

DIN 637



ICS 21.100.20

Ersatz für
DIN 637:2013-08
Siehe Anwendungsbeginn

**Wälzlager –
Sicherheitstechnische Festlegungen für Dimensionierung und Betrieb von
Profilschienenführungen mit Wälzkörperumlauf;
Text Deutsch und Englisch**

Rolling bearings –
Safety regulations for dimensioning and operation of profiled rail guides with recirculating
rolling elements;
Text in German and English

Roulements –
Spécifications de sécurité pour le dimensionnement et l'opération de guidages à rail profilé de
recirculation d'éléments roulants;
Texte en allemand et anglais

Gesamtumfang 47 Seiten

DIN-Normenausschuss Wälz- und Gleitlager (NAWGL)

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist 2016-12-01.

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
1 Anwendungsbereich.....	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe und Symbole	4
4 Verfahren zur Auswahl einer Profilschienenführung.....	6
5 Anforderungen	8
5.1 Dimensionierung.....	8
5.1.1 Schraubenverbindungen	8
5.1.2 Statische und dynamische Tragfähigkeit.....	12
5.1.3 Anschlusskonstruktion – Fixierung von Führungswagen und Schiene.....	18
5.2 Risikominimierung bei Einsatz von Profilschienenführungen	20
5.3 Transport, Verpackung und Lagerung.....	21
5.3.1 Allgemeines	21
5.3.2 Sicherheitsvorkehrungen während des Transportes	21
5.3.3 Sicherheitsrelevante Hinweise zur Verpackung.....	22
5.3.4 Hinweise zur korrekten Lagerung	22
Literaturhinweise.....	23

Vorwort

Diese Norm enthält sicherheitstechnische Festlegungen.

Diese Norm wurde vom Arbeitsausschuss NA 118-01-11 AA „Linear-Wälzlager einschließlich Teile und Zubehör“ im DIN-Normenausschuss Wälz- und Gleitlager (NAWGL), erarbeitet.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. Das DIN [und/oder die DKE] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Änderungen

Gegenüber der DIN 637:2013-08 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Das Wort „Linearführung“ wurde im gesamten Dokument mit dem Wort „Profilschienenführung“ ersetzt;
- b) Abschnitt 3 „Begriffe und Symbole“ überarbeitet;
- c) Abschnitt 5 „Anforderungen“ thematisch umstrukturiert;
- d) Bezeichnungen in Tabelle 2 geändert;
- e) Bild 4 überarbeitet;
- f) Erweiterung der Unterabschnitte 5.2 und 5.3.

Frühere Ausgaben

DIN 637: 2013-08

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für Profilschienenführungen mit Wälzkörperumlauf nach DIN ISO 12090-1 und DIN ISO 12090-2 und enthält sicherheitstechnische Festlegungen für Dimensionierung und Betrieb.

Sie dient dazu, Gefahrenpotentiale bei Verwendung von Profilschienenführungen zu reduzieren sowie Restrisiken zu beurteilen und erleichtert damit Herstellern von Maschinen, die Profilschienenführungen mit Wälzkörperumlauf verwenden, die Anwendung der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG.

ANMERKUNG Unter Anwender von Profilschienenführungen sind z. B. Maschinenhersteller, Anlagenbauer, Systemintegratoren und andere Inverkehrbringer gemeint.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

DIN EN ISO 898-1, *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl — Teil 1: Schrauben mit festgelegten Festigkeitsklassen — Regelgewinde und Feingewinde*

DIN ISO 281, *Wälzlager — Dynamische Tragzahlen und nominelle Lebensdauer*

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*

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

DIN ISO 12090-2, *Wälzlager — Profilschienenführungen mit kompakten Kugel- oder Rollenumlaufwagen — Teil 2: Maße und Toleranzen für Serie 4 und 5*

ISO 15241, *Rolling bearings — Symbols for physical quantities*

3 Begriffe und Symbole

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe und Symbole nach DIN ISO 281, DIN ISO 14728-1, DIN ISO 14728-2 und ISO 15241 und die folgenden Symbole.

a_1	Lebensdauerbeiwert für die Zuverlässigkeit
C_0	statische Tragzahl, in Newton (N)
C_{dyn}	dynamische Tragzahl, in Newton (N)
C_{50B}	dynamische Tragzahl für Profilschienenführung mit kompaktem Kugelwagen, errechnet für eine nominelle Lebensdauer von 5×10^4 m (Basis 50 km), in Newton (N)
C_{50R}	dynamische Tragzahl für Profilschienenführung mit kompaktem Rollenwagen, errechnet für eine nominelle Lebensdauer von 5×10^4 m (Basis 50 km), in Newton (N)
C_{100}	dynamische Tragzahl nach DIN ISO 14728-1 von 10^5 m (Basis 100 km), in Newton (N)

