EWELLIX

MAKERS IN MOTION

Präzisions-schienenführungen Katalog

Inhalt

1. Einleitung 4
1.1 Allgemeine Informationen 5
1.2 Produktübersicht 6
1.3 Allgemeine Informationen zum Anti-Creeping-System . 8
1.4 Ewellix-Präzisionsschienenführungen in Kit-Verpackung. 10
1.5 Produkteigenschaften und Vorteile 11

2. Produktauswahlkriterien 12
2.1 Technische Informationen 13
2.1.1 Werkstoffe 13
2.1.2 Beschichtung 13
2.1.3 Zulässige Betriebstemperaturen 13
2.1.4 Zulässige Verfahrgeschwindigkeiten und Beschleunigungen 13
2.1.5 Erforderliche Mindestbelastung 14
2.1.6 Zulässige maximale Belastung 14
2.1.7 Reibung 14
2.1.8 Steifigkeitsverhalten 14
2.1.9 Genauigkeitsklassen Schienen 15
2.1.10 Genauigkeit der Wälzkörper 15
2.1.11 Maßgenauigkeit 16
2.1.12 Sortierung 16
2.1.13 Zusammengesetzte Schienen 16
2.2 Auslegung von Präzisionsschienenführungen 17
2.2.1 Statische Tragsicherheit – Berechnungskonzept .. 17
2.2.2 Statische Tragsicherheit – Berechnungsmethode. 18
2.2.3 Nominelle Lebensdauer 18
2.2.4 Berechnung der nominellen Lebensdauer 19
2.2.5 Gebrauchsdauer 19
2.2.6 Querverweise auf relevante Kapitel 19
2.2.7 Tool zur Auslegung von Präzisionsschienenführungen .. 19
2.3 Bestimmung der effektiven Tragzahlen 20
2.3.1 Im Katalog angegebene statische und dynamische Tragzahlen 20
2.3.2 Einfluss der Härte 21
2.3.3 Einfluss der Betriebstemperatur 21
2.3.4 Gestaltung der Schienenführung 22
2.3.5 Kinematik der Schienenführung 23
2.3.6 Anzahl der Wälzkörper z, z_T 25
2.3.7 Geometrie eines Schienenführungssystems 26
2.4 Berechnung der Lagerbelastung 27
2.4.1 Übertragung externer Belastungen auf F_y, F_z, M_x, M_y, M_z 27
2.4.2 Vorspannkraft 28
2.4.3 Zusammenführung von F_y, F_z, M_x, M_y, M_z zu einem Belastungswert 28
2.4.4 Einfluss der Hublänge auf die dynamische äquivalente Belastung 29
2.4.5 Dynamische äquivalente mittlere Belastung 29
2.4.6 Maximale resultierende Belastung 30
2.4.7 Detaillierte Gleichung zur Berechnung der statischen Tragsicherheit 30
2.4.8 Detaillierte Gleichung zur Berechnung der nominellen Lebensdauer 30
2.5 Berechnungsbeispiel zur Auslegung einer Präzisionsschienenführung 31
2.6 Berechnung der Steifigkeit 36
2.6.1 Bestimmung der elastischen Verformung mithilfe der Nomogramme 36
2.6.2 Ermittlung der resultierenden Einfederung eines Schienenführungssystems 42
2.6.3 Beispiel zur Berechnung der resultierenden Einfederung 43
2.7 Technische Informationen zu gleitgelagerten Präzisionsschienenführungen 44
2.7.1 Flächenpressung 44
2.7.2 Verschleiß 44
2.7.3 Reibungsverhalten 45
2.7.4 Temperaturbereich 45
2.7.5 Beständigkeit 45
2.8 Legende 46

3. Produktprogramm 48
3.1 LWR / LWRB 49
3.2 LWRE 54
3.3 LWRE ACS 59
3.4 LWRE / LWRB ACSM 63
3.5 LWRM / LWRV 67
3.6 LWM / LWV 71
3.7 LWM / LWV ACSZ 75
3.8 LWRPM / LWRPV 79
3.9 Sonstige Produkte 82
3.9.1 LWML / LWV 82
3.9.2 LWN / LWO 82
3.9.3 LWJ / LWS Flach-Schienenführungen 82
3.10 GCL / GCLA Standardschlitten 83
3.11 LZM Miniaturschlitten 88

4. Montage- und Betriebsanleitung 92
4.1 Konstruktionsrichtlinien 93
4.1.1 Bestimmungsgemäße Verwendung 93
4.1.2 Typische Einbauanordnung: „Eingespannte Führung“ .. 93
4.1.3 Genauigkeit der Anlageflächen 93
4.1.4 Wahl der Endstücke 94
4.1.5 Fasen an den Präzisionsschienenführungen 95
4.1.6 Toleranz des Abstands zwischen den Befestigungsbohrungen 95
4.1.7 Berechnung des Maßes J_1 95
4.1.8 LWGD Spezial-Befestigungsschrauben 96
4.1.9 Vorspannen 96
4.1.10 Anzugsmomente für Befestigungsschrauben 98
4.2 Montage 99
4.2.1 Grundlegende Hinweise 99
4.2.2 Allgemeine Montagehinweise 99
4.2.3 Einbau von Schienenführungen ohne ACS-System .. 99
4.2.4 Einbau von Schienenführungen mit ACS-System ... 100
4.3 Wartung 101
4.3.1 Schmierung 101
4.3.2 Nachschmierintervalle 101
4.3.3 Reparaturen 101
4.3.4 Stationäre Bedingungen/Transport/Lagerung 101

5. Bestellschlüssel 102

6. Datenblatt Kundenanwendung 108

EWELLIX

Mit Tradition in Innovation zur Technologieführerschaft

Ewellix ist ein innovatives globales Unternehmen und Hersteller von Lineartechniklösungen. Unsere hochmodernen lineartechnischen Lösungen ermöglichen die Steigerung der Maschinenleistung, die Maximierung der Betriebszeiten, die Senkung des Wartungsbedarfs, die Verbesserung der Sicherheit und die Einsparung von Energie.

Technologieführerschaft

Unser Unternehmen wurde **vor mehr als 50 Jahren** als Teil der SKF Gruppe gegründet, einem führenden globalen Technologieanbieter, der die weltweit ersten Fertigungslinien für Präzisions-Kugelgewinde und Rollengewinde errichtete. Durch unsere lange Geschichte als Teil von SKF verfügen wir über **umfassendes Know-how, um ständig neue Technologien zu entwickeln** und sie in hochmodernen Produkten einzusetzen, die unseren Kunden einen Wettbewerbsvorteil verschaffen.

2019 wurden wir von SKF unabhängig und änderten unseren Firmennamen in Ewellix. **Wir sind stolz auf unsere Unternehmensgeschichte und Erfahrung**. Sie bilden ein einzigartiges Fundament, auf dem wir ein flexibles Unternehmen aufbauen können, dessen größte Stärken Innovation und exzellente Engineering-Leistungen sind.

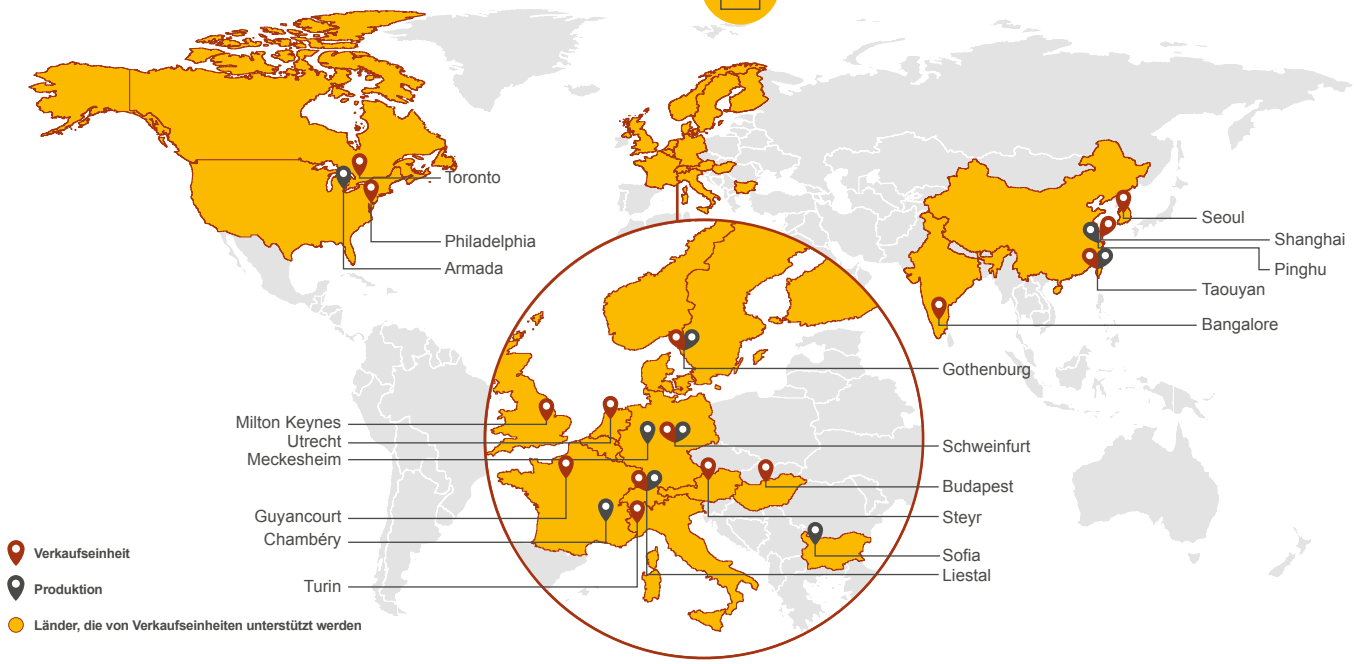
Globale Präsenz – lokaler Support

Mit unserer **globalen Präsenz** sind wir besonders gut aufgestellt, um **Standardkomponenten und individuell entwickelte Lösungen** anzubieten – und das bei umfassendem technischem und anwendungsbezogenem Support rund um die Welt. Durch die langjährigen Beziehungen zu unseren Vertriebspartnern können wir Kunden in vielen verschiedenen Branchen unterstützen. Wir bei Ewellix verkaufen nicht einfach Produkte; wir entwickeln integrierte Lösungen, die unseren Kunden helfen, ihre Ziele zu erreichen.

1 200 Mitarbeiter

16 Vertriebsstandorte

10 Produktionswerke



Bewährte Engineering-Kompetenz

Die Lineartechnik-Branche ist im Wandel. Lösungen, die die Umweltbelastung verringern und neue Technologien nutzen, sind das Gebot der Stunde. Mit unserem technischen Know-how und unserer Fertigungskompetenz helfen wir unseren Kunden, ihre Herausforderungen zu meistern.

Engineering-Lösungen für die Zukunft

Wir arbeiten für eine **Vielzahl von Branchen**, in denen unsere Lösungen wichtige Funktionen für unternehmenskritische Anwendungen bieten.

Für die Medizintechnik-Branche fertigen wir Präzisionskomponenten zum Einsatz in medizinischen Geräten.

Unsere tiefe Kenntnis von Systemen zur **Industrieautomatisierung** beruht auf jahrzehntelanger Forschung an fortschrittlichen Automatisierungskomponenten und -techniken.

Unser umfassendes Wissen über **mobile Maschinen** ermöglicht das Angebot von leistungsstarken, zuverlässigen elektromechanischen Lösungen für die härtesten Einsatzbedingungen. Für den industriellen Vertrieb bieten wir unseren Partnern Kompetenz in der Lineartechnik, damit sie ihre Kunden effizienter beliefern können.

Wir bieten Exzellenz

Wir verfügen über ein **einzigartiges Verständnis von linear-technischen Lösungen** und wie diese sich in die Kundenanwendungen integrieren lassen, um Höchstleistungen und maximale Maschineneffizienz zu ermöglichen.

Wir helfen unseren Kunden, indem wir Produkte entwickeln, die schneller und länger arbeiten und dabei sicher und nachhaltig sind.

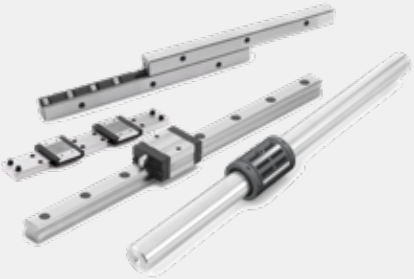
Wir bieten eine große Auswahl an **Linearkomponenten** und **elektromechanischen Aktuatoren** zur Ausstattung sämtlicher Automatisierungsanwendungen und helfen dadurch unseren Kunden, **ihren ökologischen Fußabdruck, ihren Energieverbrauch und ihren Wartungsaufwand zu senken**.

Wir streben einen geringeren Energieverbrauch an, der für **höhere Produktivität und geringere Umweltauswirkungen sorgt**.

Hub- und Verstellsysteme

Kugel- und Rollengewindetriebe

Linearführungen



1

Einleitung

1.1 Allgemeine Informationen

Als weltweit führender innovativer Entwickler und Hersteller von Lineartechnik- und Antriebslösungen kann Ewellix nahezu allen Kundenanforderungen in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht gerecht werden.

