	17,9	21,6	25,7	31,8
LGBC_35 BE/FE	18,5	22,6	27,1	33,8
LGBC_45 BN/FN	21,0	25,2	29,5	36,0
LGBC_45 BL/FL	21,8	26,8	32,0	39,7
LGBC_45 BE/FE	22,7	28,4	34,4	43,3
LGBC_55 BN/FN	23,7	28,5	33,9	41,6
LGBC_55 BL/FL	26,2	32,6	39,9	50,3
LGBC_55 BE/FE	29,1	37,9	47,8	61,9
LGBX_15 BS/FS	4,1	4,5	4,9	5,5
LGBX_15 BN/FN	5,1	5,9	6,6	7,7
LGBX_15 BL/FL	5,2	6,1	6,9	8,3
LGBX_20 BS/FS	4,6	5,2	5,8	6,6
LGBX_20 BN/FN	5,8	7,0	8,0	9,8
LGBX_20 BL/FL	6,9	8,4	9,8	12,1
LGBX_20 BE/FE	7,4	9,1	10,8	13,4
LGBX_25 BS/FS	7,4	8,1	8,9	10,1
LGBX_25 BN/FN	8,1	9,5	11,2	13,5
LGBX_25 BL/FL	9,4	11,2	13,4	16,3
LGBX_25 BE/FE	9,7	11,7	14,1	17,4
LGBX_30_FS	10,4	11,5	12,6	14,3
LGBX_30 BN/FN	11,2	13,4	15,8	19,2
LGBX_30 BL/FL	11,5	14,3	17,5	21,9
LGBX_30 BE/FE	11,8	15,1	18,4	23,4
LGBX_35_FS	14,3	15,8	17,5	19,8
LGBX_35 BN/FN	15,4	18,5	21,7	26,5
LGBX_35 BL/FL	16,0	19,7	23,9	29,9
LGBX_35 BE/FE	16,3	20,4	24,9	31,6
LGBX_45 BN/FN	19,3	23,5	27,8	34,3
LGBX_45 BL/FL	19,9	24,9	30,1	37,8
LGBX_45 BE/FE	20,6	26,3	32,3	41,2
LGBX_55 BN/FN	20,5	25,3	30,7	38,3
LGBX_55 BL/FL	21,9	28,3	35,6	46,0
LGBX_55 BE/FE	23,7	32,5	42,5	56,5

Table 2.17 Driving resistances wide Standard Linear Guide

Series	Z0 [N]	Z1 [N]	Z2 [N]
LGBXH21TN/WN	5,2	6,1	6,9
LGBXH27TN/WN	6,9	8,4	9,8
LGBXH35TN/WN	11,5	14,3	17,5



## 2 Installation

### 2.1 Arrangement of the installation surface

The most common arrangement consist of two rails arranged in parallel with one or several carriages per rail. The example shown is a common application, in which the guides are fastened at a specific distance to each other on an even support surface (e.g. a machine bed) and in which a machine table is attached to the carriages (Figure 3.1).

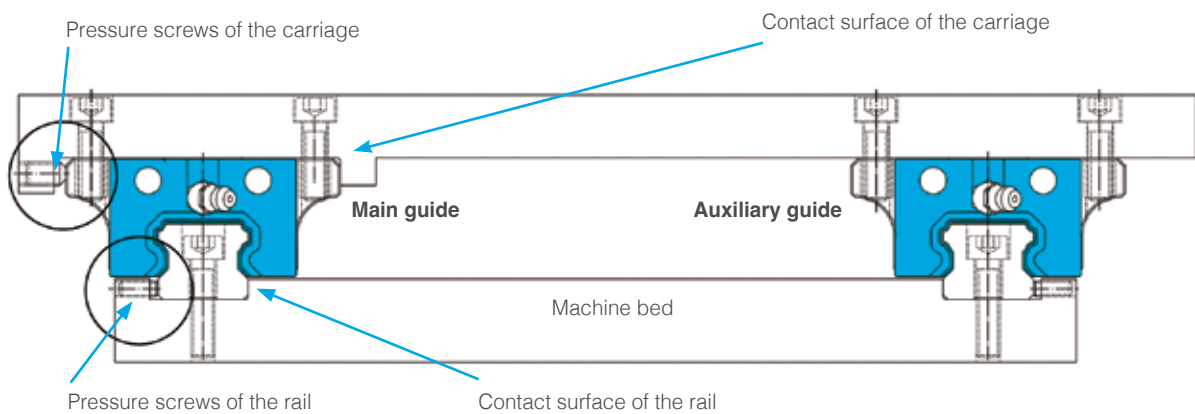


Figure 3.1 Installation of two parallel arranged Linear Guides

The installation edges are used to achieve accurate positioning during installation. The installation edges also make the installation of the whole system easier. The information about the height of the installation edge  $H_r$  for the rail guide (Figure 3.2) and the height of the installation edge  $H_s$  for the carriage (Figure 3.3) is provided in Table 3.1 to Table 3.3.

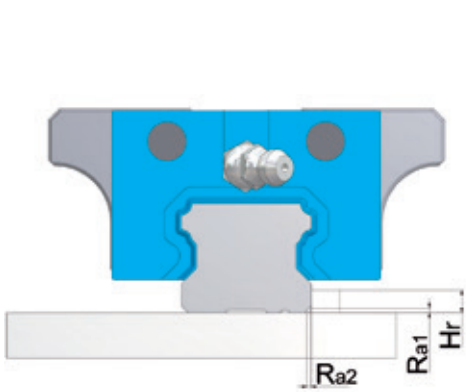


Figure 3.2. Locating edge of the carriages

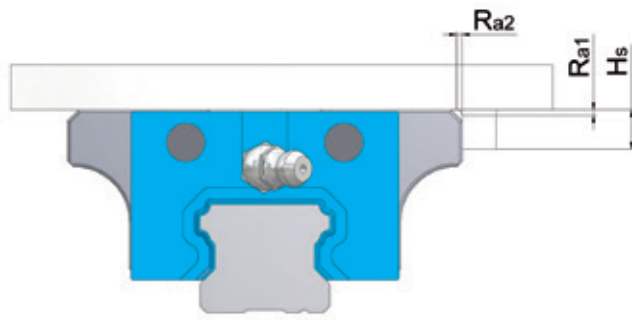


Figure 3.3. Locating edge of the carriages

Table 3.1 Installation edges and edge radius for Standard Linear Guides.

Type	Edge radius Ra1=Ra2 [mm]	Installation edge Hr [mm]	Installation edge Hs [mm]	Fastening screws*
LGB_15 B_/F_	0,6	3,1	5	M4x16
LGB_20 B_/F_	0,9	4,3	6	M5x20
LGB_25 B_/F_	1,1	5,6	7	M6x25
LGB_30 B_/F_	1,4	6,8	8	M8x30
LGB_35 B_/F_	1,4	7,3	9	M8x30
LGB_45 B_/F_	1,6	8,7	12	M12x35
LGB_55 B_/F_	1,6	11,8	14	M14x35

\* Minimum screw length

Table 3.2 Installation edge and edge radius for wide Standard Linear Guides.

Type	Edge radius Ra1=Ra2 [mm]	Installation edge Hr [mm]	Installation edge Hs [mm]	Fastening screws*
LGBXH21 TN/WN	0,2	2,5	5,0	M5x20
LGBXH27 TN/WN	0,2	2,5	7,0	M6x25
LGBXH35 TN/WN	0,3	3,2	9,0	M8x30

\* Minimum screw length

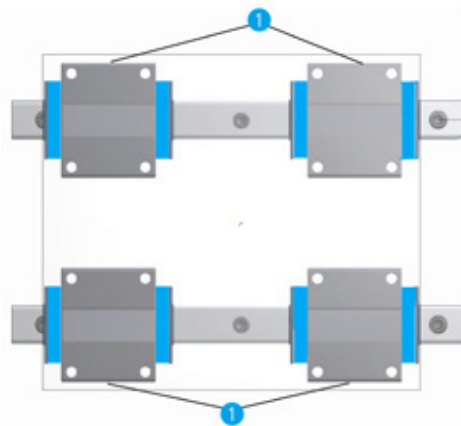
Table 3.3 Installation edges and edge radius for Miniature guides.

Type	Edge radius Ra1 [mm]	Edge radius Ra2 [mm]	Installation edge Hr [mm]	Installation edge Hs [mm]	Fastening screws*
LGM_07B	0,1	0,3	1,0	3,0	M2x5
LGM_09B	0,1	0,3	1,5	4,9	M3x6
LGM_12B	0,3	0,2	1,5	5,7	M3x6
LGM_15B	0,3	0,4	3,3	6,5	M3x8
LGM_09W	0,1	0,5	2,5	4,9	M3x6
LGM_12W	0,3	0,3	2,5	5,7	M3x8
LGM_15W	0,3	0,3	3,3	6,5	M3x8

\* Minimum screw length

## 2.2 Marking of Linear Guides

In the use of Linear Guides with precision classes P and higher, that are installed in one plane (main guide and auxiliary guide) all carriages are marked with the same production code (Figure 3.4).



1 SNR-Logo and production code

Figure 3.4 Marking the main and auxiliary guide

For accurate positioning in the adjacent construction carriages and guides respectively have a machined reference surface. The reference surfaces of the carriage are located on the side that is opposite the SNR logo / production code. The reference surface of the rail is marked by the narrow marking line at the bottom. Both reference surfaces exhibit when correctly installed in the same direction. (Figure 3.5).

We recommend that you contact our application engineers when a different arrangement of the reference surfaces is required.

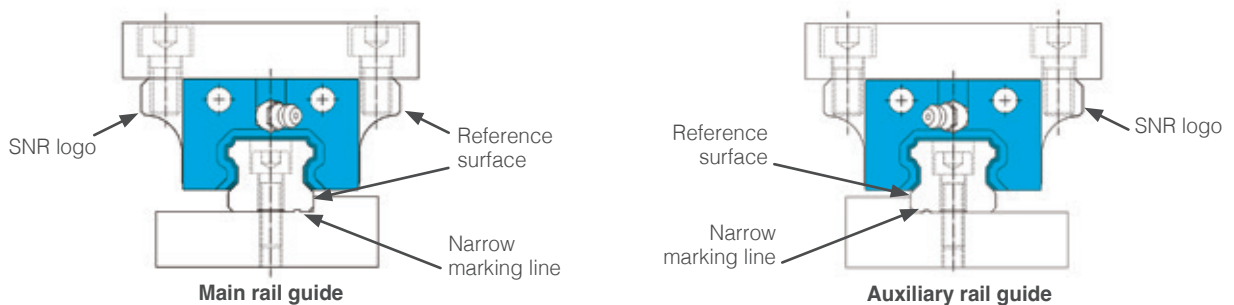


Figure 3.5 Marking the reference surfaces

Applications may require rail lengths that exceed the maximum segment length or require a rail segmentation for technical reasons. These jointed rails are supplied in rail segments which can be mounted in any order. The rail joints are marked with «J» (Figure 3.6).



Figure 3.6 Marking of jointed rails

## 2.3 Arrangement of Linear Guides

The following examples show some basic arrangements of Linear Guides that are most commonly used in practical applications (Figure 3.7).

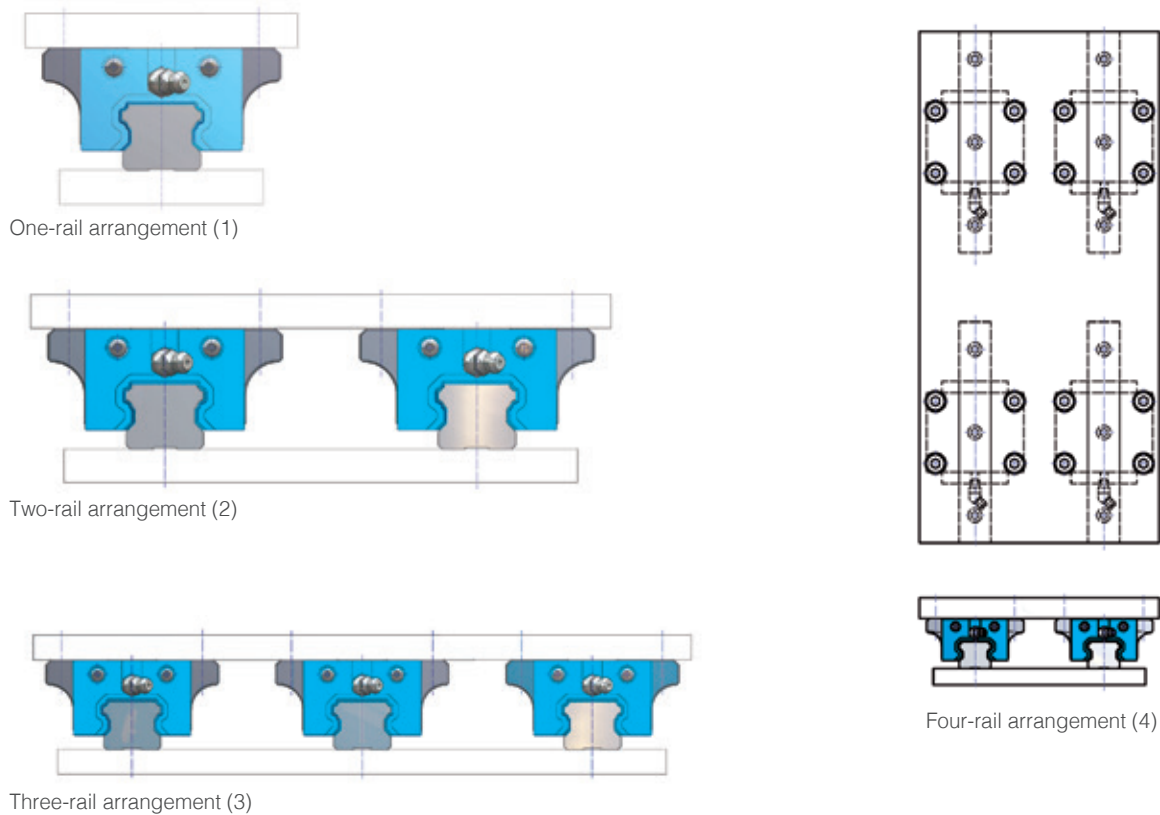


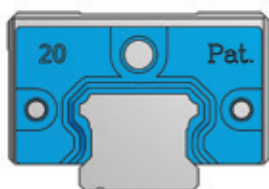
Figure 3.7 Examples for the arrangement of Linear Guides

The number of Linear Guides and the carriages in a total system has an impact on the rigidity, load capacity and dimensions of the application. The arrangement of the Linear Guides also determines the requirements for the accuracy of the installation surfaces. The actual arrangement of Linear Guides strongly depends on the application and may therefore vary accordingly.

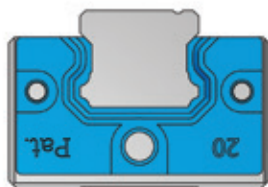
## 2.4 Installation position of Linear Guides

The installation position of the Linear Guides system (carriage and rail) is defined by the basic concept of the machine/ device (Figure 3.8). The lubrication process (lubricants, lubrication intervals, supply with lubricant) must be adapted to the installation position selected.

### Rotation around the X-axis



Horizontal installation  
without rotation  
x - 0°



Overhead installation,  
rotation by 180°  
x - 180°



Tilted installation,  
rotation by 0 to 180°  
x - ...°

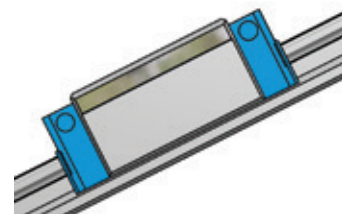
### Rotation around the Y-axis



Horizontal installation  
without rotation  
y - 0°



Overhead installation,  
rotation by 180°  
y - 180°



Tilted installation,  
rotation by 0 to 180°  
y - ...°

Figure 3.8 Installation positions of a Linear Guides

## 2.5 Installation instructions

To assemble SNR Linear Guides properly and without affecting the safety and health of the personnel, the instructions and notes must be observed and followed.

- Linear Guides must be installed by authorized personnel.
- Appropriate tools and aids to be used for the assembly.
- Avoid temperature differences between the components to be assembled.
- The steps are to be performed in the specified order.
- To prevent corrosion of the material surfaces, installer are to wear cotton gloves when installing non-conserved components.
- Remove the components from the packaging at the installation site to avoid any contamination of the components.

### Step 1. Cleaning the installation surface

- ▶ Remove unevenness, burrs and dirt with an oilstone from the installation surface
- ▶ Clean the SNR Linear Guides
- ▶ Remove the anti-corrosion oil e. g. with a cotton cloth

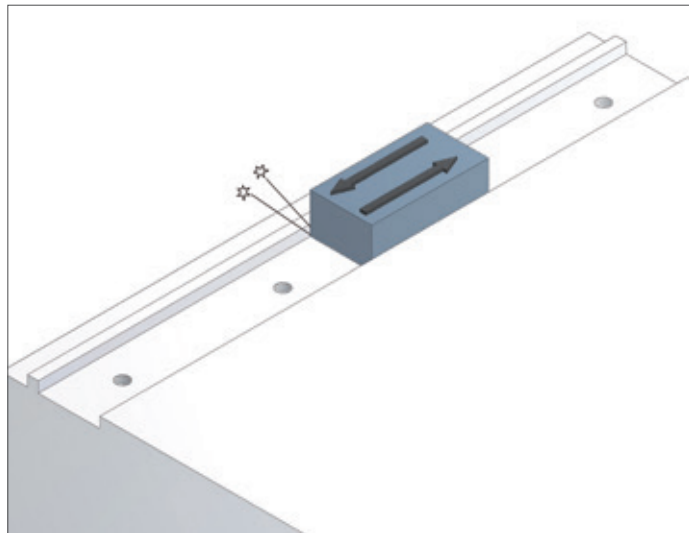


Figure 3.9 Preparation of the installation surface

### Step 2. Alignment of the Linear Guide on the installation surface

- ▶ Place the rail onto the installation surface and fasten it slightly with the screws, so that the rail touches the installation surface
- ▶ Note the reference surface (marked with the narrow groove on the rail bottom)
- ▶ Align reference surface to the shoulder edge of the installation surface

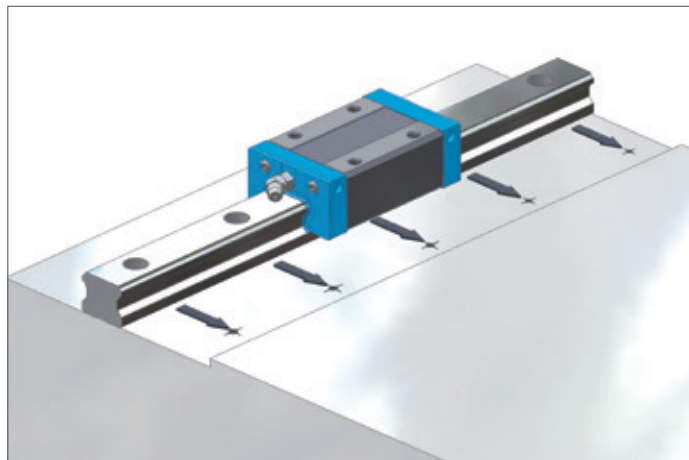


Figure 3.10 Aligning the Linear Guide

### Step 3. Pre-installing the Linear Guide

- ▶ Slightly tighten the screws
- ▶ Align screw heads in the middle of the mounting holes from the rail
- ▶ Pre-assemble pressure screws

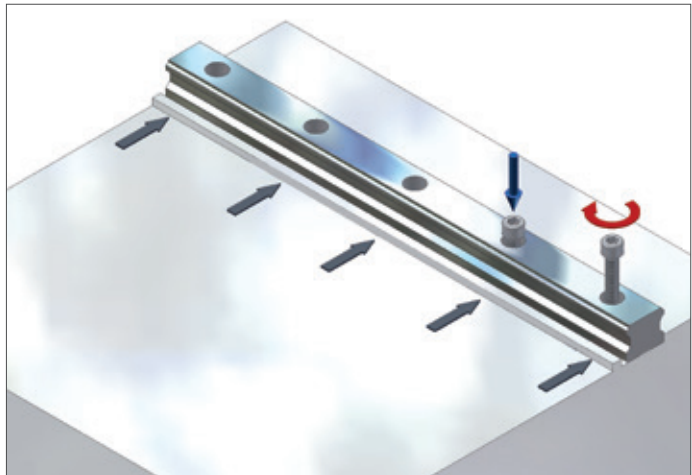


Figure 3.11 Pre-installing

### Step 4. Fastening the pressure screws

- ▶ Tighten the pressure screws on the rail to achieve a lateral contact with the installation surface
- ▶ Note the necessary torque (chapter 2.7)
- ▶ Tighten the pressure screws sequentially by starting in the middle of the rail

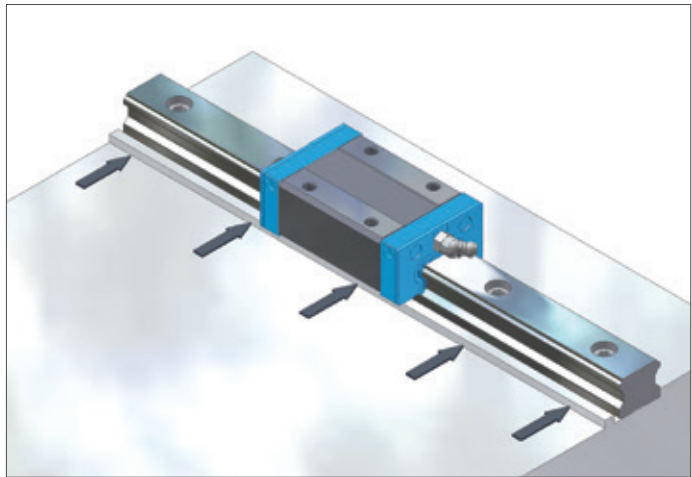


Figure 3.12 Positioning the rail

### Step 5. Fastening the fastening screws with a torque wrench

- ▶ Tighten the mounting screws with the correct torque (chapter 2.7)
- ▶ Tighten the mounting screws sequentially by starting in the middle of the rail

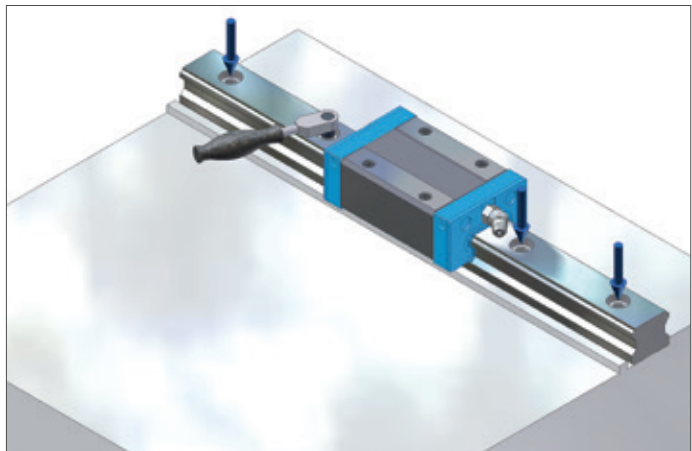


Figure 3.13 Final installation of the rail

## Step 6. Installation of additional Linear Guides

Additional Linear Guides must be installed in the same order (Steps 1 to 5).

## Step 7. Installation of the machine table

- ▶ Remove unevenness, burrs and dirt with an oilstone from the table plate
- ▶ Put the table carefully on the carriages and slightly tighten the mounting screws
- ▶ Position the table by using of the lateral pressure screws from the table plate
- ▶ Tighten the mounting screws of the table in the specified order (crosswise)
- ▶ Start on the reference side
- ▶ Note the necessary torque (chapter 2.7)

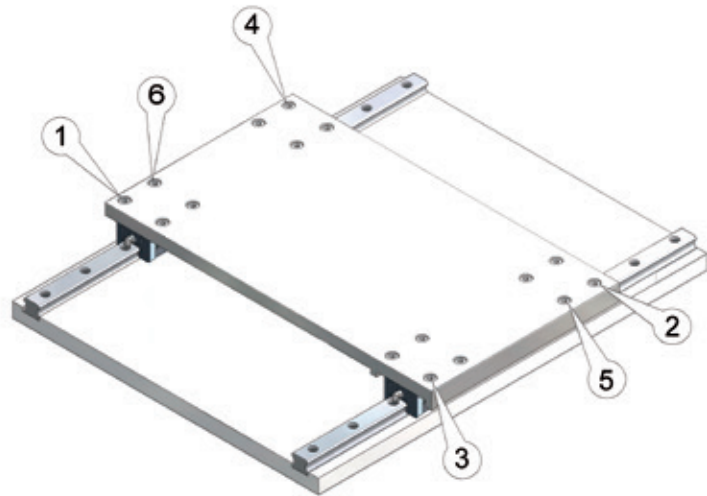


Figure 3.14 Fastening sequence for machine table installation

## Step 8. Completing the assembly

- ▶ Assemble rail caps
- ▶ Conserve system

## 2.6 Permitted installation tolerances

The service life of the Linear Guide system under normal operating conditions is not affected when the installation tolerances specified are not exceeded.

### Parallelism tolerance between two Linear Guides

The parallelism tolerance between two Linear Guides (Figure 3.15) depends on the Linear Guides series used and the accuracy of the machine required. The maximum parallelism tolerances are provided in Table 3.4 and Table 3.5.

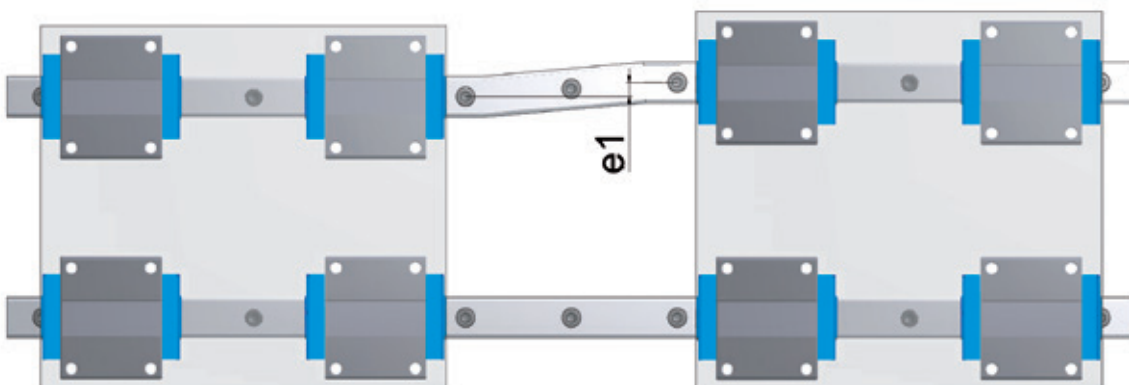


Figure 3.15 Parallelism tolerance between two Linear Guides  $e_1$



Table 3.4 Parallelism tolerance  $e_1$  for Standard Linear Guides

Type	$e_1$ [ $\mu\text{m}$ ]			
	Z0	Z1	Z2	Z3
LGB_15 B_/F_	25	18	-	-
LGB_20 B_/F_	25	20	18	15
LGB_25 B_/F_	30	22	20	15
LGB_30 B_/F_	40	30	27	20
LGB_35 B_/F_	50	35	30	22
LGB_45 B_/F_	60	40	35	25
LGB_55 B_/F_	70	50	45	30
LGBXH21 TN/WN	25	18	-	-
LGBXH27 TN/WN	25	20	-	-
LGBXH35 TN/WN	30	22	20	-

### Parallelism tolerance between two parallel Miniature guides

Table 3.5 Parallelism tolerance  $e_1$  for Miniature guides

Type	$e_1$ [ $\mu\text{m}$ ]	
	Z0	Z1
LGM_07 B_	3	1
LGM_09 B_	4	3
LGM_12 B_	9	5
LGM_15 B_	10	6

The values for the height tolerances (Figure 3.16) depend on the distance between the Linear Guides and are calculated using the calculation factor  $x$  (Table 3.6 and Table 3.7) and Formula [3.1].

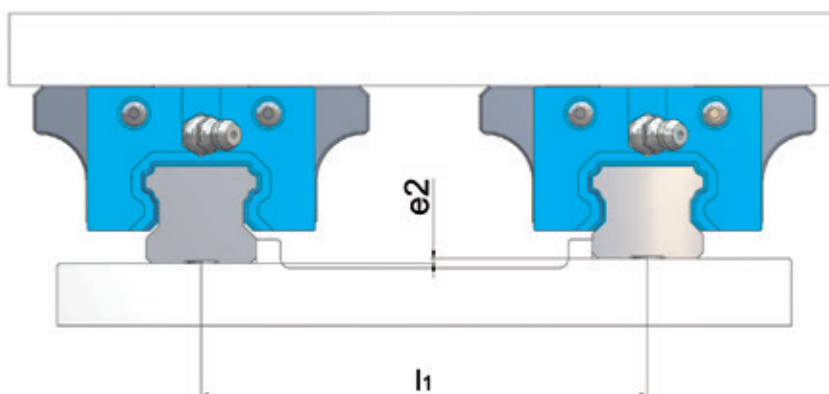


Figure 3.16 Height tolerance between two Linear Guides  $e_2$

$$e_2 = l_1 * x \quad [3.1]$$

- $e_2$  Height tolerance of the mounting surface between two rails [ $\mu\text{m}$ ]  
 $l_1$  Distance between the rails [mm]  
 $x$  Calculation factors

Table 3.6 Calculation factors x for Standard Linear Guides

Type	x			
	Z0	Z1	Z2	Z3
LGB_15 B_/F_	0,26	0,17	0,10	-
LGB_20 B_/F_	0,26	0,17	0,10	0,08
LGB_25 B_/F_	0,26	0,17	0,14	0,12
LGB_30 B_/F_	0,34	0,22	0,18	0,16
LGB_35 B_/F_	0,42	0,30	0,24	0,20
LGB_45 B_/F_	0,50	0,34	0,28	0,20
LGB_55 B_/F_	0,60	0,42	0,34	0,25
LGBXH21 TN/WN	0,26	0,17	-	-
LGBXH27 TN/WN	0,26	0,17	-	-
LGBXH35 TN/WN	0,26	0,17	0,14	-

Table 3.7 Calculation factors x for Miniature guides

Type	x	
	Z0	Z1
LGM_07 B_	0,13	0,02
LGM_09 B_	0,18	0,03
LGM_12 B_	0,25	0,06
LGM_15 B_	0,30	0,10

## Height tolerance in a longitudinal direction between two carriages

The values for the height tolerances in a longitudinal direction (Figure 3.17) of the carriages are calculated using the calculation factor  $y$  (Tables 3.8 and 3.9) and Formula [3.2].

