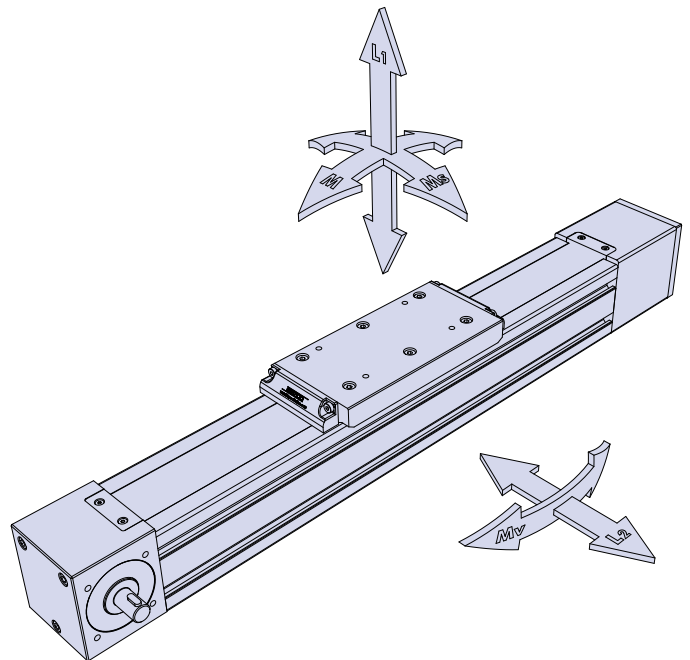


Berechnung der SBD-Lebensdauer

Die Einsatzzeit eines SBD-Systems wird auf der Basis der Anzahl der Kilometer errechnet, die das System fahren kann, bevor die Linearführung mit Kugeln ihre L10-Nutzungsdauer erreicht. Die Nutzungsdauer wird durch die Zahl der Kilometer ausgedrückt, die von 90% einer repräsentativen Auswahl an identischen Linearführungen mit Kugeln erreicht oder überschritten werden, bevor die ersten Ermüdungsanzeichen festgestellt werden.

Die Einsatzzeit eines SBD-Systems wird durch eine Reihe von Faktoren beeinträchtigt, einschließlich der Größe, der Belastung auf das System, die Position der Last auf der Trägerplatte, der Betriebsgeschwindigkeit des Systems, sowie der Trägheitskräfte, die aufgrund von Beschleunigung und Geschwindigkeitsabnahme auf das System einwirken.

Zur Berechnung der Einsatzdauer einer SBD-Einheit muss zunächst der Systembelastungsfaktor LF unter Verwendung der folgenden Gleichung bestimmt werden:



$$LF = \frac{L1}{L1_{(max)}} + \frac{L2}{L2_{(max)}} + \frac{Ms}{Ms_{(max)}} + \frac{M}{M_{(max)}} + \frac{Mv}{Mv_{(max)}} \leq 0.2 \quad \text{1. Gleichung}$$

Die Maximalwerte für L1, L2, Ms, M und Mv werden auf der nachfolgenden Tabelle angegeben.

SBD-Einheit	L_1	L_2	M_s	M_v	M
SBD20-80	21200N nominal 1813N @ 10.000 km	21200N nominal 1813N @ 10.000 km	189Nm nominal 16,2Nm @ 10.000 km	175Nm nominal 14,9Nm @ 10.000 km	175Nm nominal 14,9Nm @ 10.000 km
SBD30-100	52100N nominal 4455N @ 10.000 km	52100N nominal 4455N @ 10.000 km	639Nm nominal 54Nm @ 10.000 km	755Nm nominal 64Nm @ 10.000 km	755Nm nominal 64Nm @ 10.000 km

* Die oben tabellarisch dargestellten Belastungswerte für 10.000 km setzen einen Wert von $f_v=2$ für den variablen Belastungsfaktor voraus.

Anmerkung: f_v ist der variable Belastungsfaktor, bei dem die Geschwindigkeit und Vibrations-/Stoßbelastungen, die auf die SBD-Einheit einwirken, berücksichtigt werden. Ein Wert von 2 ist für die meisten SBD-Anwendungen angemessen, wobei f_v jedoch entsprechend der nachfolgenden Daten variieren kann.