Im vorliegenden Katalog ist das gesamte Sortiment an Ewellix-Präzisionsschienenführungen sowie das entsprechende Zubehör aufgeführt.
Ewellix-Präzisionsschienenführungen sind Genauigkeitswälzlager für Linearbewegungen und somit für den Einsatz in allen Arten von Werkzeugmaschinen, Bearbeitungszentren, Handhabungssystemen, Sondermaschinen sowie Mess- und Prüfgeräten und Halbleiter-Produktionsanlagen bestens geeignet. Präzisionsschienenführungen von Ewellix stehen in mehreren Ausführungen und Baugrößen sowie einer Vielzahl von Normlängen zur Verfügung und können dem jeweiligen Anwendungsfall angepasst mit Kugel-, Rollen- oder Nadelrolleneinheiten sowie Gleitbelägen ausgerüstet werden. Zum Lieferumfang gehören außerdem noch die erforderlichen Zubehörteile für die Befestigung und Abdichtung. Ewellix-Präzisionsschienenführungen ermöglichen nach dem Baukastenprinzip aufgebaute, spielfreie und preiswerte Linearführungen von nahezu beliebiger Art und Länge.

Präzisionsschienenführungen zeichnen sich durch folgende charakteristische Produkteigenschaften aus:

- hohe, gleichbleibende Laufgenauigkeit
- reibungsarmer, stick-slip-freier Lauf
- hohe Verfahrgeschwindigkeiten
- geringe Erwärmung
- geringer Verschleiß und hohe Zuverlässigkeit
- hohe Steifigkeit
- höchste Tragfähigkeit

Besteht die Gefahr des Käfigwanderns (vor allem bei senkrechtem Einbau), bieten sich Präzisionsschienen mit Anti-Creeping-System (ACS) an, die dieses Problem beseitigen. Dieses steht für nahezu alle Wälzkörperarten zur Verfügung.

Für Anwendungsfälle, bei denen hohe Beschleunigungen auftreten, oder kurze, hochfrequente Hübe gefahren werden, kann Ewellix Schienenführungen mit Gleitbelag anbieten. Diese Schienenführungen können auch in Werkzeugmaschinen eingebaut werden, bei denen mehr Wert auf das Dämpfungsverhalten der Schienenführungen als auf den Vorteil der geringen Wälzreibung gelegt wird. Für Einbaufälle, bei denen Präzisionsschienenführungen z. B. aufgrund des begrenzten Verfahrweges nicht infrage kommen, bietet Ewellix weitere Linearführungssysteme wie Profilschienenführungen oder Linearkugellager an.

Alle gängigen Präzisionsschienen können auch in einer vorteilhaften Kit-Verpackung bezogen werden. Dies sichert die komplette Lieferung aller erforderlichen Einzelteile inkl. Endstücke und Schrauben.

Dieser Katalog enthält alle grundlegenden Informationen, die aus unserer Sicht für unsere Kunden von Interesse sind. Wenn Sie darüber hinausgehende technische Beratung benötigen, setzen Sie sich bitte mit Ihrem zuständigen Ewellix Ingenieur- und Verkaufsbüro in Verbindung.

1.2 Produktübersicht

Ewellix bietet ein breites Sortiment an Präzisionsschienenführungen an (↳ **Tabelle 1**). Die verschiedenen Ausführungsarten unterscheiden sich hauptsächlich durch die verwendeten Wälzkörper: .

- Kugeleinheiten der Baureihe LWRB
- Kugeleinheiten mit Anti-Creeping-System der Baureihe LWRB ACSM

- Kreuzrolleneinheiten der Standardbaureihe LWR
- Kreuzrolleneinheiten der optimierten Baureihe LWRE
- Kreuzrolleneinheiten der Baureihe LWRE ACS mit Anti-Creeping-System
- Kreuzrolleneinheiten der Baureihe LWRE ACSM mit Anti-Creeping-System

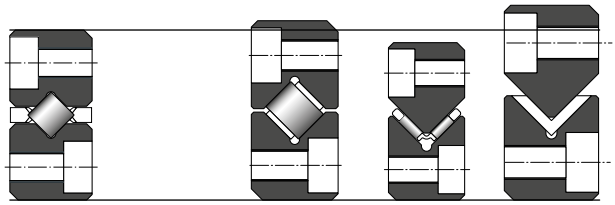
- Nadelrolleneinheiten der Baureihe LWRM/LWRV
- Nadelrolleneinheiten der Baureihe LWM/LWV
- Nadelrolleneinheiten der Baureihe LWM/LWV ACSZ mit Anti-Creeping-System

- Präzisionsschienenführungen mit Gleitbelag der Baureihe LWRPM/LWRPV

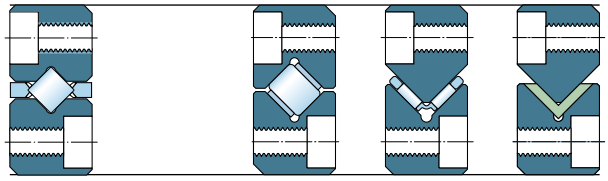
Tabelle 1 gibt einen Überblick über das komplette von Ewellix angebotene Sortiment an Präzisionsschienenführungen sowie den verfügbaren Baugrößen. Die blau unterlegten Felder verdeutlichen, welche Baugrößen die Modular Range umfasst. Alle austauschbaren Präzisionsschienenführungen der Modular Range weisen im Gegensatz zur derzeitigen, unübersichtlichen Marktsituation die gleichen Außenabmessungen auf (↳ **Abb. 1**).

Ist eine schnelle Lieferung erwünscht, sollten Schienenführungen gewählt werden, die in Kit-Verpackung erhältlich sind.

Abb. 1



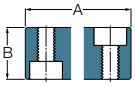
Marktsituation



Ewellix Modular Range

Tabelle 1

Produktübersicht

Schienentyp 	**Größe** (A×B mm)														
	1 8,5×4	**2** 12×6	**3** 18×8	**2211** 22×11	**4** 25×12	30×15	**6** 31×15	40×20	**9** 44×22	50×25	**12** 58×28	60×35	70×40	**15** 71×36	80×50
LWRB	X	X	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
LWRB ACSM	–	○	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
LWR	–	–	**X**	–	–	–	**X**	–	**X**	–	○	–	–	–	–
LWRE	–	–	**X**	○	X	–	**X**	–	**X**	–	–	–	–	–	–
LWRE ACS	–	–	**X**	○	○	–	**X**	–	○	–	–	–	–	–	–
LWRE ACSM	–	–	**X**	○	○	–	**X**	–	○	–	–	–	–	–	–
LWRM / V	–	–	–	–	–	–	**X**	–	**X**	–	–	–	–	–	–
LWM / V	–	–	–	–	–	X	–	X	–	X	–	○	○	–	○
LWM / V ACSZ	–	–	–	–	–	○	–	○	–	○	–	○	○	–	○
LWRPM / V	–	–	**X**	–	–	–	**X**	–	**X**	–	–	–	–	–	–

X = in Vorzugslängen ab Lager lieferbar (siehe jeweilige Produkttabellen)
○ = Lieferzeit auf Anfrage
– = nicht lieferbar

= Modular Range

1.3 Allgemeine Informationen zum Anti-Creeping-System

So mancher Anwender kennt die Problematik des „Käfigwanderns“ bei konventionellen Präzisionsschienenführungen. Dieses Phänomen tritt auf, wenn der Käfig aus seiner Sollposition herauswandert, was sich negativ auf den Betrieb auswirkt und Wartungsmaßnahmen erfordern kann. Hohe Beschleunigung, ungleiche Lastverteilung oder vertikaler Einbau können Ursachen des Käfigwanderns sein. Ewellix hat dieses Problem mit der Entwicklung des ausgeklügelten Anti-Creeping-Systems (ACS) eliminiert, das für die Mehrheit der Schienenführungen zur Verfügung steht.

Vorteile:

- kein Käfigwandern
- Eignung für hohe Beschleunigungen, vertikalen Einbau und ungleiche Lastverteilung
- erhöhte Genauigkeit durch definierte Käfigposition
- einfache Austauschbarkeit mit Standard-Schienenführungen aufgrund identischer Außenabmessungen
- Reduzierung von Standzeiten und Wartungsaufwand

LWRE mit ACS

Das Original-Anti-Creeping System für alle LWRE Schienenführungstypen.

LWRE mit ACSM

ACSM ist die konsequente Weiterentwicklung unserer ACS-Lösung für LWRE Schienenführungen mit einer Länge von maximal 400 mm. Die Wälzkörpereinheit mit Evolventenzahnrad aus Messing und einer direkt monolithisch in die Schiene eingearbeitete Verzahnung eignet sich besonders für hohe Beschleunigungen.

LWM/LWV mit ACSZ

Für Präzisionsschienenführungen mit Nadelrolleneinheit bietet Ewellix die Ausführung ACSZ an.

Beide Führungsschienen weisen eine aus Stahl gefertigte Verzahnung auf. Der Käfig ist mit zwei Zahnrädern aus Stahl ausgestattet, die die richtige Käfigposition sicherstellen.

LWRE mit ACS

LWRE mit ACSM

LWM / LWV mit ACSZ

Führungsschienen für Anti-Creeping-Käfige

Alle Führungsschienen für Anti-Creeping-Käfige sind standardmäßig über ihre gesamte Länge verzahnt. Um Kosten zu sparen, kann für ACS und ACSZ Schienen eine Hublänge festgelegt und die Verzahnung entsprechend angepasst werden (**Abb. 2** und **3**).

Für Führungsschienen mit spezifischer Hublänge und symmetrisch auf der Schiene angeordneter Verzahnung ist diese Länge bei der Bestellung nach dem Nachsetzzeichen ACS bzw. ACSZ in Millimeter anzugeben.

ACS und ACSZ Käfige dürfen im Betrieb nicht über die angegebene Hublänge hinaus verfahren werden, um sicherzustellen, dass das Zahnrad nicht beschädigt wird. Es wird daher empfohlen, die theoretisch mögliche Hublänge als spezifische Hublänge zu verwenden. Im Fall der Kinematik „nicht überlaufend ohne Abstreifer“ ist die Hublänge definiert durch die Länge des Käfigs sowie die Länge der Führungsschiene.

Bestellbeispiel – Standard:

4x LWRE 6500 ACS

2x LWAKE 6x30 ACS

8x LWERE 6

Bestellbeispiel – spezifisch festgelegte Hublänge 340 mm:

4x LWRE 6500 ACS 340

2x LWAKE 6x30 ACS

8x LWERE 6

Bestellbeispiel – Kit-Verpackung:

LWRE 6200 ACSM-KIT

Abb. 2

LWRE ACS mit Standard-Hublänge

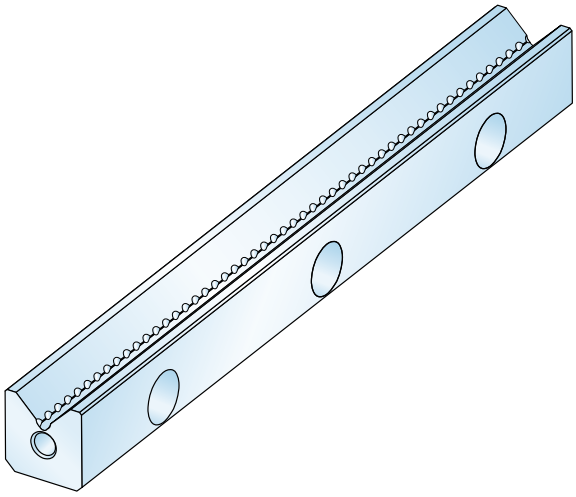
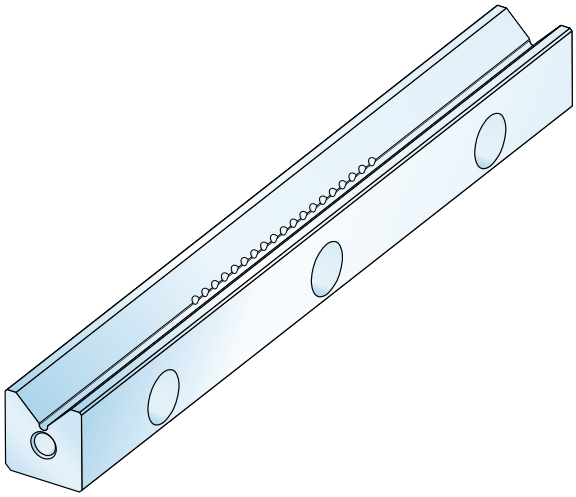


Abb. 3

LWRE ACS mit spezifisch festgelegter Hublänge



1.4 Ewellix-Präzisionsschienen-führungen in Kit-Verpackung

Zur Vereinfachung der Bestellroutine und der Bevorratung beim Kunden bietet Ewellix Präzisionsschienenführungen in vorkonfektionierten Kit-Verpackungen an. Ein Kit besteht aus einem vierteiligen Schienenführungssatz in Genauigkeitsklasse P10, 2 Wälzkörpereinheiten und 8 Endstücken (ACSM-Kits ohne Endstücke). Die zur Verfügung stehenden Kits sind in den Abschnitten zu den jeweiligen Führungsschienen aufgeführt. Auf Anfrage sind auch Kits bestehend aus zwei Schienen in Standardlänge und zwei kurzen Schienen mit Einlaufradius erhältlich. Für die Kinematik „überlaufend“ (↳ **Kapitel 2.3.5**). Für die Kinematik „mit Abstreifer“ und Nachsetzzeichen E7 werden die beiden kurzen Schienen mit Gewindebohrungen zur Befestigung der Abstreifer geliefert. Zudem kann die Anzahl der Wälzkörper variiert werden, siehe Bestellschlüssel.

Komplett kundenspezifisch ausgeführte Präzisionsschienenführungen sind ebenfalls auf Anfrage erhältlich.