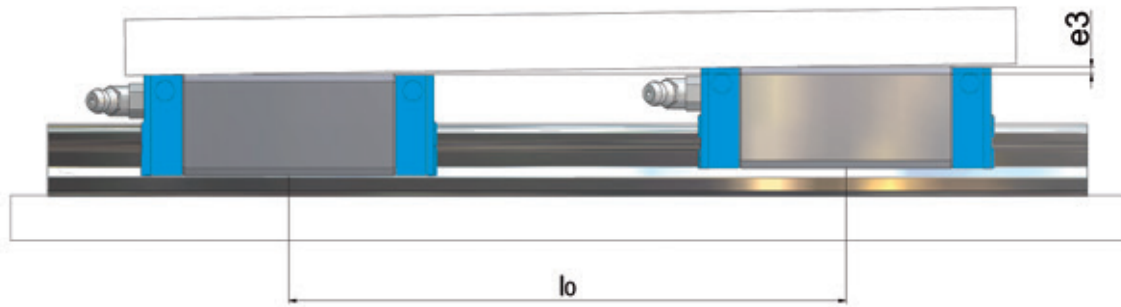


Figure 3.17 Height tolerance in longitudinal  $e_3$

$$e_3 = l_0 * y \quad [3.2]$$

$e_3$  Height tolerance between two carriages [ $\mu\text{m}$ ]  
 $l_0$  Distance between the carriages [mm]  
 $y$  Calculation factors

Table 3.8 Calculation factors  $y$  for the Standard Linear Guides

Type		$y$			
		Z0	Z1	Z2	Z3
LGB_15	BS/FS	0,14	0,11	0,09	0,07
	BN/FN	0,12	0,10	0,08	0,06
	BL/FL	0,11	0,09	0,07	0,06
LGB_20	BS/FS	0,15	0,12	0,10	0,08
	BN/FN	0,13	0,11	0,09	0,07
	BL/FL	0,12	0,10	0,08	0,06
	BE/FE	0,10	0,09	0,07	0,06
LGB_25	BS/FS	0,17	0,14	0,12	0,09
	BN/FN	0,15	0,12	0,10	0,08
	BL/FL	0,14	0,11	0,09	0,07
	BE/FE	0,12	0,10	0,08	0,06
LGB_30	FS	0,21	0,17	0,14	0,11
	BN/FN	0,18	0,15	0,12	0,10
	BL/FL	0,16	0,13	0,11	0,09
	BE/FE	0,14	0,12	0,10	0,08
LGB_35	FS	0,29	0,24	0,20	0,15
	BN/FN	0,25	0,21	0,17	0,13
	BL/FL	0,23	0,19	0,15	0,12
	BE/FE	0,20	0,17	0,14	0,11
LGB_45	BN/FN	0,30	0,25	0,20	0,16
	BL/FL	0,27	0,22	0,18	0,14
	BE/FE	0,24	0,20	0,16	0,13
LGB_55	BN/FN	0,35	0,29	0,24	0,19
	BL/FL	0,32	0,26	0,21	0,17
	BE/FE	0,28	0,23	0,19	0,15
LGBXH21	TN/WN	0,12	0,10	0,08	-
LGBXH27	TN/WN	0,13	0,11	0,09	-
LGBXH35	TN/WN	0,15	0,12	0,10	-

Table 3.9 Calculation factors  $y$  for Miniature guides

Type		$y$	
		Z0	Z1
LGM_07	BN	0,07	0,04
LGM_09	BN/WN	0,10	0,08
	BL/WL	0,09	0,07
LGM_12	BN/WN	0,13	0,11
	BL/WL	0,12	0,10
LGM_15	BN/WN	0,17	0,14
	BL/WL	0,15	0,13

## 2.7 Fastening torques

The specific fastening torque strongly depends on the friction values. Different surfaces and lubrication conditions create a wide range of friction values. The mean friction coefficient for black-finished, nonlubricated screws is 0.14. The recommended fastening torques for fastening screws (Figure 3.18) of the Strength Classes 10.9 and 12.9 are provided in Table 3.10.

Table 3.10 Fastening torques for fastening screws (for  $\mu=0,14$ )

	Strength class 10.9			Strength class 12.9	
	Fastening torque [Nm]	Minimum screw-in depth steel [Nm]	Minimum screw-in depth aluminum [Nm]	Fastening torque [Nm]	Minimum screw-in depth steel [Nm]
M2	0,5	2,8	3,4	0,6	3,2
M2,5	1,0	3,6	4,2	1,2	4,0
M3	1,8	4,3	5,1	2,2	4,8
M4	4,4	5,6	6,5	5,1	6,1
M5	8,7	5,8	8,0	10,0	7,5
M6	15,0	8,0	9,5	18,0	8,8
M8	36,0	10,4	12,3	43,0	11,4
M10	72,0	12,8	15,1	84,0	14,1
M12	125,0	15,2	18,0	145,0	16,7
M14	200,0	17,5	21,0	235,0	19,6
M16	310,0	19,8	23,7	365,0	21,9

Screws of strength class 12.9 should always be used for high dynamics, overhead installations or installations without a locating edge.

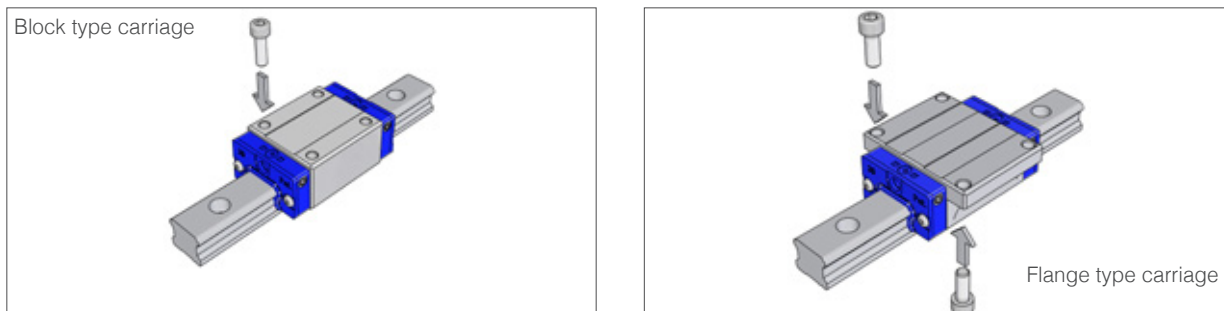


Figure 3.18 Mounting options of carriages

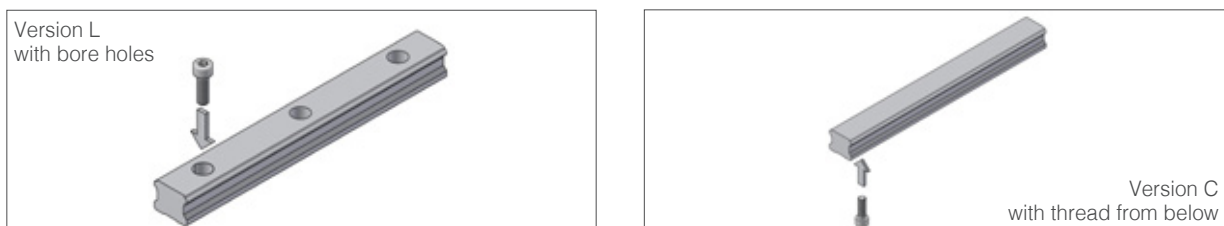


Figure 3.19 Mounting options of standard rails

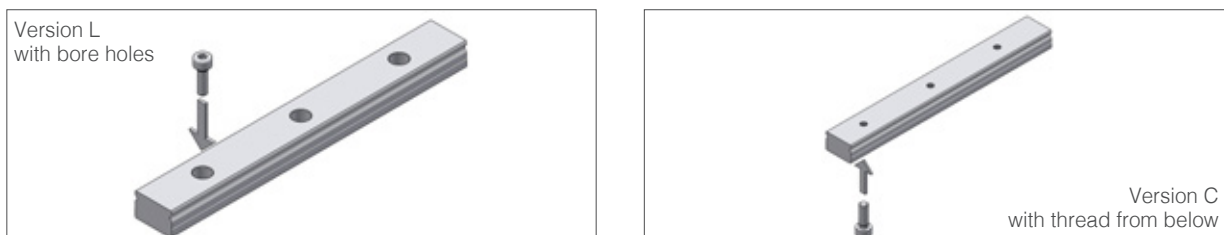


Figure 3.20 Mounting options of miniature rails

# 3 Lubrication

## 3.1 General information

Sufficient lubrication is essential for reliable function of the Linear Guide system. The lubrication intended to ensure a lubricating film (oil film) between the rolling elements and the raceways of the guiding elements to prevent wear and the premature fatigue of the components. In addition, the metallic surfaces are protected from corrosion. The lubricant film further facilitates jerk-free gliding of the seals over the surfaces and also reduces wear in these areas.

Insufficient lubrication not only increases wear but also significantly shortens the service life time.

The selection of the optimal lubricant has a significant effect on the function and service life time of the Linear Guide system. Appropriate lubrication for the environmental temperature and the specific requirements must be determined to ensure that the function of the system is not restricted and remains available for a prolonged period.

Examples of such environmental conditions and influencing factors are:

- High respectively low temperatures
- Condensed and splash water effects
- Radiation stress
- High vibration stress
- Use in vacuum and/or clean rooms
- Exposure to special media (e.g. fumes, acids, etc.)
- High accelerations and velocity
- Continuous, short stroke movements (< 2 x carriage length)
- Dirt and dust effects

## 3.2 Lubricants

Lubrication oil, low-viscosity or other greases can be selected for the lubrication of Linear Guide systems.

Function of the lubricant:

- Reduction of the friction
- Reduction of the start-up moment
- Protection against premature wear
- Corrosion protection
- Noise reduction

### Attention!

Lubricants with solid additives such as graphite, PTFE or MoS<sub>2</sub> are not suitable for the lubrication of Linear Guide systems.

We provide a range of high-performance lubricants for different environmental conditions and influence factors. Information about the lubricant are contained in the Chapters 3.2.2 up to 3.2.4.

### 3.2.1 Anti-corrosion oils

Anti-corrosion oils are used to protect the Linear Guides against corrosion during storage and transport. Anti-corrosion oils are not suitable for lubricating Linear Guides during operation. Compatibility with the planned lubricant must always be checked before re-lubrication and initial operation.

SNR Linear Guides are delivered with the anti-corrosion oil “Contrakor Fluid H1”. “Contrakor Fluid H1” is compatible with our standard lubricant. Preservation may be omitted by agreement for special applications with special lubricants.

### 3.2.2 Lubrication oils

Oil lubrication is usually applied in central lubrication systems. The advantage of an automated, central oil lubrication is that of operator-independent, continuous lubricant supply to all lubrication points. Lubrication oils also conduct friction heat very well. This is balanced against a very high construction and installation effort for lubrication lines. Lubrication oil also leaks more often from the carriage and is thus lost to the system. To ensure that all raceways of a Linear Guide supplied with sufficient lubricant, it is necessary for oil lubrication to adapt the lubrication channels in the end plates to the mounting position. The installation positions are to be defined according to the information in Chapter 2.4. Appropriate lubrication oils for use in SNR Linear Guides are summarised in Table 4.1.

Table 4.1 Lubrication oils

Description	Oil type	Kinematic viscosity according to DIN51562 at 40°C [mm <sup>2</sup> /s]	Density [mg/cm <sup>3</sup> ]	Properties	Application area
Klüberoil GEM 1-100N	Mineral oil	100	880	Good corrosion and wear protection	<ul style="list-style-type: none"> <li>• General machine building</li> </ul>
Klüberoil 4 UH1-68N	Polyalphaolefin	680	860	good ageing and wear protection, NSF H1 registered*	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Foodprocessing industry</li> <li>• Pharmaceutical industry</li> </ul>

\* This lubricant has been registered as an H1 product, i.e. it was developed for occasional, technically unavoidable contact with food. Experience has shown that the lubricant can also be used for appropriate applications in the pharmaceutical and cosmetic industry when the conditions in the product information are adhered to. However, no specific test results that might be required for applications in the pharmaceutical industry, e.g. bio-compatibility, are available. The systems manufacturer and operator should therefore perform appropriate risk analyses before applications in this area. Measures to exclude health risks and injuries have to be taken, where required. (Source: Klüber Lubrication)

### 3.2.3 Low-viscosity greases

The conditions that apply to the use of lubrication oils also apply to the use of low-viscosity greases.

However, it is not necessary to define the installation position, as low-viscosity greases do not run off easily, due to their viscosity. Appropriate low-viscosity greases for use in SNR Linear Guides are summarised in Table 4.2

Table 4.2 Low-viscosity greases

Description	Base oil / Type of soap	NLGI-class DIN51818	Worked penetration DIN ISO 2137 at 25°C [0,1 mm]	Basic oil viscosity DIN 51562 at 40°C [mm <sup>2</sup> /s]	Density [g/cm <sup>3</sup> ]	Properties	Application area
Isoflex Topas NCA 5051	Synthetic hydrocarbon oil, special calcium soap	0/00	385...415	30	800	Low friction	<ul style="list-style-type: none"> <li>• General machine building</li> </ul>
Microlube GB 0	Mineral oil	0	355...385	400	900	Good wear Protection, Particularly pressure resistant	<ul style="list-style-type: none"> <li>• General machine building</li> <li>• High loads</li> <li>• Short-stroke application</li> <li>• Vibrations</li> </ul>
Klübersynth UH1 14-1600	Synthetic hydrocarbon oil, special Aluminum-complex soap	0/00	370...430	ca. 160	850	Good ageing and Wear protection, NSF H1 registered*	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Food processing industry</li> <li>• Pharmaceutical industry</li> </ul>

\* This lubricant has been registered as an H1 product, i.e. it was developed for occasional, technically unavoidable contact with food. Experience has shown that the lubricant can also be used for appropriate applications in the pharmaceutical and cosmetic industry when the conditions in the product information are adhered to. However, no specific test results that might be required for applications in the pharmaceutical industry, e.g. bio-compatibility, are available. The systems manufacturer and operator should therefore perform appropriate risk analyses before applications in this area. Measures to exclude health risks and injuries have to be taken, where required. (Source: Klüber Lubrication)

### 3.2.4 Lubrication greases

Most applications are based on Linear Guides with grease lubrication. The use of greases provides better noise reduction and also better emergency running properties and requires less constructive effort than lubrication oils and low-viscosity greases. Lithium soap greases with the Classification KP2-K according to DIN 51825 and NLGI Class 2 according to DIN 51818 with EP additives are to be used for applications under normal conditions. Suitable lubricants must be selected for specific applications under special environmental conditions. It must always be checked whether the different lubricants used are compatible with each other or with the preservation agent. Table 4.3 shows an overview of the lubricants used in SNR Linear Guides.

Table 4.3 Lubrication greases

Description	Base oil / Type of soap	NLGI- classe DIN51818	Worked penetration DIN ISO 2137 at 25°C [0,1mm]	Basic oil viscosity DIN 51562 at 40°C [mm²/s]	Density [mg/cm³]	Propertie	Application area
SNR LUB HEAVY DUTY	Mineral oil / Lithium with EP additives	2	295	ca. 115	890	Very high protection against wear and corrosion	<ul style="list-style-type: none"> <li>• High temperature range</li> <li>• High loads</li> </ul>
SNR LUB HIGH SPEED+	Esther, SHC / Lithium, Calcium	2	-	25	900	Very good adhesion properties, Very good water resistance	<ul style="list-style-type: none"> <li>• High velocity</li> </ul>
SNR LUB HIGH TEMP	semi-synthetic oil / Polyurea	2	265...295	160	900	High temperature resistance, Good corrosion protection, High oxidation resistance	<ul style="list-style-type: none"> <li>• High temperature range</li> </ul>
SNR LUB FOOD AL	Paraffinic mineral oil, PAO / Aluminum complex	2	265...295	195	920	Good corrosion protection, Very good adhesion properties, High water resistance, NSF H1 registered*	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Food processing industry</li> </ul>
Microlobe GL261	Mineral oil / special lithium-calcium soap	1	310...340	280	890	Good wearing protection, Particularly pressure-resistant, Additive against tribocorrosion	<ul style="list-style-type: none"> <li>• High temperature range</li> <li>• High loads</li> <li>• Short-stroke application</li> <li>• Vibrations</li> </ul>
Klübersynth BEM34-32	Synthetic hydrocarbon oil / special calcium soap	2	265...295	ca. 30	890	Particularly pressure-resistant, Good wearing protection, Good ageing resistance, Low starting torque	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clean room application</li> </ul>
Klübersynth UH1 14-151	Synthetic hydrocarbon oil / ester oil Aluminum complex soap	1	310...340	ca. 150	920	Good corrosion protection, Good ageing resistance, High water resistance, NSF H1 registered*	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Food processing industry</li> <li>• Pharmaceutical industry</li> </ul>

\* This lubricant has been registered as an H1 product, i.e. it was developed for occasional, technically unavoidable contact with food. Experience has shown that the lubricant can also be used for appropriate applications in the pharmaceutical and cosmetic industry when the conditions in the product information are adhered to. However, no specific test results that might be required for applications in the pharmaceutical industry, e.g. bio-compatibility, are available. The systems manufacturer and operator should therefore perform appropriate risk analyses before applications in this area. Measures to exclude health risks and injuries have to be taken, where required. (Source: Klüber Lubrication)



### 3.3 Lubrication methods

SNR Linear Guides can be supplied with lubricant by manual grease guns (Figure 4.1) or central lubrication systems (Figure 4.2). The carriages are re-lubricated through the installed grease nipple (Catalog Chapter 6.6.2) when manual grease guns (Catalog Chapter 6.6.4) are used.

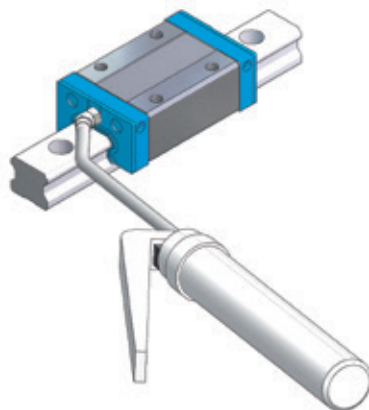


Figure 4.1 Lubrication with manual grease gun

Central lubrication systems can be manually operated or automatically controlled. Manual central lubrication systems have a pump that is operated with a manual lever and supplies all lubrication points with lubricant. Automated central lubrication systems ensure a regular supply of all lubrication points with the amount of lubricant required. These systems can also be implemented as oil-spray lubrication systems under special environmental conditions. Oil is nebulised by compressed air and transported to the lubrication points. Oil mist lubrication systems ensure continuous supply of the lubrication points with the minimum amount of lubricant required and optimal conduction of friction heat. The permanent overpressure in the system also prevents the penetration of foreign particles such as dust or cooling lubricant into the carriages.



Figure 4.2 Central lubrication systems

## 3.4 Lubricant volumes

Maintenance of Linear Guides may involve:

- Initial lubrication
- Lubrication during initial operation
- Re-lubrication

The respective minimum lubricant amounts are defined as a function of the type and design size of the Linear Guide. SNR Linear Guides are initially lubricated with lithium soap grease KP2-K according to DIN 51825 and NGLI Class 2 at the time of delivery. We recommend to lubricate the carriages again for the initial operation. Table 4.4 shows the minimum amounts of lubrication that have to be provided to SNR Linear Guides for initial lubrication and lubrication for initial operation.

Table 4.4 Minimum amounts of lubricant for initial lubrication and lubrication for initial operation

Size	Carriage	C Types			X Types		
		Grease lubrication [cm <sup>3</sup> ]	Low-viscosity grease lubrication [ml]	Oil lubrication [ml]	Grease lubrication [cm <sup>3</sup> ]	Low-viscosity grease lubrication [ml]	Oil lubrication [ml]
LGB_15	FS/BS	0,20		0,15	0,30		0,15
	BN/FN	0,30		0,20	0,40		0,20
	BL/FL	0,40		0,20	0,50		0,20
LGB_20	FS/BS	0,30		0,30	0,40		0,30
	BN/FN	0,50		0,40	0,60		0,40
	BL/FL	0,70		0,40	0,80		0,40
	BE/FE	0,90		0,50	1,00		0,50
LGB_25	FS/BS	0,70		0,40	0,80		0,40
	BN/FN	0,90		0,50	1,00		0,50
	BL/FL	1,90		0,60	2,00		0,60
	BE/FE	2,40		0,70	2,50		0,70
LGB_30	FS	1,90		0,70	2,00		0,70
	BN/FN	2,40		0,90	2,50		0,90
	BL/FL	2,90		1,00	3,00		1,00
	BE/FE	3,40		1,20	3,50		1,20
LGB_35	FS	2,90		0,90	3,00		0,90
	BN/FN	3,40		1,40	3,50		1,40
	BL/FL	3,90		1,50	4,00		1,50
	BE/FE	4,40		1,80	4,50		1,80
LGB_45	BN/FN	3,90		2,00	4,00		2,00
	BL/FL	4,90		2,30	5,00		2,30
	BE/FE	5,40		2,80	5,50		2,80
LGB_55	BN/FN	5,80		3,50	6,00		3,50
	BL/FL	7,80		4,50	8,00		4,50
	BE/FE	9,80		5,50	10,00		5,50
LGB_21	TN/WN	-		-	0,50		0,20
LGB_27	TN/WN	-		-	1,00		0,50
LGB_35	TN/WN	-		-	2,50		0,90
LGM_07	BN	-		-	0,01		-
LGM_09	BN	0,02		-	0,03		-
	BL	0,04		-	0,05		-
	WN	0,03		-	0,04		-
	WL	0,04		-	0,05		-
LGM_12	BN	0,04		-	0,05		-
	BL	0,06		-	0,08		-
	WN	0,04		-	0,05		-
	WL	0,08		-	0,10		-
LGM_15	BN	0,08		-	0,10		-
	BL	0,12		-	0,15		-
	WN	0,08		-	0,10		-
	WL	0,12		-	0,15		-

The demand for lubricant is lower during operation than the initial amount as delivered. In Table 4.5 are shown the minimum amounts of lubricant for re-lubrication.

Table 4.5 Minimum amounts of lubricant for re-lubrication

Size	Carriage	C Types			X Types		
		Grease lubrication [cm³]	Low-viscosity grease lubrication [ml]	Oil lubrication [ml]	Grease lubrication [cm³]	Low-viscosity grease lubrication [ml]	Oil lubrication [ml]
LGB_15	FS/BS	0,10		0,10	0,15		0,10
	BN/FN	0,15		0,10	0,20		0,10
	BL/FL	0,20		0,10	0,25		0,10
LGB_20	FS/BS	0,15		0,10	0,20		0,10
	BN/FN	0,25		0,20	0,30		0,20
	BL/FL	0,35		0,20	0,40		0,20
LGB_25	BE/FE	0,45		0,20	0,50		0,20
	FS/BS	0,35		0,10	0,40		0,10
	BN/FN	0,45		0,20	0,50		0,20
LGB_25	BL/FL	0,95		0,20	1,00		0,20
	BE/FE	1,20		0,30	1,25		0,30
	FS	0,95		0,20	1,00		0,20
LGB_30	BN/FN	1,20		0,20	1,25		0,20
	BL/FL	1,45		0,30	1,50		0,30
	BE/FE	1,70		0,30	1,75		0,30
LGB_35	FS	1,45		0,20	1,50		0,20
	BN/FN	1,70		0,30	1,75		0,30
	BL/FL	1,95		0,30	2,00		0,30
LGB_35	BE/FE	2,20		0,40	2,25		0,40
	BN/FN	1,95		0,50	2,00		0,50
	BL/FL	2,45		0,50	2,50		0,50
LGB_45	BE/FE	2,70		0,60	2,75		0,60
	BN/FN	2,90		0,60	3,00		0,60
	BL/FL	3,90		0,60	4,00		0,60
LGB_55	BE/FE	4,90		0,70	5,00		0,70
	TN/WN	-		-	0,25		0,10
	LGB_21	-		-	0,50		0,20
LGB_27	-		-	1,25		0,30	
LGB_35	-		-	-		-	
LGM_07	BN	-		-	0,01		-
LGM_09	BN	0,01		-	0,02		-
	BL	0,02		-	0,03		-
	WN	0,02		-	0,02		-
LGM_09	WL	0,02		-	0,03		-
	BN	0,02		-	0,03		-
	BL	0,03		-	0,04		-
LGM_12	WN	0,02		-	0,03		-
	WL	0,04		-	0,05		-
	BN	0,04		-	0,05		-
LGM_15	BL	0,06		-	0,08		-
	WN	0,04		-	0,05		-
	WL	0,06		-	0,08		-

## 3.5 Lubrication intervals

### Delivery condition

The SNR carriages of all series are already provided with initial lubrication at the time of delivery.

The carriages should be lubricated one more time after mounting with the grease amount from Table 4.4 in 2-3 steps with intermediate movement over a longer stroke for the optimal grease distribution in the system.

The carriages also require initial lubrication before a prolonged shut-down and before re-operation.

The mixing compatibility of the lubricants must be checked when the lubricant make is to be changed during operation of a system.

### Influence factors

The re-lubrication intervals are affected by several factors (Chapter 3.1). Load and pollution usually have the strongest effect. Accurate re-lubrication intervals for a specific system can only be determined after the actual operating conditions have been assessed for a sufficiently long period.

### Lubrication interval for oil lubrication

The reference value for adjusting central oil lubrication systems is one lubrication pulse per carriage every 20 minutes, using the amount of lubricant specified in Table 4.5. Central lubrication systems with low-viscosity grease should be set to a lubrication interval of 60 minutes.

### Lubrication interval for Linear Guides with grease lubrication

To determine the re-lubrication intervals, it is necessary to estimate the acting loads and environmental conditions as accurately as possible. Under these conditions, the expected re-lubrication intervals can be determined as guideline from the Diagrams in Figure 4.3 for conventional Linear Guides and Figure 4.4 for Linear Guides with ball chains.

Figure 4.3 Re-lubrication interval for conventional Linear Guides

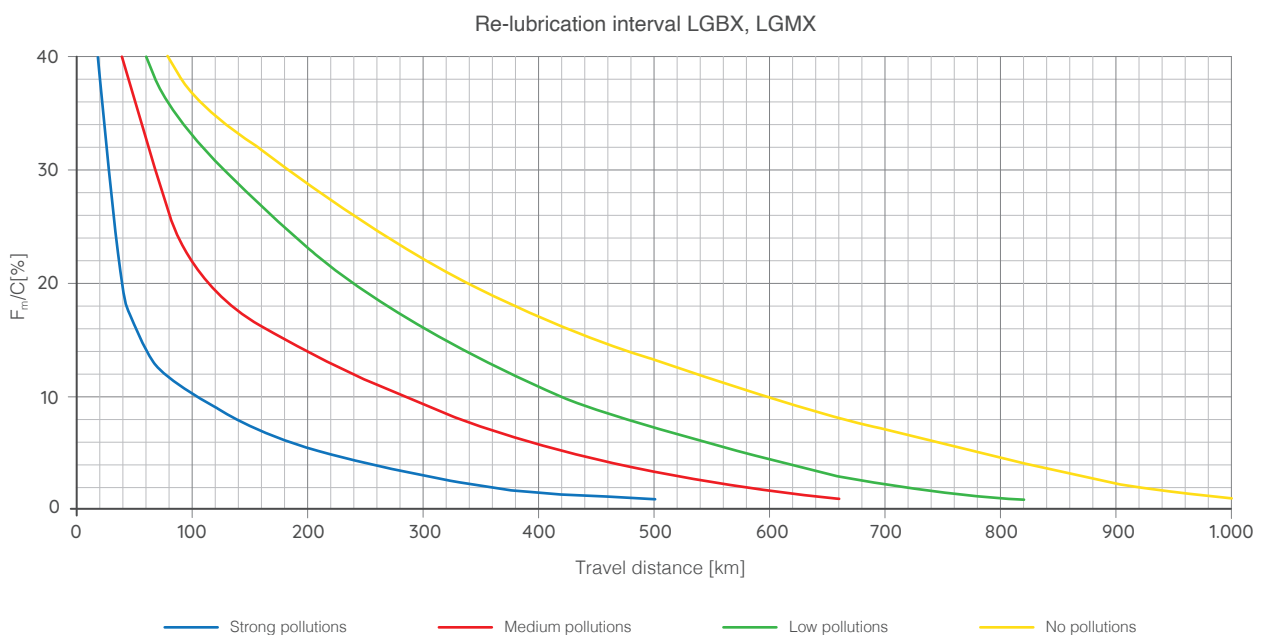
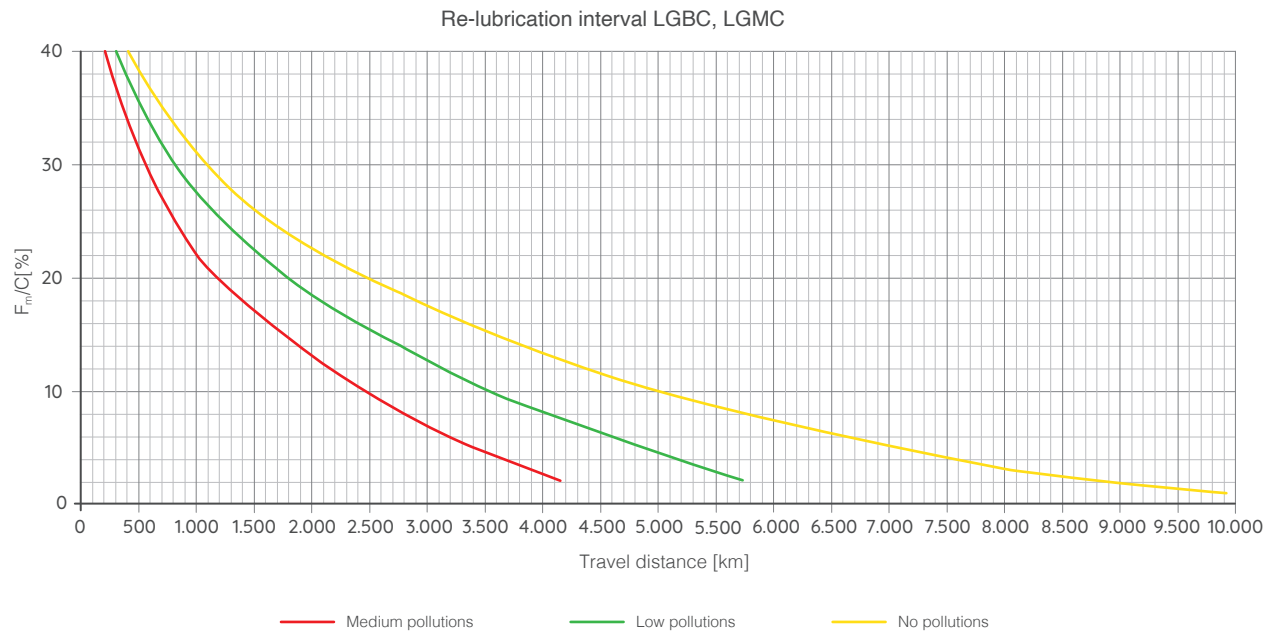


Figure 4.4 Re-lubrication interval for Linear Guides with ball chain



A precise determination of re-lubrication intervals can only be made after determination under real operating conditions and assessment over a sufficiently long period for a specific application.