C_{100B}	dynamische Tragzahl für Profilschienenführung mit kompaktem Kugelwagen, errechnet für eine nominelle Lebensdauer von 10^5 m (Basis 100 km), in Newton (N)
C_{100R}	dynamische Tragzahl für Profilschienenführung mit kompaktem Rollenwagen, errechnet für eine nominelle Lebensdauer von 10^5 m (Basis 100 km), in Newton (N)
d_2	Durchmesser der Senkbohrung für Bolzen zur Befestigung des Führungswagens
e	Maßzahl der Lebensdauerstreuung, die experimentell ermittelte Weibull-Steigung (ca. 1,5)
F	äquivalente Last, in Newton (N)
F_i	Belastung innerhalb des Zeitanteils, in Newton (N)
$F_{S, \max}$	maximale statische Seitenlast, in Newton (N)
$F(t)$	Belastung über Zeit, in Newton (N)
F_y	Lastanteil in y-Richtung, in Newton (N)
F_z	Lastanteil in z-Richtung, in Newton (N)
$F_{Zug, \max}$	maximale statische Zugbelastung, in Newton (N)
G	Bezeichnung des Innengewindes des Führungswagens
L_{10}	nominelle Lebensdauer bezogen auf eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 90 %, in Kilometer (km)
L_{10h}	nominelle Lebensdauer bezogen auf eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 90 % in Stunden (h)
L_{na}	modifizierte nominelle Lebensdauer, in Kilometer (km)
M	Moment, in Newtonmeter (Nm)
M_0	statische Momententragfähigkeit, in Newtonmeter (Nm)
M_{0x}	statische Momententragfähigkeit um die Momentenachse x, in Newtonmeter (Nm)
M_{0y}	statische Momententragfähigkeit um die Momentenachse y, in Newtonmeter (Nm)
M_{0z}	statische Momententragfähigkeit um die Momentenachse z, in Newtonmeter (Nm)
M_A	Anzugsmoment, in Newtonmeter (Nm)
M_{dyn}	dynamisches Moment, in Newtonmeter (Nm)
M_{dynx}	dynamisches Moment um die Momentenachse x, in Newtonmeter (Nm)
M_{dyny}	dynamisches Moment um die Momentenachse y, in Newtonmeter (Nm)
M_{dynz}	dynamisches Moment um die Momentenachse z, in Newtonmeter (Nm)

$M_{t,max}$	maximales Moment, in Newtonmeter (Nm)
N_1	Bezeichnung des Bohrungsdurchmessers der Profilschienenführung
P_0	äquivalente statische Last, in Newton (N)
P	dynamische äquivalente Belastung, in Newton (N)
p	Lebensdauerexponent (für Kugelumlauf Führungen $p = 3$; für Rollenumlauf Führungen $p = 10/3$)
q_i	Zeitanteil der Wirkdauer, in Prozent (%)
s_0	statischer Tragsicherheitsfaktor
S	Überlebenswahrscheinlichkeit (Erlebenswahrscheinlichkeit), in Prozent (%)
v_i	Geschwindigkeit innerhalb des Zeitanteils, in Meter je Minute (m/min)
v_m	mittlere Geschwindigkeit, in Meter je Minute (m/min)
$v(t)$	Geschwindigkeit über Zeit, in Meter je Minute (m/min)

4 Verfahren zur Auswahl einer Profilschienenführung

Die Produktdokumentationen der Hersteller der Profilschienenführungen sind bei der Auswahl der Profilschienenführungen durch den Hersteller der Maschine unbedingt einzuhalten. Insbesondere sind hierzu die folgenden Eigenschaften und Bedingungen der Profilschienenführung zu beachten:

- a) Form- und Lagetoleranzen;
- b) Dynamikgrenzen;
- c) Belastung;
- d) Schmierung;
- e) Umgebungsbedingungen der Profilschienenführung (z. B. Luftfeuchte).

Die Auswahl einer Profilschienenführung kann durch die Verfahrensanweisung nach Bild 1 unterstützt werden. Diese Verfahrensanweisung enthält Verweise auf Abschnitte dieser Norm mit detaillierten Angaben.