Stoß- bzw. Vibrationsbelastungen	Fahrtgeschwindigkeit (V)	f_v
Keine externen Stöße bzw. Vibrationen	$V \leq 15$ m / min. (niedrige Geschwindigkeit)	1 - 1,5
Leichte Stöße bzw. Vibrationen	$15 < V \leq 60$ m / min. (mittlere Geschwindigkeit)	1,5 - 2,0
Mittlere Stöße bzw. Vibrationen	$V > 60$ m / min. (hohe Geschwindigkeit)	2,0 - 3,5

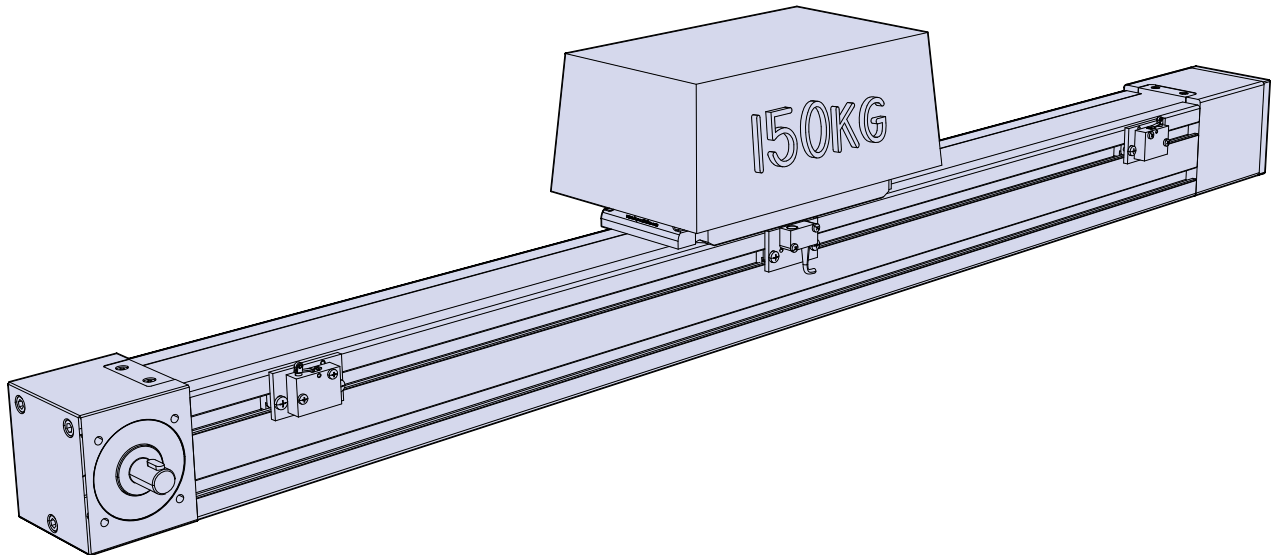
Die Einsatzdauer des Systems wird dann mit Hilfe der nachfolgenden Gleichung errechnet:

$$\text{Systemeinsatzdauer (km)} = 50 \times \left(\frac{1}{LF \times f_v} \right)^3 \quad \text{2. Gleichung}$$

Berechnung der SBD-Lebensdauer

1. Beispiel

Eine SBD20-80-Einheit wird für eine Anwendung verwendet, in der sie eine Masse von 150 kg ihrer Länge entlang hin- und hertransportiert. Das System beschleunigt langsam und bewegt sich bei einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 0,5 m/s die Massenträgheitskräfte können somit vernachlässigt werden. Das System operiert 40 Stunden pro Woche mit einer Einschaltdauer von 75%. Die Masse sitzt in der Mitte des Laufwagens (siehe Abbildung).