If it is not possible to determine the acting loads and the environmental conditions exactly, re-lubrication intervals of 100 km for conventional Linear Guides and 500 km for Linear Guides with ball chains are considered as a guideline.

Independent of the determined re-lubrication interval, the carriages must be re-lubricated after the maximum service life of the lubricant has been reached which is specified by the manufacturer, but at the latest after two years due to grease aging.

Our application engineers will gladly help you to determine the maintenance intervals.

# 1 Systemtechnologie

## 1.1 Definitionen

### Lebensdauer

Die Lebensdauer  $L$  ist die Laufleistung, die ein Bauteil zurücklegen kann, bevor die ersten Anzeichen von Materialermüdung an den Laufbahnen oder den Wälzkörpern auftreten.

### Nominelle Lebensdauer $L_{10}$

Die nominelle Lebensdauer  $L_{10}$  ist die mit 90% Erlebenswahrscheinlichkeit erreichbare rechnerische Lebensdauer für ein einzelnes Linearführungssystem oder eine Gruppe offensichtlich gleicher, unter gleichen Bedingungen laufender Linearführungssysteme bei heute allgemein verwendetem Werkstoff normaler Herstellqualität und unter üblichen Betriebsbedingungen.

### Dynamische Tragzahl $C$

Die dynamische Tragzahl  $C$  ist die in Größe und Richtung unveränderliche radiale Belastung, die ein Linear- Wälzlager theoretisch für eine nominelle Lebensdauer von  $5 \times 10^4$  m zurückgelegte Strecke aufnehmen kann (nach ISO 14728-1). Wird für die Festlegung der dynamischen Tragzahl eine nominelle Lebensdauer von  $10^5$  m zugrunde gelegt, dann wird die dynamische Tragzahl für eine nominelle Lebensdauer von  $5 \times 10^4$  m durch den Umrechnungsfaktor 1,26 dividiert.

### Statische Tragzahl $C_0$

Die statische Tragzahl  $C_0$  ist die statische radiale Belastung, in der Mitte der am höchsten belasteten Berührungsfläche zwischen Wälzkörper und Laufbahn die einer rechnerischen Hertz'schen Pressung entspricht. Die Hertz'sche Pressung für die Linearführungen liegt laut ISO 14728-1 zwischen 4200 MPa und 4600 MPa und ist abhängig von Kugeldurchmesser und Schmiegun.

Bei dieser Beanspruchung tritt eine bleibende Gesamtverformung an Wälzkörper und Laufbahn auf, die etwa dem 0,0001 fachen des Wälzkörperdurchmessers entspricht (nach ISO 14728-1).

## 1.2 Verwendete Normen

DIN ISO 12090-1 Wälzlager – Profilschienenführungen mit kompakten Kugel- oder Rollenumlaufwagen – Teil 1: Maße und Toleranzen für Serie 1, 2 und 3

DIN ISO 12090-1 Wälzlager – Profilschienenführungen mit kompakten Kugel- oder Rollenumwagen – Teil 2: Maße und Toleranzen für Serie 4 und 5

DIN ISO 14728-1, Wälzlager- Linear-Wälzlager- Teil 1: Dynamische Tragzahlen und nominelle Lebensdauer

DIN ISO 14728-2, Wälzlager - Linear-Wälzlager – Teil 2: Statische Tragzahlen

Die SNR - Linearführungen sind konform der RoHS-Richtlinie (EU-Richtlinie RoHS 2011/65/EU und 2015/863/EU und der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 (REACH)).

SNR - Linearführungen sind nicht in der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG aufgeführt und sind daher nicht von der Richtlinie betroffen.

## 1.3 Bestimmungsgemäße Verwendung

Bei Linearführungen handelt es sich um Baugruppen. SNR - Linearführungen dürfen ausschließlich im Rahmen der Typenspezifischen Belastungsdaten des Produktkataloges bzw. ergänzender technischer Berechnungen von uns für Linearbewegungen und eingesetzt werden.

Linearführungen dürfen nur von Personen betrieben und gewartet werden, die hiermit vertraut und über die Gefahren unterrichtet sind. Das schließt auch ein, dass diese Dokumentation vollständig gelesen und zur Kenntnis genommen wurde.

Weiterhin ist eine Betriebstemperatur von  $-10^{\circ}\text{C}$  bis  $+75^{\circ}\text{C}$  einzuhalten.

Eine andere oder darüber hinausgehende Verwendung gilt als nicht bestimmungsgemäß. Für hieraus resultierende Schäden haftet der Hersteller nicht. Das Risiko trägt allein der Anwender.

## 1.4 Sicherheitshinweise

Für den Einsatz von Linearführungen sind nachfolgende Sicherheitshinweise einzuhalten:

- Linearführungen nur entsprechend der bestimmungsgemäßen Verwendung einsetzen.
- Linearführungen dürfen nur im Rahmen der nach Produktkatalog zulässigen technischen Parameter eingesetzt werden.
- Es dürfen nur Produkte in technisch einwandfreiem Zustand verwendet werden.
- Es dürfen grundsätzlich keine Veränderungen an Linearführungen vorgenommen werden.
- Nicht in bewegende Teile greifen.
- Linearführungen dürfen nicht auf Endanschläge gefahren werden.
- Der Einsatz in sicherheitsrelevanten Anwendungen ist nur zulässig, wenn eine derartige Verwendung ausdrücklich im Produktkatalog spezifiziert ist oder von uns bestätigt wurde.
- Linearführungen dürfen nur unter den im Produktkatalog beschriebenen Umgebungsbedingungen eingesetzt werden.
- Linearführungen dürfen erst dann in Betrieb genommen werden, wenn festgestellt wurde, dass die Baugruppe oder das Endprodukt in die die Linearführungen eingebaut wurden, den länderspezifischen Bestimmungen, Sicherheitsvorschriften und Normen der Anwendung entspricht.
- Es dürfen nur vom Hersteller zugelassene Zubehör- und Ersatzteile verwendet werden.
- Nicht unter schwebenden Lasten aufhalten. Die einzelnen Komponenten von Linearführungen sind auf die Lebensdauer der Linearführungen ausgelegt. In Ausnahmefällen können Defekte auftreten und bei vertikaler Einbaulage der Linearführungen zum Absturz der montierten Bauteile führen. Dagegen sind geeignete Schutzmaßnahmen entsprechend EN ISO 13849-1 zu treffen.
- Die gültigen Vorschriften zur Unfallverhütung und zum Umweltschutz sind zu beachten.
- Bei der Montage und bei Arbeiten an Linearführungen ist eine angemessene Schutzausrüstung zu tragen.
- Es sind zum Heben und zum Transport dem Gewicht angepasste, geeignete und geprüfte Lastaufnahmemittel zu verwenden.
- Nach allen Arbeiten an der Maschine sind die Sicherheitseinrichtungen wieder vorschriftsmäßig zu montieren und deren Funktion zu prüfen.
- Vor der Inbetriebnahme sicherstellen, dass alle für die Anwendung erforderlichen Sicherheitseinrichtungen vorhanden, ordnungsgemäß installiert und voll funktionsfähig sind.
- Mögliche Gefahrenbereiche sind deutlich zu kennzeichnen.

# 1.5 Koordinatensystem

Die Linearführungen können mit Kräften und/oder Momenten belastet werden. Das Koordinatensystem (Bild 2.1) zeigt die wirkenden Kräfte in den Hauptlastrichtungen, die Momente sowie auch die sechs Freiheitsgrade.

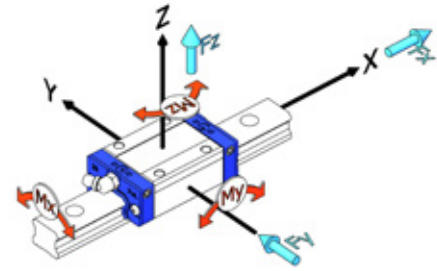


Bild 2.1 Koordinatensystem

## Kräfte in Hauptlastrichtungen:

- $F_X$  Verfahrkraft (X-Richtung)
- $F_Y$  Tangentiale Belastung (Y-Richtung)
- $F_Z$  Radiale Belastung (Z-Richtung)

## Momente:

- $M_X$  Moment in Rollrichtung (Rotation um die X-Achse)
- $M_Y$  Moment in Nickrichtung (Rotation um die Y-Achse)
- $M_Z$  Moment in Gierrichtung (Rotation um die Z-Achse)

Für die Linearführungen sind nur fünf Freiheitsgrade maßgebend. Die X-Richtung ist die Verfahrrichtung der Führung. Dadurch werden folgende Genauigkeitsangaben definiert:

- Seitenschwankung (Y-Richtung)
- Höhenschwankung (Z-Richtung)
- Rollen (Drehung um X-Achse)
- Nicken (Drehung um Y-Achse)
- Gieren (Drehung um Z-Achse)

# 1.6 Statische Sicherheit

Bei der Auslegung von Linearführungen müssen unerwartete und unvorhergesehene Belastungen und/oder Momente, die durch Vibration, Stöße oder kurze Start-Stopp Fahrzyklen (kurze Hübe) während des Betriebes oder Stillstandes entstehen, sowie überhängende Lasten berücksichtigt werden. Besonders in solchen Fällen muss der Sicherheitsfaktor beachtet werden.

Die statische Sicherheit  $f_s$  dient dazu, unzulässige bleibende Verformungen der Laufbahnen und der Wälzkörper zu vermeiden. Sie ist das Verhältnis der statischen Tragzahl  $C_0$  zur maximal auftretenden Belastung  $F_{0max}$ . Maßgebend ist die höchste Amplitude, auch wenn diese nur sehr kurzfristig auftritt.

$$f_s = \frac{C_0}{F_{0max}} * f_H * f_T * f_C \quad [2.1]$$

- $f_s$  statischer Sicherheitsfaktor/ statische Sicherheit
- $C_0$  statische Tragzahl [N]
- $F_{0max}$  maximale statische Belastung [N]
- $f_H$  Härtefaktor
- $f_T$  Temperaturfaktor
- $f_C$  Kontaktfaktor

Der statische Sicherheitsfaktor sollte für normale Einsatzbedingungen größer als 2 sein. Für spezielle Betriebsbedingungen sollten die in Tabelle 2.1 aufgeführten Empfehlungswerte für den Faktor  $f_s$  angewendet werden.

Bei teilweise unbekanntem oder schwer abschätzbarem Belastungen empfehlen wir, den Kontakt zu unseren Anwendungsingenieuren aufzunehmen.

Tabelle 2.1 Werte des statischen Sicherheitsfaktors

Anwendungsbedingungen	Statischer Sicherheitsfaktor $f_s$
langsame Bewegung geringe Lasten keine Vibrationen und Stöße	1,0...1,3
langsame Bewegung geringe Lasten leichte Vibrationen und Stöße	1,2...1,7
langsame Bewegung mittlere Lasten Vibrationen und Stöße	1,5...2,5
schnelle Bewegung hohe Lasten Vibrationen und Stöße	2,0...4,0
schnelle Bewegung hohe Lasten starke Vibrationen und Stöße	3,0...8,0



# 1.7 Lebensdauerberechnung

Die nominelle Lebensdauer einer Linearführung wird mit folgender Gleichung berechnet:

Kugelführungen

$$L_{10} = \left( \frac{C}{F} * \frac{f_H * f_T * f_C}{f_W} \right)^3 * 5 * 10^4 \quad [2.2]$$

Rollenführungen

$$L_{10} = \left( \frac{C}{F} * \frac{f_H * f_T * f_C}{f_W} \right)^{\frac{10}{3}} * 10^5 \quad [2.3]$$

$L_{10}$	Nominelle Lebensdauer [m]
$C$	Dynamische Tragzahl [N]
$F$	Dynamische Belastung [N]
$f_H$	Härtefaktor
$f_T$	Temperaturfaktor
$f_C$	Kontaktfaktor
$f_W$	Belastungsfaktor

Die Lebensdauer kann in Betriebsstunden ermittelt werden, wenn die Hublänge und Hubfrequenz über die gesamte Lebensdauer konstant bleiben.

$$L_h = \frac{L_{10}}{2 \cdot S \cdot n \cdot 60} \quad [2.4]$$

$L_{10}$	Nominelle Lebensdauer [m]
$L_h$	Lebensdauer in Stunden [h]
$S$	Hublänge [m]
$n$	Hubfrequenz (Doppelhübe je Minute) [ $\text{min}^{-1}$ ]

Bei der Lebensdauerberechnung ist es sehr schwer, die wirkende Belastung zu bestimmen. Die Linearführungssysteme werden in der Regel den Schwingungen bzw. Vibrationen die durch die Prozess- oder Antriebskräfte entstehen, ausgesetzt. Stöße können die Maschinenelemente beschädigen, wenn deren Lastspitzen größer als die maximale zusätzliche Belastung sind. Das betrifft den dynamischen sowie den statischen Zustand des Gesamtsystems. Die Lebensdauer ist unter anderem von Parametern wie Oberflächenhärte der Wälzkörper und Laufbahnen und der Temperatur des Systems abhängig. Die modifizierte Lebensdauerberechnung berücksichtigt die oben genannten Bedingungen.

## 1.7.1 Einflussfaktoren

Härtefaktor für Wellenhärte  $f_H$

Die Härte der Wälzkörper und der Laufbahnen muss zwischen 58 HRC und 60 HRC liegen. Damit erreicht man den optimalen Lauf und bestmögliche Funktionseigenschaften der Linearführung.

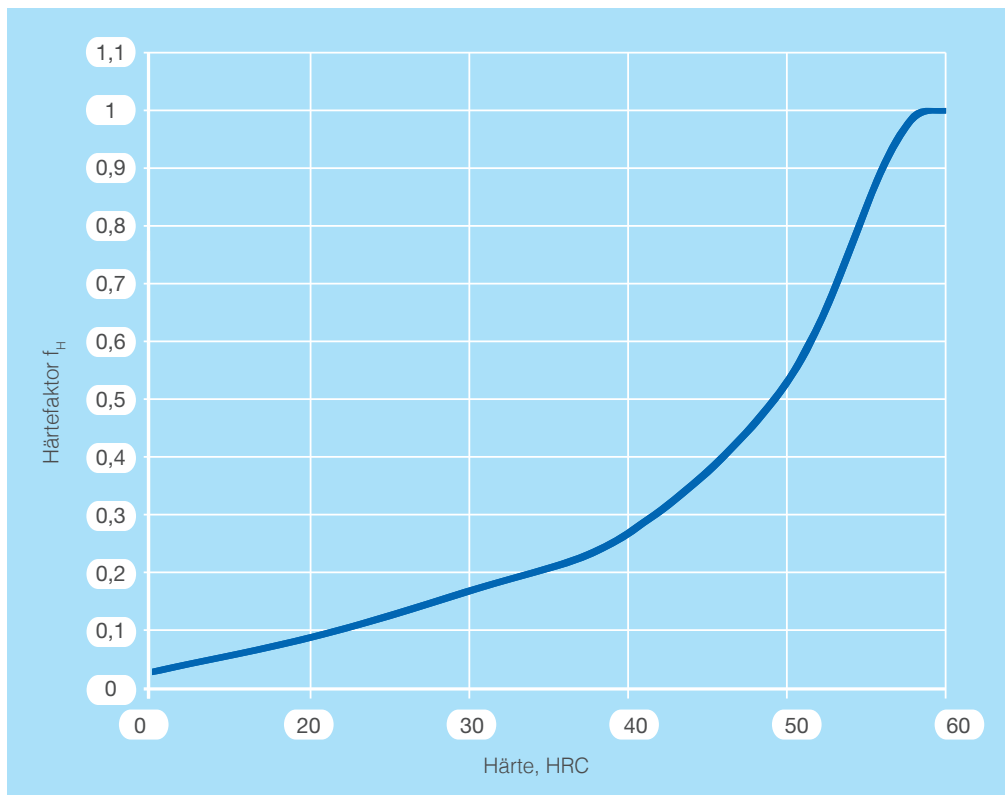


Bild 2.2 Härtefaktor  $f_H$

Die SNR - Linearführungen entsprechen den oben erwähnten Bedingungen, somit muss die Härtefaktor Korrektur nicht berücksichtigt werden ( $f_H=1$ ). Die Härtekorrekturen (Bild 2.2) müssen nur dann vorgenommen werden, wenn es sich um eine Sonderausführung aus einem speziellen Werkstoff mit einer Härte unter 58 HRC handelt.

## Temperaturfaktor $f_T$

Wenn die Umgebungstemperatur der Linearführung während des Betriebs den Wert von 100°C überschreitet, müssen Korrekturen (Bild 2.3) der Lebensdauerberechnung vorgenommen werden.

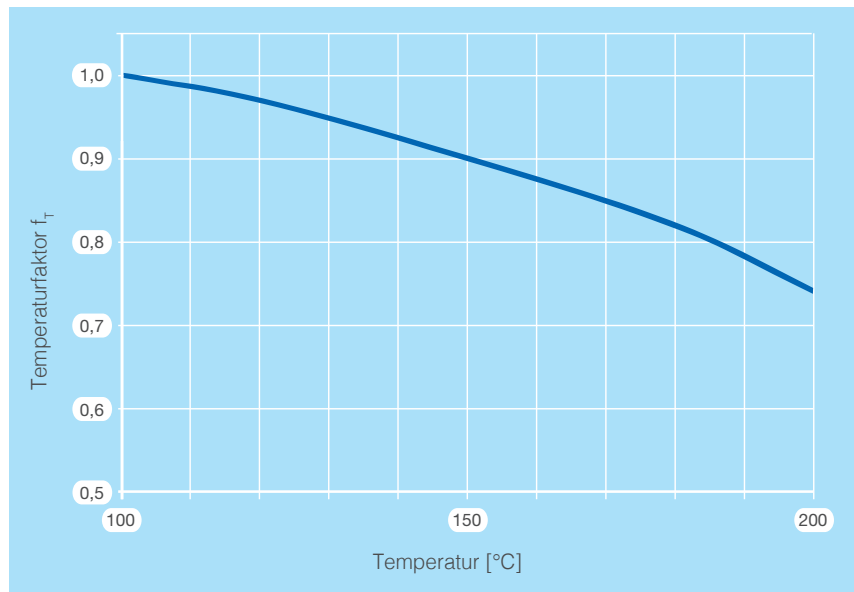


Bild 2.3 Temperaturfaktor  $f_T$

Die Standardausführungen von SNR - Linearführungen sind bis maximal 80° C einsetzbar.

## Kontaktfaktor $f_c$

Wenn zwei oder mehrere Führungswagen sehr dicht aneinander montiert werden, wird die Laufbewegung durch Momente, Montagegenauigkeit und andere Faktoren beeinflusst, sodass eine gleichmäßige Lastenverteilung schwer zu erreichen ist. Unter diesen Bedingungen ist ein entsprechender Kontaktfaktor (Tabelle 2.2) zu berücksichtigen.

Tabelle 2.2 Kontaktfaktor

Anzahl der eng zusammengesetzten Führungswagen	$f_c$
1	1,00
2	0,81
3	0,72
4	0,66
5	0,61

## Belastungsfaktor $f_w$

Schwingungen und Stöße, die während des Betriebs entstehen, können z.B. durch hohe Geschwindigkeiten, wiederholtes Anfahren und Anhalten, Prozesskräfte oder kurzzeitige stoßartige Belastungen eine große Wirkung auf die Gesamtberechnung haben. Teilweise ist es sehr schwer, deren Einfluss konkret zu bestimmen. Wenn die tatsächlich auf die Linearführung wirkenden Belastungen nicht messbar sind, oder deutlich größer als laut Berechnung möglich, müssen empirisch ermittelte Belastungsfaktoren (Tabelle 2.3) berücksichtigt werden.

Tabelle 2.3 Belastungsfaktor

Betriebsbedingungen	Geschwindigkeit [m/s]	Belastungsfaktor $f_w$
keine oder sehr geringe Vibrationen und Stöße	$\leq 0,25$	1,0...1,2
geringe Vibrationen und Stöße	$0,25 \dots \leq 1,0$	1,2...1,5
mittlere Vibrationen und Stöße	$1,0 \dots \leq 2,0$	1,5...2,0
starke Vibrationen und Stöße	$> 2,0$	2,0...3,5
Kurzhubanwendungen		3,5...5,0

## 1.7.2 Einwirkende Belastung - Äquivalenzfaktoren

### Einachsige Anwendung

In beengten Einbauverhältnissen werden oft eine oder mehrere Linearführungen nur mit einem Führungswagen oder eine Linearführung mit mehreren Führungswagen eingesetzt. Unter diesen Betriebsbedingungen kann sich die Lebensdauer des Linearführungssystems aufgrund des erhöhten Verschleißes an den Führungswagenenden verringern. Bei der Berechnung der Lebensdauer müssen die wirkenden Momente mit entsprechenden Äquivalenzfaktoren (Tabelle 2.4 bis Tabelle 2.6) multipliziert werden.

Die äquivalente Belastung wird dann wie folgt ermittelt:

[2.7]

$$F_E = k \cdot M$$

- $F_E$  äquivalente Belastung pro Führung [N]  
 $k$  Äquivalenzfaktoren (Tabelle 2.4 bis Tabelle 2.6)  
 $M$  entsprechend wirkendes Moment [Nm]

Tabelle 2.4 Äquivalenzfaktoren Standard-Linearführungen

Typ	Äquivalenzfaktor [m <sup>-1</sup> ]				
	k1x	k1y	k2y	k1z	k2z
LGB_15 BS/FS	143,5	309,4	38,1	309,4	38,1
LGB_15 BN/FN	145,3	165,8	28,8	165,8	28,8
LGB_15 BL/FL	144,9	140,6	26,0	140,6	26,0
LGB_20 BS/FS	107,6	241,4	32,5	241,4	32,5
LGB_20 BN/FN	107,1	138,2	24,5	138,2	24,5
LGB_20 BL/FL	106,7	109,6	21,3	109,6	21,3
LGB_20 BE/FE	106,9	87,8	18,4	87,8	18,4
LGB_25 BS/FS	92,8	207,2	29,2	207,2	29,2
LGB_25 BN/FN	93,4	116,6	21,6	116,6	21,6
LGB_25 BL/FL	93,1	92,9	18,7	92,9	18,7
LGB_25 BE/FE	93,1	77,2	16,5	77,2	16,5
LGB_30 FS	77,3	179,8	24,6	179,8	24,6
LGB_30 BN/FN	77,2	99,1	18,1	99,1	18,1
LGB_30 BL/FL	77,2	86,0	16,6	86,0	16,6
LGB_30 BE/FE	77,2	64,8	13,7	64,8	13,7
LGB_35 FS	63,3	150,7	21,1	150,7	21,1
LGB_35 BN/FN	63,2	83,4	15,4	83,4	15,4
LGB_35 BL/FL	63,3	72,5	14,2	72,5	14,2
LGB_35 BE/FE	63,2	54,8	11,7	54,8	11,7
LGB_45 BN/FN	47,3	71,4	13,4	71,4	13,4
LGB_45 BL/FL	47,3	61,0	12,1	61,0	12,1
LGB_45 BE/FE	47,3	48,3	10,3	48,3	10,3
LGB_55 BN/FN	40,4	57,9	11,3	57,9	11,3
LGB_55 BL/FL	40,4	43,6	9,3	43,6	9,3
LGB_55 BE/FE	40,4	39,2	8,6	39,2	8,6

- k1x Äquivalenzfaktor für 1 Führungswagen in Mx-Richtung  
 k1y Äquivalenzfaktor für 1 Führungswagen in My-Richtung  
 k2y Äquivalenzfaktor für 2 Führungswagen auf Block in My-Richtung  
 k1z Äquivalenzfaktor für 1 Führungswagen in Mz-Richtung  
 k2z Äquivalenzfaktor für 2 Führungswagen auf Block in Mz-Richtung

Tabelle 2.5 Äquivalenzfaktoren breite Standard-Linearführungen

Typ	Äquivalenzfaktor [m <sup>-1</sup> ]				
	k1x	k1y	k2y	k1z	k2z
LGBXH21 TN/WN	50,9	146,3	28,6	146,3	28,6
LGBXH27 TN/WN	48,8	120,6	23,5	120,6	23,5
LGBXH35 TN/WN	30,5	74,6	16,2	74,6	16,2

- k1x Äquivalenzfaktor für 1 Führungswagen in Mx-Richtung
- k1y Äquivalenzfaktor für 1 Führungswagen in My-Richtung
- k2y Äquivalenzfaktor für 2 Führungswagen auf Block in My-Richtung
- k1z Äquivalenzfaktor für 1 Führungswagen in Mz-Richtung
- k2z Äquivalenzfaktor für 2 Führungswagen auf Block in Mz-Richtung

Tabelle 2.6 Äquivalenzfaktoren Miniaturführungen

Typ	Äquivalenzfaktor [m <sup>-1</sup> ]				
	k1x	k1y	k2y	k1z	k2z
LGM_07 BN	300,8	488,7	64,2	488,7	53,0
LGM_09 BN	209,1	255,6	53,0	255,6	53,0
LGM_09 BL	220,7	194,7	42,5	194,7	42,5
LGM_12 BN	152,2	291,7	47,0	291,7	47,0
LGM_12 BL	154,7	187,9	36,4	187,9	36,4
LGM_15 BN	142,8	219,6	38,2	219,6	38,2
LGM_15 BL	143,2	145,8	28,8	145,8	28,8
LGM_09 WN	106,8	236,4	43,2	236,4	43,2
LGM_09 WL	105,1	153,9	34,5	153,9	34,5
LGM_12 WN	80,5	204,2	37,9	204,2	37,9
LGM_12 WL	80,2	144,1	29,8	144,1	29,8
LGM_15 WN	48,9	167,8	30,5	167,8	30,5
LGM_15 WL	48,0	110,3	23,7	110,3	23,7

- k1x Äquivalenzfaktor für 1 Führungswagen in Mx-Richtung
- k1y Äquivalenzfaktor für 1 Führungswagen in My-Richtung
- k2y Äquivalenzfaktor für 2 Führungswagen auf Block in My-Richtung
- k1z Äquivalenzfaktor für 1 Führungswagen in Mz-Richtung
- k2z Äquivalenzfaktor für 2 Führungswagen auf Block in Mz-Richtung

## Zweiachsig Anwendung

Für die Berechnung der Lebensdauer müssen folgende Anforderungen und Betriebsbedingungen (Bild 2.4) definiert werden:

- Hublänge  $s$ , [mm]
- Geschwindigkeitsdiagramm (Bild 2.5)
- Geschwindigkeit  $v$ , [m/s]
- Beschleunigung/Verzögerung  $a$ , [m/s<sup>2</sup>]
- Verfahrenzyklen, Anzahl der Doppelhübe pro Minute  $n$ , [min<sup>-1</sup>]
- Anordnung der Linearführung (Anzahl der Schienen und Führungswagen)  $l_0, l_1$ , [mm]
- Einbaulage (horizontal, vertikal, schräg, Wandmontage, gekippt um 180°)
- Gewichte  $m$ , [kg]
- Richtung der äußeren Kräfte
- Position von Gewichtschwerpunkten  $l_2, l_3, l_4$ , [mm]
- Position des Antriebes  $l_5, l_6$ , [mm]
- Erforderliche Lebensdauer  $L$ , [km] oder [h]

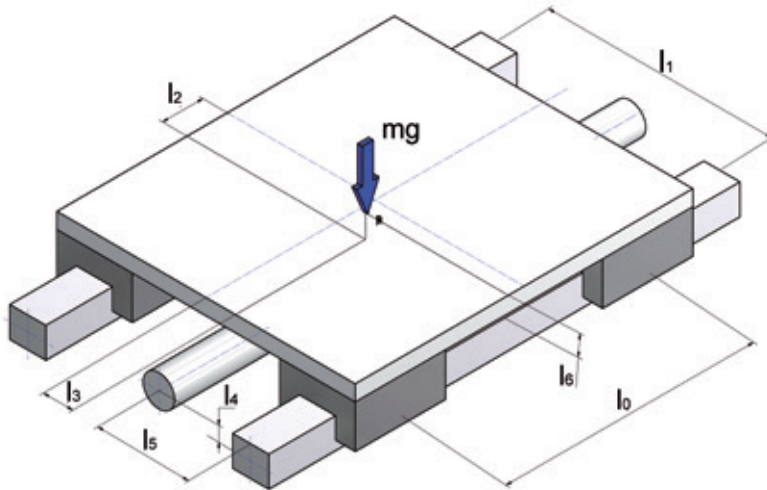


Bild 2.4 Festlegung der Bedingungen

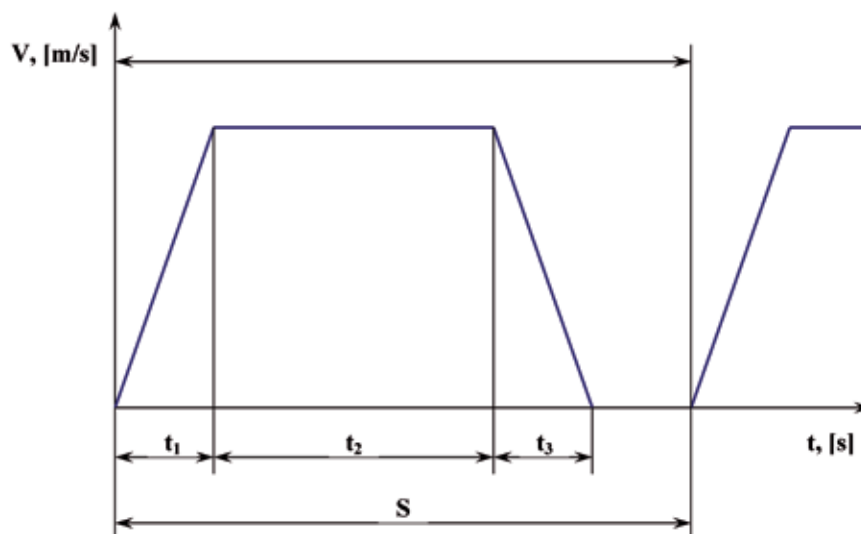


Bild 2.5 Geschwindigkeits-Zeit-Diagramm

### 1.7.3 Äquivalente Belastungen

Die Belastungen (radiale und tangentiale) sowie Momentenbelastungen können gleichzeitig aus verschiedenen Richtungen auf die Linearführung wirken (Bild 2.6). In diesem Fall wird eine äquivalente Belastung, die sich aus radialen, tangentialen und anderen Belastungen zusammensetzt, für die Lebensdauerberechnung eingesetzt.