Vorteile Kit-Verpackung

Alle benötigten Teile sind einbaufertig zusammengestellt und über eine einzige Bestellnummer bestellbar.

- Kits sind größtenteils ab Lager lieferbar.
- Länge der Wälzkörpereinheit kann problemlos angepasst werden.[1)]
- Die Tragfähigkeit für das Kit wird im Vorhinein berechnet.[2)]
- Zur nachhaltigen Verhinderung des Käfigwanderns stehen Ausführungen mit ACS bzw. ACSM zur Verfügung.
- Führungsschienen mit Verzahnung über die gesamte Schienenlänge für ACS- bzw. ACSM-Käfige erhältlich.

[1)] Die Länge des Käfigs sollte nach dem Kürzen noch mindestens 2/3 der gesamten Schienenlänge betragen..
[2)] Die angegebene Tragfähigkeit bezieht sich auf ein Kit mit 4 Führungsschienen und 2 Wälzkörpereinheiten in eingespannter Anordnung ($C_{0eff\ slide}$, $C_{eff\ slide}$) und gilt für die in den Produkttabellen angegebenen Standard-Hublängen.

1.5 Produkteigenschaften und Vorteile

Anti-Creeping System

Das von Ewellix als erstem Anbieter der Branche entwickelte Anti-Creeping-System hält die Wälzkörpereinheit in ihrer Sollposition in der Belastungszone. Es verhindert das „Käfigwandern“ bei hohen Verfahrgeschwindigkeiten und Beschleunigungen sowie bei ungleicher Lastverteilung und nachgebender Anschlusskonstruktion. Ungeplante Ausfallzeiten und zusätzlicher Wartungsaufwand können somit vermieden werden.
Aufgrund der definierten Käfigposition ermöglichen Ewellix-Präzisionsschienenführungen mit Anti-Creeping-System, kurz ACS, zudem eine höhere Laufgenauigkeit, höhere Beschleunigungen (getestet bis 160 m/s²) und einen sicheren Betrieb bei vertikalem Einbau.

Höhere Tragzahlen und höhere Steifigkeit

Im Vergleich zu den bewährten konventionellen LWR Präzisionsschienenführungen weisen die LWRE Präzisionsschienenführungen von Ewellix eine optimierte Innengeometrie auf und eignen sich damit für Anwendungen mit besonders hohen Beanspruchungen. Als Teil des Modular-Range-Programms verfügen LWRE Präzisionsschienenführungen im Vergleich zu LWR Führungen über Wälzkörper mit einem 33 % größeren Durchmesser und nutzen die volle Rollenlänge. Die LWRE Ausführung bietet damit eine fünffach höhere Tragfähigkeit und eine doppelt so hohe Steifigkeit. Im Betrieb führen die höheren Tragzahlen und die größere Steifigkeit zu Verbesserungen hinsichtlich Prozessstabilität und -sicherheit, was letztendlich zu einer Erhöhung der Anlagengebrauchsdauer und Senkung von Betriebskosten führt.

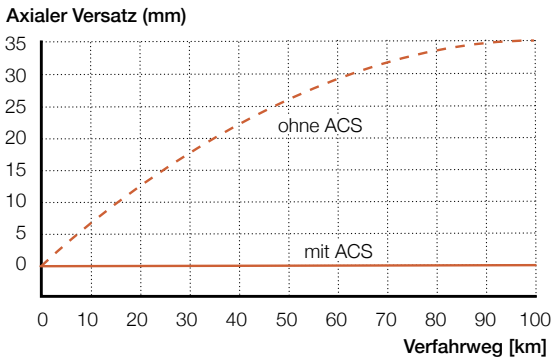
Höchste Lauf- und Wiederholgenauigkeit

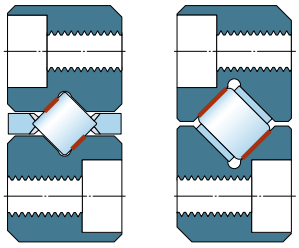
Im Vergleich zu anderen Linearführungsprodukten lassen sich mit Präzisionsschienenführungen die höchsten Führungsgenauigkeiten erzielen. Präzisionsschienenführungen von Ewellix sind in drei Genauigkeitsklassen erhältlich, mit denen unterschiedlichste Anforderungen abgedeckt werden können. Aufgrund der erhöhten Lauf- und Wiederholgenauigkeit können in verschiedensten Anwendungen Steigerungen bei Produktivität und Produktqualität erzielt werden, beispielsweise bei der Halbleiter-Fertigung sowie der Produktion von Werkzeugmaschinen, Mess- und Prüfmitteln oder medizintechnischen Geräten.

Modular Range

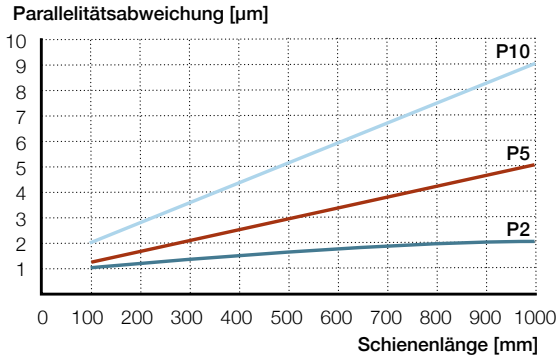
Die in der Ewellix Modular Range enthaltenen Präzisionsschienenführungen weisen die gleichen äußeren Schienenabmessungen auf, während die Wälzkörper frei wählbar sind, um die jeweiligen Anforderungen bestmöglich zu erfüllen. Kunden können so auf einfache Art und Weise ohne konstruktive Änderungen die Tragfähigkeit einer Lagerung erhöhen oder wahlweise eine Verlängerung der Lebensdauer erreichen. Die Ewellix Modular Range deckt 80 % aller auf dem Markt gängigen Größen bei Präzisionsschienenführungen ab. Innerhalb dieser Größen hat der Kunde die Wahl zwischen Kugel- und Kreuzrolleneinheiten, Kreuzrolleneinheiten mit ACS/ACSM und Nadelrolleneinheiten sowie Gleitbelägen.

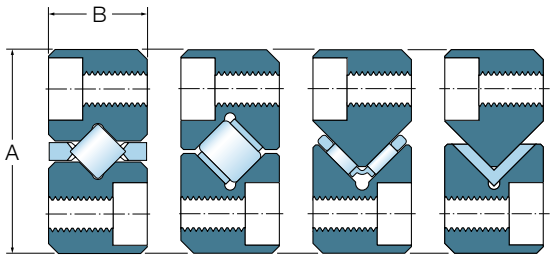
Testergebnisse Käfigwandern





Zulässige Abweichung der Parallelität der Laufbahnen zu den Referenzflächen





2

Produktauswahl-kriterien

2.1 Technische Informationen

2.1.1 Werkstoffe

Ewellix-Präzisionsführungsschienen werden standardmäßig aus Werkzeugstahl 90MnCrV8 (1.2842) mit einer Härte zwischen 58 und 62 HRC gefertigt. Auf Anfrage sind auch Schienen aus korrosionsbeständigem Stahl lieferbar, z. B. X90CrMoV18 (1.4112); hierfür ist bei der Bestellung das Nachsetzzeichen „/HV“ anzugeben. Schienen der Baureihe LWRE ACSM werden grundsätzlich aus korrosionsbeständigem Stahl – X46Cr13 (1.4034) oder X65Cr13 (1.4037) – gefertigt. Die Härte der Führungsschienen aus korrosionsbeständigem Stahl liegt zwischen 54 und 58 HRC.

Die in den verschiedenen Wälzkörpereinheiten verwendeten Kugeln, Rollen oder Nadelrollen sind aus dem Wälzlagerstahl 100Cr6 (1.3505) mit einer Härte zwischen 58 und 65 HRC hergestellt. Wälzkörper aus korrosionsbeständigem Stahl sind auf Anfrage erhältlich.

Die Käfige der von Ewellix gefertigten Wälzkörpereinheiten werden aus Hartkunststoff oder Aluminium hergestellt. Bei den Käfigen der LWAKE Kreuzrolleneinheiten kommt POM zum Einsatz; alle anderen Wälzkörpereinheiten werden aus PA 12 oder einem vergleichbaren Werkstoff gefertigt und sind zum Teil glasfaserverstärkt. Aluminium-Käfige bestehen aus AlMgSi0,5 (EN AW-6060). Bezüglich der Verfügbarkeit von Käfigen aus anderen Werkstoffen wie PEEK, Stahl, Messing usw., wenden Sie sich an Ewellix.

Endstücke werden standardmäßig aus brüniertem Stahl gefertigt. Die Standard-Endstücke sind auch verchromt lieferbar; hierfür ist bei der Bestellung das Nachsetzzeichen „/HV“ anzugeben.

Endstücke mit Abstreifer werden aus Filz, thermoplastischem Polyurethan (TPUR) oder thermoplastischem Polyesterelastomer (TPC-ET) gefertigt.

2.1.2 Beschichtung

Für den Einsatz in korrosiver Umgebung können die Führungsschienen mit einer speziellen Dünnschicht-Verchromung (Thin Dense Coating) versehen werden; die Lieferzeit ist in diesem Fall zu erfragen. Diese Beschichtung führt zu einer deutlichen Erhöhung der Korrosionsbeständigkeit bei einer Härte von 900 bis 1 300 HV und verbessert somit die Verschleißbeständigkeit unter kritischen Betriebsbedingungen. Mit dem Salzsprühtest nach DIN EN ISO 9227 konnte ein Korrosionsschutz über eine Dauer von 72 Stunden nachgewiesen werden. Die mattgraue Beschichtung entspricht den Anforderungen der RoHS-Richtlinien. Die Tragfähigkeit des Schienensystems wird nicht beeinträchtigt.

Aufgrund des elektrolytischen Verfahrens werden die Montagebohrungen sowie andere Vertiefungen oder Bohrungen möglicherweise nicht vollständig beschichtet. Bei der Bestellung ist das Nachsetzzeichen „/HD“ anzugeben.

2.1.3 Zulässige Betriebstemperaturen

Der zulässige Temperaturbereich für den Betrieb von Ewellix-Präzisionsschienenführungen ist maßgeblich von dem verwendeten Käfigtyp abhängig. Schienenführungen mit Metallkäfigen und Endstücken ohne Abstreifer können im Allgemeinen bei Temperaturen bis +120 °C eingesetzt werden. Für Schienenführungen mit Kunststoffkomponenten liegt der zulässige Temperaturbereich zwischen -30 °C und +80 °C. Bitte beachten Sie, dass auch der Temperatur-bereich des verwendeten Schmierstoffs vor dessen Einsatz auf eventuelle Einschränkungen zu prüfen ist.

Dauerhaft höhere Temperaturen sind für Präzisionsschienenführungen ohne Kunststoffkomponenten möglich, führen aber in der Folge zu einer geringeren Werkstoffhärte und damit einer niedrigeren Tragfähigkeit. **Kapitel 2.3.3** enthält eine genauere Erläuterung zum Einfluss erhöhter Temperaturen auf die Tragfähigkeit (Beiwert f_t). Die Laufgenauigkeit einer Schienenführung verschlechtert sich mit zunehmenden Temperaturen aufgrund von Umwandlungen im Werkstoffgefüge und daraus resultierenden Maßänderungen.

Bei Führungsschienen mit ACSZ Verzahnung liegt die maximale Betriebstemperatur bei 180 °C.

2.1.4 Zulässige Verfahrgeschwindigkeiten und Beschleunigungen

Sachgemäß und mit der richtigen Vorspannung eingebaute Ewellix Präzisionsschienenführungen können bei Beschleunigungen bis zu 25 m/s² eingesetzt werden. Nadelrolleneinheiten eignen sich für Beschleunigungen bis maximal 100 m/s². Für Wälzkörpereinheiten mit ACSM liegt die maximale Beschleunigung bei 160 m/s² und für Wälzkörpereinheiten mit ACSZ bei 100 m/s². Höhere Beschleunigungswerte sind je nach Lagerart, Lagergröße, beaufschlagter Last, Schmierstoff oder Vorspannung möglich. In solchen Fällen wenden Sie sich bitte an Ewellix. Die angegebenen maximalen Beschleunigungswerte und die Begrenzung des Hubs aufgrund der vorliegenden Kinematik (↳ **Kapitel 2.3.5**) bestimmen die maximale Verfahrgeschwindigkeit.

2.1.5 Erforderliche Mindestbelastung

Um bei höheren Geschwindigkeiten oder hohen Beschleunigungen schädliche Gleitbewegungen der Wälzkörper auf der Laufbahn zu vermeiden ist sicherzustellen, dass während der Bewegung stets eine Mindestbelastung von 2% der dynamischen Tragzahl auf das Führungssystem wirkt. Dies ist insbesondere bei Anwendungen zu beachten, die Zyklen mit hoher Dynamik aufweisen. Präzisionsschienenführungen mit einer Vorspannung gemäß der Tabelle **Anzugsmomente der Befestigungsschrauben** (↳ **Kapitel 4.1.10**), erfüllen im Allgemeinen diese Anforderungen an die Mindestbelastung.

2.1.6 Zulässige maximale Belastung

Nach ISO 14728 Teil 1 darf die dynamische äquivalente mittlere Lagerbelastung P_m eines Präzisionsschienenführungssystems 50% der dynamischen Tragzahl C für die Berechnung der Lagerlebensdauer nicht überschreiten. Höhere Werte im Betrieb führen zu ungleicher Lastverteilung und können die Lebensdauer der Lagerung erheblich reduzieren. Gemäß ISO 14728 Teil 2 sollte die maximale Belastung nicht größer als 50% der statischen Tragzahl C_0 sein.