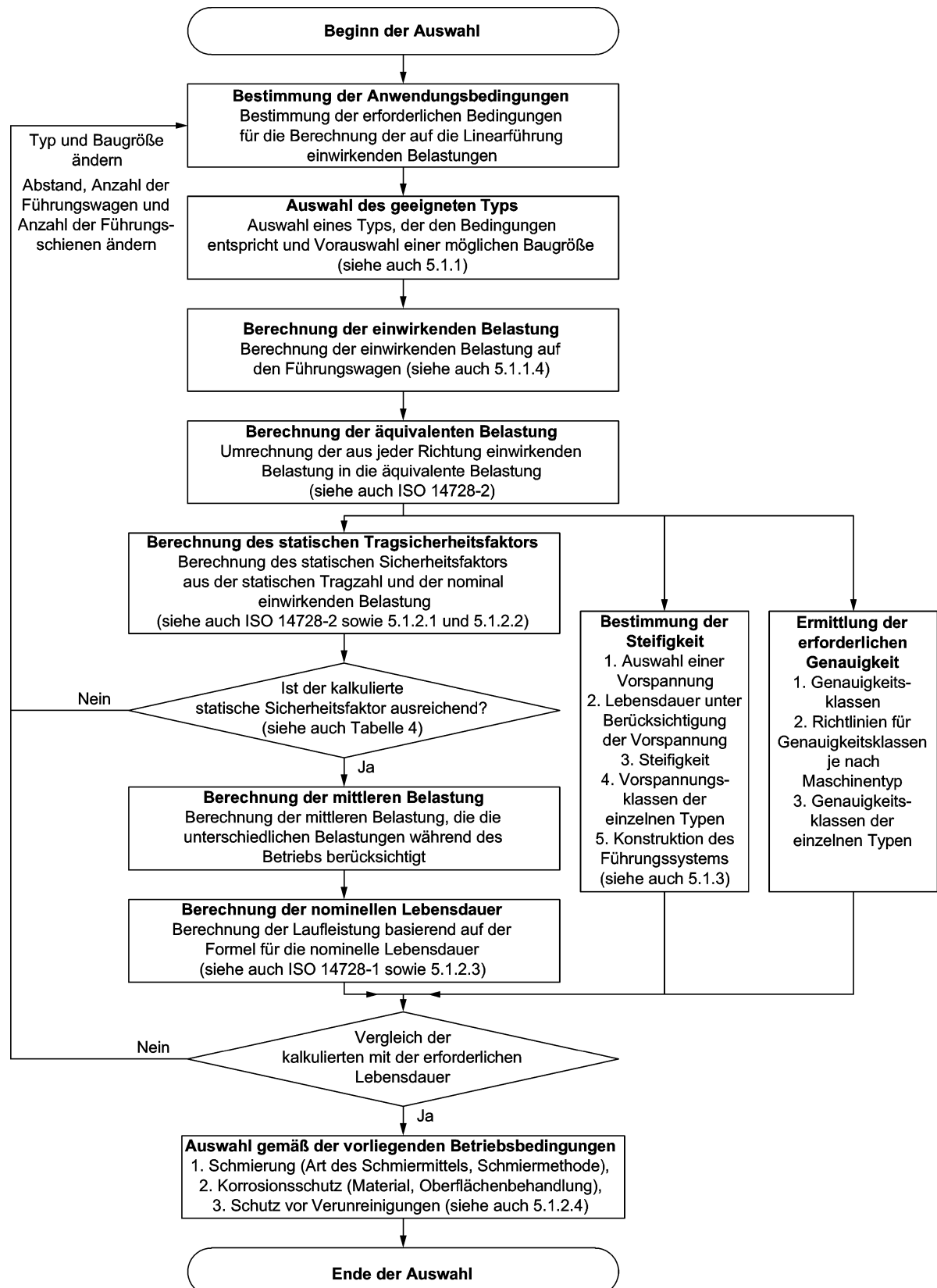


Bild 1 — Auswahl einer Profilschienenführung

5 Anforderungen

5.1 Dimensionierung

5.1.1 Schraubenverbindungen

5.1.1.1 Allgemeines

Die maximale Belastbarkeit einer Führung wird nicht nur durch die statische und dynamische Tragfähigkeit der Wälzkontakte bestimmt, sondern wesentlich durch die Schraubverbindung von Schiene und Führungswagen. Dabei sind die Gewindedurchmesser und Bohrungsabstände in DIN ISO 12090-1 und DIN ISO 12090-2 festgelegt. Nicht festgelegt ist die Schraubengüte. Aus dieser resultiert die zulässige Zugspannung sowie die Bruchkraft eines Schraubenschaftes.