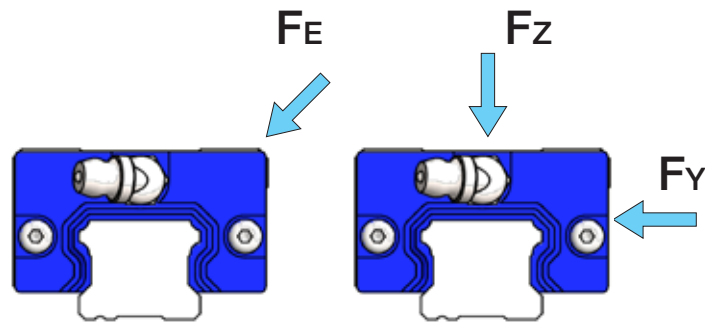


Bild 2.6 Äquivalente Belastung  $F_E$

$$F_E = |F_Y| + |F_Z| \quad [2.8]$$

$F_E$  - Äquivalente Belastung [N]

$F_Y$  - Tangentiale Belastung [N]

$F_Z$  - Radiale Belastung [N]

Die Berechnung der äquivalenten Belastung  $F_E$  berücksichtigt, dass SNR - Linearführungen in allen Hauptlastrichtungen die gleiche Tragfähigkeit besitzen.

#### Dynamische äquivalente Belastung

Häufig ist es der Fall, dass während des Betriebes unterschiedliche veränderliche Prozesskräfte auf das Gesamtsystem Einfluss haben. So werden die Linearführungen wechselnden Belastungen bei Aufwärts- bzw. Abwärtsbewegung oder beim Aufnehmen bzw. Ablegen von Werkstücken ausgesetzt. In diesen Fällen muss die unterschiedliche Belastung bei der Lebensdauerberechnung berücksichtigt werden. Mit der Berechnung der dynamisch äquivalenten Belastung werden die Belastungen eines Führungswagens für jede einzelne Bewegungsphase  $n_1, n_2 \dots n_n$  berechnet (siehe Kapitel 1.7.2) und zu einer resultierten Belastung für den gesamten Zyklus zusammengefasst. Die Belastungsänderung kann unterschiedlich erfolgen:

- Stufenförmig (Bild 2.7)
- Linear (Bild 2.8)
- Sinusförmig (Bild 2.9 und 2.10)

### Stufenförmig verlaufende Belastungsänderung

$$F_m = \sqrt[3]{\frac{1}{S} (F_1^3 \cdot S_1 + F_2^3 \cdot S_2 + \dots + F_n^3 \cdot S_n)} \quad [2.9]$$

- $F_m$  dynamische äquivalente Belastung [N]
- $F_n$  Belastungsänderung [N]
- $S$  Gesamtverfahrweg [mm]
- $S_n$  Verfahrweg unter Belastungsänderung  $F_n$  [mm]

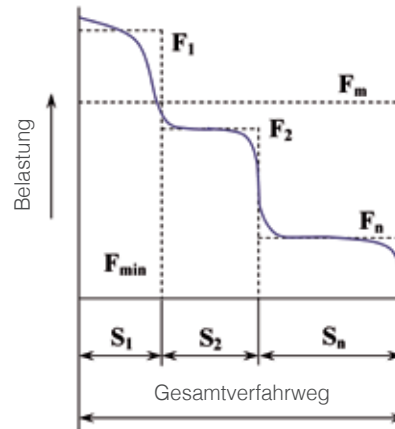


Bild 2.7 Stufenförmig verlaufende Belastungsänderung

### Lineare Belastungsänderung

$$F_m \cong \frac{1}{3} (F_{MIN} + 2 \cdot F_{MAX}) \quad [2.10]$$

- $F_{MIN}$  Minimale Belastung [N]
- $F_{MAX}$  Maximale Belastung [N]

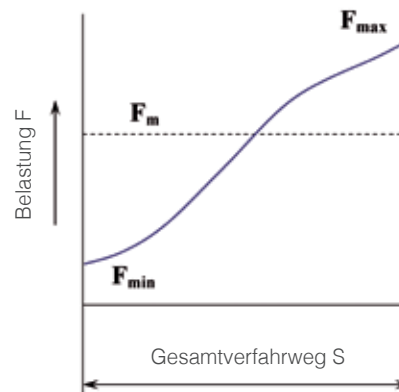


Bild 2.8 Lineare Belastungsänderung



### Sinusförmige Belastungsänderung

$$F_m \cong 0,65 * F_{MAX} \quad [2.11]$$

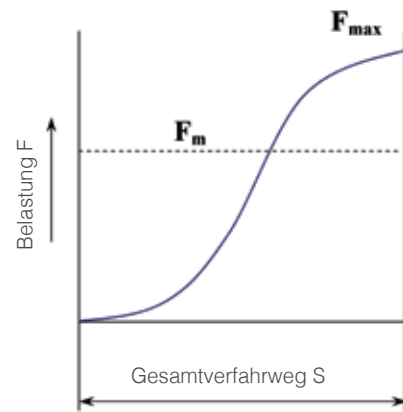


Bild 2.9 Sinusförmige Belastungsänderung (a)

### Sinusförmig verlaufende Belastungsänderung

[2.12]

$$F_m \cong 0,75 * F_{MAX}$$

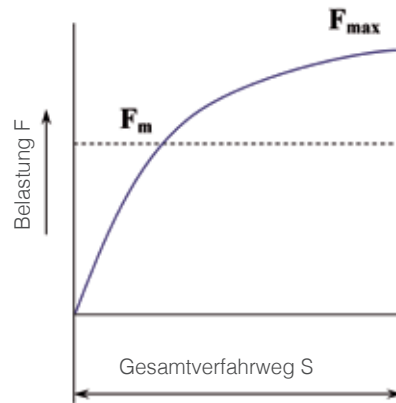


Bild 2.10 Sinusförmige Belastungsänderung (b)

## 1.7.4 Berechnungsbeispiele

### Beispiel 1

Horizontale Einbaulage mit überhängender Belastung,  
mit einem Führungswagen

Baureihe LGBCH20FN

Gravitationskonstante  $g=9.8 \text{ m/s}^2$

Gewicht  $m=10 \text{ kg}$

$l_2=200 \text{ mm}$ ,  $l_3=100 \text{ mm}$

$C=17,71 \text{ kN}$

$C_0=30,50 \text{ kN}$

Normale Einsatzbedingungen ohne Vibrationen  $f_w = 1,5$

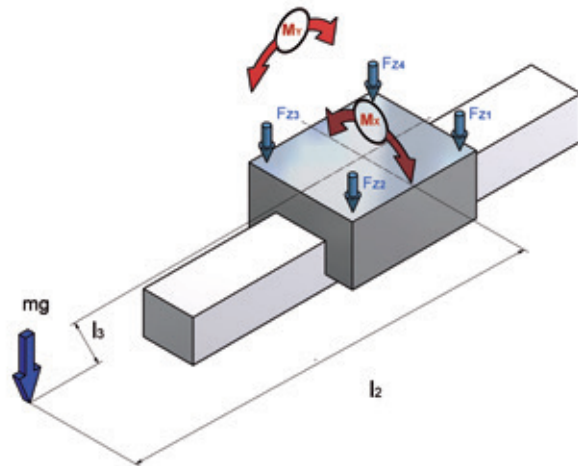


Bild 2.11 Berechnungsbeispiel 1

### Berechnung:

Mit Berücksichtigung der Formeln [2.7] und Äquivalenzfaktoren (Tabelle 2.5) wird die äquivalente Belastung für die Linearführung berechnet.

$$Fz_1 = mg - k_x * mg * l_3 - k_y * mg * l_2 = 10 * 9,8 - 107 * 10 * 9,8 * 0,1 - 138 * 10 * 9,8 * 0,2 = -3.655,4 \text{ N}$$

$$Fz_2 = mg - k_x * mg * l_3 + k_y * mg * l_2 = 10 * 9,8 - 107 * 10 * 9,8 * 0,1 + 138 * 10 * 9,8 * 0,2 = 1.754,2 \text{ N}$$

$$Fz_3 = mg + k_x * mg * l_3 + k_y * mg * l_2 = 10 * 9,8 + 107 * 10 * 9,8 * 0,1 + 138 * 10 * 9,8 * 0,2 = 3.851,4 \text{ N}$$

$$Fz_4 = mg + k_x * mg * l_3 - k_y * mg * l_2 = 10 * 9,8 + 107 * 10 * 9,8 * 0,1 - 138 * 10 * 9,8 * 0,2 = -1.558,2 \text{ N}$$

Der statische Sicherheitsfaktor wird nach [2.1] für die maximale Belastung 3.851,4 N berechnet.

$$f_s = \frac{C_0}{F_{0MAX}} = \frac{30.500}{3.851,4} = 7,9$$

Die nominelle Lebensdauer wird für die maximale Belastung 3.851,4 N entsprechend **Kapitel 1.7** berechnet.

$$L_{10} = \left( \frac{C}{F} * \frac{f_H * f_T * f_C}{f_w} \right)^3 * 5 * 10^4 = \left( \frac{17.710}{3.851,4} * \frac{1}{1,5} \right)^3 * 5 * 10^4 = 1.440.443 \text{ m} = 14.440 \text{ km}$$

## Beispiel 2

Horizontale Einbaulage mit überhängender Belastung und 2 parallel angeordneten Schienen.  
2 Führungswagen pro Schiene, Anordnung mit verfahrbarem Tisch

Baureihe LGBCH30FN

Gravitationskonstante  $g=9.8 \text{ m/s}^2$

Gewicht  $m=400 \text{ kg}$

$l_0=600 \text{ mm}$ ,  $l_1=450 \text{ mm}$ ,  $l_2=400 \text{ mm}$ ,  $l_3=350 \text{ mm}$

$C=36,71 \text{ kN}$

$C_0=54,570 \text{ kN}$

Normale Einsatzbedingungen ohne Vibrationen  $f_w=1,5$

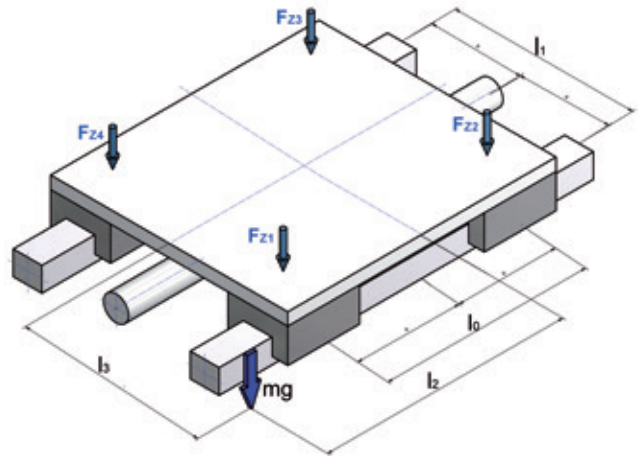


Bild 2.12 Berechnungsbeispiel 2

## Berechnung:

a) Die einwirkende Radialbelastung bei konstanter Geschwindigkeit pro Führungswagen wird wie folgt berechnet:

$$F_{Z1} = \frac{mg}{4} + \frac{mg \cdot l_2}{2 \cdot l_0} + \frac{mg \cdot l_3}{2 \cdot l_1} = \frac{400 \cdot 9,8}{4} + \frac{400 \cdot 9,8 \cdot 400}{2 \cdot 600} + \frac{400 \cdot 9,8 \cdot 350}{2 \cdot 450} = 3.811,11 \text{ N}$$

$$F_{Z2} = \frac{mg}{4} - \frac{mg \cdot l_2}{2 \cdot l_0} + \frac{mg \cdot l_3}{2 \cdot l_1} = \frac{400 \cdot 9,8}{4} - \frac{400 \cdot 9,8 \cdot 400}{2 \cdot 600} + \frac{400 \cdot 9,8 \cdot 350}{2 \cdot 450} = 1.197,77 \text{ N}$$

$$F_{Z3} = \frac{mg}{4} - \frac{mg \cdot l_2}{2 \cdot l_0} - \frac{mg \cdot l_3}{2 \cdot l_1} = \frac{400 \cdot 9,8}{4} - \frac{400 \cdot 9,8 \cdot 400}{2 \cdot 600} - \frac{400 \cdot 9,8 \cdot 350}{2 \cdot 450} = -1.851,11 \text{ N}$$

$$F_{Z4} = \frac{mg}{4} + \frac{mg \cdot l_2}{2 \cdot l_0} - \frac{mg \cdot l_3}{2 \cdot l_1} = \frac{400 \cdot 9,8}{4} + \frac{400 \cdot 9,8 \cdot 400}{2 \cdot 600} - \frac{400 \cdot 9,8 \cdot 350}{2 \cdot 450} = 762,23 \text{ N}$$

b) Der statische Sicherheitsfaktor wird nach [2.1] für den Führungswagen 1 mit der maximalen Belastung von 3.811,11 N berechnet.

$$f_s = \frac{C_0}{F_{0MAX}} = \frac{54.570}{3.811,11} = 14,3$$

c) Die nominelle Lebensdauer der vier Führungswagen wird nach [2.5] berechnet

$$L_1 = \left( \frac{C}{F_{Z1}} * \frac{f_H * f_T * f_C}{f_w} \right)^3 * 5 * 10^4 = \left( \frac{36.710}{3.811,11} * \frac{1}{1,5} \right)^3 * 5 * 10^4 = 13.240.211 \text{ m} = 13.240 \text{ km}$$

$$L_2 = \left( \frac{C}{F_{Z2}} * \frac{f_H * f_T * f_C}{f_w} \right)^3 * 5 * 10^4 = \left( \frac{36.710}{1.197,77} * \frac{1}{1,5} \right)^3 * 5 * 10^4 = 426.509.871 \text{ m} = 426.510 \text{ km}$$

$$L_3 = \left( \frac{C}{F_{Z3}} * \frac{f_H * f_T * f_C}{f_w} \right)^3 * 5 * 10^4 = \left( \frac{36.710}{1.851,11} * \frac{1}{1,5} \right)^3 * 5 * 10^4 = 115.545.411 \text{ m} = 115.545 \text{ km}$$

$$L_4 = \left( \frac{C}{F_{Z4}} * \frac{f_H * f_T * f_C}{f_w} \right)^3 * 5 * 10^4 = \left( \frac{36.710}{762,23} * \frac{1}{1,5} \right)^3 * 5 * 10^4 = 1.654.974.350 \text{ m} = 1.654.974 \text{ km}$$

D

### Beispiel 3

Vertikale Einbaulage (z.B. Transportlift, Z-Achse einer Hubvorrichtung) mit Trägheitskräften, 2 parallel angeordnete Schienen, 2 Führungswagen pro Schiene, Baureihe LGBCH20FN

$$v = 1 \text{ m/s}$$

$$a = 0,5 \text{ m/s}^2$$

$$s_1 = 1000 \text{ mm}$$

$$s_2 = 2000 \text{ mm}$$

$$s_3 = 1000 \text{ mm}$$

$$\text{Gewicht } m = 100 \text{ kg}$$

$$\text{Gravitationskonstante } g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$l_0 = 300 \text{ mm}, l_1 = 500 \text{ mm}, l_5 = 250 \text{ mm}, l_6 = 280 \text{ mm}$$

$$C = 17,71 \text{ kN}$$

$$C_0 = 30,50 \text{ kN}$$

$$f_w = 2,0 \text{ (T able 2.3)}$$

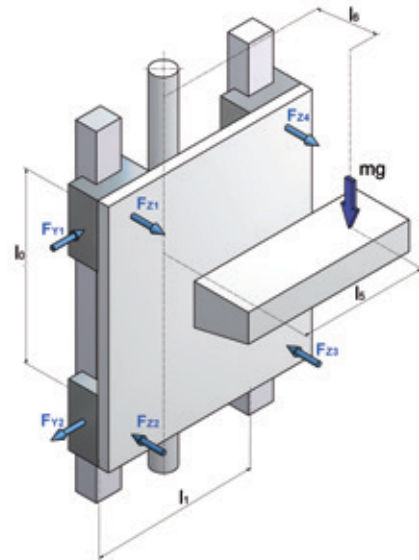


Bild 2.13 Berechnungsbeispiel 3

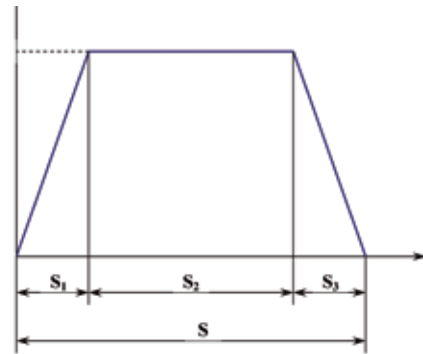


Bild 2.14 Geschwindigkeit-Weg-Diagramm

### Berechnung:

a) Die einwirkenden Belastungen werden pro Führungswagen gerechnet

### Während der Beschleunigungsphase

#### Radiale Belastungen

$$F_{\text{BeschZ1}} = \frac{m(g+a) \cdot l_6}{2 \cdot l_0} = \frac{100 \cdot (9,8 + 0,5) \cdot 280}{2 \cdot 300} = 480,67 \text{ N}$$

$$F_{\text{BeschZ2}} = -\frac{m(g+a) \cdot l_6}{2 \cdot l_0} = -\frac{100 \cdot (9,8 + 0,5) \cdot 280}{2 \cdot 300} = -480,67 \text{ N}$$

$$F_{\text{BeschZ3}} = -\frac{m(g+a) \cdot l_6}{2 \cdot l_0} = -\frac{100 \cdot (9,8 + 0,5) \cdot 280}{2 \cdot 300} = -480,67 \text{ N}$$

$$F_{\text{BeschZ4}} = \frac{m(g+a) \cdot l_6}{2 \cdot l_0} = \frac{100 \cdot (9,8 + 0,5) \cdot 280}{2 \cdot 300} = 480,67 \text{ N}$$

### Tangentiale Belastungen

$$F_{\text{BeschY1}} = \frac{m(g+a) \cdot l_5}{2 \cdot l_0} = \frac{100 \cdot (9,8 + 0,5) \cdot 250}{2 \cdot 300} = 429,17 \text{ N}$$

$$F_{\text{BeschY2}} = -\frac{m(g+a) \cdot l_5}{2 \cdot l_0} = -\frac{100 \cdot (9,8 + 0,5) \cdot 250}{2 \cdot 300} = -429,17 \text{ N}$$

$$F_{\text{BeschY3}} = -\frac{m(g+a) \cdot l_5}{2 \cdot l_0} = -\frac{100 \cdot (9,8 + 0,5) \cdot 250}{2 \cdot 300} = -429,17 \text{ N}$$

$$F_{\text{BeschY4}} = \frac{m(g+a) \cdot l_5}{2 \cdot l_0} = \frac{100 \cdot (9,8 + 0,5) \cdot 250}{2 \cdot 300} = 429,17 \text{ N}$$

### Bei konstanter Bewegung

#### Radiale Belastungen

$$F_{\text{KonstZ1}} = \frac{mg \cdot l_6}{2 \cdot l_0} = \frac{100 \cdot 9,8 \cdot 280}{2 \cdot 300} = 457,33 \text{ N}$$

$$F_{\text{KonstZ2}} = -\frac{mg \cdot l_6}{2 \cdot l_0} = -\frac{100 \cdot 9,8 \cdot 280}{2 \cdot 300} = -457,33 \text{ N}$$

$$F_{\text{KonstZ3}} = -\frac{mg \cdot l_6}{2 \cdot l_0} = -\frac{100 \cdot 9,8 \cdot 280}{2 \cdot 300} = -457,33 \text{ N}$$

$$F_{\text{KonstZ4}} = \frac{mg \cdot l_6}{2 \cdot l_0} = \frac{100 \cdot 9,8 \cdot 280}{2 \cdot 300} = 457,33 \text{ N}$$

#### Tangentiale Belastungen

$$F_{\text{KonstY1}} = \frac{mg \cdot l_5}{2 \cdot l_0} = \frac{100 \cdot 9,8 \cdot 250}{2 \cdot 300} = 408,33 \text{ N}$$

$$F_{\text{KonstY2}} = -\frac{mg \cdot l_5}{2 \cdot l_0} = -\frac{100 \cdot 9,8 \cdot 250}{2 \cdot 300} = -408,33 \text{ N}$$

$$F_{\text{KonstY3}} = -\frac{mg \cdot l_5}{2 \cdot l_0} = -\frac{100 \cdot 9,8 \cdot 250}{2 \cdot 300} = -408,33 \text{ N}$$

$$F_{\text{KonstY4}} = \frac{mg \cdot l_5}{2 \cdot l_0} = \frac{100 \cdot 9,8 \cdot 250}{2 \cdot 300} = 408,33 \text{ N}$$

D

Während der Verzögerungsphase

### Radiale Belastungen

$$F_{VerzZ1} = \frac{m(g-a) \cdot l_6}{2 \cdot l_0} = \frac{100 \cdot (9,8 - 0,5) \cdot 280}{2 \cdot 300} = 434 \text{ N}$$

$$F_{VerzZ2} = -\frac{m(g-a) \cdot l_6}{2 \cdot l_0} = -\frac{100 \cdot (9,8 - 0,5) \cdot 280}{2 \cdot 300} = -434 \text{ N}$$

$$F_{VerzZ3} = -\frac{m(g-a) \cdot l_6}{2 \cdot l_0} = -\frac{100 \cdot (9,8 - 0,5) \cdot 280}{2 \cdot 300} = -434 \text{ N}$$

$$F_{VerzZ4} = \frac{m(g-a) \cdot l_6}{2 \cdot l_0} = \frac{100 \cdot (9,8 - 0,5) \cdot 280}{2 \cdot 300} = 434 \text{ N}$$

### Tangentiale Belastungen

$$F_{VerzY1} = \frac{m(g-a) \cdot l_5}{2 \cdot l_0} = \frac{100 \cdot (9,8 - 0,5) \cdot 250}{2 \cdot 300} = 387,50 \text{ N}$$

$$F_{VerzY2} = -\frac{m(g-a) \cdot l_5}{2 \cdot l_0} = -\frac{100 \cdot (9,8 - 0,5) \cdot 250}{2 \cdot 300} = -387,50 \text{ N}$$

$$F_{VerzY3} = -\frac{m(g-a) \cdot l_5}{2 \cdot l_0} = -\frac{100 \cdot (9,8 - 0,5) \cdot 250}{2 \cdot 300} = -387,50 \text{ N}$$

$$F_{VerzY4} = \frac{m(g-a) \cdot l_5}{2 \cdot l_0} = \frac{100 \cdot (9,8 - 0,5) \cdot 250}{2 \cdot 300} = 387,50 \text{ N}$$

b) Die kombinierten radialen und tangentialen Belastungen werden pro Führungswagen nach [2.8] berechnet.