2.1.7 Reibung

Die Reibung in einem wälzgelagerten Präzisionsschienenführungssystem hängt neben der Belastung von einer Reihe weiterer Einflussfaktoren ab, vor allem von der Art der Führung und deren Größe, von der Verfahrgeschwindigkeit und den Eigenschaften des verwendeten Schmierstoffs. Der gesamte Laufwiderstand einer Schienenführung setzt sich zusammen aus der Roll- und Gleitreibung in den Wälzkontakten, in den Berührungsflächen zwischen den Wälzkörpern und dem Käfig, aus der Schmierstoffreibung und aus der Gleitreibung von schleifenden Dichtungen oder Abstreifern. Bei normalen Betriebsbedingungen, Fettschmierung und guter Einbaugenauigkeit liegen die Reibungskoeffizienten zwischen 0,0005 und 0,004.

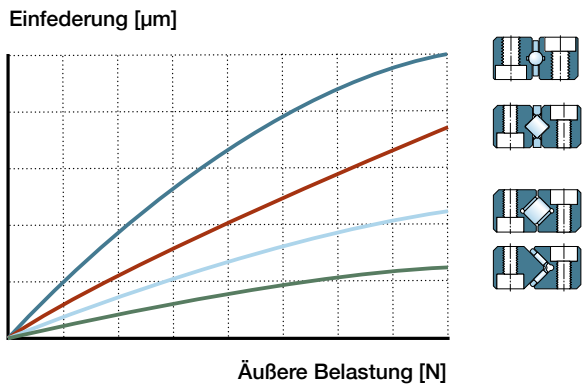
Schienenführungen mit Abstreifern weisen deutlich höhere Reibungskoeffizienten und eine erhöhte Anlaufreibung auf, da bei ihnen noch die Reibung der schleifenden Abstreifer hinzukommt.

2.1.8 Steifigkeitsverhalten

Die Steifigkeit einer Präzisionsschienenführung (in N/µm) ist definiert als das Verhältnis zwischen der auf die Führung wirkenden äußeren Belastung und der resultierenden elastischen Einfederung der Führung. Die Steifigkeit von Präzisionsschienenführungen ist neben deren Tragfähigkeit eines der wichtigsten Kriterien bei der Auswahl der Führung. Die elastische Einfederung eines Systems ist abhängig von der Größe und Richtung der externen Belastung, der Vorspannung und der Art der Schienenführung einschließlich Größe und Länge der Wälzkörpereinheit, sowie von den mechanischen Eigenschaften der Anschlusskonstruktion, einschließlich Verschraubungen und Fugen zwischen den Bauteilen. Bei einem vorgespannten Schienenführungssystem ist die Einfederung unter Last innerhalb eines gegebenen Lastbereichs geringer als bei einer nicht vorgespannten Schienenführung. Änderungen in der Kontaktgeometrie sind die Hauptfaktoren, die das allgemeine Steifigkeitsverhalten der verschiedenen Wälzkörpereinheiten beeinflussen (↳ **Diagramm 3**). Detaillierte Ausführungen hierzu enthält **Kapitel 2.6**.

Diagramm 3

Allgemeines Steifigkeitsverhalten verschiedener Wälzkörperarten



LWRB + LWRB
LWR + LWR
LWRE + LWRE
LWRV + LWRM

2.1.9 Genauigkeitsklassen Schienen

Um den unterschiedlichen Anforderungen an die Genauigkeit von Schienenführungen entsprechen zu können, werden diese in den nachstehenden drei Genauigkeitsklassen gefertigt, die sich nach der zulässigen Abweichung der Parallelität der Laufbahnen zu den Referenzflächen A (Ewellix-Kennzeichnung auf der Rückseite) bzw. B richtet. Siehe **Tabelle 2** und **Abb. 4**.

P10

Schienen dieser Genauigkeitsklasse genügen den Anforderungen im allgemeinen Maschinenbau. Die Abweichung von der Parallelität beträgt bei einer 1 000 mm langen Führungsschiene maximal 9 µm.

P5

Genauigkeitsklasse P5 entspricht den im Werkzeugmaschinenbau üblichen Anforderungen an die Führungsgenauigkeit. Die Abweichung von der Parallelität bei einer 1 000 mm langen Führungsschiene beträgt maximal 5 µm.

P2

Die Genauigkeitsklasse P2 genügt höchsten Anforderungen an die Führungsgenauigkeit. Führungsschienen dieser Qualität sollten nur dort zum Einsatz kommen, wo auch die Anschlusskonstruktion eine entsprechend hohe Genauigkeit aufweist. Führungsschienen mit der Genauigkeit P2 werden von Ewellix auf Anfrage gefertigt. Wird bei der Bestellung keine Genauigkeitsklasse angegeben, werden Führungsschienen in Normalgenauigkeit P10 geliefert.

2.1.10 Genauigkeit der Wälzkörper

Die in den Käfigen von Präzisionsschienenführungen verwendeten Wälzkörper sind von sehr hoher Qualität und werden mit Genauigkeiten gemäß Tabelle 3 gefertigt. Nadelrolleneinheiten sind zusätzlich zur Standardausführung auch in der Genauigkeitsklasse G1 lieferbar; hierfür ist bei der Bestellung das Nachsetzzeichen /G1 anzugeben.

Tabelle 2

Toleranz t für die zulässige Abweichung der Parallelität der Laufbahnen zu den Referenzflächen

Schienenlänge		Genauigkeitsklasse		
> mm	≤ µm	P10	P5	P2
0	**100**	2	1	1
100	**200**	3	2	1
200	**300**	4	2	1
300	**400**	5	2	2
400	**500**	6	3	2
500	**600**	6	3	2
600	**700**	7	4	2
700	**800**	8	4	2
800	**900**	8	5	2
900	**1 000**	9	5	2
1 000	**1 200**	10	6	3
1 200	**1 400**	11	6	3
1 400	**1 600** [1]	12	7	3

[1] Bei Schienenlängen > 1 600 mm wenden Sie sich bitte an Ewellix

Abb. 4

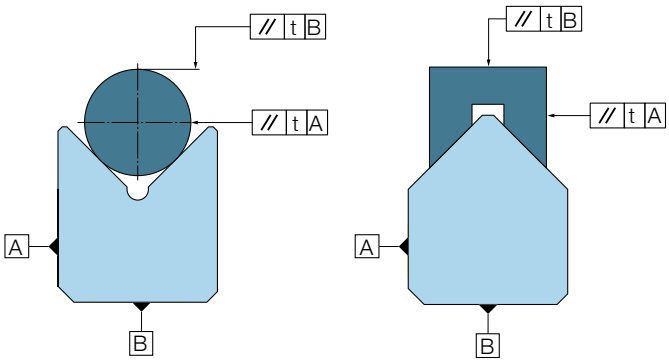


Tabelle 3

Genauigkeit von Wälzkörpern

		Kugeln	Zylinder-rollen	Nadelrol-len	
Norm	–	DIN 5401-1	DIN 5402-1	DIN 5402-3	nicht in DIN auf-geführt
Klasse	–	G10	G1	G2	G1
Rundheit	µm	0,25	0,5	1	0,5
Sortierung	µm	1	1	2	1
Bemerkung	–	Standard	Standard	Standard	auf Anfrage
Bestellcode	–	–	–	–	G1

2.1.11 Maßgenauigkeit

Ewellix-Präzisionsschienenführungen werden mit den folgenden Toleranzen gefertigt (↳ **Abb. 5**):

Baubreite A:	+0 /-0,3 mm
Schienenhöhe B:	+0 /-0,2 mm
Mittenhöhe H1 = H2:	±5 µm [1]
Bauhöhe T = H1 + H2:	±10 µm [1]

Führungsschienenlänge L_{rail}:

$L_{rai} \leq 300$:	±0,3 mm
$L_{rail} > 300$:	±0,001 mm x L_{rail}

[1] Für Schienenlänge $L_{rail} < 1\,000$ mm

2.1.12 Sortierung

Für die typische „eingespannte“ Anordnung werden vier Führungsschienen benötigt. Zur Erzielung der bestmöglichen Leistung bezüglich Lebensdauer, Steifigkeit und Laufverhalten ist es wichtig, dass die Mittenhöhe der vier Führungsschienen eine geringe Toleranz aufweist. Aus diesem Grund werden Ewellix-Führungsschienen nach dem folgenden Prinzip sortiert und verpackt:

Führungsschienen für Kreuzrollen- oder Kugeleinheiten:

Vier Führungsschienen werden sortiert und als Set geliefert.

Führungsschienen für Nadelrolleneinheiten oder Gleitbeläge:

Je zwei Führungsschienen in M- und in V-Form werden sortiert und paarweise geliefert.

Aufgrund der sehr engen Toleranzen der Mittenhöhe können für Anwendungen mit normalen Genauigkeitsanforderungen gemäß P10 bei Bedarf auch nicht paarweise gelieferte Schienen zusammen verwendet werden.

2.1.13 Zusammengesetzte Schienen

Zusammengesetzte bzw. gestoßene Schienen sind auf Anfrage erhältlich und werden von Ewellix stets sortiert geliefert, um eine hohe Laufruhe zu gewährleisten. Sie sind mit Markierungen gemäß Abb. 6 versehen. Bei aus zwei oder mehr Teilstücken zusammengesetzten Schienenführungen liegt die Toleranz für die Gesamtlänge innerhalb von ±2 mm. Für Präzisionsschienen der LWRE ACS und LWRE ACSM Serie sind zusammengesetzte Schienen nicht möglich.

Abb. 5

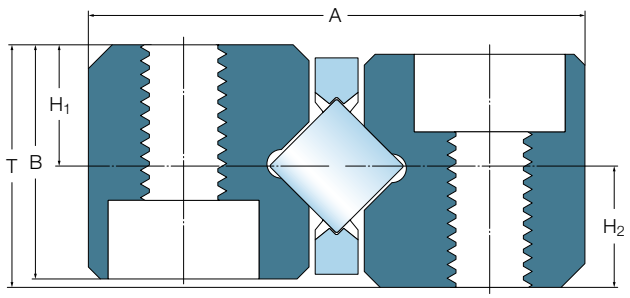


Abb. 6

Markierung der Schienenstränge zusammengesetzter Schienen

	1	1	A
Setnummer			
Schienenstrang			
Stoß			

Set 1

1 - 1A	1 - 1A	1 - 1B	1 - 1B
1 - 2A	1 - 2A	1 - 2B	1 - 2B
1 - 3A	1- 3A	1 - 3B	1- 3B
1 - 4A	1- 4A	1 - 4B	1- 4B

2.2 Auslegung von Präzisionsschienenführungen

Um zu bestimmen welche Größe einer Linearführung für Ihre Anwendung am besten geeignet ist, wird empfohlen, folgende etablierte Berechnungsmethoden anzuwenden:

- Berechnung der nominellen Lebensdauer
- Berechnung der statischen Tragsicherheit

Bei beiden Berechnungsmethoden müssen sämtliche auf das Präzisionsschienenführungs-System wirkenden Belastungen und Kräfte berücksichtigt werden. Zur Beschreibung der resultierenden Gesamtbelastung werden daher repräsentative Belastungen angesetzt. Diese stellen eine Kombination aller Kräfte, Hebelarme und Drehmomentbelastungen dar, die bezüglich Dauer oder Hublänge variieren können (↳ **Kapitel 2.4 ff**). Als Lebensdauer einer wälzgelagerten Präzisionsschienenführung wird der Verfahrweg definiert, den die Führung zurücklegt, bis erste Anzeichen von Werkstoffermüdung an einer der Laufbahnen oder einem Wälzkörper auftreten. Für die Auswahl einer Schienenführung auf Basis der nominellen Lebensdauerberechnung (↳ **Kapitel 2.2.3**) wird die dynamische Tragzahl C gemäß Definition in **Kapitel 2.3** verwendet. Sie gibt die Belastung an, bei der sich eine nominelle Lebensdauer von 100 km Verfahrweg ergibt.

2.2.1 Statische Tragsicherheit – Berechnungskonzept

Bei der Auswahl einer Präzisionsschienenführung ist die statische Tragsicherheit zu berechnen, wenn einer der folgenden Fälle vorliegt:

- Die Schienenführung wird unter Belastung bei sehr geringen Geschwindigkeiten betrieben.
- Die Schienenführung arbeitet unter normalen Bedingungen, muss jedoch schwere Stoßbelastungen aufnehmen.
- Die Schienenführung bleibt über längere Stillstandzeiten mit Last beaufschlagt.
- Die Schienenführung wird mit $P > 50\ \%$ der dynamische Tragzahl C belastet, sodass die theoretischen Grundlagen für die Berechnung der nominellen Lebensdauer nicht mehr gelten.

In allen aufgeführten Fällen ergibt sich die zulässige Belastung nicht aufgrund der Materialermüdung, sondern im Hinblick auf die Vermeidung einer plastische Verformung an Wälzkörpern und/oder Laufbahnen. Belastungen im Stillstand oder bei sehr niedrigen Betriebsgeschwindigkeit, sowie hohe stoßartige Belastungen, führen zu einer Abflachung der Wälzkörper und daraus resultierend zu Beschädigungen der Laufbahnen. Diese Beschädigungen können ungleichmäßig auf der Führungsschiene verteilt sein oder entsprechend des Wälzkörperabstands entlang der Laufbahn auftreten.