ACHTUNG — Es ist darauf zu achten, dass im Führungswagen und in der Schiene alle zur Verfügung stehenden Befestigungsbohrungen zu nutzen sind. Die im Abschnitt 5.1 genannten Belastungswerte gelten für eine Mindestanzahl von 3 aufeinanderfolgenden Befestigungsbohrungen in der Schiene.

5.1.1.2 Schraubengüte

Um die Bruchsicherheit im Falle einer Kollision von bewegten Achsen zu erhöhen, sollten für Profilschienenführungen möglichst Schrauben der Festigkeitsklasse 12.9 nach DIN EN ISO 898-1 verwendet werden. Grundsätzlich sind Festigkeitsklassen nach DIN EN ISO 898-1 von 8.8 bis 12.9 einsetzbar.

5.1.1.3 Anzugsmomente

Typische Anzugsmomente von Schrauben der Festigkeitsklasse 8.8 nach DIN EN ISO 898-1 siehe Tabelle 1 für Profilschienenführungen nach DIN ISO 12090-1.

Tabelle 1 — Anzugsmomente für Profilschienenführungen

Baugröße	Führungswagen Serie 1				Führungswagen Serie 2, 3		Schiene	
	von oben verschraubt		von unten verschraubt		von oben verschraubt		von oben verschraubt	
	G	M_A Nm	d_2	M_A Nm	G	M_A Nm	N_1	M_A Nm
15	M5	6	M4	3	M4	3	M4	3
20	M6	10	M5	6	M5	6	M5	6
25	M8	25	M6	10	M6	10	M6	10
30	M10	49	M8	24	M8	25	M8	24
35	M10	49	M8	24	M8	25	M8	24
45	M12	83	M10	48	M10	49	M12	83
55	M14	130	M12	81	M12	83	M14	130
65	M16	200	M14	130	M16	200	M16	200
85	M20	410	M16	200	—	—	M20	410
100	M20	410	M16	200	M16	200	M24	700
125	M27	1040	M24	700	M24	710	M30	1 400

ACHTUNG — Bei der Verwendung von Schrauben der Festigkeitsklasse 12.9 nach DIN EN ISO 898-1 müssen unbedingt die Herstellerangaben für die zulässigen Anzugsmomente bei der Montage beachtet werden. Diese können von VDI 2230 Blatt 1 abweichen. Die Bruchkraft der Schraube ist dabei vom Anzugsmoment unabhängig.

5.1.1.4 Maximale Kräfte und Momente von Profilschienenführungen nach DIN ISO 12090-1

Die maximale Belastung einer Profilschienenführung darf nicht nur durch die statischen Tragfähigkeiten C_0 nach ISO 14728-2 und die statischen Momente M_{0x} der Wälzkontakte bestimmt werden. Für ihre Ermittlung müssen auch die Schraubenverbindungen betrachtet werden. Führungswagen werden in der Regel mit 4 oder 6 Schrauben befestigt. Führungsschienen müssen in regelmäßigen Abständen über eine einreihige Schraubverbindung verfügen. Steht der Führungswagen exakt über einer Schienenschraube, nimmt diese den größten Anteil an Belastung auf. Aus diesem Grund muss bei der Betrachtung der Belastungsfähigkeit auf die Länge des Führungswagens, die Abstände der Schienenbohrungen, die Schraubengröße und die Breite der Schienenauflagefläche geachtet werden. Das Rutschen oder Klaffen bei Überschreitung einer maximalen Lastgrenze wird in erster Linie durch die Verschraubung der Schiene bestimmt.

Tabelle 2 zeigt die zulässigen statischen Zugkräfte und Momente um die Führungsachse für Profilschienenführungen in verschiedenen Ausführungen für Schraubenanzugsmomente mit der Festigkeitsklasse nach DIN EN ISO 898-1 8.8 nach Tabelle 1. Bild 2 dient der Veranschaulichung hierzu.