Während der Beschleunigungsphase

$$F_{BeschE1} = |F_{BeschZ1}| + |F_{BeschY1}| = 909,84 \text{ N}$$

$$F_{BeschE2} = |F_{BeschZ2}| + |F_{BeschY2}| = 909,84 \text{ N}$$

$$F_{BeschE3} = |F_{BeschZ3}| + |F_{BeschY3}| = 909,84 \text{ N}$$

$$F_{BeschE4} = |F_{BeschZ4}| + |F_{BeschY4}| = 909,84 \text{ N}$$

D

Bei konstanter Bewegung

$$F_{KonstE1} = |F_{KonstZ1}| + |F_{KonstY1}| = 865,67 \text{ N}$$

$$F_{KonstE2} = |F_{KonstZ2}| + |F_{KonstY2}| = 865,67 \text{ N}$$

$$F_{KonstE3} = |F_{KonstZ3}| + |F_{KonstY3}| = 865,67 \text{ N}$$

$$F_{KonstE4} = |F_{KonstZ4}| + |F_{KonstY4}| = 865,67 \text{ N}$$

Während der Verzögerungsphase

$$F_{VerzE1} = |F_{VerzZ1}| + |F_{VerzY1}| = 821,50 \text{ N}$$

$$F_{VerzE2} = |F_{VerzZ2}| + |F_{VerzY2}| = 821,50 \text{ N}$$

$$F_{VerzE3} = |F_{VerzZ3}| + |F_{VerzY3}| = 821,50 \text{ N}$$

$$F_{VerzE4} = |F_{VerzZ4}| + |F_{VerzY4}| = 821,50 \text{ N}$$

c) Der statische Sicherheitsfaktor wird nach [2.1] für die maximale Belastung der Linearführungen, die während der Beschleunigungsphase wirkt, berechnet.

$$f_s = \frac{C_0}{F_{0MAX}} = \frac{30.500}{909,84} = 33,5$$

d) Die einwirkende dynamische äquivalente Belastung wird nach [2.9] berechnet.

$$S = S_1 + S_2 + S_3 = 4.000 \text{ mm}$$

$$F_{m1} = \sqrt[3]{\frac{1}{S} (F_{BeschE1}^3 * S_1 + F_{KonstE1}^3 * S_2 + F_{VerzE1}^3 * S_3)} =$$

$$= \sqrt[3]{\frac{1}{4.000} * (909,84^3 * 1.000 + 865,67^3 * 2.000 + 821,50^3 * 1.000)} = 866,79 \text{ N}$$

$$F_{m2} = \sqrt[3]{\frac{1}{S} (F_{BeschE2}^3 * S_1 + F_{KonstE2}^3 * S_2 + F_{VerzE2}^3 * S_3)} =$$

$$= \sqrt[3]{\frac{1}{4.000} * (909,84^3 * 1.000 + 865,67^3 * 2.000 + 821,50^3 * 1.000)} = 866,79 \text{ N}$$

D

$$F_{m3} = \sqrt[3]{\frac{1}{S} (F_{BeschE3}^3 * S_1 + F_{KonstE3}^3 * S_2 + F_{VerzE3}^3 * S_3)} =$$

$$= \sqrt[3]{\frac{1}{4.000} * (909,84^3 * 1.000 + 865,67^3 * 2.000 + 821,50^3 * 1.000)} = 866,79 \text{ N}$$

$$F_{m4} = \sqrt[3]{\frac{1}{S} (F_{BeschE4}^3 * S_1 + F_{KonstE4}^3 * S_2 + F_{VerzE4}^3 * S_3)} =$$

$$= \sqrt[3]{\frac{1}{4.000} * (909,84^3 * 1.000 + 865,67^3 * 2.000 + 821,50^3 * 1.000)} = 866,79 \text{ N}$$

e) Die nominelle Lebensdauer wird nach [2.5] berechnet.

$$L_1 = \left( \frac{C}{F_{m1}} * \frac{f_H * f_T * f_C}{f_w} \right)^3 * 5 * 10^4 = \left( \frac{17.710}{866,79} * \frac{1}{2,0} \right)^3 * 5 * 10^4 = 53.515.380 \text{ m} = 53.515 \text{ km}$$

#### Beispiel 4

Horizontale Einbaulage (z.B. Transportgestell) mit Trägheitskräften, 2 parallel angeordneten Schienen, 2 Führungswagen pro Schiene, Baureihe LGBCH25FN

$v = 1 \text{ m/s}$

$t_1 = 1 \text{ s}$

$t_2 = 2 \text{ s}$

$t_3 = 1 \text{ s}$

$s = 4.000 \text{ mm}$

Gewicht  $m = 150 \text{ kg}$

Gravitationskonstante  $= 9,8 \text{ m/s}^2$

$l_0 = 600 \text{ mm}$ ,  $l_1 = 400 \text{ mm}$ ,  $l_5 = 150 \text{ mm}$ ,  $l_6 = 500 \text{ mm}$

$C = 24,85 \text{ kN}$

$C_0 = 47,07 \text{ kN}$

$f_w = 2,0$  (Tabelle 2.3)

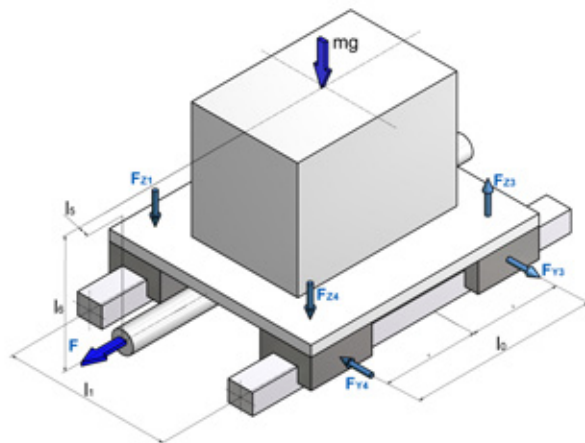


Bild 2.15 Berechnungsbeispiel 4

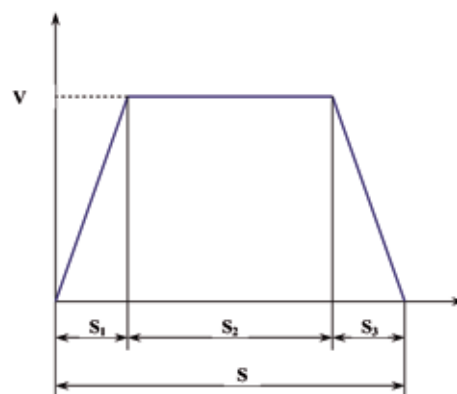


Bild 2.16 Geschwindigkeit-Weg-Diagramm



## Berechnung:

a) Weg- und Beschleunigungsberechnung

$$\text{Beschleunigungsphase: } a_1 = \frac{V}{t_1} = \frac{1}{1} = 1 \text{ m/s}^2$$

$$\text{Verzögerungsphase } a_3 = \frac{V}{t_3} = \frac{1}{1} = 1 \text{ m/s}^2$$

b) Die einwirkenden Belastungen werden pro Führungswagen gerechnet

Während der Beschleunigungsphase

### Radiale Belastungen

$$F_{\text{BeschZ1}} = F_{\text{BeschZ4}} = \frac{mg}{4} - \frac{m \cdot a_1 \cdot l_6}{2 \cdot l_0} = \frac{150 \cdot 9,8}{4} - \frac{150 \cdot 1 \cdot 500}{2 \cdot 600} = 305 \text{ N}$$

$$F_{\text{BeschZ3}} = F_{\text{BeschZ2}} = \frac{mg}{4} + \frac{m \cdot a_1 \cdot l_6}{2 \cdot l_0} = \frac{150 \cdot 9,8}{4} + \frac{150 \cdot 1 \cdot 500}{2 \cdot 600} = 430 \text{ N}$$

### Tangentiale Belastungen

$$F_{\text{BeschY1}} = F_{\text{BeschY2}} = F_{\text{BeschY3}} = F_{\text{BeschY4}} = \frac{m \cdot a_1 \cdot l_5}{2 \cdot l_0} = \frac{150 \cdot 1 \cdot 150}{2 \cdot 600} = 18,75 \text{ N}$$

Bei konstanter Bewegung

### Radial Belastungs

$$F_{\text{KonstZ1}} = F_{\text{KonstZ2}} = F_{\text{KonstZ3}} = F_{\text{KonstZ4}} = \frac{mg}{4} = \frac{150 \cdot 9,8}{4} = 367,5 \text{ N}$$

Während der Verzögerungsphase

### Radiale Belastungen

$$F_{\text{VerzZ1}} = F_{\text{VerzZ4}} = \frac{mg}{4} + \frac{m \cdot a_3 \cdot l_6}{2 \cdot l_0} = \frac{150 \cdot 9,8}{4} + \frac{150 \cdot 1 \cdot 500}{2 \cdot 600} = 430 \text{ N}$$

$$F_{\text{VerzZ2}} = F_{\text{VerzZ3}} = \frac{mg}{4} - \frac{m \cdot a_3 \cdot l_6}{2 \cdot l_0} = \frac{150 \cdot 9,8}{4} - \frac{150 \cdot 1 \cdot 500}{2 \cdot 600} = 305 \text{ N}$$

### Tangentiale Belastungen

$$F_{\text{VerzY1}} = F_{\text{VerzY2}} = F_{\text{VerzY3}} = F_{\text{VerzY4}} = \frac{m \cdot a_3 \cdot l_5}{2 \cdot l_0} = \frac{150 \cdot 1 \cdot 150}{2 \cdot 600} = 18,75 \text{ N}$$

c) Die äquivalenten radialen und tangentialen Belastungen werden pro Führungswagen nach [2.8] berechnet.

Während der Beschleunigungsphase

$$F_{BeschE1} = F_{BeschE4} = |F_{BeschZ1}| + |F_{BeschY1}| = 323,75 \text{ N}$$

$$F_{BeschE2} = F_{BeschE3} = |F_{BeschZ2}| + |F_{BeschY2}| = 448,75 \text{ N}$$

Bei konstanter Bewegung

$$F_{KonstE1} = F_{KonstE2} = F_{KonstE3} = F_{KonstE4} = 367,5 \text{ N}$$

Während der Verzögerungsphase

$$F_{VerzE1} = F_{VerzE4} = |F_{VerzZ1}| + |F_{VerzY1}| = 448,75 \text{ N}$$

$$F_{VerzE2} = F_{VerzE3} = |F_{VerzZ2}| + |F_{VerzY2}| = 323,75 \text{ N}$$

d) Der statische Sicherheitsfaktor wird nach [2.1] für die maximale Belastung der Linearführungen, die während der Beschleunigungs- und Verzögerungsphase wirkt, berechnet.

$$f_s = \frac{C_0}{F_{0MAX}} = \frac{41.070}{448,75} = 91,5$$

e) Die einwirkende dynamische äquivalente Belastung wird nach [2.9] berechnet.

$$\begin{aligned} F_{m1} = F_{m4} &= \sqrt[3]{\frac{1}{S} (F_{BeschE1}^3 * S_1 + F_{KonstE1}^3 * S_2 + F_{VerzE1}^3 * S_3)} = \\ &= \sqrt[3]{\frac{1}{4.000} * (323,75^3 * 1.000 + 367,5^3 * 2.000 + 448,75^3 * 1.000)} = 382,3 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{m2} = F_{m3} &= \sqrt[3]{\frac{1}{S} (F_{BeschE2}^3 * S_1 + F_{KonstE2}^3 * S_2 + F_{VerzE2}^3 * S_3)} = \\ &= \sqrt[3]{\frac{1}{4.000} * (448,75^3 * 1.000 + 367,5^3 * 2.000 + 323,75^3 * 1.000)} = 382,3 \text{ N} \end{aligned}$$

f) Die nominelle Lebensdauer der vier Führungswagen wird nach [2.5] berechnet.

$$L = \left( \frac{C}{F_{m1}} * \frac{f_H * f_T * f_C}{f_w} \right)^3 * 5 * 10^4 = \left( \frac{24.850}{382,3} * \frac{1}{2,0} \right)^3 * 5 * 10^4 = 1.716.509.860 \text{ m} = 1.716.510 \text{ km}$$

# 1.8 Vorspannung/Steifigkeit

## 1.8.1 Vorspannklassen

Um die Steifigkeit des Systems zu erhöhen bzw. das Einfederungsverhalten des Gesamtsystems zu reduzieren, können Linearführungen vorgespannt werden. Die unter Belastung auftretende elastische Verformung der Laufbahnen und der Kugeln ist bei vorgespannten Führungswagen geringer als bei nicht vorgespannten. Die Nachteile vorgespannter Systeme sind: erhöhter Verschiebewiderstand und daraus resultierend Verringerung der Lebensdauer. Liegt die Vorspannung in den in Tabelle 2.6 angegebenen Bereichen, muss diese nicht in der normalen Lebensdauerberechnung berücksichtigt werden. Die Vorspannung bei einem Linearführungssystem wird erreicht, indem Wälzkörper mit einem definierten Übermaß eingesetzt werden (Bild 2.17).

Die Vorspannung wird dann durch das aus dem gewählten Übermaß der Wälzkörper resultierenden Radialspiel definiert.

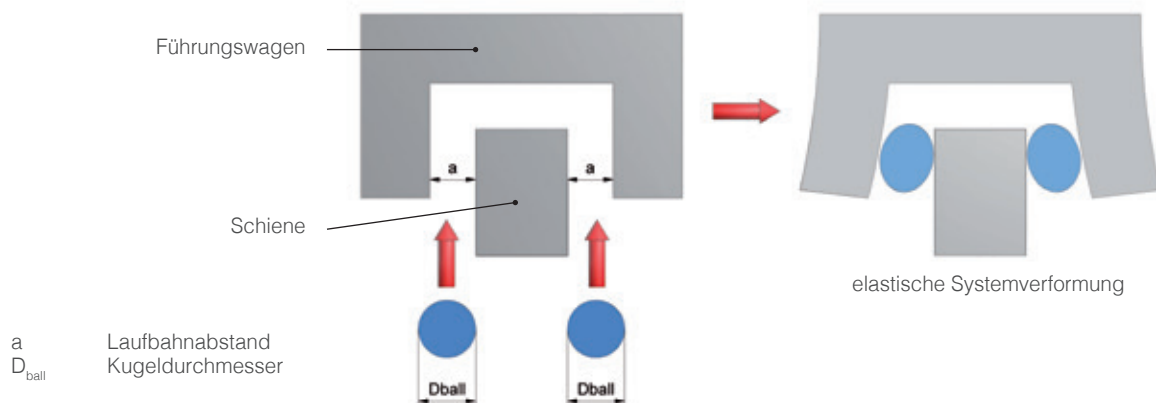


Bild 2.17 Vorspannung durch Übermaß der Kugeln

SNR - Linearführungen werden in unterschiedlichen Vorspannklassen hergestellt (Tabelle 2.7). Die einzelnen Vorspannklassen entsprechen einer Vorbelastung der Wälzelemente, die in einem Anteil der dynamischen Tragzahl C definiert sind.

Tabelle 2.7 Vorspannklassen

	Bezeichnung	Beschreibung
Keine Vorspannung	Z0	0
Leichte Vorspannung	Z1	bis 2% von C
Mittlere Vorspannung	Z2	bis 4% von C
Hohe Vorspannung	Z3	bis 8% von C
Sondervorspannung	Zx	gemäß Kundenvorgabe

## Beispiele für die Auswahl der Vorspannklassen

Tabelle 2.8 Einsatzbereiche für unterschiedliche Vorspannklassen

	Ohne Vorspannung (Z0)	Leichte Vorspannung (Z1)	Mittlere und hohe Vorspannung (Z2/Z3)
Einsatzbedingungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Zweischienen-System</li> <li>▶ Geringere äußere Einflüsse</li> <li>▶ Geringere Belastung</li> <li>▶ Geringere Reibung</li> <li>▶ Geringere Genauigkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Einschiene-System</li> <li>▶ Leichte Belastung</li> <li>▶ Hohe Genauigkeit</li> <li>▶ Freitragende Konstruktion</li> <li>▶ Hohe Dynamik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Starke Vibrationen</li> <li>▶ Hochleistungsbearbeitung</li> <li>▶ Starke äußere Einflüsse</li> </ul>
Anwendungsgebiete	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Schweißmaschinen</li> <li>▶ Trennmaschinen</li> <li>▶ Zuführsysteme</li> <li>▶ Werkzeugwechsler</li> <li>▶ X- und Y- Achsen für allgemeine Industrieanwendungen</li> <li>▶ Verpackungsmaschinen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Präzisions-Koordinaten-Tische</li> <li>▶ Manipulatoren</li> <li>▶ Z- Achsen für allgemeine Industrieanwendungen</li> <li>▶ Messgeräte</li> <li>▶ Leiterplatten-Bohrmaschinen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Bearbeitungszentren</li> <li>▶ NC-Drehmaschinen</li> <li>▶ Fräsmaschinen</li> <li>▶ Schleifmaschinen</li> </ul>

Tabelle 2.9 Radialspiel von Standard-Linearführungen [ $\mu\text{m}$ ]

Typ	Z0	Z1	Z2	Z3
LGB_15 B_/F_	-3...+3	-8...-4	-13...-9	-18...-14
LGB_20 B_/F_	-3...+3	-8...-4	-14...-9	-19...-14
LGB_25 B_/F_	-4...+4	-10...-5	-17...-11	-23...-18
LGB_30 B_/F_	-4...+4	-11...-5	-18...-12	-25...-19
LGB_35 B_/F_	-5...+5	-12...-6	-20...-13	-27...-20
LGB_45 B_/F_	-6...+6	-15...-7	-23...-15	-32...-24
LGB_55 B_/F_	-7...+7	-19...-8	-29...-20	-38...-30

Tabelle 2.10 Radialspiel von breiten Standard-Linearführungen [ $\mu\text{m}$ ]

Typ	Z0	Z1	Z2
LGBXH21 TN/WN	-3...+3	-8...-4	-13...-9
LGBXH27 TN/WN	-3...+3	-9...-4	-14...-10
LGBXH35 TN/WN	-4...+4	-11...-5	-18...-12

Tabelle. 2.11 Radialspiel von Miniaturführungen [ $\mu\text{m}$ ]

Typ	Z0	Z1	Typ	Z0	Z1
LGMX07 B_	+1...+2	-3...0	LGMC09 B_	+1...+2	-4...0
LGMX09 B_	+1...+2	-4...0	LGMC12 B_	+1...+3	-6...0
LGMX12 B_	+1...+3	-6...0	LGMC15 B_	+1...+5	-10...0
LGMX15 B_	+1...+5	-10...0	LGMC09 W_	+1...+2	-4...0
LGMX09 W_	+1...+2	-4...0	LGMC12 W_	+1...+3	-6...0
LGMX12 W_	+1...+3	-6...0	LGMC15 W_	+1...+5	-10...0
LGMX15 W_	+1...+5	-10...0			

Für die Auswahl der optimalen Vorspannung empfehlen wir, den Kontakt zu unseren Anwendungsingenieuren aufzunehmen.

## 1.8.2 Steifigkeit

Die Steifigkeit eines Führungswagens wird über den Zusammenhang zwischen der äußeren Belastung und der daraus resultierenden elastischen Verformung in Belastungsrichtung definiert. Die Steifigkeit ist ein wichtiger Parameter bei der Auswahl des Systems, da je nach Typ und Ausführung die SNR - Linearführungssysteme unterschiedliche Steifigkeitswerte haben. Bei den Steifigkeitswerten wird zwischen der Verformung bei der Belastung aus den Hauptlastrichtungen (Bild 2.18) und der Winkelverformung bei der Momentenbelastung (Bild 2.19) unterschieden.

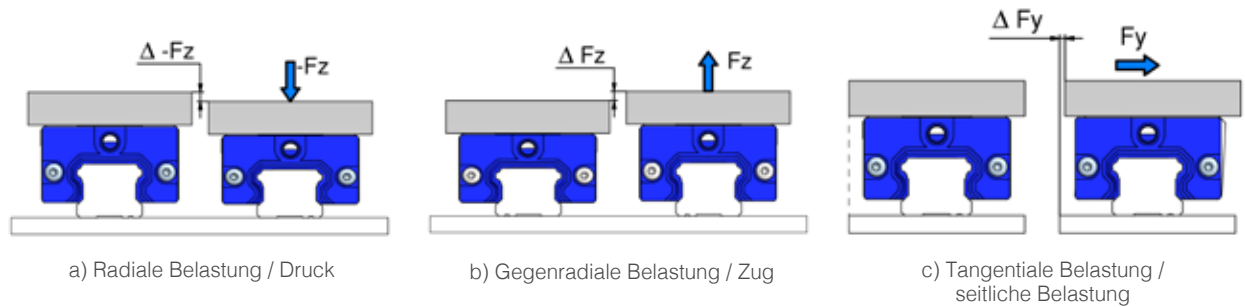


Bild 2.18 Verformung durch Belastung aus den Hauptlastrichtungen

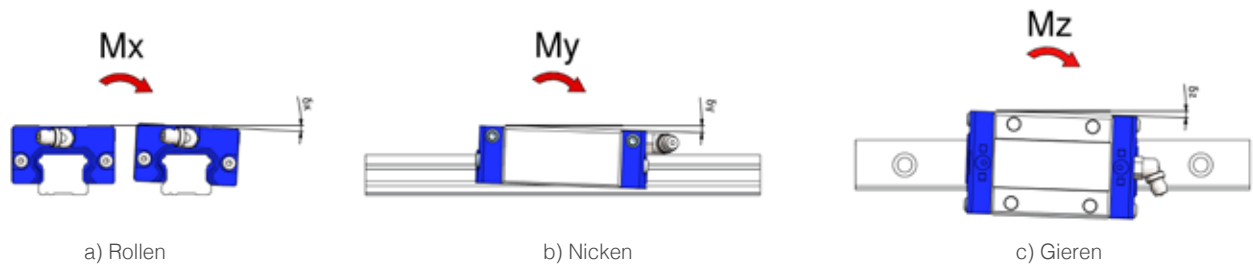


Bild 2.19 Winkelverformung bei Momentenbelastung

# 1.9 Präzision

## 1.9.1 Präzisionsklassen

SNR - Linearführungen werden in verschiedenen Präzisionsklassen gefertigt. Jeder Präzisionsklasse sind maximale Abweichungen der Laufparallelitäten und maximale Maßabweichungen zugeordnet (Bild 2.20).

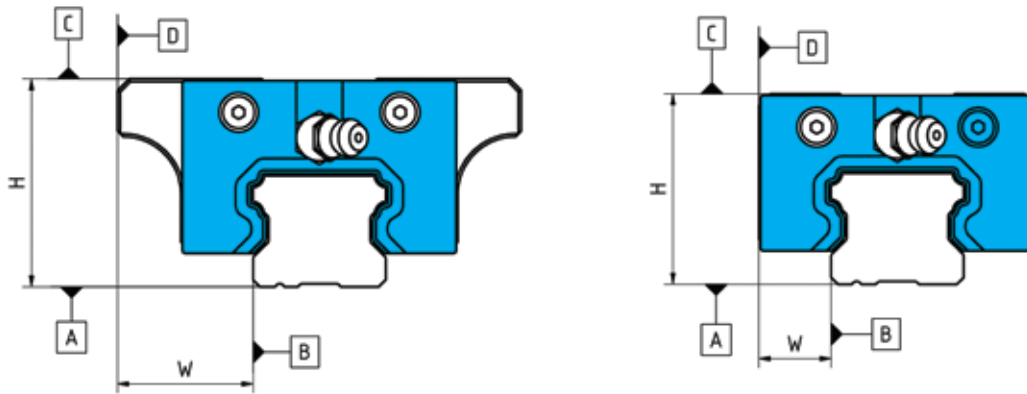


Bild 2.20 Präzisionsklassen

Die Laufparallelität  $\Delta C$  beschreibt die maximale Parallelitätsabweichung der Führungswagenoberseite zur Schienenunterseite, bezogen auf die Schienenlänge. Mit  $\Delta D$  wird die maximale Parallelitätsabweichung der seitlichen Bezugsfläche von Führungswagen und Schiene, bezogen auf die Schienenlänge, dargestellt. Die Höhentoleranz ist die maximale Maßabweichung des Höhenmaßes H in z – Richtung zwischen Führungswagenoberseite und Schienenunterseite. Die maximale Maßabweichung zwischen der seitlichen Bezugsfläche von Führungswagen und Schiene wird mit Toleranz des Maßes W in y – Richtung beschrieben. Die Werte für die einzelnen Präzisionsklassen sind in Tabelle 2.12 für die Standard- und in Tabelle 2.13 für die Miniatur- Linearführungen dargestellt.

Tabelle 2.12 Präzisionsklassen der Standard - Linearführungen

	Normal Präzision (N)	H - Präzision (H)	P - Präzision (P)	Super - Präzision (S)	Ultra - Präzision (U)
Maßtoleranz Höhe (H)	$\pm 0,1$	$\pm 0,04$	0 -0,04	0 -0,02	0 -0,01
Maßtoleranz Breite (W)	$\pm 0,1$	$\pm 0,04$	0 -0,04	0 -0,02	0 -0,01
Höhendifferenz ( $\Delta H$ ) *	0,03	0,02	0,01	0,005	0,003
Breitendifferenz ( $\Delta W$ ) *	0,03	0,02	0,01	0,005	0,003
Laufparallelität der Führungswagen- fläche C zur Oberfläche A	siehe Bild 2.21.				
Laufparallelität der Führungswagen- bezugsfläche D zur Schienenbezugs- fläche B	siehe Bild 2.21.				

\* zwischen zwei Führungswagen

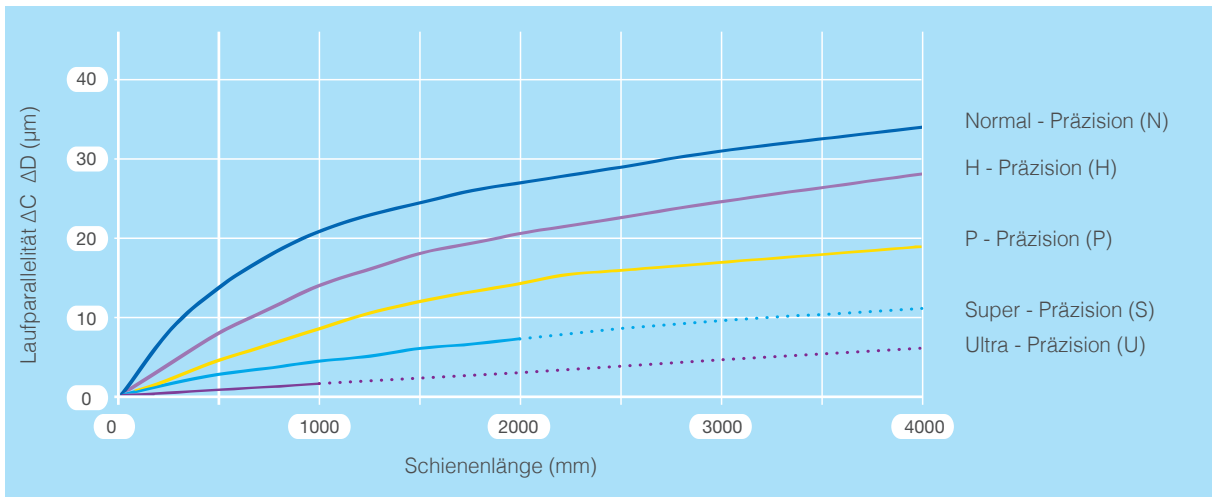


Bild 2.21 Laufparallelitäten der Standard - Linearführungen

Tabelle 2.13 Präzisionsklassen der Miniaturführungen

	Normal - Präzision (N)	H - Präzision (H)	P - Präzision (P)(U)
Maßtoleranz Höhe (H)	± 0,4	± 0,02	0 -0,01
Maßtoleranz Breite (W)	± 0,4	± 0,025	0 -0,015
Höhendifferenz (ΔH) *	0,03	0,015	0,007
Breitendifferenz (ΔW) *	0,03	0,02	0,01
Laufparallelität der Laufwagenfläche C zur Oberfläche A	siehe Bild 2.22.		
Laufparallelität der Laufwagenbezugsfläche D zur Schienenbezugsfläche B	siehe Bild 2.22.		

\* zwischen zwei Führungswagen

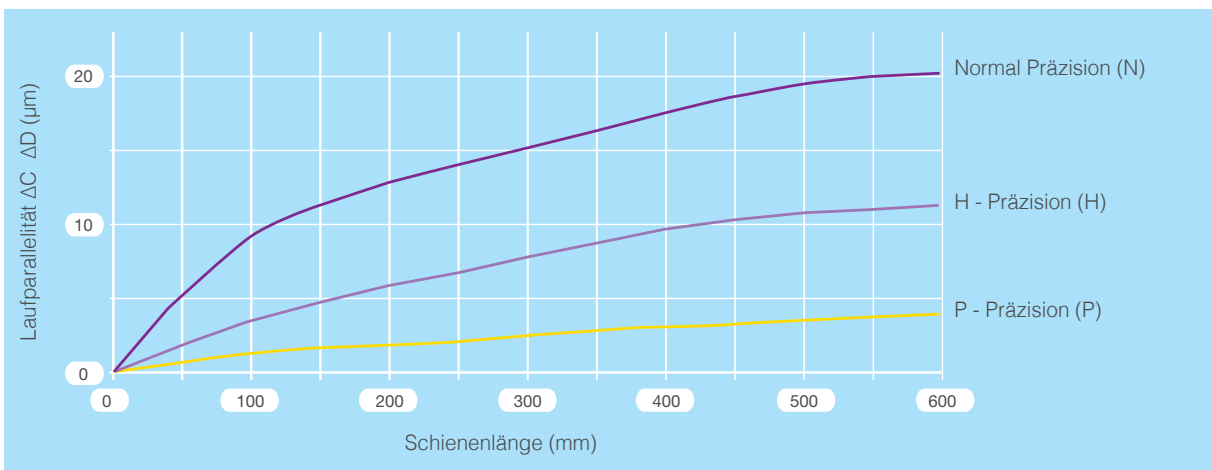


Bild 2.22 Laufparallelitäten der Miniaturführungen

D

## 1.9.2 Austauschbarkeit

Um höchste Qualität sicherzustellen ist es nicht möglich, SNR - Linearführungen in allen Präzisions- und Vorspannklassen beliebig austauschbar herzustellen. Höhere Präzisions- und Vorspannklassen sind aus diesem Grund nur als Set, bestehend aus Schienen und Führungswagen, erhältlich. Tabelle 2.14 enthält eine Übersicht der Möglichkeiten zur Austauschbarkeit.

Tabelle 2.14 Austauschbarkeit von SNR - Linearführungen

Präzisionsklasse		austauschbar			nicht austauschbar				
		N	H	P*	N	H	P	S	U
Vorspannklasse	LGB	Z0	Z0	Z0	-	-	-	-	-
		Z1	Z1	Z1	-	-	-	Z1	Z1
		Z2	Z2	Z2	-	-	-	Z2	Z2
		-	-	-	Z3	Z3	Z3	Z3	Z3
		-	-	-	ZX	ZX	ZX	ZX	ZX
	LGM	Z0*	-	-	-	Z0	Z0	-	-
		Z1*	-	-	-	Z1	Z1	-	-
		-	-	-	ZX	ZX	ZX	-	-

\* auf Anfrage

## 1.9.3 Fehlerkompensation

Jedes Fertigungsteil bzw. jede Unterkonstruktion, auf die Linearführungen montiert werden sollen, enthalten Geradheits-, Ebenheits- und Parallelitätsfehler. Weiterhin treten auch Ungenauigkeiten durch Montagefehler auf. Durch die Montage von SNR – Linearführungen mit der vorhandenen Laufbahngeometrie in X - Anordnung, wird ein erheblicher Teil dieser Fehler, bei einer ausreichend steifen Umgebungsstruktur, kompensiert (Bild 2.23).

Durch den Effekt der Fehlerkompensation kann die Laufgenauigkeit eines Maschinentisches im Vergleich zu den Ausgangsflächen in der Regel um mehr als 80 % verbessert werden.

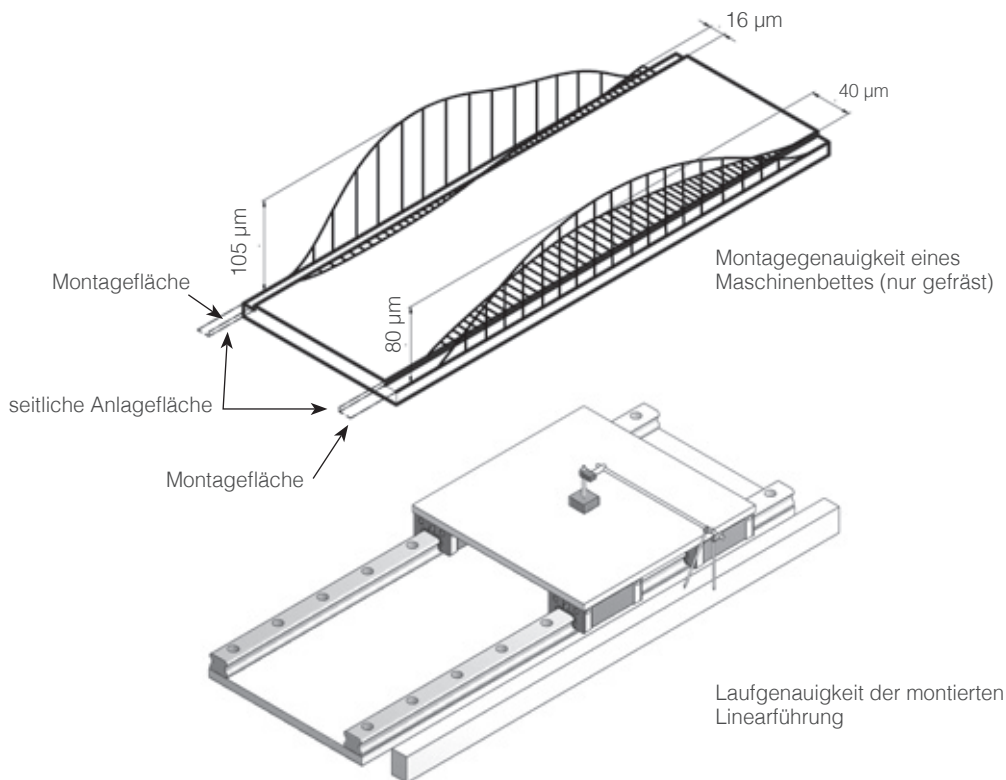


Bild 2.23 Fehlerkompensation



# 1.10 Antriebsleistung

## 1.10.1 Reibung

Linearführungen bestehen grundsätzlich aus einem Führungswagen, einer Schiene und Wälzkörpern, die sich zwischen den Laufbahnen von Wagen und Schiene bewegen. Wie bei allen Bewegungen tritt auch hier eine Reibkraft  $F_R$  auf (Bild 2.24).