Daher ist L_1 die einzige Kraft, die auf die SBD-Einheit wirkt; $L_1 = 150 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 1471,5 \text{ N}$.
Die Eingabe der Werte in die 1. Gleichung ergibt:

$$L_F = \frac{1471,5}{21200} = 0,0694$$

Einsetzen von L_F in die 2. Gleichung unter der Annahme $f_v = 2$ ergibt die lineare Lebensdauer des Systems:

$$\text{Systemlebensdauer (km)} = 50 \times \left(\frac{1}{0,0694 \times 2} \right)^3 = 18700 \text{ km}$$

Zur Errechnung der Lebensdauer des Systems in Jahren müssen wir zunächst die Zahl der wöchentlich zurückgelegten Kilometer errechnen:

Strecke / Woche (km) = (0,75 (Einschaltdauer) x 40 Std. x 3600 s) x 0,5 m/s = 54 km/Woche

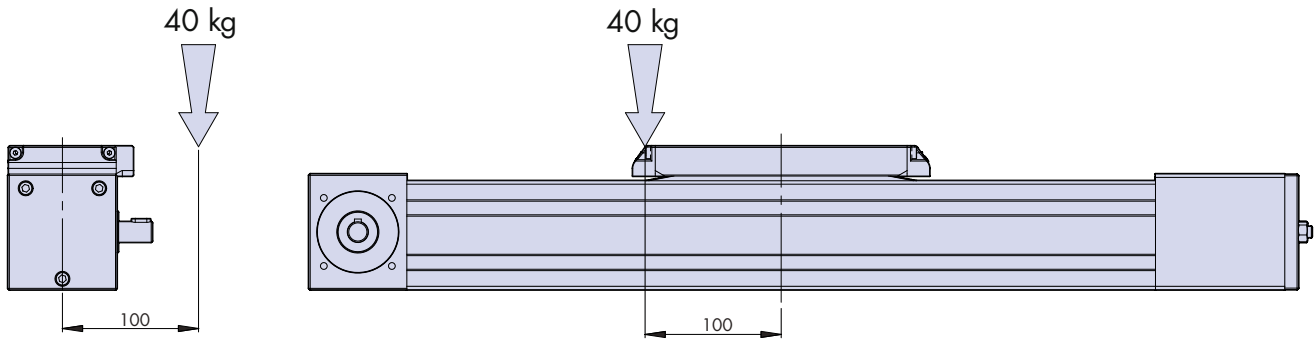
Die Systemlebensdauer kann somit in Wochenzahlen errechnet werden:

$$\text{Systemlebensdauer} = \frac{18700 \text{ km}}{54 \text{ km / Wo}} = 346 \text{ Wochen} \approx 6,6 \text{ Jahre}$$

Berechnung der SBD-Lebensdauer

2. Beispiel

Eine SBD30-100-Einheit wird für eine Anwendung verwendet, in der sie eine Masse von 40 kg ihrer Länge entlang hin- und hertransportiert. Das System beschleunigt langsam und bewegt sich bei einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 0,2 m/s, die Massenträgheitskräfte können somit vernachlässigt werden. Das System operiert 40 Stunden pro Woche mit einer Einschaltdauer von 50%. Der Schwerpunkt der Masse sitzt versetzt von der Mitte des Laufwagens. Die nachfolgende Abbildung zeigt die Position des Schwerpunktes der Masse im Verhältnis zur Laufwagenmitte.



In diesem Fall wirken die Komponenten L_1 , M und M_s auf das System ein:

$$L_1 = 40 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 392,4 \text{ N} \quad M = 0,1 \text{ m} \times 40 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 39,2 \text{ Nm} \quad M_s = 0,1 \text{ m} \times 40 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 39,2 \text{ Nm}$$

Die Eingabe dieser Werte in die 1. Gleichung zusammen mit den auf der Tabelle gegebenen Maximalwerte ergibt:

$$L_F = \frac{392,4}{52100} + \frac{39,2}{639} + \frac{39,2}{755} = 0,1208$$

Einsetzen von L_F in die 2. Gleichung unter der Annahme $f_v = 1,5$ ergibt die lineare Lebensdauer des Systems:

$$\text{Systemlebensdauer (km)} = 50 \times \left(\frac{1}{0,1208 \times 1,5} \right)^3 = 8404 \text{ km}$$

Zur Errechnung der Lebensdauer des Systems in Jahren müssen wir zunächst die Zahl der wöchentlich zurückgelegten Kilometer errechnen:

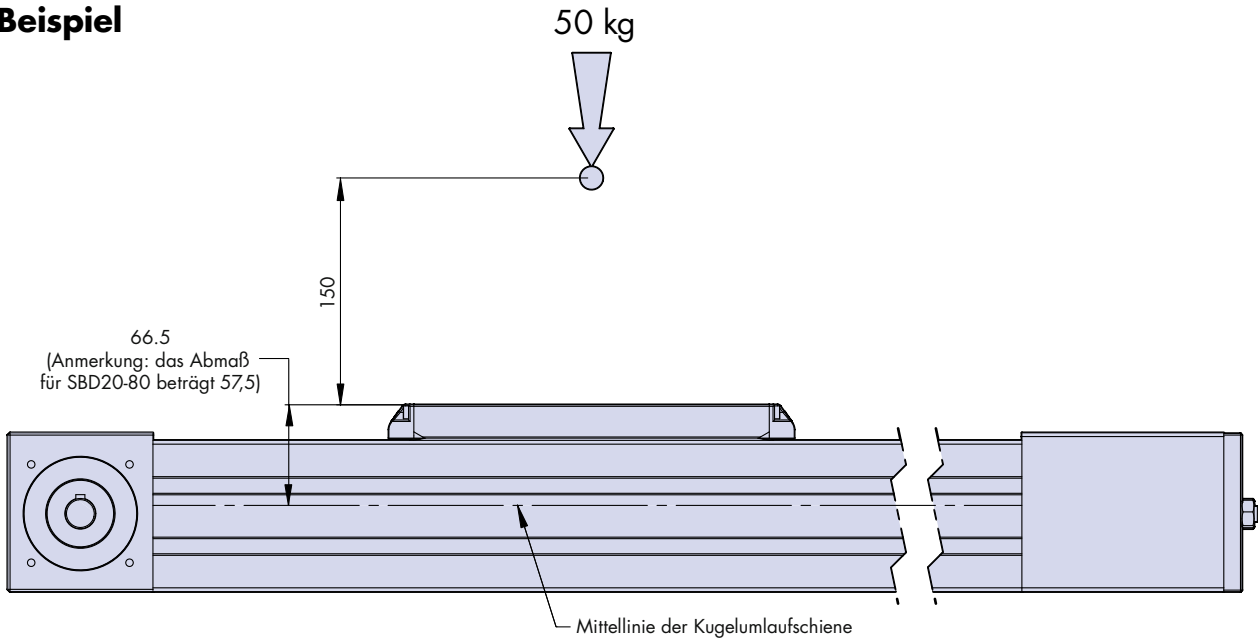
$$\text{Strecke / Woche (km)} = (0,5 \text{ (Einschaltdauer)} \times 40 \text{ Std.} \times 3600 \text{ s}) \times 0,2 \text{ m/s} = 14,4 \text{ km/Woche}$$

Die Systemlebensdauer kann somit in Wochenzahlen errechnet werden:

$$\text{Systemlebensdauer} = \frac{8404 \text{ km}}{14,4 \text{ km / Wo}} = 583,6 \text{ Wochen} \approx 11,2 \text{ Jahre}$$

Berechnung der SBD-Lebensdauer

3. Beispiel



Eine SBD30-100-Einheit wird für eine Anwendung verwendet, bei der eine Masse von 50 kg über einen Hub von 4 m ihrer Länge entlang hin- und hertransportiert wird. Die Masse ist in der Mitte des Laufwagens positioniert und ihr Massenschwerpunkt befindet sich 0,150 m über der Oberseite der Laufwagenplatte, die sich wiederum 0,065 m über der Mitte des Massenschwerpunktes befindet. Die Masse wird über eine Strecke von 1 m mit 2 m/s^2 beschleunigt und bewegt sich dann mit konstanter Geschwindigkeit von 2 m/s über eine Strecke von 2 m. Danach verlangsamt sie sich bis zum Stillstand mit einer Verzögerung von 2 m/s^2 . Der Rückhub erfolgt in umgekehrter Bewegungsfolge. Das System operiert 150 Stunden pro Woche mit einer Einschaltdauer von 60%.