Bleibende Verformungen führen zu Vibrationen in der Lagerung, hohen Laufgeräuschen und erhöhter Reibung und können in einem fortgeschrittenen Stadium auch zu einer Verringerung der Vorspannung sowie einer Zunahme des Lagerspiels führen. Bei fortgesetztem Betrieb kann die bleibende Verformung aufgrund der resultierenden Lastspitzen zu einem Ausgangspunkt für Ermüdungsschäden werden. Das Schadensausmaß ist abhängig von der spezifischen Anwendung.

2.2.2 Statische Tragsicherheit – Berechnungsmethode

Bei der Auslegung einer Präzisionsschienenführung auf Basis der statischen Tragzahl (↳ **Kapitel 2.3**) ist die statische Tragsicherheit s_0, ausgedrückt als Verhältnis von statischer Tragzahl C_0 zu der maximalen statischen Lagerbelastung P_0, zu berücksichtigen. Die statische Tragsicherheit s_0 gibt den Grad der Sicherheit gegen permanente plastische Verformungen an Wälzkörpern und Laufbahnen an. Die statische Tragzahl C_0 ist definiert als die statische Belastung, die eine bleibende Gesamtverformung vom 0,0001-fachen des Wälzkörperdurchmessers erzeugt.

Die Erfahrung zeigt, dass abhängig von den Berührungsverhältnissen eine maximale Hertzsche Flächenpressung von 4 000 MPa in der höchstbelasteten Berührungsstelle zulässig ist, ohne dass die Laufeigenschaften beeinträchtigt werden; siehe auch ISO 14728-2.

Berechnung der statischen Tragsicherheit

Für eine ausgewählte Präzisionsschienenführung und einen definierten Lastfall kann die statische Tragsicherheit s_0 wie folgt berechnet werden:

Falls die maximale Last im Stillstand auftritt:

$$s_0 = \frac{C_{0,\,\text{eff slide}}}{P_0}$$

Falls die maximale Last auftritt, wenn die Linearführung sich bewegt:

$$s_0 = \frac{C_{0,\,\text{eff slide}}}{F_{\text{res max}}}$$

mit

s_0 = statische Tragsicherheit

$C_{0,\,\text{eff slide}}$ = effektive statische Tragzahl des Schlittens [N]

P_0 = maximale statische Belastung [N]

$F_{\text{res max}}$ = maximale resultierende Belastung [N]

Es wurden auf Erfahrung beruhende Richtwerte für die statische Tragsicherheit s_0 in Abhängigkeit von Betriebsweise und äußeren Einflussfaktoren festgelegt (↳ **Tabelle 4**).

Ist beispielsweise das Präzisionsschienenführungssystem externen Vibrationen von anderen Maschinen in der Umgebung ausgesetzt, sollten höhere Sicherheitsfaktoren berücksichtigt werden. Bei der Auslegung ist außerdem auf die Lastübertragungswege zwischen Führung und Anschlusskonstruktion zu achten. Insbesondere die Schraubenverbindungen sind auf ausreichende Sicherheit zu prüfen. Bei der Überkopf-Installation von Präzisionsschienenführungen sind erhöhte Tragsicherheiten zu berücksichtigen.

HINWEIS: Die allgemeinen technischen Regeln und Standards der jeweiligen Branche sind ebenfalls zu beachten.

Erforderliche statische Tragzahl

Für spezifische Betriebsbedingungen mit einem entsprechend empfohlenen Tragsicherheitswert und einem definierten Lastfall kann die erforderliche statische Tragzahl C_0 aus folgenden Formeln ermittelt werden:

Falls die maximale Last im Stillstand auftritt:

$$C_{0,\,\text{eff slide}} = s_0\, P_0$$

Falls die maximale Last auftritt, wenn die Linearführung sich bewegt:

$$C_0 = C_{0,\,\text{eff slide}} = s_0\, F_{\text{res max}}$$

mit

$C_{0,\,\text{eff slide}}$ = effektive statische Tragzahl des Schlittens [N]

P_0 = maximale statische Belastung [N]

s_0 = statische Tragsicherheit

$F_{\text{res max}}$ = maximale resultierende Belastung [N]

Tabelle 4

Statische Tragsicherheitswerte für unterschiedliche Betriebsbedingungen

Betriebsbedingungen	s_0
Normale Bedingungen	> 1–2
Ruhiger, erschütterungsfreier Lauf	> 2–4
Mittlere Vibrationen oder Stoßbelastungen	3–5
Hohe Vibrationen oder Stoßbelastungen	> 5
Überkopf-Installationen	Die allgemeinen technischen Regeln und Standards der jeweiligen Branche sind zu berücksichtigen. Besteht bei einer Anwendung ein hohes Verletzungsrisiko, hat der Anwender geeignete konstruktive Maßnahmen und Sicherheitsvorkehrungen zu treffen, um ein Ablösen der Schienen zu vermeiden (z. B. aufgrund herausgefallener Wälzkörper oder fehlerhafter Schraubenverbindungen).

2.2.3 Nominelle Lebensdauer

Sowohl unter Laborbedingungen als auch in der Praxis zeigt sich, dass die nominelle Lebensdauer von offensichtlich gleichen, unter völlig identischen Betriebsbedingungen laufenden Lagern, individuell unterschiedlich ist. Die Berechnung der erforderlichen Lagergröße bedingt deshalb eine genaue Festlegung des Begriffs „Lebensdauer“. Alle Angaben zur dynamischen Tragzahl von Ewellix-Präzisionsschienenführungen beruhen gemäß ISO-Definition (ISO 14728-1) auf einer nominellen Lebensdauer, die von 90 % einer hinreichend großen Menge offensichtlich gleicher Lager erreicht oder überschritten wird. Die Mehrheit der Lager erreicht eine längere Lebensdauer und die Hälfte der Gesamtzahl der Lager erreicht mindestens das Fünffache der nominellen Lebensdauer.

2.2.4 Berechnung der nominellen Lebensdauer

Die nominelle Gebrauchsdauer L_{ns} einer Präzisionsschienenführung, angegeben in km, kann aus folgender Formel ermittelt werden:

$$L_{ns} = c_1 100 \left(\frac{C_{eff\ slide}}{P} \right)^p$$

Bei gleichem Verfahrweg und unveränderter Hubfrequenz wird es oft gewünscht, die nominelle Lebensdauer in Betriebsstunden L_{nh} zu berechnen. Sie ergibt sich aus der folgenden Formel:

$$L_{nh} = c_1 \frac{5\ 10^7}{S_{sin} n\ 60} \left(\frac{C_{eff\ slide}}{P} \right)^p$$

mit

L_{ns} = modifizierte nominelle Lebensdauer [km]

L_{nh} = modifizierte nominelle Lebensdauer [h]

c_1 = Beiwert für die Erlebenswahrscheinlichkeit

$C_{eff\ slide}$ = effektive dynamische Tragzahl des Schlittens [N]

P = dynamische äquivalente Belastung [N]

p = Lebensdauerexponent; p = 3 für Kugeln,

n = Hubfrequenz [Doppelhübe/Minute]

S_{sin} = Einzelhublänge [mm]

HINWEIS: Das Konzept zur Berechnung der nominellen Lebensdauer ist nur dann anwendbar, wenn die dynamische äquivalente Belastung P 50 % der dynamischen Tragzahl C nicht überschreitet. Siehe auch Berechnung der statischen Tragsicherheit, **Kapitel 2.2.1**.

HINWEIS: Die Lebensdauer von Präzisionsschienenführungen kann umso genauer und zuverlässiger berechnet werden, je genauer die zu erwartenden Belastungen und die Betriebsverhältnisse bekannt sind oder ermittelt werden können.

HINWEIS: Die Lebensdauerberechnung steht im Zusammenhang mit dem physikalischen Effekt der Materialermüdung. Ermüdung ist die Folge von zyklisch auftretenden Scherbelastungen unmittelbar unter der Lastaufnahmefläche. Diese Belastungen können im Laufe der Zeit Risse verursachen, die sich nach und nach bis zur Oberfläche ausbreiten. Beim Abrollen der Wälzkörper über solchen Rissen kann es zu Materialabblätterungen oder -abplatzungen kommen. Diese verstärken sich zunehmend und führen zum Ausfall des Lagers.

Beiwert c_1 für die Erlebenswahrscheinlichkeit

Der Beiwert c_1 wird zur Ermittlung der Lebensdauer verwendet, wenn eine Erlebenswahrscheinlichkeit größer als 90 % erreicht werden soll. Die entsprechenden Werte für c_1 können der **Tabelle 5** entnommen werden.

Tabelle 5

Beiwert für die Erlebenswahrscheinlichkeit

Erlebenswahrscheinlichkeit	L_{ns}	c_1
90	L_{10s}	1
95	L_{5S}	0,62
96	L_{4s}	0,53
97	L_{3s}	0,44
98	L_{2s}	0,33
99	L_{1s}	0,21

2.2.5 Gebrauchsdauer

Neben dem Begriff der Lebensdauer wird auch der Begriff „Gebrauchsdauer“ verwendet. Darunter wird der Zeitraum verstanden, in dem eine Linearführung in einem bestimmten Anwendungsfall funktionsfähig bleibt. Die Gebrauchsdauer eines Lagers hängt demnach nicht notwendigerweise von der Ermüdung ab, sondern auch von Verschleiß, Korrosion, Versagen der Dichtung, Fettschmierfrist (Fett-Gebrauchsdauer), Parallelität der Führungsschienen, Vibrationen bei Stillstand usw. Die Gebrauchsdauer kann normalerweise nur durch praxisnahe Versuche oder im Vergleich mit ähnlichen Anwendungen bestimmt werden.

2.2.6 Querverweise auf relevante Kapitel

Für die beiden in diesem Kapitel vorgestellten Auslegungsverfahren – statische Tragsicherheit und nominelle Lebensdauer – werden folgende Kennwerte benötigt:

- Die auf das Präzisionsschienenführungssystem wirkenden Belastungen. Ihre Berechnung wird in **Kapitel 2.4** ausführlich erläutert.
- Die effektiven statischen und dynamischen Tragzahlen eines bestimmten Präzisionsschienenführungssystems. Die Berechnung dieser Tragzahlen wird im folgenden **Kapitel 2.3** beschrieben.

2.2.7 Tool zur Auslegung von Präzisionsschienenführungen

Das in den **Kapiteln 2.2** bis **2.4** beschriebene Berechnungsverfahren zur Auslegung von Schienenführungen wird auf www.ewellix.com/en/global/product-selectors/linear-guide-select als programmgeführtes, browserbasiertes Tool angeboten. Dieses Tool erstellt automatisch einen Bericht mit Berechnungen, sämtlichen relevanten Bestellinformationen und einen Link zu entsprechenden 3D-CAD-Dateien.

2.3 Bestimmung der effektiven Tragzahlen

Für eine Schienenführung bestehend aus vier Präzisionsschienen und zwei Wälzkörpereinheiten mit einer individuellen Anzahl von Wälzkörpern (↳ **Abb. 11**) errechnen sich die effektiven dynamischen und statischen Tragzahlen wie folgt:

$$C_{0,\,\text{eff slide}} = f_{h0}\, f_t\, C_{0,10}\, \frac{2z_T}{10\, f_1}$$

$$C_{\text{eff slide}} = f_h\, f_t\, C_{10} \left(\frac{2z_T}{10\, f_1} \right)^w$$

mit

$C_{0,\,\text{eff slide}}$ = effektive statische Tragzahl eines Schlittens [N]

$C_{0,10}$ = effektive statische Tragzahl einer Schienenführung mit einer bestimmten Anzahl tragender Wälzkörper [N]

f_{h0} = Beiwert für die Härte bei statischer Belastung

f_t = Beiwert für die Betriebstemperatur

z_T = Anzahl tragender Wälzkörper (je Käfig oder – bei Nadelrollen – je Reihe)

f_1 = Beiwert für die Lastrichtung

$C_{\text{eff slide}}$ = effektive dynamische Tragzahl eines Schlittens [N]

C_{10} = dynamische Tragzahl einer Schienenführung mit einer bestimmten Anzahl tragender Wälzkörper [N]

f_h = Beiwert für die Härte bei dynamischer Belastung

w = Wälzkörperexponent;
w = 0,7 für Kugeln,
w = 7/9 für Rollen

2.3.1 Im Katalog angegebene statische und dynamische Tragzahlen

Die in den Produkttabellen der Wälzkörpereinheiten angegebenen Tragzahlen C_{10} und $C_{0,10}$ gelten für eine Schienenführung mit einer Lastrichtung wie in **Abb. 7** dargestellt und der folgenden Anzahl an Wälzkörpern:

- für 10 tragende Kugeln (↳ **Abb. 8**)
- für 10 tragende Kreuzrollen (↳ **Abb. 9**)
- für 20 tragende Nadelrollen (2×10 Nadelrollen je Reihe) (↳ **Abb. 10**)

Abb. 7

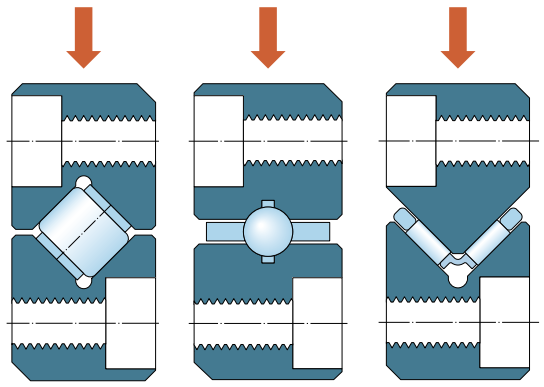


Abb. 8

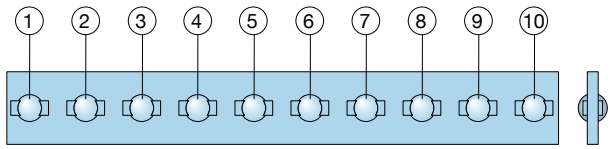


Abb. 9

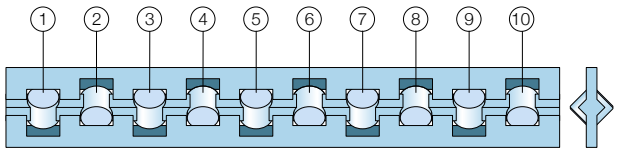
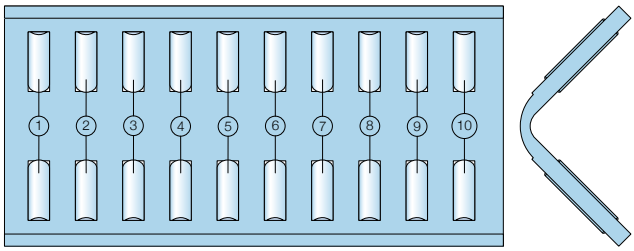


Abb. 10



2.3.2 Einfluss der Härte

Die Tragfähigkeit der Wälzkörpereinheit kann nur dann voll genutzt werden (beide Beiwerte = 1), wenn die Oberflächenhärte der Führungsschienen mindestens 58 HRC beträgt. Werden Führungsschienen aus korrosions- und säurebeständigem Stahl verwendet, der nicht der eine geringere Oberflächenhärte aufweist, sind für f_h und f_{h0} Werte gemäß **Diagramm 4** zu verwenden. Dies gilt auch, wenn Wälzkörper mit geringerer Härte, z.B. aus korrosionsbeständigem Stahl, eingesetzt werden.