Der Reibwert ( $\mu$ ) einer Linearführung wird hauptsächlich von folgenden Faktoren beeinflusst:

- Belastung (F)
- Vorspannung
- Schmiegun
- Konstruktionsprinzip ( Kreisbogenlaufrille oder Gotikbogenlaufrille )
- Wälzkörperform
- Werkstoffpaarungen im Führungswagen
- Schmierstoff

Der von Gleitführungen bekannte Stick – Slip – Effekt beim Anfahren tritt praktisch kaum auf.

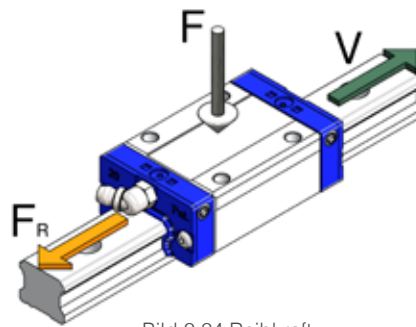


Bild 2.24 Reibkraft

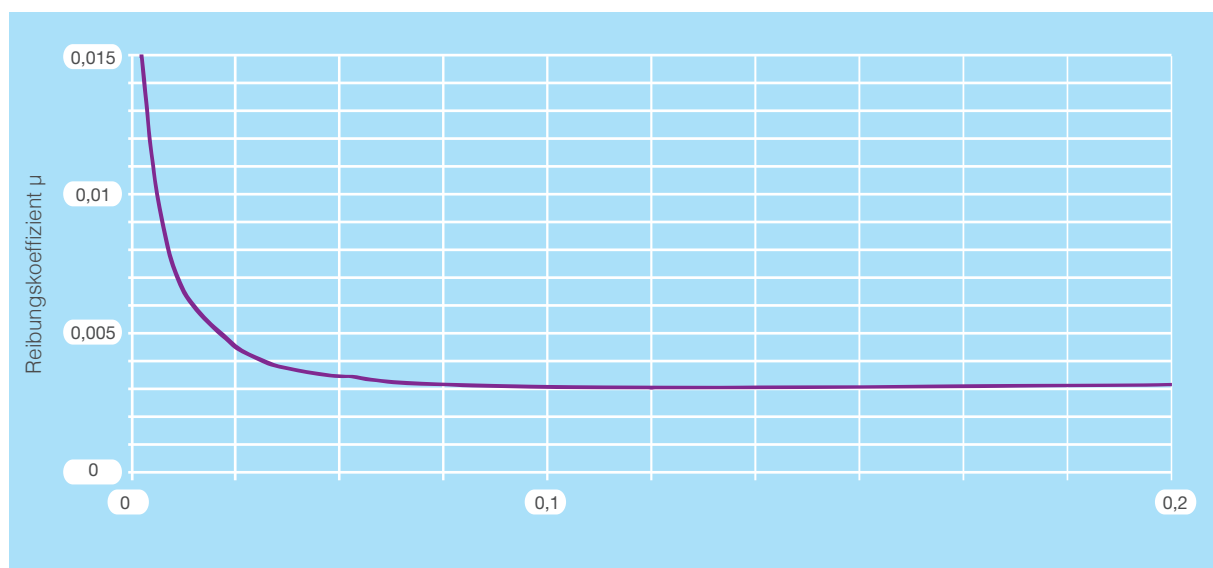


Bild 2.25 Verhältnis Belastung / Reibkoeffizient von Linearführungen mit Kugeln

Bei SNR – Linearführungen mit Kugeln als Wälzelement liegt der Reibwert ( $\mu$ ) bei etwa 0,003 (Bild 2.25). Zu den auf das System wirkenden Kräften zählen sowohl innere als auch äußere Kräfte. Äußere Kräfte sind dabei Gewichtskräfte, Prozesskräfte (z. B. Bearbeitungskräfte) und dynamische Kräfte (z. B. Beschleunigungskräfte). Innere Kräfte resultieren aus der Vorspannung, Montagetoleranzen und Montagefehlern.

Die Reibung, die durch den Schmierstoff hervorgerufen wird, hängt sehr stark von den Eigenschaften des jeweiligen Schmierstoffs ab. Unmittelbar nach dem Nachschmieren einer Linearführung tritt ein kurzzeitiges Ansteigen der Reibkraft auf. Nach einigen Abrollbewegungen der Wälzkörper ist aber die optimale Fettverteilung im System erreicht und die Reibkraft geht wieder auf den Normalwert zurück.

## 1.10.2 Verschiebewiderstand

Der Verschiebewiderstand einer Linearführung setzt sich aus der Reibkraft und dem Dichtungswiderstand zusammen (Bild 2.26).

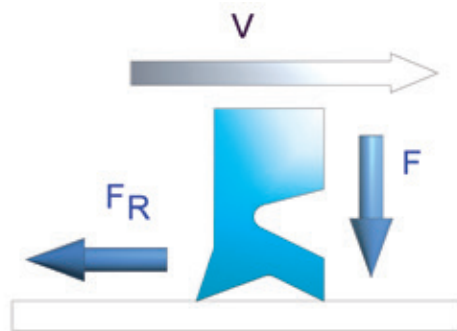


Bild 2.26 Reibkraft bei einer Zweilippendichtung

Der Dichtungswiderstand wiederum ist von der jeweiligen Kombination der eingesetzten Dichtungen abhängig. SNR - Linearführungen mit einer standardmäßigen Abdichtung besitzen eine Innendichtung (nicht bei Miniaturführungen und breiten Standard-Linearführungen), zwei Seitendichtungen und beidseitig Enddichtungen. Alle Dichtungen sind als Zweilippendichtungen ausgeführt. Die maximalen Dichtungswiderstände sind in der Tabelle 2.15 angegeben.

Tabelle 2.15 Maximaler Dichtungswiderstand

Typ	Dichtungswiderstand [N]	Typ	Dichtungswiderstand [N]
LGB__15 BS/FS	2,6	LGBXH21 TN/WN	3,3
LGB__15 BN/FN	3,3	LGBXH27 TN/WN	4,9
LGB__15 BL/FL	3,3	LGBXH35 TN/WN	7,8
LGB__20 BS/FS	2,8		
LGB__20 BN/FN	3,7	LGM_07 BN	0,2
LGB__20 BL/FL	4,6	LGM_09 BN	0,3
LGB__20 BE/FE	4,9	LGM_09 BL	0,4
LGB__25 BS/FS	5,2	LGM_12 BN	0,7
LGB__25 BN/FN	5,4	LGM_12 BL	0,8
LGB__25 BL/FL	6,4	LGM_15 BN	0,9
LGB__25 BE/FE	6,5	LGM_15 BL	1,0
LGB__30 FS	7,8		
LGB__30 BN/FN	7,8	LGM_09 WN	0,4
LGB__30 BL/FL	7,8	LGM_09 WL	0,5
LGB__30 BE/FE	7,8	LGM_12 WN	0,8
LGB__35 FS	11,2	LGM_12 WL	0,9
LGB__35 BN/FN	11,2	LGM_15 WN	1,1
LGB__35 BL/FL	11,2	LGM_15 WL	1,2
LGB__35 BE/FE	11,2		
LGB__45 BN/FN	14,0		
LGB__45 BL/FL	14,0		
LGB__45 BE/FE	14,0		
LGB__55 BN/FN	14,0		
LGB__55 BL/FL	14,0		
LGB__55 BE/FE	14,0		

### 1.10.3 Antriebskraft

Die Antriebskraft für ein Linearführungssystem (Bild 2.27) berechnet sich nach folgender Formel:

$$F_a = \mu \cdot F + n \cdot f \quad [2.13]$$

- $F_a$ : Antriebskraft [N]
- $\mu$ : Reibwert
- $F$ : Belastung [N]
- $n$ : Anzahl der Führungswagen
- $f$ : spezifischer Verfahrwiderstand eines Führungswagens [N]

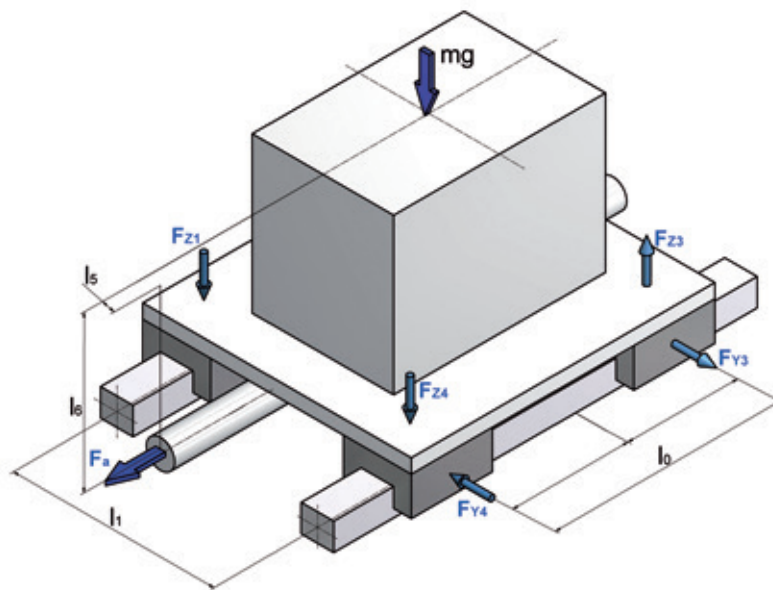


Bild 2.27 Antriebskraftberechnung

Bei Raumtemperatur und ohne Last ergeben sich für die SNR – Linearführungen mit standardmäßiger Abdichtung und Befettung die in den Tabellen 2.16 und 2.17 dargestellten maximalen Verfahrwiderstände. Bei der Auswahl weiterer Dichtungsoptionen bzw. anderer Fettsorten können diese Werte deutlich variieren.

Tabelle 2.16 Verfahrwiderstände Standard-Linearführungen

Typ	Z0 [N]	Z1 [N]	Z2 [N]	Z3 [N]
LGBC_15 BS/FS	4,5	4,9	5,3	5,9
LGBC_15 BN/FN	5,7	6,5	7,1	8,3
LGBC_15 BL/FL	6,5	7,5	8,6	10,4
LGBC_20 BS/FS	5,2	5,8	6,3	7,2
LGBC_20 BN/FN	6,7	7,8	8,9	10,7
LGBC_20 BL/FL	8,0	9,5	10,9	13,1
LGBC_20 BE/FE	8,6	10,4	12,1	14,7
LGBC_25 BS/FS	8,1	8,7	9,6	10,8
LGBC_25 BN/FN	9,1	10,6	12,3	14,5
LGBC_25 BL/FL	10,6	12,5	14,7	17,6
LGBC_25 BE/FE	11,3	13,4	15,7	19,1
LGBC_30_FS	11,2	12,3	13,4	15,1
LGBC_30 BN/FN	12,4	14,7	17,0	20,5
LGBC_30 BL/FL	13,0	16,0	19,0	23,4
LGBC_30 BE/FE	13,5	16,7	20,1	25,1
LGBC_35_FS	15,1	16,7	18,4	20,7
LGBC_35 BN/FN	17,1	20,1	23,4	28,2
LGBC_35 BL/FL	17,9	21,6	25,7	31,8
LGBC_35 BE/FE	18,5	22,6	27,1	33,8
LGBC_45 BN/FN	21,0	25,2	29,5	36,0
LGBC_45 BL/FL	21,8	26,8	32,0	39,7
LGBC_45 BE/FE	22,7	28,4	34,4	43,3
LGBC_55 BN/FN	23,7	28,5	33,9	41,6
LGBC_55 BL/FL	26,2	32,6	39,9	50,3
LGBC_55 BE/FE	29,1	37,9	47,8	61,9
LGBX_15 BS/FS	4,1	4,5	4,9	5,5
LGBX_15 BN/FN	5,1	5,9	6,6	7,7
LGBX_15 BL/FL	5,2	6,1	6,9	8,3
LGBX_20 BS/FS	4,6	5,2	5,8	6,6
LGBX_20 BN/FN	5,8	7,0	8,0	9,8
LGBX_20 BL/FL	6,9	8,4	9,8	12,1
LGBX_20 BE/FE	7,4	9,1	10,8	13,4
LGBX_25 BS/FS	7,4	8,1	8,9	10,1
LGBX_25 BN/FN	8,1	9,5	11,2	13,5
LGBX_25 BL/FL	9,4	11,2	13,4	16,3
LGBX_25 BE/FE	9,7	11,7	14,1	17,4
LGBX_30_FS	10,4	11,5	12,6	14,3
LGBX_30 BN/FN	11,2	13,4	15,8	19,2
LGBX_30 BL/FL	11,5	14,3	17,5	21,9
LGBX_30 BE/FE	11,8	15,1	18,4	23,4
LGBX_35_FS	14,3	15,8	17,5	19,8
LGBX_35 BN/FN	15,4	18,5	21,7	26,5
LGBX_35 BL/FL	16,0	19,7	23,9	29,9
LGBX_35 BE/FE	16,3	20,4	24,9	31,6
LGBX_45 BN/FN	19,3	23,5	27,8	34,3
LGBX_45 BL/FL	19,9	24,9	30,1	37,8
LGBX_45 BE/FE	20,6	26,3	32,3	41,2
LGBX_55 BN/FN	20,5	25,3	30,7	38,3
LGBX_55 BL/FL	21,9	28,3	35,6	46,0
LGBX_55 BE/FE	23,7	32,5	42,5	56,5

Tabelle 2.17 Verfahrwiderstände breite Standard-Linearführungen

Typ	Z0 [N]	Z1 [N]	Z2 [N]
LGBXH21TN/WN	5,2	6,1	6,9
LGBXH27TN/WN	6,9	8,4	9,8
LGBXH35TN/WN	11,5	14,3	17,5

## 2 Montage

### 2.1 Gestaltung der Montagefläche

Die häufigste Anordnung besteht in der Regel aus zwei parallel angeordnete Führungsschienen mit einem oder mehreren Führungswagen pro Führungsschiene. Als Beispiel wird der klassische Fall betrachtet, bei dem die Führungsschienen auf einer ebenen Unterlage (z.B. Maschinenbett) im gewünschten Abstand nebeneinander befestigt werden und der Tisch auf den Führungswagen fixiert wird (Bild 3.1).

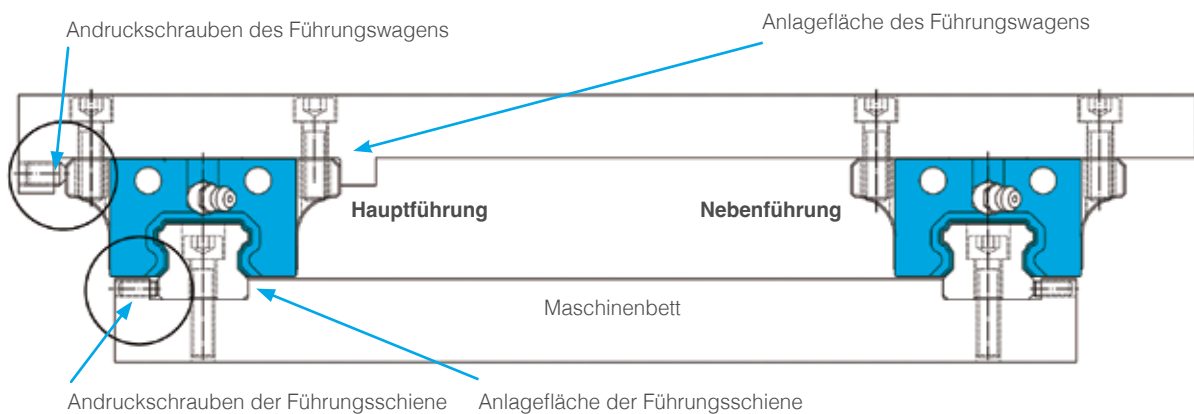


Bild 3.1 Montage von zwei parallel angeordneten Linearführungen

Die Anlagekanten werden genutzt, um eine genaue Positionierung des Linearführungssystems bei der Montage zu erreichen. Gleichzeitig vereinfacht sich dadurch die Montage. Die Angaben zur Höhe der Anlagekante  $H_r$  für die Führungsschiene (Bild 3.2) und der Höhe der Anlagekante  $H_s$  für den Führungswagen (Bild 3.3) können aus Tabelle 3.1 bis Tabelle 3.3 entnommen werden.

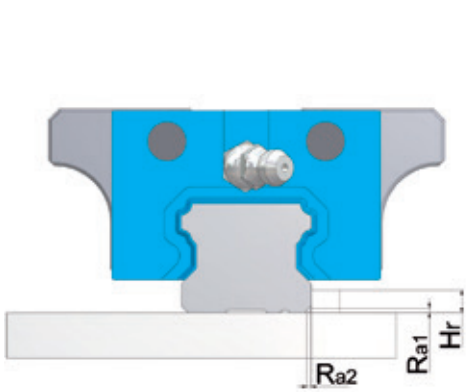


Bild 3.2. Anlagekante der Führungsschiene

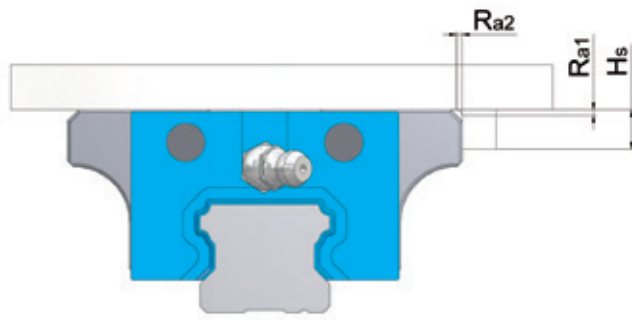


Bild 3.3. Anlagekante des Führungswagens

Tabelle 3.1 Anlagekanten und Kantenradius für Standard-Linearführungen

Typ	Kantenradius Ra1=Ra2 [mm]	Anlagekante Hr [mm]	Anlagekante Hs [mm]	Befestigungs- schrauben*
LGB_15 B_/F_	0,6	3,1	5	M4x16
LGB_20 B_/F_	0,9	4,3	6	M5x20
LGB_25 B_/F_	1,1	5,6	7	M6x25
LGB_30 B_/F_	1,4	6,8	8	M8x30
LGB_35 B_/F_	1,4	7,3	9	M8x30
LGB_45 B_/F_	1,6	8,7	12	M12x35
LGB_55 B_/F_	1,6	11,8	14	M14x35

\* Mindestschraubenlänge

Tabelle 3.2 Anlagekanten und Kantenradius für breite Standard-Linearführungen

Typ	Kantenradius Ra1=Ra2 [mm]	Anlagekante Hr [mm]	Anlagekante Hs [mm]	Befestigungs- schrauben*
LGBXH21 TN/WN	0,2	2,5	5,0	M5x20
LGBXH27 TN/WN	0,2	2,5	7,0	M6x25
LGBXH35 TN/WN	0,3	3,2	9,0	M8x30

\* Mindestschraubenlänge

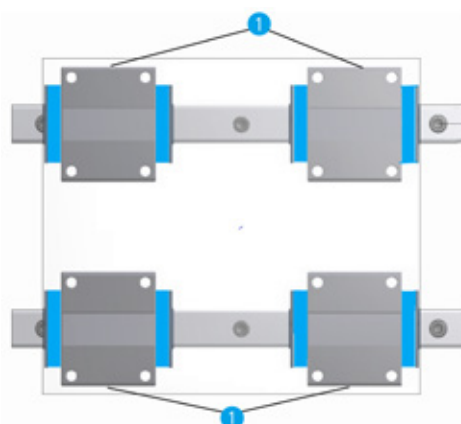
Tabelle 3.3 Anlagekanten und Kantenradius für Miniaturführungen

Typ	Kantenradius Ra1 [mm]	Kantenradius Ra2 [mm]	Anlagekante Hr [mm]	Anlagekante Hs [mm]	Befestigungs- schrauben*
LGM_07B	0,1	0,3	1,0	3,0	M2x5
LGM_09B	0,1	0,3	1,5	4,9	M3x6
LGM_12B	0,3	0,2	1,5	5,7	M3x6
LGM_15B	0,3	0,4	3,3	6,5	M3x8
LGM_09W	0,1	0,5	2,5	4,9	M3x6
LGM_12W	0,3	0,3	2,5	5,7	M3x8
LGM_15W	0,3	0,3	3,3	6,5	M3x8

\* Mindestschraubenlänge

## 2.2 Kennzeichnung von Linearführungen

Die Linearführungen, die auf einer Ebene montiert werden (Hauptführung und Nebenführung), sind alle mit dem gleichen Produktionscode gekennzeichnet und haben keine Sondermarkierung für die Kennzeichnung der Hauptführung (Bild 3.4).



1 SNR-Logo und Produktionscode

Bild 3.4 Kennzeichnung der Haupt- und Nebenführung

Für die genaue Positionierung in der Anschlusskonstruktion besitzen Führungswagen und Führungsschienen jeweils eine bearbeitete Bezugsfläche. Die Bezugsfläche des Führungswagens befindet sich auf der gegenüberliegenden Seite des SNR Logos / Produktionscodes. Die Bezugsflächenseite der Führungsschiene ist durch die schmale Markierungslinie in der Unterseite gekennzeichnet. Beide Bezugsflächen zeigen bei korrekter Montage in die gleiche Richtung (Bild 3.5).

Wenn eine andere Anordnung der Bezugsflächen gewünscht wird, empfehlen wir, den Kontakt zu unseren Anwendungsingenieuren aufzunehmen.

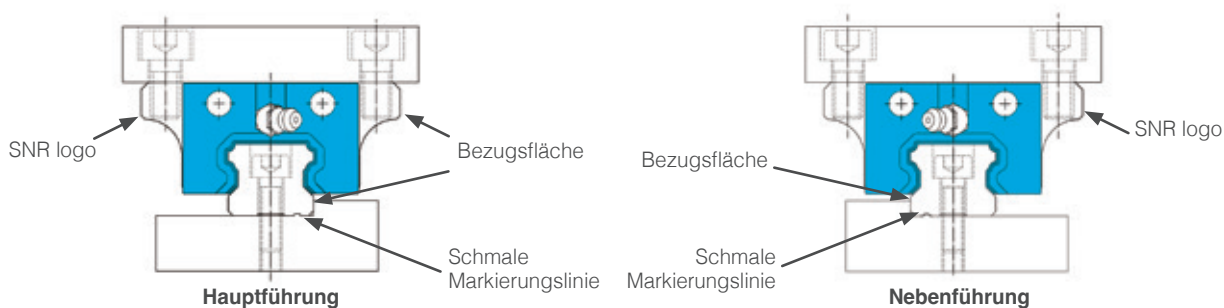


Bild 3.5 Kennzeichnung der Bezugsflächen

Anwendungen können Schienenlängen erfordern, die über der maximalen Segmentlänge liegen oder aus technischen Gründen eine Schienenteilung erfordern. Diese geteilten Führungsschienen werden in Schienensegmenten geliefert, die in beliebiger Reihenfolge montiert werden können. Die Stoßstellen sind mit «J» (Bild 3.6) gekennzeichnet.



Bild 3.6 Kennzeichnung von geteilten Schienen

## 2.3 Anordnung von Linearführungen

In folgenden Beispielen sind Grundanordnungen von Linearführungen dargestellt, die in der Praxis am Häufigsten zum Einsatz kommen (Bild 3.7).

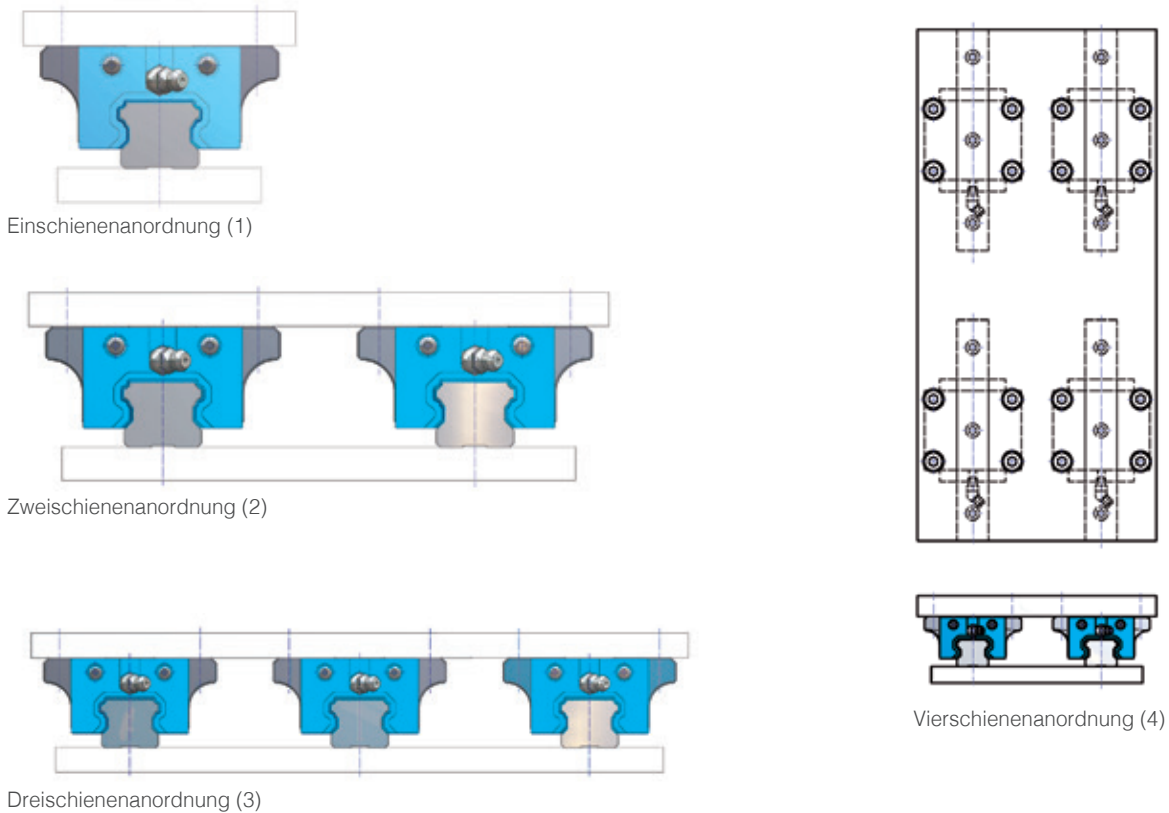


Bild 3.7 Beispiele der Anordnung von Linearführungen

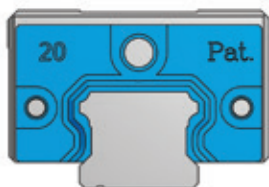
Die Anzahl der Führungsschienen und der Führungswagen in einem Gesamtsystem hat Einfluss auf die Steifigkeit, Tragfähigkeit und die Abmessungen der Anwendung. Gleichzeitig bestimmt die Anordnung von Linearführungen die Anforderungen an die Genauigkeit der Montageflächen. Die tatsächliche Anordnung von Linearführungen hängt prinzipiell von der Anwendung ab und kann entsprechend variieren.



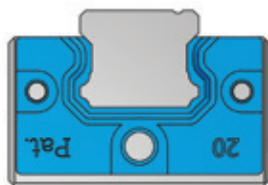
## 2.4 Einbaulage der Linearführung

Die Einbaulage des Linearführungssystems (Führungswagen und Führungsschiene) wird aufgrund des Gesamtkonzeptes der Maschine/Vorrichtung definiert (Bild 3.8). Entsprechend der ausgewählten Einbaulage muss der Schmiervorgang (Schmierstoffe, Schmierintervalle, Schmierstoffversorgung) angepasst werden.

### Drehung um X-Achse



Horizontaler Einbau  
keine Drehung  
x - 0°



Überkopfeinbau  
Drehung um 180°  
x - 180°

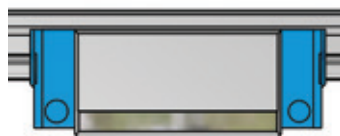


Gekippter Einbau  
Drehung 0 bis 180°  
x - ...°

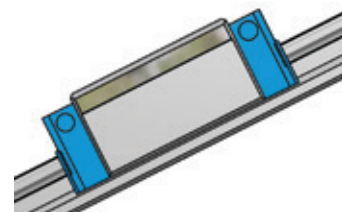
### Drehung um Y-Achse



Horizontaler Einbau  
keine Drehung  
y - 0°



Überkopfeinbau  
Drehung um 180°  
y - 180°



Gekippter Einbau  
Drehung 0 bis 180°  
y - ...°

Bild 3.8 Einbaulagen der Linearführung

## 2.5 Montageanleitung

Um SNR - Linearführungen ordnungsgemäß und ohne Beeinträchtigung der Sicherheit und Gesundheit des Personals zu montieren, sind die aufgeführten Vorschriften und Hinweise zu beachten und einzuhalten.