Bei diesen Beschleunigungsraten müssen die Trägheitskräfte berücksichtigt werden. Während der Beschleunigungs- und Verzögerungsphasen wirken die Massenträgheitskräfte auf den Laufwagen ein. Damit die Auswirkung auf die Lebensdauer bestimmt werden kann, müssen zunächst die Beschleunigungen und Verzögerungszeit errechnet werden. Die Zeit für die Beschleunigung (Verzögerung) bei einem gegebenen Hub wird mit der folgenden Bewegungsgleichung errechnet:

$$v = u + at$$

Wobei 'v' die Endgeschwindigkeit, 'u' die Anfangsgeschwindigkeit, 'a' die Beschleunigung und 't' die Zeit ist. Ein Umstellen der obigen Gleichung auf 't' und Eingabe der Werte ergibt:

$$t = \frac{v - u}{a} = \frac{2 \text{ m/s} - 0 \text{ m/s}}{2 \text{ m/s}^2} = 1 \text{ s}$$

Da die Verzögerung ebenfalls 2 m/s^2 beträgt, beläuft sich die Verzögerungszeit des Laufwagens von 2 m/s bis zum Stillstand ebenfalls auf 1 s. Die bei konstanter Geschwindigkeit verbrachte Zeit beträgt 1 s für jeden Hub, da der Laufwagen sich 2 m bei 2 m/s bewegt. Die Gesamtzeit für jeden Hub beträgt daher 3 s und die Zeit für jede Phase des Hubs teilt sich folgendermaßen auf: Beschleunigung = 33,3% der gesamten Hubzeit, konstante Geschwindigkeit = 33,3% der gesamten Hubzeit und Verzögerung = 33,3% der gesamten Hubzeit.

Während der Beschleunigung und Verzögerung wirken die Last L_1 und das Moment M auf das System:

$$L_1 = 50 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 490,5 \text{ N}$$

$$M = (0,15 \text{ m} + 0,0665 \text{ m}) \times 50 \text{ kg} \times 2 \text{ m/s}^2 \approx 21,65 \text{ Nm}$$

Bei konstanter Geschwindigkeit wirkt nur die Last L_1 auf das System. Da der Lastfaktor L_f während des Hubs variiert, muss er für jede Hubphase errechnet werden, da die Beschleunigung und Verzögerung gleich sind, wird auch der L_f -Faktor der selbe sein.

Berechnung der SBD-Lebensdauer

Für die Beschleunigung und Verzögerung beträgt der Lastfaktor LF_A :

$$LF_A = \frac{490.5}{52100} + \frac{21.65}{755} = 0.0381$$

Bei konstanter Geschwindigkeit beträgt der Lastfaktor LF_C :

$$LF_C = \frac{490.5}{52100} = 0.00941$$

Wenn der Lastfaktor variiert, kann der durchschnittliche Lastfaktor wie folgt errechnet werden:

$$LF = \sqrt[3]{LF_1^3 \times \frac{q_1}{100} + LF_2^3 \times \frac{q_2}{100} \dots + LF_x^3 \times \frac{q_x}{100}}$$

Wo q der Zeitanteil in % ist:

Einfügen der oben errechneten Werte in diese Gleichung ergibt folgenden Lastfaktor:

$$LF = \sqrt[3]{0.0381^3 \times \frac{33.3}{100} + 0.00941^3 \times \frac{33.3}{100} + 0.0381^3 \times \frac{33.3}{100}} = 0.03336$$

Einfügen von LF in die 2. Gleichung und Annahme, dass $f_v = 2$ liefert die Systemlebensdauer:

$$\text{Systemlebensdauer (km)} = 50 \times \left(\frac{1}{0.03336 \times 3} \right)^3 = 49880 \text{ km}$$

Zur Berechnung der Systemlebensdauer in Jahren müssen wir zunächst die Zahl der wöchentlich zurückgelegten Kilometer errechnen.

Die Zeit für das Zurücklegen des 4 m Hubs wurde mit 3 s errechnet. Die in einer Woche zurückgelegte Strecke kann somit errechnet werden.

Strecke / Woche (km) = (0,6 (Einschaltdauer) x 150 Std. x 3600 s) x (4 m / 3 s) = 432 km/Woche

Die Systemlebensdauer kann somit in Wochenzahlen errechnet werden:

$$\text{Systemlebensdauer} = \frac{49880 \text{ km}}{432 \text{ km / Wo}} = 115,5 \text{ Wochen} \approx 2,2 \text{ Jahre}$$

HepcoMotion®

Schwarzenbrucker Str. 1

90537 Feucht, Deutschland

Tel.: +49 (0) 9128 9271 0

E-mail: info.de@hepcotion.com