HINWEIS: Bei den in den Produkttabellen angegebenen statischen und dynamischen Tragzahlen für Wälzkörpereinheiten mit ACSM wurden bereits entsprechend niedriger angesetzt, da diese standardmäßig mit Führungsschienen aus korrosionsbeständigem Stahl geliefert werden.
Es ist daher in diesem Fall nicht erforderlich, die Beiwerte $f_{h0} < 1$ and $f_h < 1$ einzusetzen.

2.3.3 Einfluss der Betriebstemperatur

Wird eine Präzisionsschienenführung ohne Kunststoffkäfig dauerhaft bei Betriebstemperaturen über +120 °C eingesetzt, sinken die Tragzahlen. In solchen Fällen ist der Beiwert für die Betriebstemperatur f_t zu berücksichtigen. Dieser temperaturabhängige Beiwert f_t kann **Diagramm 5** entnommen werden.

Diagramm 4

Beiwert f_h für den Einfluss der Härte

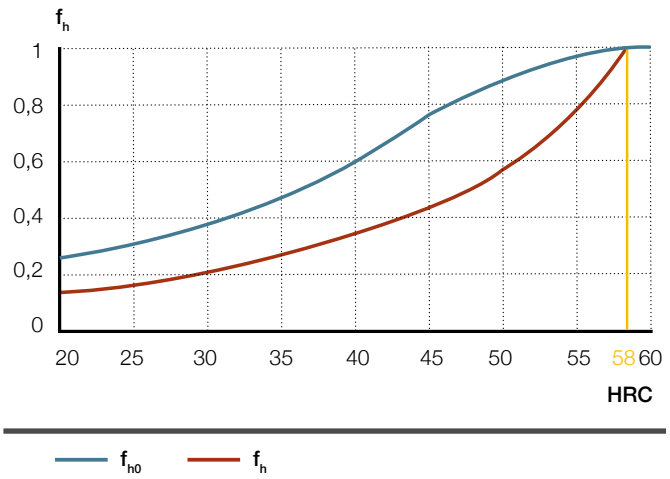
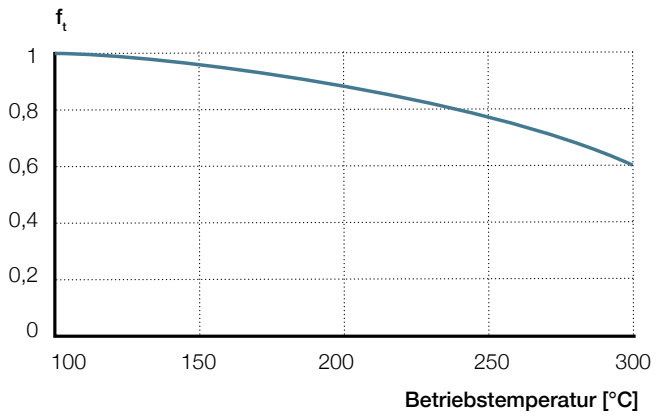


Diagramm 5

Beiwert f_t für den Einfluss der Betriebstemperatur



2.3.4 Gestaltung der Schienenführung

Präzisionsschienenführungen können den jeweiligen Anforderungen entsprechend in verschiedenen Anordnungen eingebaut werden. Zwei dieser Anordnungen werden nachfolgend beschrieben. Dem Einfluss der jeweiligen Anordnung auf die Tragzahlen wird mit dem Beiwert f_1 für die Lastrichtung Rechnung getragen (↳ **Abb. 11**).

Eingespannte Führung

Präzisionsschienenführungssysteme werden vorwiegend in eingespannter Anordnung eingebaut, da dies mit folgenden Vorteilen verbunden ist:

- Die Schienen können den Anforderungen an die Systemsteifigkeit und Laufgenauigkeit entsprechend vorgespannt werden.
- Das System kann Belastungen und Momente aus beliebigen Richtungen aufnehmen.
- Der geringe Querschnitt ermöglicht eine kompakte Konstruktion.

Eingespannte Schienenführungssysteme bestehen in der Regel aus zwei gleichen Präzisionsschienenführungen, wie in **Abb. 11** dargestellt. Bei Schienenführungen in einer solchen Anordnung kann sogar die Vorspannung eingestellt werden, z.B. mit Hilfe von Stellschrauben, wie in **Kapitel 4.1.10** erläutert.

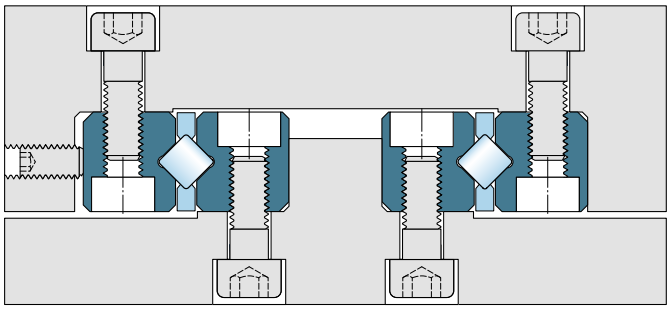
Aufliegende Führung

Ein aufliegendes Schienenführungssystem besteht aus einem „Festlager“, z.B. einer LWR Schienenführung, die die Führung in Längs- und Querrichtung übernimmt und einer weiteren Schienenführung mit zwei ebenen Laufbahnen, die als „Loslager“ frei aufliegt (↳ **Abb. 11**). Bei derartigen Anordnungen ist darauf zu achten, dass beide Führungssysteme gleiche Tragzahlen und Steifigkeiten aufweisen. Aufliegende Schienenführungssysteme können nur überwiegend senkrecht auf die Führung wirkende Lasten aufnehmen. Sie sind dafür jedoch hoch belastbar und einfach zu montieren. Sie kommen dann vorteilhaft zum Einsatz, wenn:

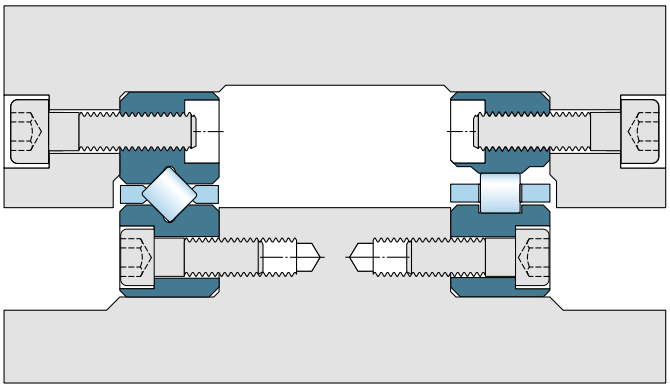
- thermisch bedingte Längenänderungen kompensiert werden müssen oder
- große Stützweiten zu überbrücken sind.

Abb. 11

Eingespannte Führung $f_1 = 2$



Aufliegende Führung $f_1 = 2$



2.3.5 Kinematik der Schienenführung

Je nach Anwendung und unter Berücksichtigung der Platzverhältnisse, der Hublänge und der Umgebungsbedingungen können Präzisionsschienenführungssysteme unterschiedlich konzipiert werden. Mögliche Kinematiken und ihre individuellen Eigenschaften werden in den folgenden Kapiteln beschrieben.

Bei der Auslegung einer Schienenführung und Wälzkörpereinheit stehen entweder die Anforderungen an Geometrie und Bauraum oder die Anforderungen an Tragfähigkeit und Steifigkeit im Vordergrund. Im ersten Fall wird die maximal anwendbare Käfiglänge in Abhängigkeit von Hub und Schienenlänge berechnet. Wenn jedoch die Anforderungen an die Tragfähigkeit oder Steifigkeit die Länge der Wälzkörpereinheit bestimmen, werden die angegebenen Gleichungen umgewandelt. In diesem Fall wird die Länge der Schienen in Abhängigkeit von der Länge des Käfigs und der Hublänge berechnet.

Nicht überlaufendes Schienensystem ohne Abstreifer

Die Wälzkörpereinheit legt stets die Hälfte des von der beweglichen Schiene zurückgelegten Weges zurück und verbleibt zwischen den beiden Schienen (↳ **Abb. 12**).

Bei vorgegebener Geometrie:

$L_{cage,\ max} = L_{rail} - 0{,}5\ S - t_4$

Oder die nominelle Lebensdauer / Steifigkeit definiert die Länge der Wälzkörpereinheit:

$L_{rail,\ min} = L_{cage} + t_4 + 0{,}5\ S$

mit

$L_{cage,\ max}$ = maximale Länge der Wälzkörpereinheit [mm] (bei vorgegebener Schienen- und Hublänge)

L_{rail} = Länge der Führungsschiene [mm]

$L_{rail,\ min}$ = Mindestlänge der Führungsschiene [mm] (bei vorgegebener Hublänge und Länge der Wälzkörpereinheit)

L_{cage} = Länge der Wälzkörpereinheit [mm]

S = vorgesehene Hublänge [mm]

t_4 = erhöhter Platzbedarf für Käfig aufgrund des ACS-Evolventenzahnrads [mm]

Präzisionsschienenführungssystem mit Abstreifer

Wenn eine Abdichtung mit Abstreifern erforderlich ist, muss sichergestellt werden, dass die Lippen der Abstreifer über die gesamte Verfahrstrecke zur Laufbahn der Gegenschiene abdichten. In der Regel weist die Schienenführung zwei unterschiedlich lange Schienen auf. Die Abstreifer sind an der kürzeren Schiene angebracht, deren Länge nach den im obigen Abschnitt **Nicht überlaufende Systeme ohne Abstreifer** angegebenen Formeln bestimmt wird (↳ **Abb. 12**).

Die Mindestlänge der langen Schiene ist (↳ **Abb. 13**):

$L_{rail,\ long,\ min} = L_{cage} + t_4 + 1{,}5\ S + 2\ L_1$

oder, bei vorgegebener Geometrie:

$L_{cage,\ max} = L_{rail,\ long} - 1{,}5\ S - 2\ L_1 - t_4$

mit

$L_{rail,\ long,\ min}$ = Mindestlänge der langen Führungsschiene [mm] (bei vorgegebener Hublänge und Länge der Wälzkörpereinheit)

L_{cage} = Länge der Wälzkörpereinheit [mm]

L_1 = Dicke des Endstücks mit Abstreifer [mm]

$L_{cage,\ max}$ = maximale Länge der Wälzkörpereinheit [mm] (bei vorgegebener Schienen- und Hublänge)

$L_{rail,\ long}$ = Länge der langen Führungsschiene [mm]

S = vorgesehene Hublänge [mm]

t_4 = erhöhter Platzbedarf für Käfig aufgrund des ACS-Evolventenzahnrads [mm]

Abb. 12

Kinematik „Nicht überlaufend ohne Abstreifer“

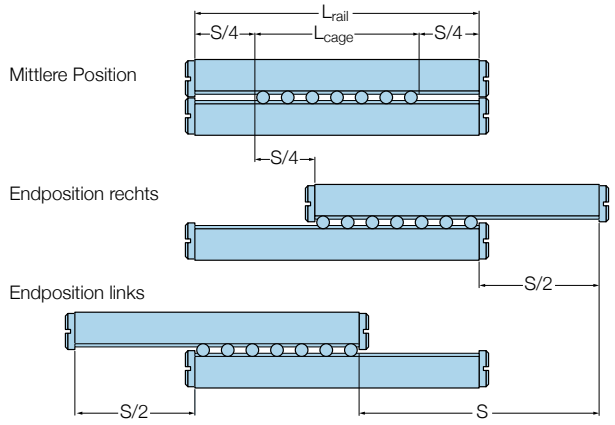
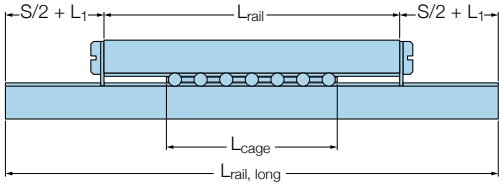


Abb. 13

Kinematik „Mit Abstreifer“



Überlaufendes Schienensystem ohne Abstreifer

Wenn eine kurze Präzisionsschiene auf einer langen Schiene verfährt, sind überlaufende Wälzkörpereinheiten zu bevorzugen. Es ist wichtig, dass die kurze Schiene an beiden Schienenenden einen Einlaufradius aufweist (bei Bestellung bitte das Nachsetzzeichen „EG“ angeben), sodass die überlaufende Wälzkörpereinheit eine möglichst geringe Pulsation verursacht. Nicht jeder Käfig ist hierfür geeignet. Der maximale Käfigüberlauf („freie Länge“ des Käfigs) ist von der Ausrichtung der Schienen und dem Käfigmaterial abhängig.