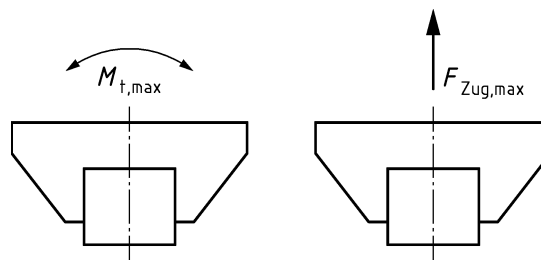


Bild 2 — Veranschaulichung statische Zugkräfte und Momente

Tabelle 2 — Maximale statische Zugbelastungen und Momente von Profilschienenführungen auf Basis der Schraubenverbindung mit Schrauben der Festigkeitsklasse 8.8 nach DIN EN ISO 898-1

Bau- größe	Kugelumlaufführung						Rollenumlaufführung			
	kurzer Führungswagen		1M, 2M, 3M normaler Führungswagen		1L, 2L, 3L langer Führungswagen		1M, 2M, 3M normaler Führungswagen		1L, 2L, 3L langer Führungswagen	
	$F_{\text{Zug,max}}$	$M_{\text{t,max}}$	$F_{\text{Zug,max}}$	$M_{\text{t,max}}$	$F_{\text{Zug,max}}$	$M_{\text{t,max}}$	$F_{\text{Zug,max}}$	$M_{\text{t,max}}$	$F_{\text{Zug,max}}$	$M_{\text{t,max}}$
	N	Nm	N	Nm	N	Nm	N	Nm	N	Nm
15	3 200	22	3 700	26	4 200	30	7 400	52	8 500	60
20	5 500	51	6 400	60	7 300	68	12 700	120	14 600	140
25	8 100	87	9 400	100	10 800	120	18 800	200	21 500	230
30	15 900	210	18 500	240	21 100	280	37 000	490	42 300	560
35	15 800	250	18 500	300	21 100	340	36 900	590	42 200	680
45	39 300	830	45 900	970	52 400	1 100	91 700	1 900	104 800	2 200
55	54 600	1 400	63 700	1 600	72 800	1 800	127 400	3 200	145 600	3 600
65	75 600	2 200	88 200	2 600	100 800	3 000	176 400	5 200	201 700	6 000
85	124 700	5 000	145 500	5 800	166 300	6 600	291 000	11 600	332 600	13 300
100	179 700	8 400	209 700	9 900	239 600	11 300	419 400	19 700	479 300	22 500
125	290 400	17 100	338 900	19 900	387 300	22 800	677 700	39 800	774 500	45 500

Werden die Kräfte in Zugrichtung und Momentenlast (siehe Tabelle 2) um die Führungsachse überschritten, müssen die Schraubverbindungen erneut geprüft werden.

ANMERKUNG Eine Überschreitung kann zum Lockern der Schraubverbindung führen.

ACHTUNG — Bei dynamischer Beanspruchung sind die Kräfte und Momente nach Tabelle 2 um mindestens 35 % als Richtwert abzuwerten. Weitere Kräfte und Momente (abweichend von Bild 2) sind bei Bedarf zu berücksichtigen.

Für den sicheren Aufbau müssen Anschlagleisten an Führungswagen und Schiene (siehe Bild 11) verwendet werden. Falls keine Anschlagleisten am Führungswagen oder der Schiene verwendet werden, dann ist bei Belastung in Seitenrichtung (siehe Bild 3) ein Verrutschen der Führung möglich, sobald die Seitenkräfte in Tabelle 3 überschritten werden. Die angegebenen maximalen Seitenlasten gelten für die Schraubenfestigkeitsklasse 8.8 nach DIN EN ISO 898-1 und eine Anschlusskonstruktion aus Stahl oder Guss.

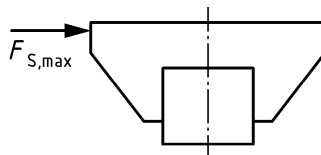


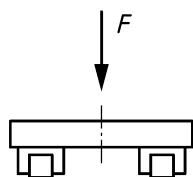
Bild 3 — Veranschaulichung Belastung in Seitenrichtung

Tabelle 3 — Maximale statische Seitenlast ohne Anschlagleisten bei Festigkeitsklasse 8.8 nach DIN EN ISO 898-1