- Linearführungen dürfen nur von autorisiertem Fachpersonal montiert werden.
- Für die Montage sind geeignete Werkzeuge und Hilfsmittel zu verwenden.
- Temperaturunterschiede zwischen den zu montierenden Komponenten vermeiden.
- Die Arbeitsschritte sind in der angegebenen Reihenfolge durchzuführen.
- Zum Schutz vor Korrosion der Materialoberflächen sind bei der Montage von nicht konservierten Bauteilen Baumwollhandschuhe zu tragen.
- Bauteile erst am Montageplatz aus der Verpackung entnehmen, um mögliche Verschmutzungen der Komponenten zu vermeiden.

### Schritt 1. Reinigung der Montagefläche

- ▶ Unebenheiten, Grate und Schmutz mit einem Ölstein von der Montagefläche entfernen
- ▶ SNR - Linearführungen reinigen
- ▶ Korrosionsschutzöl, z.B. mit einem Baumwolltuch, entfernen

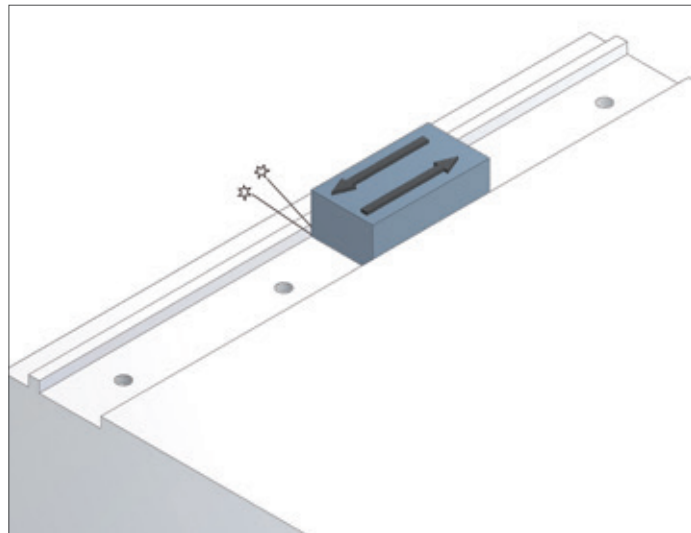


Bild 3.9 Vorbereitung der Montagefläche

### Schritt 2. Ausrichten der Führungsschiene Montagefläche

- ▶ Schiene an die Montagefläche legen und mithilfe von Schrauben leicht fixieren, sodass die Führungsschiene die Montagefläche berührt
- ▶ Bezugsfläche beachten (mit der schmalen Nut gekennzeichnete Unterseite der Führungsschiene)
- ▶ Bezugsfläche zur Anlagekante der Montagefläche ausgerichtet

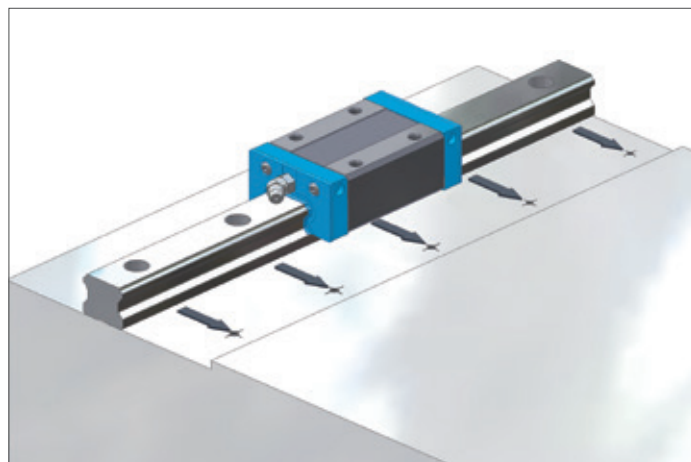


Bild 3.10 Ausrichten der Führungsschiene

### Schritt 3. Vormontage der Führungsschiene

- ▶ Schrauben leicht anziehen
- ▶ Befestigungsbohrungen der Führungsschiene mittig zu den Schraubenköpfen ausrichten
- ▶ Andruckschrauben einsetzen

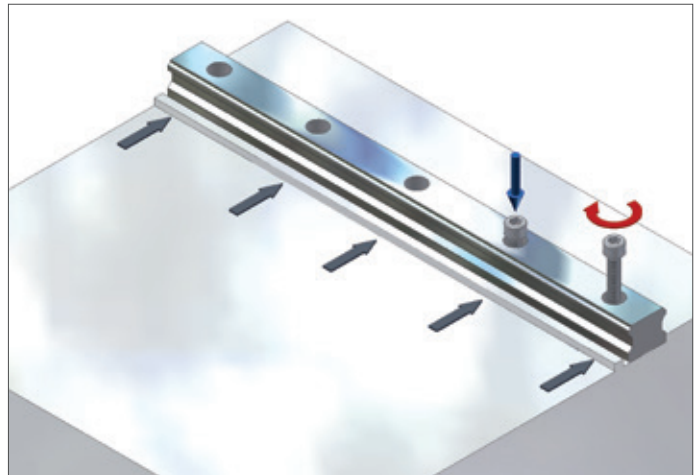


Bild 3.11 Vormontage der Führungsschiene

### Schritt 4. Anziehen der Andruckschrauben

- ▶ Andruckschrauben an der Führungsschiene anziehen, um einen seitlichen Kontakt zur Anschlagfläche zu erreichen
- ▶ notwendiges Drehmoment (Kapitel 2.7) beachten
- ▶ Andruckschrauben in der Mitte beginnend nacheinander anziehen

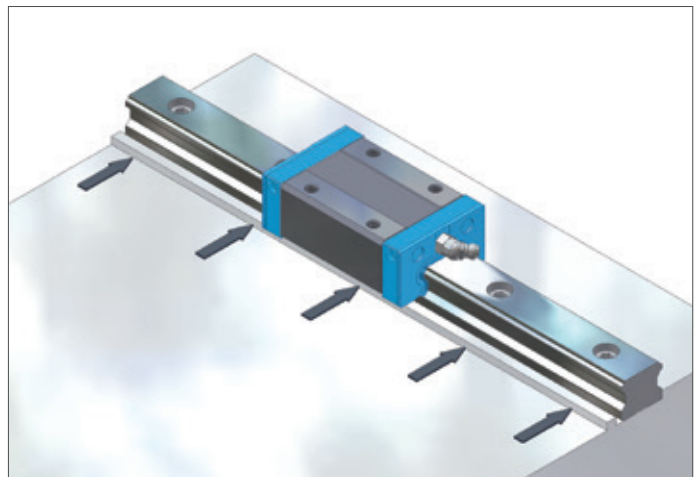


Bild 3.12 Positionierung der Schiene

### Schritt 5. Anziehen der Befestigungsschrauben mit Drehmomentschlüssel

- ▶ Befestigungsschrauben mit dem entsprechenden Drehmoment (Kapitel 2.7) anziehen
- ▶ Befestigungsschrauben, in der Mitte beginnend, nacheinander anziehen

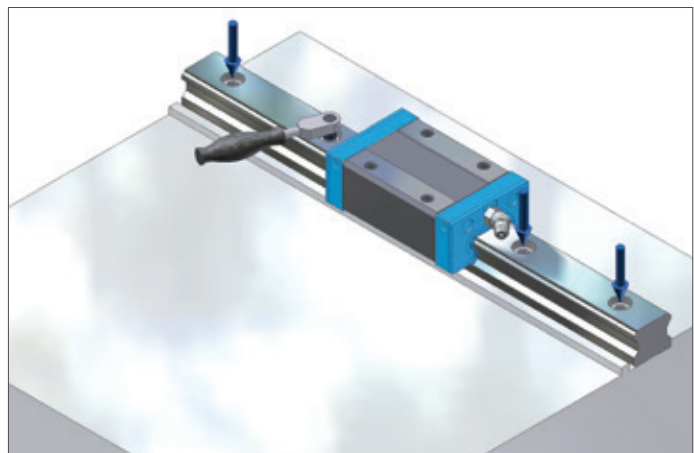


Bild 3.13 Endmontage der Schiene

## Schritt 6. Montage von weiteren Führungsschienen

Weitere Linearführungen in gleicher Reihenfolge (Schritte 1 bis 5) montieren.

## Schritt 7. Montage des Tisches

- ▶ Unebenheiten, Grate und Schmutz mit einem Ölstein von der Tischplatte entfernen
- ▶ Tisch vorsichtig auf die Führungswagen legen und die Befestigungsschrauben leicht anziehen
- ▶ Mittels der seitlichen Andruckschrauben der Tischplatte den Tisch zu den Führungswagen positionieren
- ▶ Befestigungsschrauben des Tisches in der angegebenen Reihenfolge (über Kreuz) anziehen, dabei mit der Hauptführungsseite beginnen
- ▶ notwendiges Drehmoment (Kapitel 2.7) beachten

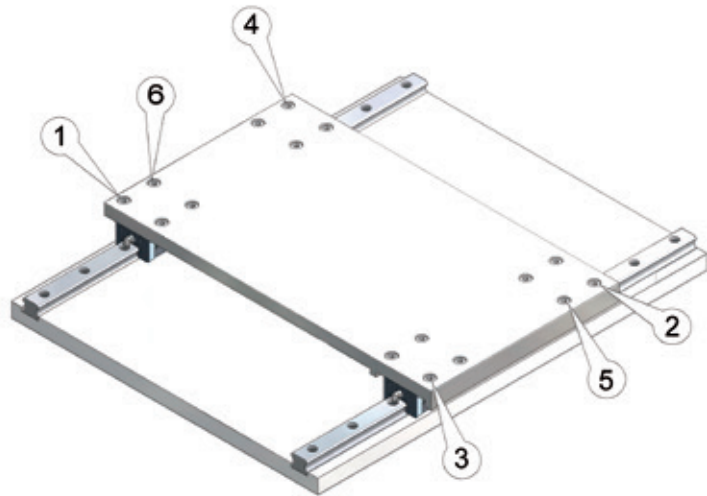


Bild 3.14 Anzugsreihenfolge bei der Tischmontage

## Schritt 8. Abschluss der Montage

- ▶ Verschlusskappen der Schienen montieren
- ▶ System konservieren

## 2.6 Zulässige Montagetoleranzen

Werden die angegebenen Montagetoleranzen nicht überschritten, wird die Lebensdauer des Linearführungssystems im Betrieb unter normalen Bedingungen nicht beeinflusst.

### Parallelitätstoleranz zwischen zwei Führungsschienen

Die Parallelitätstoleranz zwischen zwei Führungsschienen (Bild 3.15) ist abhängig von der verwendeten Baureihe des Linearsystems und der geforderten Genauigkeit der Maschine. Die max. Parallelitätstoleranzen können aus Tabelle 3.4 und Tabelle 3.5 entnommen werden.

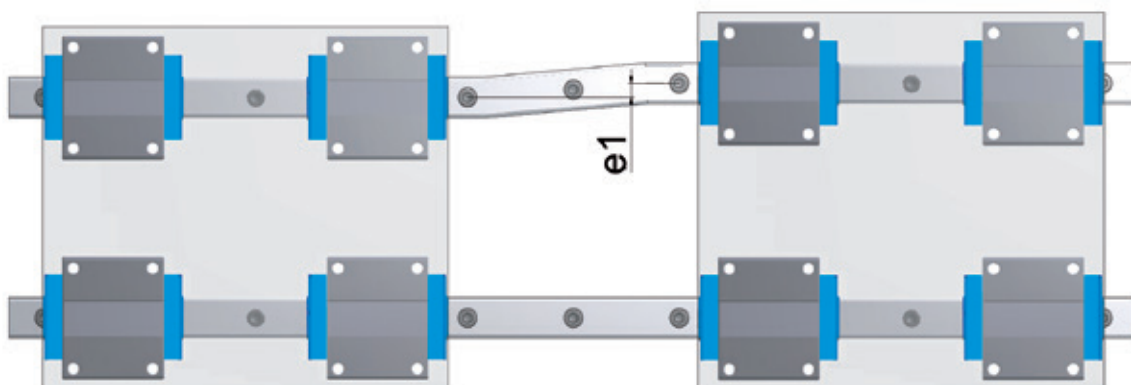


Bild 3.15 Parallelitätstoleranz zwischen zwei Führungsschienen  $e_1$

Tabelle 3.4 Parallelitätstoleranz  $e_1$  für Standard-Linearführungen

Typ	$e_1$ [ $\mu\text{m}$ ]			
	Z0	Z1	Z2	Z3
LGB_15 B_/F_	25	18	-	-
LGB_20 B_/F_	25	20	18	15
LGB_25 B_/F_	30	22	20	15
LGB_30 B_/F_	40	30	27	20
LGB_35 B_/F_	50	35	30	22
LGB_45 B_/F_	60	40	35	25
LGB_55 B_/F_	70	50	45	30
LGBXH21 TN/WN	25	18	-	-
LGBXH27 TN/WN	25	20	-	-
LGBXH35 TN/WN	30	22	20	-

### Höhentoleranz zwischen zwei Führungsschienen

Tabelle 3.5 Parallelitätstoleranz  $e_1$  für Miniaturführungen

Typ	$e_1$ [ $\mu\text{m}$ ]	
	Z0	Z1
LGM_07 B_	3	1
LGM_09 B_	4	3
LGM_12 B_	9	5
LGM_15 B_	10	6

Die Werte für die Höhentoleranzen (Bild 3.16) sind vom Abstand zwischen den Führungsschienen abhängig und werden unter Berücksichtigung des Umrechnungsfaktors  $x$  (Tabelle 3.6 und Tabelle 3.7) nach Formel [3.1] berechnet.

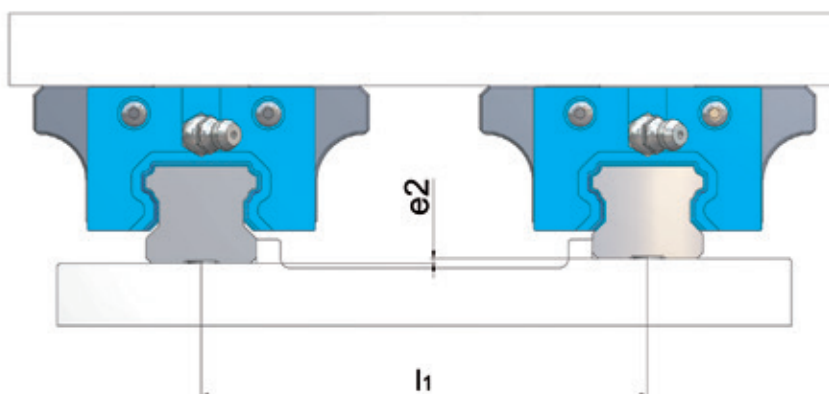


Bild 3.16 Höhentoleranz zwischen zwei Führungsschienen  $e_2$

D

$$e_2 = l_1 * x \quad [3.1]$$

- $e_2$  Höhentoleranz in Längsrichtung [ $\mu\text{m}$ ]  
 $l_1$  Abstand der Führungsschienen [mm]  
 $x$  Berechnungsfaktoren

Tabelle 3.6 Berechnungsfaktoren x für Standard-Linearführungen

Typ	x			
	Z0	Z1	Z2	Z3
LGB_15 B_/F_	0,26	0,17	0,10	-
LGB_20 B_/F_	0,26	0,17	0,10	0,08
LGB_25 B_/F_	0,26	0,17	0,14	0,12
LGB_30 B_/F_	0,34	0,22	0,18	0,16
LGB_35 B_/F_	0,42	0,30	0,24	0,20
LGB_45 B_/F_	0,50	0,34	0,28	0,20
LGB_55 B_/F_	0,60	0,42	0,34	0,25
LGBXH21 TN/WN	0,26	0,17	-	-
LGBXH27 TN/WN	0,26	0,17	-	-
LGBXH35 TN/WN	0,26	0,17	0,14	-

Tabelle 3.7 Berechnungsfaktoren Faktoren x für Miniaturführungen

Typ	x	
	Z0	Z1
LGM_07 B_	0,13	0,02
LGM_09 B_	0,18	0,03
LGM_12 B_	0,25	0,06
LGM_15 B_	0,30	0,10

## Höhtoleranz in Längsrichtung zwischen zwei Führungswagen

Die Werte für die Höhtoleranzen in Längsrichtung (Bild 3.17) sind von dem Abstand zwischen den Führungswagen abhängig und werden unter Berücksichtigung des Umrechnungsfaktors  $y$  (Tabelle 3.8 und Tabelle 3.9) nach Formel [3.2] berechnet.

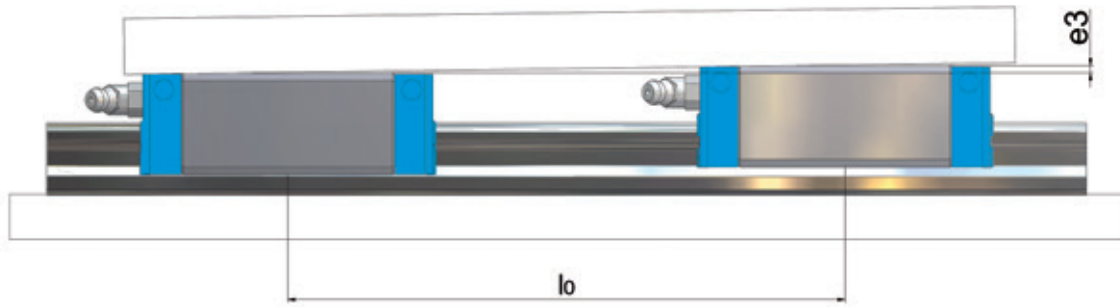


Bild 3.17 Höhtoleranz in Längsrichtung  $e_3$

$$e_3 = l_0 * y \quad [3.2]$$

$e_3$  Höhtoleranz in Längsrichtung [ $\mu\text{m}$ ]  
 $l_0$  Abstand der Führungswagen [mm]  
 $y$  Berechnungsfaktoren

Tabelle 3.8 Berechnungsfaktoren  $y$  für Standard-Linearführungen

Typ		$y$			
		Z0	Z1	Z2	Z3
LGB_15	BS/FS	0,14	0,11	0,09	0,07
	BN/FN	0,12	0,10	0,08	0,06
	BL/FL	0,11	0,09	0,07	0,06
LGB_20	BS/FS	0,15	0,12	0,10	0,08
	BN/FN	0,13	0,11	0,09	0,07
	BL/FL	0,12	0,10	0,08	0,06
	BE/FE	0,10	0,09	0,07	0,06
LGB_25	BS/FS	0,17	0,14	0,12	0,09
	BN/FN	0,15	0,12	0,10	0,08
	BL/FL	0,14	0,11	0,09	0,07
	BE/FE	0,12	0,10	0,08	0,06
LGB_30	FS	0,21	0,17	0,14	0,11
	BN/FN	0,18	0,15	0,12	0,10
	BL/FL	0,16	0,13	0,11	0,09
	BE/FE	0,14	0,12	0,10	0,08
LGB_35	FS	0,29	0,24	0,20	0,15
	BN/FN	0,25	0,21	0,17	0,13
	BL/FL	0,23	0,19	0,15	0,12
	BE/FE	0,20	0,17	0,14	0,11
LGB_45	BN/FN	0,30	0,25	0,20	0,16
	BL/FL	0,27	0,22	0,18	0,14
	BE/FE	0,24	0,20	0,16	0,13
LGB_55	BN/FN	0,35	0,29	0,24	0,19
	BL/FL	0,32	0,26	0,21	0,17
	BE/FE	0,28	0,23	0,19	0,15
LGBXH21	TN/WN	0,12	0,10	0,08	-
LGBXH27	TN/WN	0,13	0,11	0,09	-
LGBXH35	TN/WN	0,15	0,12	0,10	-

Tabelle 3.9 Berechnungsfaktoren  $y$  für Miniaturführungen

Typ		$y$	
		Z0	Z1
LGM_07	BN	0,07	0,04
LGM_09	BN/WN	0,10	0,08
	BL/WL	0,09	0,07
LGM_12	BN/WN	0,13	0,11
	BL/WL	0,12	0,10
LGM_15	BN/WN	0,17	0,14
	BL/WL	0,15	0,13

## 2.7 Anzugsmomente

Die genauen Angaben des Anzugdrehmomentes sind sehr stark von den Reibungszahlen abhängig. Unterschiedliche Oberflächen- und Schmierbedingungen lassen ein großes Spektrum an Reibzahlen zu. Bei schwarzvergüteten, ungeschmierten Schrauben beträgt der mittlere Reibwert 0,14. Die für die Montage empfohlenen Anzugsdrehmomente sind für die Befestigungsschrauben der Festigkeitsklasse 10.9 und 12.9 in Tabelle 3.10 angegeben.

Tabelle 3.10 Anzugsdrehmomente für Befestigungsschrauben (für  $\mu=0,14$ )

	Festigkeitsklasse 10.9			Festigkeitsklasse 12.9	
	Anzugsdrehmoment	Mindest- einschraubtiefe Stahl	Mindest- einschraubtiefe Aluminium	Anzugsdrehmoment	Mindest- einschraubtiefe Stahl
	[Nm]	[Nm]	[Nm]	[Nm]	[Nm]
M2	0,5	2,8	3,4	0,6	3,2
M2,5	1,0	3,6	4,2	1,2	4,0
M3	1,8	4,3	5,1	2,2	4,8
M4	4,4	5,6	6,5	5,1	6,1
M5	8,7	5,8	8,0	10,0	7,5
M6	15,0	8,0	9,5	18,0	8,8
M8	36,0	10,4	12,3	43,0	11,4
M10	72,0	12,8	15,1	84,0	14,1
M12	125,0	15,2	18,0	145,0	16,7
M14	200,0	17,5	21,0	235,0	19,6
M16	310,0	19,8	23,7	365,0	21,9

Bei hoher Dynamik, Überkopfmontagen oder Montage ohne Anlagekante sind grundsätzlich Befestigungsschrauben der Festigkeitsklasse 12.9 zu verwenden.

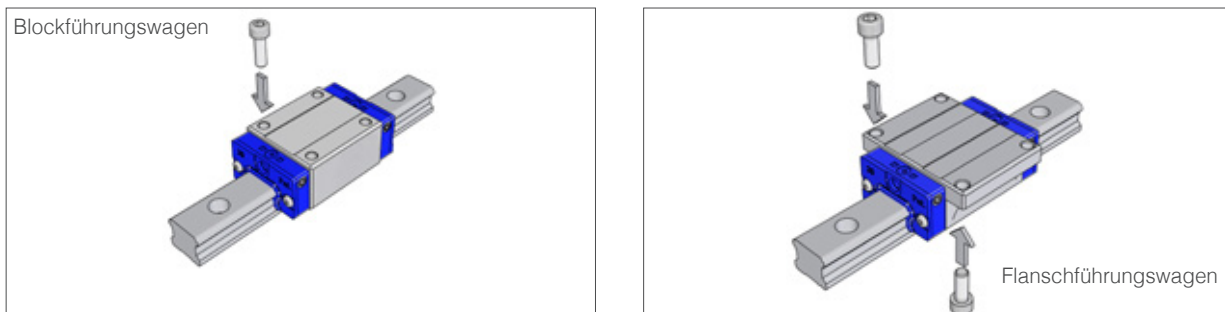


Bild 3.18 Befestigungsmöglichkeiten Führungswagen

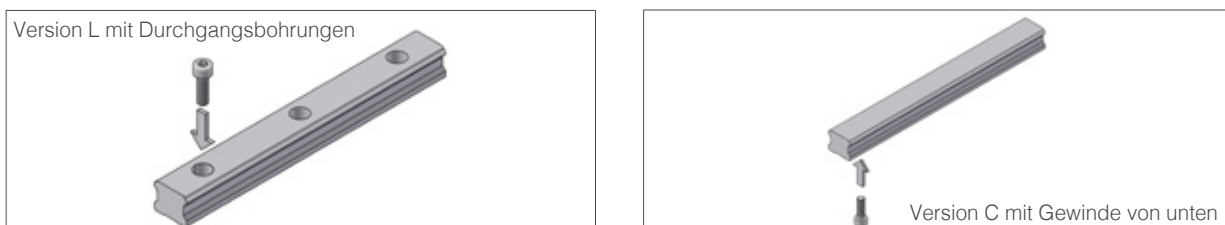


Bild 3.19 Befestigungsmöglichkeiten Standardführungsschienen



Bild 3.20 Befestigungsmöglichkeiten Miniaturführungsschienen



# 3 Schmierung

## 3.1 Allgemeine Information

Für die zuverlässige Funktion des Linearführungssystems ist eine ausreichende Schmierung unerlässlich. Die Schmierung soll einen Schmierfilm (Ölfilm) zwischen den Wälzkörpern und den Laufbahnen der Führungselemente sicherstellen, um Verschleiß und die vorzeitige Ermüdung der Bauteile zu verhindern. Darüber hinaus werden die metallischen Oberflächen vor Korrosion geschützt. Weiterhin ermöglicht der Schmierfilm ein ruckfreies Gleiten der Dichtungen über die Oberflächen und mindert ebenso deren Verschleiß.

Eine unzureichende Schmierung erhöht nicht nur den Verschleiß, sie verkürzt zudem erheblich die Lebensdauer.

Eine optimale Auswahl des Schmiermittels hat entscheidenden Einfluss auf die Funktion und die Lebensdauer des Linearführungssystems. Damit die Funktion des Systems nicht beeinträchtigt wird und über einen langen Zeitraum erhalten bleibt, ist eine Schmierung entsprechend den Umgebungsbedingungen und den spezifischen Anforderungen zu definieren.

Derartige Umgebungsbedingungen und Einflussfaktoren können z.B. sein:

- Hohe bzw tiefe Temperaturen
- Kondens- und Spritzwassereinwirkungen
- Strahlungsbelastungen
- Hohe Schwingungsbeanspruchungen
- Einsatz im Vakuum und/oder Reinräumen
- Beaufschlagung von speziellen Medien (z.B. Dämpfe, Säuren, etc.)
- Hohe Beschleunigungen und Geschwindigkeiten
- Andauernde kurze Hubbewegungen (< 2 x Wagenlänge)
- Schmutz- bzw. Staubeinwirkung

## 3.2 Schmierstoffe

Für die Schmierung von Linearführungen können Schmieröle, Fließfette oder Schmierfette ausgewählt werden.

Aufgaben des Schmierstoffes:

- Verminderung der Reibung
- Verringerung des Anlaufmomentes
- Schutz gegen vorzeitigen Verschleiß
- Schutz gegen Korrosion
- Geräuschkämpfung

### **Achtung!**

Schmierstoffe mit Festschmierstoffzusätzen wie Graphit, PTFE oder MoS<sub>2</sub> sind für die Schmierung von Linearführungen nicht geeignet.

Für die verschiedenen Umgebungsbedingungen und Einflussfaktoren stellen wir eine Reihe von Hochleistungsschmierstoffen zur Verfügung. Informationen zu Schmierstoffen sind in den Kapiteln 3.2.2 bis 3.2.4 enthalten.

### 3.2.1 Konservierungsöle

Konservierungsöle dienen dem Schutz der Linearführungen gegen Korrosion bei Lagerung und Transport. Konservierungsöle sind nicht zur Schmierung von Linearführungen im Betrieb geeignet. Bei der Nachschmierung und Inbetriebnahme ist grundsätzlich die Verträglichkeit mit dem vorgesehenen Schmiermittel zu prüfen.

SNR – Linearführungen werden mit dem Konservierungsöl „Contrakor Fluid H1“ ausgeliefert. „Contrakor Fluid H1“ ist mit unserem Standardschmierstoff - Standardschmierstoff verträglich. Für besondere Anwendungen mit Spezialschmierstoffen wird nach Vereinbarung auf die Konservierung verzichtet.

### 3.2.2 Schmieröle

Ölschmierung wird in der Regel bei dem Einsatz von Zentralschmieranlagen verwendet. Die Vorteile einer automatischen Öl - Zentralschmierung ist die bedienerunabhängige, kontinuierliche Schmierstoffversorgung aller Schmierstellen. Schmieröle sorgen darüber hinaus auch für eine sehr gute Ableitung der Reibungswärme. Demgegenüber steht der hohe konstruktive und Montageaufwand für die Schmierleitungen. Auch treten Schmieröle leichter aus den Laufwagen aus und gehen dem System verloren. Um sicherzustellen dass alle Laufbahnen einer Linearführung mit ausreichend Schmierstoff versorgt werden, ist es bei Ölschmierung notwendig, die Schmierkanäle in den Endkappen an die Einbaulage anzupassen. Die Einbaulagen der Führungen sind entsprechend der Angaben in Kapitel 2.4. zu definieren.

Für den Einsatz in SNR - Linearführungen sind geeignete Schmieröle in Tabelle 4.1 zusammengefasst.