Hat der Bauraum oberste Priorität, so berechnet sich die Länge der Komponenten wie folgt (↳ **Abb. 14**):

$$L_{cage,\ max} = L_{rail,\ long} - 0{,}5\ S - t_4$$

und

$$L_{rail,\ short} = L_{rail,\ long} - S$$

Wenn die Steifigkeit oder Tragfähigkeit des Schienensystems vorrangige Bedeutung hat, sind folgende Formeln anzuwenden:

$$L_{rail,\ long} = L_{cage} + t_4 + 0{,}5\ S$$

und

$$L_{rail,\ short} = L_{rail,\ long} - S$$

mit

$L_{cage,\ max}$ = maximale Länge der Wälzkörpereinheit [mm] (bei vorgegebener Schienen- und Hublänge)

$L_{rail,\ long}$ = Länge der langen Führungsschiene [mm]

$L_{rail,\ short}$ = Länge der kurzen Führungsschiene in einem überlaufenden System [mm]

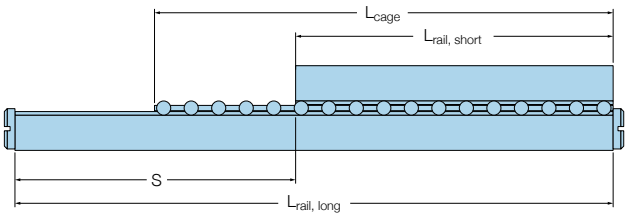
L_{cage} = Länge der Wälzkörpereinheit [mm]

S = vorgesehene Hublänge [mm]

t_4 = erhöhter Platzbedarf für Käfig aufgrund des ACS-Evolventenzahnrads [mm]

Abb. 14

Kinematik „Überlaufend ohne Abstreifer“



Die genaue Position der ACS-Verzahnung auf der Führungsschiene variiert von Fall zu Fall. Wenn 2 Führungsschienen mit ACS-Verzahnung mittig zueinander angeordnet sind, kann es vorkommen,

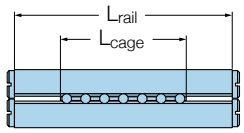
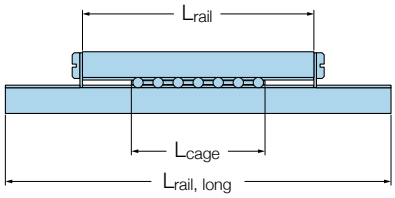
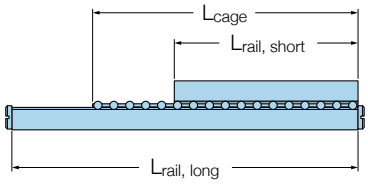
- dass zwei Zähne beider Zahnstangen gegenüberliegen.
- dass ein Zahn und eine Lücke der beiden Zahnstangen gegenüberliegen.
- oder alles zwischen diesen beiden Extremfällen.

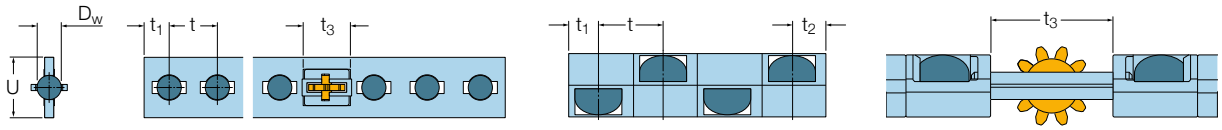
Um der Exzentrizität des ACS-Evolventenzahnrads Rechnung zu tragen, wird in den Gleichungen zur Auslegung einer Schienenführung das Maß t_4 eingesetzt. Bei Führungen ohne ACS(x) gilt: $t_4 = 0$

2.3.6 Anzahl der Wälzkörper z, z_T

Nach der Berechnung der maximalen Käfiglänge $L_{cage, max}$ und der Schienenlänge entsprechend der erforderlichen Geometrie ist die Anzahl der Wälzkörper z zu berechnen, damit die richtige Länge der Wälzkörpereinheit bestellt werden kann. Abhängig von den verschiedenen Kinematik-Typen muss die Anzahl der tragenden Wälzkörper z_T für die Berechnung der Lebensdauer definiert werden. Die folgende Übersicht zeigt die Formeln zur Berechnung der Werte z und z_T. Für Kinematik-Typen, bei denen die Wälzkörpereinheit ausschließlich zwischen den Schienen verbleibt (nicht überlaufende Schienenführung ohne Abstreifer und Schienenführung mit Abstreifer) und alle Wälzkörper Last tragen, gilt $z = z_T$. Bei überlaufenden Führungssystemen können nur die Wälzkörper unterhalb der kurzen Schiene Last aufnehmen, sodass z_T anders berechnet werden muss.

Die Formeln verwenden die Funktion „Trunkieren“, damit sich eine integre Anzahl von Wälzkörpern ergibt. Somit kann für die Bestellung die tatsächliche Länge der Wälzkörpereinheit L_{cage} und die tragende Länge L_T, definiert als Abstand zwischen der Mitte des ersten tragenden Wälzkörpers und der Mitte des letzten Wälzkörpers, ermittelt werden. Zusätzlich sind die Formeln für die Einbaulänge $L_{install}$ angegeben.

Nicht überlaufende Schienenführung ohne Abstreifer (Standard)	Schienenführung mit Abstreifer	Überlaufende Schienenführung ohne Abstreifer
		



Werte für t, t_1, t_2 und t_3 für die verschiedenen Wälzkörpereinheiten enthält das **Kapitel Produktprogramm 3.1–3.7**.
Ist kein Wert für t_2 gegeben, gilt: $t_2 = t_1$
Ist kein Wert für t_3 gegeben, gilt: $t_3 = 0$

$$z = \mathrm{TRUNC}\left(\frac{L_{cage,\,max} - t_1 - t_2 - t_3}{t}\right) + 1$$

$z_T = \mathrm{TRUNC}\left(\frac{L_{cage,\,max} - t_1 - t_2 - t_3}{t}\right) + 1$	$z_T = \mathrm{TRUNC}\left(\frac{L_{rail,\,short} - t_3 - 2\,EG}{t}\right) + 1$

$$L_{cage} = (z - 1)\,t + t_1 + t_2 + t_3$$

$$L_T = (z_T - 1)\,t + t_3$$

$L_{install} = L_{rail} + S + 2\,L$	$L_{install} = L_{rail,\,long}$	$L_{install} = L_{rail,\,long} + 2\,L$

Legende

z	= Anzahl Wälzkörper (je Käfig oder – bei Nadelrollen – je Reihe)
z_T	= Anzahl tragender Wälzkörper (je Käfig oder – bei Nadelrollen – je Reihe)
L_{cage}	= Länge der Wälzkörpereinheit [mm]
$L_{cage, max}$	= maximale Länge der Wälzkörpereinheit [mm]
L_T	= tragende Länge [mm]
$L_{rail, short}$	= Länge der kürzeren Schiene bei einem überlaufenden System [mm]
$L_{rail, long}$	= Länge der langen Führungsschiene [mm]
t	= Wälzkörperteilung im Käfig [mm]
t_1, t_2	= Abstand zwischen äußerem Wälzkörper und Käfigende
t_3	= Länge des ACS-Systems [mm]
EG	= Länge des Einlaufradius auf jeder Seite, üblicherweise 1–2 mm [mm]
$L_{install}$	= Länge des Gesamtbauraums [mm]
L	= Dicke des Endstücks [mm]

HINWEIS: Die mathematische Funktion „Trunc“ kürzt eine Zahl um ihre Nachkommastellen, sodass eine Ganzzahl entsteht.

2.3.7 Geometrie eines Schienenführungssystems

Als allgemeine Empfehlung für die Länge der Wälzkörpereinheit gilt:

„eingespannte“ Führung $L_{cage} = S$
„aufliegende“ Führung $L_{cage} = 1{,}5\ S$

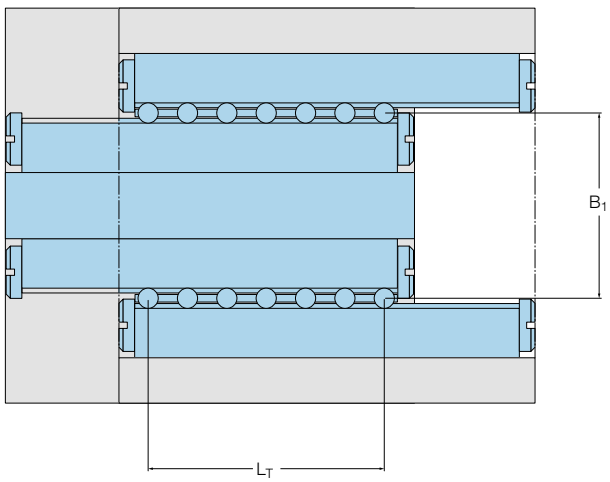
mit
L_{cage} = Länge der Wälzkörpereinheit [mm]
S = vorgesehene Hublänge [mm]

Es ist jedoch zu beachten, dass bei schwerer Belastung, außermittig angreifenden Belastungen oder Drehmomentbelastungen die längstmögliche Wälzkörpereinheit gewählt werden sollte, um sowohl eine gleichmäßige Lastverteilung als auch eine hohe Systemsteifigkeit zu erzielen. Zudem sollte der mittlere Abstand zwischen den Wälzkörpereinheiten B_1 die tragende Länge L_T nicht überschreiten (↳ **Abb. 15**):

$L_T > B_1$

mit
B_1 = mittlerer Abstand zwischen den Wälzkörpereinheiten [mm]
L_T = tragende Länge [mm]

Abb. 15



2.4 Berechnung der Lagerbelastung

Die Last kann direkt in die Lebensdauergleichungen und die Gleichung zur Berechnung der statischen Tragzahl eingefügt werden, wenn die auf eine Schienenführung wirkende Last F in Größe, Position und Richtung konstant ist und senkrecht auf die Laufbahnmitte wirkt. In allen anderen Fällen sind zunächst die maximale resultierende Belastung $F_{res, max}$ und die dynamische äquivalente Belastung P zu berechnen. Diese repräsentativen Belastungen sind definiert als die Belastungen, die den gleichen Einfluss auf die Lebensdauer und die statische Tragsicherheit s_0 haben, wie die Gesamtheit tatsächlichen Lastfälle.

Wie bei Belastungen vorzugehen ist, die nicht senkrecht und nicht auf die Mitte des Schienenführungssystems wirken, ist in **Kapitel 2.4.1** und **2.4.3** beschrieben. Der Umgang mit zeit- oder positionsvariablen Belastungen ist in **Kapitel 2.4.5** erläutert.

2.4.1 Übertragung externer Belastungen auf F_y, F_z, M_x, M_y, M_z

Zunächst ist das Koordinatensystem für den gewählten Aufbau festzulegen. Die Bewegungsrichtung wird vorzugsweise als x-Achse definiert. Der Ursprung des Koordinatensystems wird auf die Mitte der Wälzkörpereinheit gelegt und von dort aus werden alle Hebelarme in x-Richtung gemessen. Das bedeutet, dass das Koordinatensystem beweglich ist und sich die Hebelarme bei Bewegung der Schienenführung ändern (↳ **Abb. 16**). Für die anderen Richtungen sollte der Koordinatenursprung symmetrisch zwischen den Wälzkörpereinheiten bei B1/2 und der Mittenhöhe der Führungsschiene liegen (↳ **Kapitel 2.1.11**).