Baugröße	Kugelumlaufführung			Rollenumlaufführung	
	kurzer Führungswagen	1M, 2M, 3M normaler Führungswagen	1L; 2L, 3L langer Führungswagen	1M, 2M, 3M normaler Führungswagen	1L; 2L, 3L langer Führungswagen
	$F_{S,max}$	$F_{S,max}$	$F_{S,max}$	$F_{S,max}$	$F_{S,max}$
	N	N	N	N	N
15	240	280	320	550	630
20	410	480	550	960	1 100
25	610	710	810	1 400	1 600
30	1 200	1 400	1 600	2 800	3 200
35	1 200	1 400	1 600	2 800	3 200
45	3 000	3 400	3 900	6 900	7 900
55	4 100	4 800	5 500	9 600	10 900
65	5 700	6 600	7 600	13 200	15 100
85	9 400	10 900	12 500	21 800	25 000
100	13 500	15 700	18 000	31 500	36 000
125	21 800	25 400	29 000	50 800	58 100

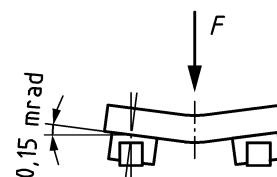
Die in den Bildern 2 und 3 dargestellten maximalen Belastungen gelten ausschließlich für ideal steife Anbindungsflächen der Anschlusskonstruktion. Bei labilen Anschlussflächen steigen die internen Zwangskräfte auf den Wälzkörpersatz der Führung und die Schraubenbelastungen an, was zum Frühausfall und zum Lösen der Schraubverbindungen führen kann. In Bild 4 ist die Zusatzbelastung auf den Wälzkörpersatz verdeutlicht.

BEISPIEL Durch die Biegung der Schlittenplatte werden die Führungswagen um die Führungsachse zusätzlich verkippt. Im Beispiel im Bild 4b) ist eine Verkipfung von 0,15 mrad verdeutlicht. Diese kann bei sehr steifen Führungselementen ein internes Moment von bis zu 200 Nm (Baugröße 35) bewirken. Dieses Zusatzmoment bewirkt eine erhebliche Minderung der nominellen Lebensdauer.



a) ideal steife Platte

(Interne Lagerlast: F ; erreichbare Lebensdauer nach Berechnung L_{10})



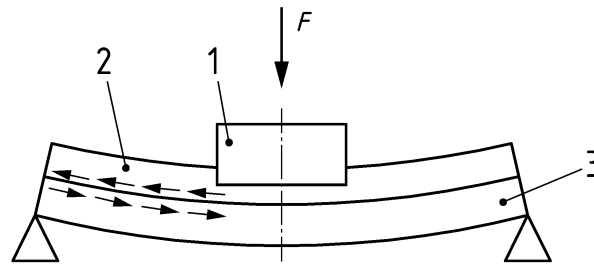
b) nachgiebige Platte

(Interne Lagerlast: $F + M$; erreichbare Lebensdauer ca. $0,3 \cdot L_{10}$)

Bild 4 — Beispiel für interne Zwangskräfte bei nachgiebiger Anbindung

Interne Kräfte und Momente können durch Ungenauigkeiten in der Anschlusskonstruktion entstehen. Es sind die Herstellerangaben zu beachten.

Verformungen der Anschlussgeometrie können zum Lösen von Schraubverbindungen führen. Ein solches Beispiel ist in Bild 5 dargestellt.



Legende

- 1 Führungswagen
- 2 Führungsschiene
- 3 Anschlussfläche (nachgiebig)

Bild 5 — Rutschen der Schienenverbindung durch nachgiebige Anschlussflächen

Aufgrund der Verformung der Anschlussfläche müssen über die Verschraubungsfläche Schubspannungen übertragen werden. Diese führen je nach Anzahl der Lastzyklen und der Höhe der Last zu axialen Mikrobewegungen der Schiene, zu Setzeffekten im Bereich der Verschraubungen und längerfristig zum Lösen der Schienenverbindung. Abhilfe bringt in diesen Fällen zusätzliches Versteifen oder Verkleben der Schiene mit Konstruktionskleber.

5.1.2 Statische und dynamische Tragfähigkeit

5.1.2.1 Statische Tragzahl und Momente

Führungen werden auch im Stillstand belastet. Die Höhe der maximal zulässigen Belastung einer Profilschienenführung im Stillstand wird durch die Angabe der statischen Tragzahl und Momente begrenzt. In der Wälzlagertechnik sind statische Tragzahl und Moment diejenigen Belastungen, bei denen an Laufbahnen und Wälzkörpern eine bleibende Gesamtverformung auftritt, die einem Zehntausendstel des Wälzkörperdurchmessers entspricht.