Tabelle 4.1 Schmieröle

Bezeichnung	Ölart	kinematische Viskosität DIN51562 bei 40°C [mm²/s]	Dichte [mg/cm³]	Eigenschaften	Einsatzbereich
Klüberoil GEM 1-100N	Mineralöl	100	880	guter Korrosions- und Verschleißschutz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• allgemeiner Maschinenbau</li> </ul>
Klüberoil 4 UH1-68N	Polyalphaolefin	680	860	guter Alterungs- und Verschleißschutz NSF H1 registriert*	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lebensmittel-industrie</li> <li>• Pharmaindustrie</li> </ul>

\* Dieser Schmierstoff ist als H1-Produkt registriert, d.h. er wurde für den gelegentlichen, technisch unvermeidbaren Kontakt mit Lebensmitteln entwickelt. Erfahrungen haben gezeigt, dass der Schmierstoff unter den in der Produktinformation aufgeführten Voraussetzungen auch für entsprechende Anwendungen in der pharmazeutischen und kosmetischen Industrie verwendet werden kann. Es liegen jedoch keine spezifischen Testergebnisse z.B. zur Biokompatibilität vor, wie sie unter Umständen für Anwendungen im pharmazeutischen Bereich gefordert werden. Daher sollten vor Anwendung in diesem Bereich vom Anlagenhersteller und -betreiber entsprechende Risikoanalysen durchgeführt werden. Bei Bedarf sind Maßnahmen zum Ausschluss von gesundheitlicher Gefährdung und Verletzungen zu treffen. (Quelle: Klüber Lubrication)

### 3.2.3 Fließfette

Für den Einsatz von Fließfetten gelten die gleichen Bedingungen wie beim Einsatz von Schmierölen. Hier ist es lediglich nicht notwendig die Einbaulage zu definieren, da Fließfette mit ihrer geringeren Viskosität nicht so leicht wegfließen.

Für den Einsatz in SNR - Linearführungen sind geeignete Fließfette in Tabelle 4.2 zusammengefasst.

Tabelle 4.2 Fließfette

Bezeichnung	Grundöl / Seifenart	NLGI-Klasse DIN51818	Walkpenetration DIN ISO 2137 bei 25°C [0,1mm]	Grundöl Viskosität DIN51562 bei 40°C [mm²/s]	Dichte [g/cm³]	Eigenschaften	Einsatzbereich
Isoflex Topas NCA 5051	synthetisches KW-Öl, Spezial-Kalziumseife	0/00	385...415	30	800	geringer Reibwert	<ul style="list-style-type: none"> <li>• allgemeiner Maschinenbau</li> </ul>
Microlube GB 0	Mineralöl	0	355...385	400	900	guter Verschleißschutz, besonders druckfest	<ul style="list-style-type: none"> <li>• allgemeiner Maschinenbau</li> <li>• hohe Lasten</li> <li>• Kurzhubanwendungen</li> <li>• Vibrationen</li> </ul>
Klübersynth UH1 14-1600	Synthetic hydrocarbon oil, special Aluminum-complex soap	0/00	370...430	ca. 160	850	guter Korrosions- und Verschleißschutz, NSF H1 registriert*	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lebensmittelindustrie</li> <li>• Pharmaindustrie</li> </ul>

\* Dieser Schmierstoff ist als H1-Produkt registriert, d.h. er wurde für den gelegentlichen, technisch unvermeidbaren Kontakt mit Lebensmitteln entwickelt. Erfahrungen haben gezeigt, dass der Schmierstoff unter den in der Produktinformation aufgeführten Voraussetzungen auch für entsprechende Anwendungen in der pharmazeutischen und kosmetischen Industrie verwendet werden kann. Es liegen jedoch keine spezifischen Testergebnisse z.B. zur Biokompatibilität vor, wie sie unter Umständen für Anwendungen im pharmazeutischen Bereich gefordert werden. Daher sollten vor Anwendung in diesem Bereich vom Anlagenhersteller und -betreiber entsprechende Risikoanalysen durchgeführt werden. Bei Bedarf sind Maßnahmen zum Ausschluss von gesundheitlicher Gefährdung und Verletzungen zu treffen. (Quelle: Klüber Lubrication)

### 3.2.4 Schmierfette

Bei dem überwiegenden Teil der Anwendungen werden Linearführungen mit Fettschmierung eingesetzt. Neben dem geringen konstruktiven Aufwand, bewirkt der Einsatz von Schmierfetten eine bessere Geräuschdämpfung und auch bessere Notlaufeigenschaften gegenüber Schmierölen und Fließfetten.

Für den Einsatz unter normalen Bedingungen sind Lithiumseifenfette mit der Kennzeichnung KP2-K nach DIN 51825 und der NLGI – Klasse 2 nach DIN 51818 mit EP-Zusätzen einzusetzen. Spezifische Anforderungen unter besonderen Umgebungsbedingungen erfordern die Auswahl eines entsprechend geeigneten Schmierfettes. Grundsätzlich ist hier die Verträglichkeit der Schmierstoffe untereinander bzw. mit dem Konservierungsmittel zu prüfen.

Die Tabelle 4.3 ist eine Übersicht der in SNR – Linearführungen verwendeten Schmiermittel.

Tabelle 4.3 Schmierfett

Bezeichnung	Grundöl / Seifenart	NLGI-Klasse DIN51818	Walk-penetration DIN ISO 2137 bei 25°C [0,1mm]	Grundöl-Viskosität DIN 51562 bei 40°C [mm²/s]	Dichte [mg/cm³]	Eigenschaften	Einsatzbereich
SNR LUB HEAVY DUTY	Mineralöl / Lithium mit Hochdruck-additiven	2	295	ca. 115	890	sehr guter Schutz gegen Verschleiß und Korrosion	<ul style="list-style-type: none"> <li>• allgemeiner Maschinenbau</li> <li>• hohe Lasten</li> </ul>
SNR LUB HIGH SPEED+	Esther, SHC / Lithium, Calcium	2	-	25	900	sehr gutes Haftvermögen sehr gute Wasserbeständigkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• hohe Geschwindigkeiten</li> </ul>
SNR LUB HIGH TEMP	Halbsynthetisches Öl / Polyharnstoff	2	265...295	160	900	hohe Temperaturbeständigkeit, guter Korrosionsschutz, hohe Oxydationsbeständigkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hochtemperaturbereich</li> </ul>
SNR LUB FOOD AL	Paraffin-Mineralöl, PAO / Aluminiumkomplex	2	265...295	195	920	guter Korrosionsschutz sehr gutes Haftvermögen hohe Wasserbeständigkeit NSF H1 registriert *	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maschinenbau</li> <li>• hohe Lasten</li> <li>• Kurzhubanwendungen</li> <li>• Vibrationen</li> </ul>
Microlube GL261	Mineralöl/ Lithium-Spezial-Kalziumseife	1	310...340	280	890	guter Verschleißschutz besonders druckfeste Additive gegen Tribokorrosion	<ul style="list-style-type: none"> <li>• hohe Temperaturen</li> <li>• hohe Lasten</li> <li>• Kurzhubanwendungen</li> <li>• Vibration</li> </ul>
Klübersynth BEM34-32	synthetisches KW-Öl/Spezial-Kalziumseife	2	265...295	ca. 30	890	besonders druckfest, guter Verschleißschutz gute Alterungsbeständigkeit, niedriges Anlaufmoment	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reinraum-anwendungen</li> </ul>
Klübersynth UH1 14-151	synthetisches KW-Öl/ Esteröl/ Aluminium-Komplexseife	1	310...340	ca.150	920	guter Korrosionsschutz, gute Alterungsbeständigkeit, hohe Wasserbeständigkeit, NSF H1 registriert*	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lebensmittel-industrie</li> <li>• Pharmaindustrie</li> </ul>

\* Dieser Schmierstoff ist als H1-Produkt registriert, d.h. er wurde für den gelegentlichen, technisch unvermeidbaren Kontakt mit Lebensmitteln entwickelt. Erfahrungen haben gezeigt, dass der Schmierstoff unter den in der Produktinformation aufgeführten Voraussetzungen auch für entsprechende Anwendungen in der pharmazeutischen und kosmetischen Industrie verwendet werden kann. Es liegen jedoch keine spezifischen Testergebnisse z.B. zur Biokompatibilität vor, wie sie unter Umständen für Anwendungen im pharmazeutischen Bereich gefordert werden. Daher sollten vor Anwendung in diesem Bereich vom Anlagenhersteller und -betreiber entsprechende Risikoanalysen durchgeführt werden. Bei Bedarf sind Maßnahmen zum Ausschluss von gesundheitlicher Gefährdung und Verletzungen zu treffen. (Quelle: Klüber Lubrication)

### 3.3 Schmiermethoden

SNR - Linearführungen können mittels Handfettpresse (Bild 4.1), oder Zentralschmierung (Bild 4.2) mit Schmierstoff versorgt werden. Bei Einsatz von Handfettpressen (Katalog Kapitel 6.6.4) werden die Führungswagen der Linearführungen über die montierten Schmiernippel (Katalog Kapitel 6.6.2) nachgefettet.

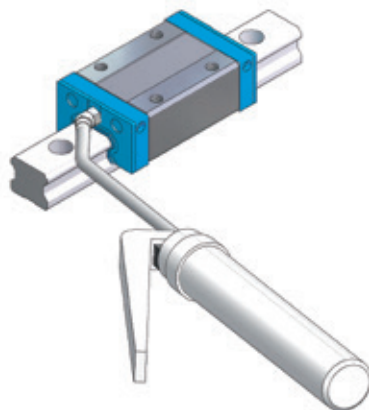


Bild 4.1 Befettung mit Handfettpresse

Zentralschmierungsanlagen können manuell betätigt oder automatisch gesteuert werden. Bei manuell betätigten Zentralschmierungen wird mittels Handhebel eine Pumpe betätigt, die alle Schmierstellen mit Schmierstoff versorgt. Automatisch gesteuerte Zentralschmierungen gewährleisten eine gleichmäßige Versorgung aller Schmierstellen mit der erforderlichen Schmiermittelmenge. Unter besonderen Umgebungsbedingungen können diese Anlagen als Ölnebel – Schmiersystem ausgeführt werden. Hierbei wird Öl durch eingeleitete Druckluft zerstäubt und zu den Schmierstellen transportiert. Ölnebel – Schmiersysteme garantieren eine kontinuierliche Versorgung der Schmierstellen mit den erforderlichen Minimalschmiermengen und eine optimale Ableitung der Reibungswärme. Darüber hinaus verhindert der permanent im System vorhandene Überdruck das Eindringen von Fremdkörpern wie z. B. Staub oder Kühlschmiermittel in die Laufwagen.



Bild 4.2 Zentralschmierungen

## 3.4 Schmiermengen

Bei der Wartung von Linearführungen unterscheidet man zwischen:

- Erstbefettung
- Schmierung bei Inbetriebnahme
- Nachschmierung

Die jeweiligen Mindestschmiermengen sind in Abhängigkeit von Typ und Baugröße der Linearführung definiert. SNR - Linearführungen besitzen bei Anlieferung eine Erstbefettung mit Lithiumseifenfett KP2-K nach DIN 51825 und der NLGI - Klasse 2. Zur Inbetriebnahme empfehlen wir die Führungswagen erneut abzuschnieren.

Tabelle 4.4 enthält die Mindestschmierstoffmengen mit denen die SNR - Linearführungen bei Inbetriebnahme abzuschnieren sind.

Tabelle 4.4 Mindestschmierstoffmengen für Erstbefettung und Inbetriebnahme

Baugröße	Führungswagen	C-Typen			X-Typen		
		Fettschmierung [cm³]	Fließfett- schmierung [ml]	Ölschmierung [ml]	Fettschmierung [cm³]	Fließfett- schmierung [ml]	Ölschmierung [ml]
LGB_15	FS/BS	0,20		0,15	0,30		0,15
	BN/FN	0,30		0,20	0,40		0,20
	BL/FL	0,40		0,20	0,50		0,20
LGB_20	FS/BS	0,30		0,30	0,40		0,30
	BN/FN	0,50		0,40	0,60		0,40
	BL/FL	0,70		0,40	0,80		0,40
	BE/FE	0,90		0,50	1,00		0,50
LGB_25	FS/BS	0,70		0,40	0,80		0,40
	BN/FN	0,90		0,50	1,00		0,50
	BL/FL	1,90		0,60	2,00		0,60
	BE/FE	2,40		0,70	2,50		0,70
LGB_30	FS	1,90		0,70	2,00		0,70
	BN/FN	2,40		0,90	2,50		0,90
	BL/FL	2,90		1,00	3,00		1,00
	BE/FE	3,40		1,20	3,50		1,20
LGB_35	FS	2,90		0,90	3,00		0,90
	BN/FN	3,40		1,40	3,50		1,40
	BL/FL	3,90		1,50	4,00		1,50
	BE/FE	4,40		1,80	4,50		1,80
LGB_45	BN/FN	3,90		2,00	4,00		2,00
	BL/FL	4,90		2,30	5,00		2,30
	BE/FE	5,40		2,80	5,50		2,80
LGB_55	BN/FN	5,80		3,50	6,00		3,50
	BL/FL	7,80		4,50	8,00		4,50
	BE/FE	9,80		5,50	10,00		5,50
LGB_21	TN/WN	-		-	0,50		0,20
LGB_27	TN/WN	-		-	1,00		0,50
LGB_35	TN/WN	-		-	2,50		0,90
LGM_07	BN	-		-	0,01		-
LGM_09	BN	0,02		-	0,03		-
	BL	0,04		-	0,05		-
	WN	0,03		-	0,04		-
	WL	0,04		-	0,05		-
LGM_12	BN	0,04		-	0,05		-
	BL	0,06		-	0,08		-
	WN	0,04		-	0,05		-
	WL	0,08		-	0,10		-
LGM_15	BN	0,08		-	0,10		-
	BL	0,12		-	0,15		-
	WN	0,08		-	0,10		-
	WL	0,12		-	0,15		-

Der Schmierstoffbedarf während des Betriebs ist geringer als bei der Inbetriebnahme. In Tabelle 4.5 sind Mindestschmierstoffmengen für die Nachschmierung zusammengestellt.

Tabelle 4.5 Mindestschmierstoffmengen für die Nachschmierung

Baugröße	Führungswagen	C-Typen			X-Typen		
		Fettschmierung [cm³]	Fließfett- schmierung [ml]	Ölschmierung [ml]	Fettschmierung [cm³]	Fließfett- schmierung [ml]	Ölschmierung [ml]
LGB_15	FS/BS	0,10	0,10		0,15	0,10	
	BN/FN	0,15	0,10		0,20	0,10	
	BL/FL	0,20	0,10		0,25	0,10	
LGB_20	FS/BS	0,15	0,10		0,20	0,10	
	BN/FN	0,25	0,20		0,30	0,20	
	BL/FL	0,35	0,20		0,40	0,20	
	BE/FE	0,45	0,20		0,50	0,20	
LGB_25	FS/BS	0,35	0,10		0,40	0,10	
	BN/FN	0,45	0,20		0,50	0,20	
	BL/FL	0,95	0,20		1,00	0,20	
	BE/FE	1,20	0,30		1,25	0,30	
LGB_30	FS	0,95	0,20		1,00	0,20	
	BN/FN	1,20	0,20		1,25	0,20	
	BL/FL	1,45	0,30		1,50	0,30	
	BE/FE	1,70	0,30		1,75	0,30	
LGB_35	FS	1,45	0,20		1,50	0,20	
	BN/FN	1,70	0,30		1,75	0,30	
	BL/FL	1,95	0,30		2,00	0,30	
	BE/FE	2,20	0,40		2,25	0,40	
LGB_45	BN/FN	1,95	0,50		2,00	0,50	
	BL/FL	2,45	0,50		2,50	0,50	
	BE/FE	2,70	0,60		2,75	0,60	
LGB_55	BN/FN	2,90	0,60		3,00	0,60	
	BL/FL	3,90	0,60		4,00	0,60	
	BE/FE	4,90	0,70		5,00	0,70	
LGB_21	TN/WN	-	-		0,25	0,10	
LGB_27	TN/WN	-	-		0,50	0,20	
LGB_35	TN/WN	-	-		1,25	0,30	
LGM_07	BN	-	-		0,01	-	
LGM_09	BN	0,01	-		0,02	-	
	BL	0,02	-		0,03	-	
	WN	0,02	-		0,02	-	
	WL	0,02	-		0,03	-	
LGM_12	BN	0,02	-		0,03	-	
	BL	0,03	-		0,04	-	
	WN	0,02	-		0,03	-	
	WL	0,04	-		0,05	-	
LGM_15	BN	0,04	-		0,05	-	
	BL	0,06	-		0,08	-	
	WN	0,04	-		0,05	-	
	WL	0,06	-		0,08	-	

## 3.5 Schmierintervalle

### Lieferzustand

Führungswagen besitzen bei Lieferung bereits eine Erstbefettung. Nach der Montage sollten die Führungswagen ein weiteres mal mit der in Tabelle 4.4 angegebenen Menge abgeschmiert werden. Zur optimalen Fettverteilung im System sollte dieser Vorgang in zwei bis drei Teilschritten mit zwischenzeitlicher Bewegung über einen längeren Hub erfolgen. Bei Wiederinbetriebnahme der Anlage nach längerer Stilllegung ist ebenfalls eine Erstbefettung an den Führungswagen vorzunehmen.

Soll während des Betriebes einer Anlage das Fabrikat des Schmierstoffs gewechselt werden, ist unbedingt die Mischbarkeit der Schmierstoffe zu prüfen.

### Einflussfaktoren

Die Nachschmierintervalle werden von vielen Faktoren (Kapitel 3.1) beeinflusst. Den größten Einfluss haben in der Regel die Belastung und die vorhandenen Verschmutzungen. Genaue Nachschmierintervalle können nur nach Ermittlung unter realen Einsatzbedingungen und Beurteilung über einen ausreichend langen Zeitraum für eine konkrete Anwendung festgelegt werden.

### Schmierintervall bei Ölschmierung

Bei Öl-Zentralschmierungen sollte als Richtwert ein Schmierimpuls pro Führungswagen alle 20 Minuten mit der in Tabelle 4.5 angegebenen Menge eingestellt werden. Bei Zentralschmierungen mit Fließfett sollte ein Schmierintervall von 60 Minuten eingestellt werden.

### Schmierintervall bei Fettschmierung

Für die Ermittlung der Nachschmierintervalle ist eine möglichst exakte Einschätzung der wirkenden Belastungen und Umgebungsbedingungen erforderlich. Unter diesen Bedingungen können die zu erwartenden Nachschmierintervalle aus den Diagrammen in Bild 4.3 für konventionelle Linearführungen und Bild 4.4 für Linearführungen mit Kugelkette als Richtwert ermittelt werden.

Bild 4.3 Nachschmierintervalle von konventionellen Linearführungen

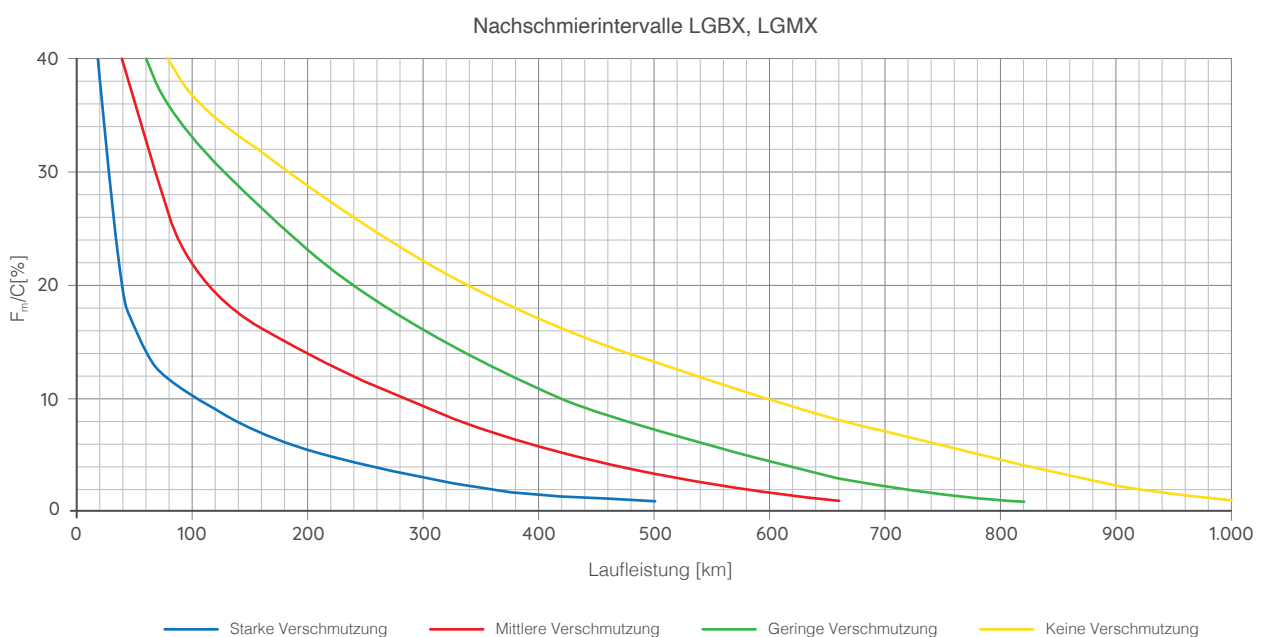
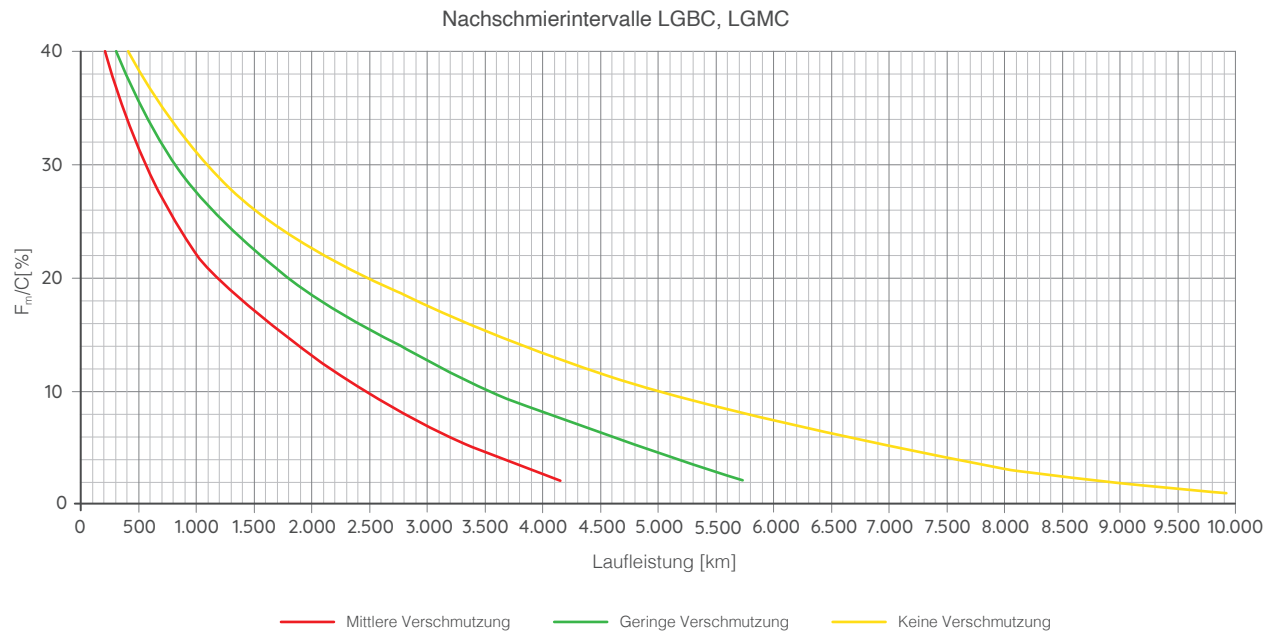




Bild 4.4 Nachschmierintervalle für Linearführungen mit Kugelschleife

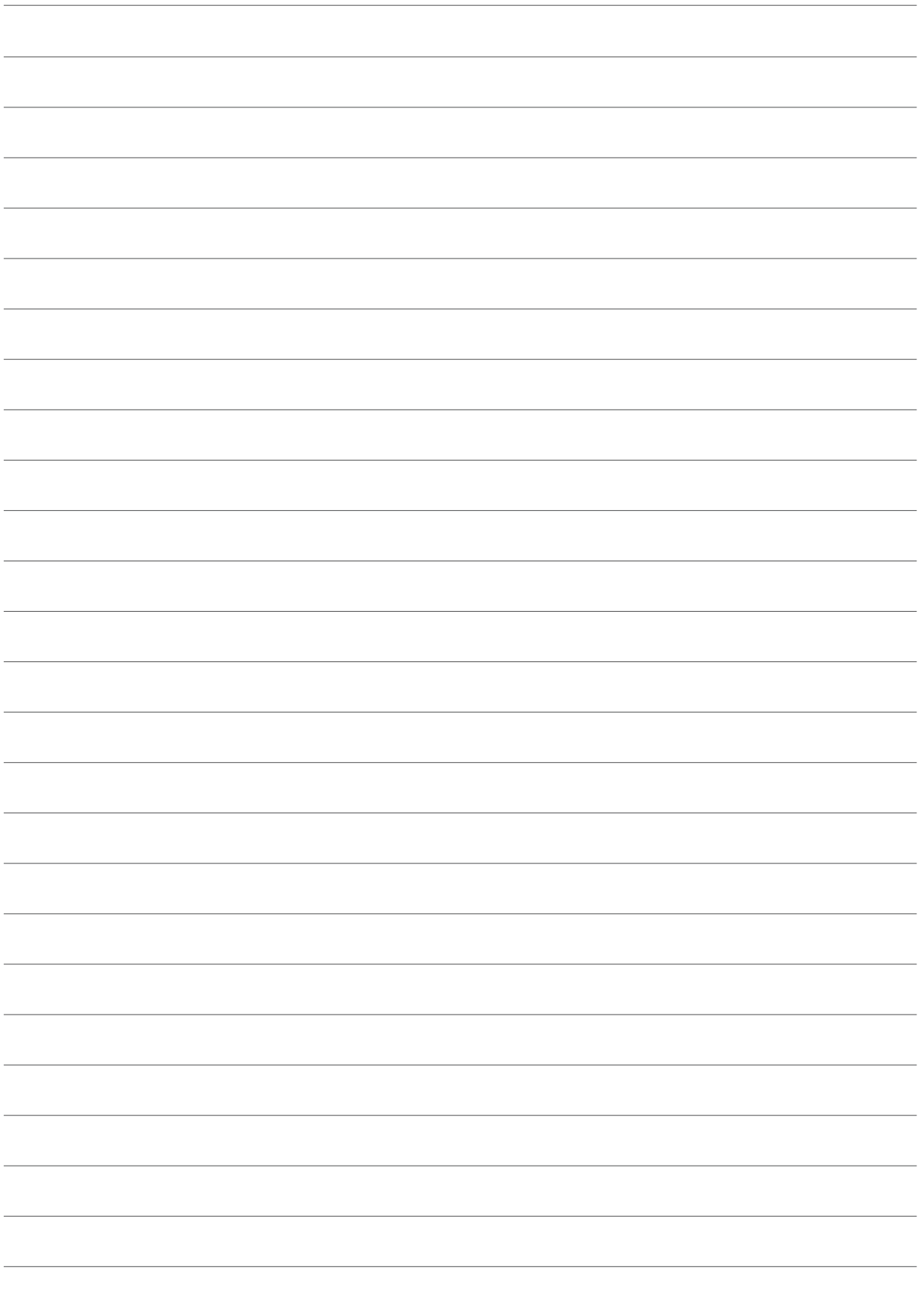


Eine genaue Festlegung von Nachschmierintervallen kann nur nach Ermittlung unter realen Einsatzbedingungen und Beurteilung über einen ausreichend langen Zeitraum für eine konkrete Anwendung getroffen werden.

Ist es nicht möglich die wirkenden Belastungen und die Umgebungsbedingungen exakt zu ermitteln, gelten Nachschmierintervalle von 100 km für konventionelle Linearführungen und 500 km für Linearführungen mit Kugelschleife als Richtwert.

Unabhängig vom Erreichen des ermittelten Nachschmierintervalls sind die Führungswagen nach Erreichen der vom Hersteller festgelegten maximalen zeitliche Gebrauchsdauer des Schmierstoffs, spätestens jedoch nach zwei Jahren wegen der Fettalterung, nachzuschmieren.

Für die Festlegung der Wartungsintervalle stehen Ihnen unsere Anwendungsingenieure zur Verfügung.







DOC.LLGOM.COUV.6.5mm-CAT4\_GBB-DB- Non contractuel document - NTN Europe copyright international - 06/24-Photos: NTN Europe - PedroStudioPhoto - Shutterstock.

# NTN

Make the world **NAMERAKA**

This document is the exclusive property of NTN Europe. Any total or partial reproduction hereof without the prior consent of NTN Europe is strictly prohibited. Legal action may be brought against anyone breaching the terms of this paragraph. NTN Europe shall not be held liable for any errors or omissions that may have crept into this document despite the care taken in drafting it. Due to our policy of continuous research and development, we reserve the right to make changes without notice to all or part of the products and specifications mentioned in this document.  
© NTN Europe, international copyright 2024.

Das vorliegende Dokument ist das alleinige Eigentum von NTN Europe. Jegliche vollständige oder teilweise Reproduktion ohne vorherige Genehmigung von NTN Europe ist ausdrücklich verboten. Bei einem Verstoß gegen diesen Absatz können Sie strafrechtlich verfolgt werden. Für Fehler oder Unterlassungen, die sich trotz aller Sorgfalt bei der Erstellung in das Dokument eingeschlichen haben könnten, lehnt NTN Europe jede Haftung ab. Aufgrund einer kontinuierlichen Forschungs- und Entwicklungspolitik behalten wir uns vor, einzelne oder alle der in diesem Dokument dargestellten Produkte und Spezifikationen ohne Vorankündigung zu ändern.  
© NTN Europe, Internationales Copyright 2024

NTN Europe - 1 rue des Usines - 74000 Annecy  
RCS ANNECY B 325 821 072 - Code APE 2815Z - Code NACE 28.15  
[www.ntn-europe.com](http://www.ntn-europe.com)



Brands of  
**NTN Group**