Bei Profilschienenführungen stellt die statische Tragzahl C_0 nach DIN ISO 14728-2 diejenige Belastung in Normalrichtung dar, bei der die Hertz'sche Pressung im Wälzkontakt im Falle einer Profilschienenführung mit Kugeln einen Wert von $4\,200\text{ N/mm}^2$ und im Falle einer Profilschienenführung mit Rollen einen Wert von $4\,000\text{ N/mm}^2$ erreicht, siehe Bild 6.



a) Profilschienenführung mit Kugelumlauf

b) Profilschienenführung mit Rollenumlauf

Bild 6 — Hertz'sche Pressung im Wälzkontakt

Ebenso verhält es sich bei den Angaben der statischen Momente M_{0x} , M_{0y} , M_{0z} . Diese stellen diejenigen Belastungen um die Momentenachsen x, y und z dar, bei der die Hertz'sche Pressung in Wälzkontakt im Falle einer Profilschienenführung mit Kugeln einen Wert von $4\,200\text{ N/mm}^2$ und im Falle einer Profilschienenführung mit Rollen einen Wert von $4\,000\text{ N/mm}^2$ erreicht.

Die statische Tragzahl C_0 und die statischen Momente M_{0x} , M_{0y} , M_{0z} beziehen sich dabei ausschließlich auf Deformationen des Wälzkontaktes. Sie berücksichtigen nicht die Festigkeit der Schraubverbindungen. Diese müssen in jedem Fall separat betrachtet werden.

Die statische Tragzahl C_0 ist nach DIN ISO 14728-2 zu berechnen.

5.1.2.2 Statische Tragsicherheit

Jede Konstruktion mit Wälzkontakt muss bezüglich der statischen Tragsicherheit rechnerisch verifiziert werden. Der statische Tragsicherheitsfaktor für eine Profilschienenführung ergibt sich durch die folgende Gleichung:

$$s_0 = \frac{C_0}{P_0} \quad (1)$$

P_0 ist dabei die größte auftretende, zeitunabhängige Belastungsamplitude, die auf die Profilschienenführung wirken kann. Zur Auslegung gelten die Angaben in Tabelle 4.

Tabelle 4 — Auslegung des statischen Tragsicherheitsfaktors in Bezug zur Einsatzbedingung der Profilschienenführung

Statischer Tragsicherheitsfaktor s_0	Einsatzbedingungen
≥ 12	Überkopf hängende Anordnungen oder Anwendungen mit hohem Gefährdungspotential.
8 - 12	Hohe dynamische Beanspruchung im Stillstand, Verschmutzung.
5 - 8	Normale Auslegung von Maschinen und Anlagen, wenn nicht alle Belastungsparameter oder Anschlussgenauigkeiten vollständig bekannt sind.
3 - 5	Alle Belastungsdaten sind vollständig bekannt. Erschütterungsfreier Lauf ist gewährleistet.
Bei Gefahren für Leib und Leben von Personen ist 5.1.3 zu beachten.	

5.1.2.3 Auslegung der Lebensdauer

5.1.2.3.1 Nominelle Lebensdauer

Die nominelle Lebensdauer L_{10} wird nach DIN ISO 14728-1 berechnet. Die nominelle Lebensdauer L_{10} ist die Laufstrecke und L_{10h} ist die Laufzeit, die bei einer bestimmten Belastung mit einer Überlebenswahrscheinlichkeit S von 90 % von einer genügend großen Anzahl von Profilschienenführungen erreicht wird. Dies bedeutet, dass 10 % einer herangezogenen Menge vor dem berechneten Lebensdauerwert ausfallen können. Sind entsprechend der Anwendung andere Ausfallwahrscheinlichkeiten gefordert, so können diese wie in 5.1.2.3.3 bis 5.1.2.3.5 angegeben berechnet werden.

$$L_{10} = \left(\frac{C_{100}}{P} \right)^p \times 100 \quad (2)$$

$$L_{10h} = \frac{1666}{v_m} \times \left(\frac{C_{100}}{P} \right)^p \quad (3)$$

ANMERKUNG Wird für die Festlegung der dynamischen Tragzahl eine nominelle Lebensdauer von 5×10^4 m zugrunde gelegt, dann sollte ein Umrechnungsfaktor wie folgt eingesetzt werden.

Für die dynamische Tragzahl einer Profilschienenführung:

— Profilschienenführung mit Kugeln

$$C_{100B} = \frac{C_{50B}}{1,26} \quad (4)$$

— Profilschienenführung mit Rollen

$$C_{100R} = \frac{C_{50R}}{1,23} \quad (5)$$

5.1.2.3.2 Modifizierte nominelle Lebensdauer

Für manche Anwendungen ist eine Auslegung der Profilschienenführung nach einer Überlebenswahrscheinlichkeit von 90 % nicht ausreichend. Für höhere Überlebenswahrscheinlichkeiten S gilt die modifizierte nominelle Lebensdauer L_{na} .

$$L_{na} = a_1 \cdot \left(\frac{C_{100}}{P} \right)^p \times 100 \quad (6)$$

Mit dem Lebensdauerbeiwert a_1 kann die Überlebenswahrscheinlichkeit S berechnet werden. Bei einer Überlebenswahrscheinlichkeit S von 90 % wird $a_1 = 1$, siehe auch Tabelle 5. Bei anderen Überlebenswahrscheinlichkeiten weicht der Wert a_1 von 1 ab, siehe auch Gleichung (7).

$$a_1 = \left(\frac{\ln(1/S)}{\ln(1/0,9)} \right)^{1/e} \quad (7)$$

Der Weibull-Steigung e nähert sich bei Überlebenswahrscheinlichkeiten von über 90 % dem Wert 1,5.

Tabelle 5 — Zusammenhang Überlebenswahrscheinlichkeit - Lebensdauerbeiwert

Überlebenswahrscheinlichkeit S %	Lebensdauerbeiwert a_1
90	1,00
95	0,62
96	0,53
97	0,44
98	0,33
99	0,21

Somit kann nach Gleichung (6) bei vorgegebener Überlebenswahrscheinlichkeit S die Lebensdauer einer Maschine berechnet werden, wenn mehrere Führungswagen mit unterschiedlichen Belastungen verbaut sind.

$$L_{na} = \left(\frac{\ln S}{\ln 0,9 \times \left[\left(\frac{P_1}{C_{100,1}} \right)^{p \cdot 1,5} + \left(\frac{P_2}{C_{100,2}} \right)^{p \cdot 1,5} + \dots + \left(\frac{P_i}{C_{100,i}} \right)^{p \cdot 1,5} \right]} \right)^{\frac{2}{3}} \times 100 \quad (8)$$

Dabei ist

i die Anzahl der Führungswagen.

BEISPIEL In einer Maschine sind 4 Führungswagen mit Kugelumlauf verbaut. Diese sind baugleich und verfügen über eine dynamische Tragzahl C_{100} von je 10 000 N. Die dynamisch äquivalenten Belastungen P der Wagen sind unterschiedlich ($P_1 = 2\,500$ N, $P_2 = 1\,500$ N, $P_3 = 1\,200$ N, $P_4 = 1\,000$ N).

Führungswagen 1 ist der höchst belastete. Wird nur dieser Führungswagen betrachtet, so ergibt sich eine Lebensdauer bei $S = 0,9$ von:

$$L_{na} = \left(\frac{10\,000}{2\,500} \right)^3 \times 100 = 6\,400 \text{ km} \quad (9)$$

Werden alle 4 Führungswagen betrachtet, so ergibt sich eine Lebensdauer bei $S = 0,9$ von:

$$L_{na} = \left(\frac{\ln 0,9}{\ln 0,9 \times \left[\left(\frac{2\,500}{10\,000} \right)^{4,5} + \left(\frac{1\,500}{10\,000} \right)^{4,5} + \left(\frac{1\,200}{10\,000} \right)^{4,5} + \left(\frac{1\,000}{10\,000} \right)^{4,5} \right]} \right)^{\frac{2}{3}} \times 100 = 5\,819 \text{ km} \quad (10)$$

Für eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 99 % ergibt sich für alle 4 Führungswagen eine Lebensdauer von:

$$L_{na} = \left(\frac{\ln 0,99}{\ln 0,9 \times \left[\left(\frac{2\,500}{10\,000} \right)^{4,5} + \left(\frac{1\,500}{10\,000} \right)^{4,5} + \left(\frac{1\,200}{10\,000} \right)^{4,5} + \left(\frac{1\,000}{10\,000} \right)^{4,5} \right]} \right)^{\frac{2}{3}} \times 100 = 1\,214 \text{ km} \quad (11)$$

5.1.2.3.3 Äquivalente Belastung und Geschwindigkeit

Gleichungen (2) bis (4) setzen voraus, dass die Belastung P und die Geschwindigkeit v konstant sind. Nicht konstante Betriebsbedingungen lassen sich durch äquivalente Betriebswerte berücksichtigen.

Allgemein gilt für die dynamisch äquivalente Belastung P :