In einem zweiten Schritt müssen alle Nutzlasten, die Auswirkungen auf das Schienenführungssystem haben, erfasst werden. Belastungsrichtungen und Hebelarme dürfen dabei nicht außer Acht gelassen werden. Die einzelnen Belastungen werden in fünf Werten zusammengefasst: F_y, F_z, M_x, M_y, M_z. Diese werden wie folgt berechnet:

$$F_y = \sum_{i=1}^{U} F_{y,i}$$

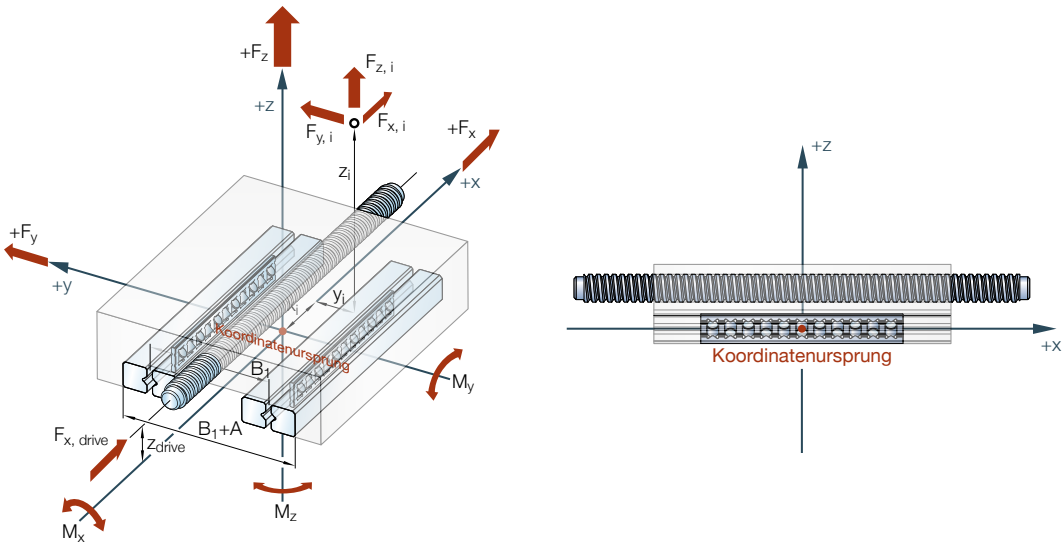
$$F_z = \sum_{i=1}^{U} F_{z,i}$$

$$M_x = -\sum_{i=1}^{U} F_{y,i} z_i + \sum_{i=1}^{U} F_{z,i} y_i$$

$$M_y = \sum_{i=1}^{U} F_{x,i} z_i - \sum_{i=1}^{U} F_{z,i} x_i$$

$$M_z = -\sum_{i=1}^{U} F_{x,i} y_i + \sum_{i=1}^{U} F_{y,i} x_i$$

Abb. 16



mit

$F_{x,i}$, $F_{y,i}$, $F_{z,i}$	= Einzelbelastungen in x-, y- oder z-Richtung, die gleichzeitig auf das Schienensystem wirken [N]
F_y, F_z	= zusammengefasste Kräfte (Belastung) in y- oder z-Richtung [N]
M_x, M_y, M_z	= zusammengefasste Momentbelastungen in x-, y- oder z-Richtung [Nm]
x_i, y_i, z_i	= Hebelarme aus den Einzelbelastungen [m]
i	= Zähler für gleichzeitig wirkende Einzelbelastungen in x-, y- oder z-Richtung
U	= Anzahl der gleichzeitig wirkenden Belastungen

HINWEIS: Die fünf Werte, F_y, F_z, M_x, M_y und M_z, sind unabhängig von der konkreten Geometrie des Schienenführungssystems.

Zur Durchführung der nächsten Berechnungsschritte müssen nun die Art und Länge der Wälzkörpereinheit ausgewählt und die zugehörigen Kennwerte C, C_0 und L_T definiert werden. Zusätzlich ist ein Wert für den mittleren Abstand zwischen den Wälzkörpereinheiten, B_1, zu definieren (↳ **Kapitel 2.3.7**).

2.4.2 Vorspannkraft

Die durch die Vorspannung erzeugte Zusatzlast in einer eingespannten Schienenführung ist bei der Auslegung zu berücksichtigen. Der Beiwert für die Vorspannung f_{Pr}, ist abhängig von der Art der Wälzkörpereinheit (↳ **Kapitel 4.1.9**). Diese sogenannte Vorspannkraft errechnet sich aus

$F_{Pr} = C_{eff}\, f_{Pr}$

$C_{eff} = C_{eff\ slide}$ für eine eingespannte Schienenführung

mit

F_{Pr}	= Vorspannkraft [N]
C_{eff}	= effektive dynamische Tragfähigkeit für eine Wälzkörpereinheit [N]
f_{Pr}	= Beiwert für die Vorspannung, %

2.4.3 Zusammenführung von F_y, F_z, M_x, M_y, M_z zu einem Belastungswert

Die Belastungswerte F_y, F_z, M_x, M_y und M_z werden zu einer kombinierten Lagerbelastung addiert.

$$F_{comb} = |F_y| + |F_z| + \left(\left| \frac{2000\, M_x}{B_1} \right| + \left| \frac{6000\, M_y}{L_T} \right| + \left| \frac{6000\, M_z}{L_T} \right| \right)$$

Die resultierende Lagerbelastung F_{res}, die die Vorspannkraft FPr beinhaltet, wird für die statische Auslegung verwendet.

$$F_{res} = F_{Pr} + F_{comb} = F_{Pr} + |F_y| + |F_z| + \left(\left| \frac{2000\, M_x}{B_1} \right| + \left| \frac{6000\, M_y}{L_T} \right| + \left| \frac{6000\, M_z}{L_T} \right| \right)$$

Für die dynamische Auslegung kommt die dynamische äquivalente Belastung P zum Einsatz, die den Beiwert f_s für die Hublänge berücksichtigt.

$$P = f_s\, F_{res} = f_s \left[F_{Pr} + |F_y| + |F_z| + \left(\left| \frac{2000\, M_x}{B_1} \right| + \left| \frac{6000\, M_y}{L_T} \right| + \left| \frac{6000\, M_z}{L_T} \right| \right) \right]$$

mit

F_{comb}	= kombinierte Belastung [N]
F_{res}	= resultierende Belastung [N]
F_{Pr}	= Vorspannkraft [N]
F_y, F_z	= zusammengefasste Kraft (Belastung) in y- oder z Richtung [N]
M_x, M_y, M_z	= zusammengefasste Momentenbelastung in y- oder z-Richtung [Nm]
B_1	= mittlerer Abstand zwischen den Wälzkörpereinheiten [mm]
L_T	= tragende Länge [mm]
P	= dynamische äquivalente Belastung [N]
f_s	= Beiwert für die Hublänge

2.4.4 Einfluss der Hublänge auf die dynamische äquivalente Belastung

Bei der Festlegung der Betriebsbedingungen zur Ermittlung der nominellen Lebensdauer wird davon ausgegangen, dass der Bezugshub der Schienenführung der Länge der Wälzkörpereinheit entspricht. Bei Präzisionsschienenführungen trifft dies jedoch in den seltensten Fällen zu. Umfangreiche Versuche haben gezeigt, dass sich die Lebensdauer einer unter Kurzhubbedingungen betriebenen Präzisionsschienenführung verringert. Dieser Einfluss der individuellen Hublänge in Abhängigkeit von der Länge der Wälzkörpereinheit ist in **Diagramm 6** dargestellt. Liegen mehrere Lastintervalle mit identischer Bewegungsrichtung vor, so sind deren einzelne Hübe zu summieren.

$$\sum_{j=A}^{B} S_j / (L_T - t_3)$$

mit

S_j	= individuelle Hublänge [mm]
j	= Zähler für Lastintervalle (A, A+1, A+2, ... , B)
A	= Ausgangspunkt der Bewegung in eine Richtung
B	= nächster Umkehrpunkt
L_T	= tragende Länge [mm]
t_3	= Länge des ACS-Systems [mm]

HINWEIS: Bis zu einem Verhältnis von Hub/Käfiglänge von 0,6 ist die Abnahme der Lebensdauer unbedeutend. Bei geringeren Werten wird die dynamische äquivalente Belastung mit Hilfe des Beiwertes f_s angepasst. Treten Werte unter 0,1 auf, so ist aufgrund der ungünstigen tribologischen Verhältnisse eine Berechnung der Lebensdauer nicht mehr möglich. Die unter diesen Bedingungen vorliegende nominelle Lebensdauer ist im Wesentlichen durch die Gleitverhältnisse im Wälzkontakt bestimmt.

2.4.5 Dynamische äquivalente mittlere Belastung

Die Formeln zur Berechnung der nominellen Lebensdauer basieren auf der Annahme, dass die Belastung und die Verfahrgeschwindigkeit konstant sind. Unter realen Bedingungen variieren die äußeren Belastungen, Verfahrpositionen und -geschwindigkeiten jedoch in den meisten Fällen. Der Arbeitsablauf ist daher in Lastintervalle mit konstanten oder annähernd konstanten Bedingungen während der einzelnen Hübe zu unterteilen. Da sich die Hebelarme in x-Richtung mit der Bewegung der Schienenführung ändern, ändert sich auch die äquivalente dynamische Belastung kontinuierlich und für Berechnungen ohne den Einsatz elektronischer Hilfsmittel müssen Vereinfachungen vorgenommen werden (↳ **Diagramm 7**). Zusammen ergeben diese einzelnen Lastintervalle, abhängig von der individuellen Hublänge, die dynamische äquivalente mittlere Belastung P_m:

$$P_m = \sqrt[p]{\frac{\sum_{j=1}^{V} \left|P_j^p\right| S_j}{S_{tot}}}$$

$$S_{tot} = S_1 + S_2 + S_3 .. + S_V$$

mit

P_m	= dynamische äquivalente mittlere Belastung [N]
P	= dynamische äquivalente Belastung [N]
p	= Lebensdauerexponent p = 3 für Kugeln p = 10/3 für Rollen
j	= Zähler für Lastintervalle
V	= Anzahl der Lastintervalle
S_j	= individuelle Hublänge [mm]
S_{tot}	= gesamte Hublänge [mm]

Diagramm 6

Beiwert f_s für den Einfluss der Hublänge

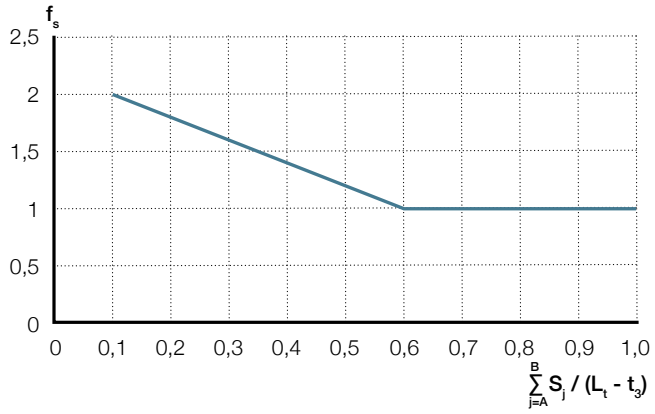
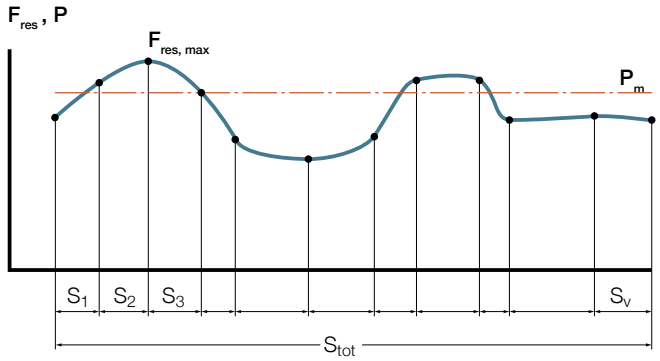


Diagramm 7

Variable Belastung einer Präzisionsschienenführung



2.4.6 Maximale resultierende Belastung

Falls die maximale Last auftritt, wenn die Linearführung sich bewegt, wird der Maximalwert von F_{res} für die Berechnung der statischen Tragsicherheit s_0 verwendet. Dazu sind alle Belastungen für die einzelnen Hublängen zu berechnen. Mit diesen Zahlen kann die maximale resultierende Belastung $F_{res,\,max}$ ermittelt und anschließend in die Gleichung für s_0 eingefügt werden.

$$F_{res,\,max} = \underset{j=1}{\overset{V}{\mathrm{MAX}}} \left| F_{res,\,j} \right|$$

$$F_{res,\,max} = \underset{j=1}{\overset{V}{\mathrm{MAX}}} \left[F_{Pr} + \left|F_y\right| + \left|F_z\right| + \left(\left| \frac{2\,000\,M_x}{B_1} \right| + \left| \frac{6\,000\,M_y}{L_T} \right| + \left| \frac{6\,000\,M_z}{L_T} \right| \right) \right]$$

P_0, die maximale statische Last im Stillstand, wird mittels einer ähnlichen Formel berechnet. Für die Berechnung des statischen Sicherheitsfaktors s_0 wir das Maximum aus P_0 und $F_{res,\,max}$ eingesetzt.

2.4.7 Detaillierte Gleichung zur Berechnung der statischen Tragsicherheit

Sämtliche Gleichungen im Zusammenhang mit der statischen Tragsicherheit können in eine Formel integriert werden:

$$s_0 = \frac{C_{0,\,eff\,slide}}{F_{res,\,max}} = \frac{f_{h0}\, f_t\, C_{0,10} \dfrac{2z_T}{10\, f_1}}{\underset{j=1}{\overset{V}{\mathrm{MAX}}} \left[F_{Pr} + \left|F_y\right| + \left|F_z\right| + \left(\left| \dfrac{2\,000\,M_x}{B_1} \right| + \left| \dfrac{6\,000\,M_y}{L_T} \right| + \left| \dfrac{6\,000\,M_z}{L_T} \right| \right) \right]} \quad \text{or} \quad s_0 = \frac{C_{0,\,eff\,slide}}{P_0}$$

2.4.8 Detaillierte Gleichung zur Berechnung der nominellen Lebensdauer

Sämtliche Gleichungen im Zusammenhang mit der Lebensdauerberechnung können in eine Formel integriert werden:

$$L_{ns} = c_1\, 100 \left(\frac{C_{eff\,slide}}{P} \right)^p = c_1\, 100 \left[\frac{f_h\, f_t\, C_{10} \left(\dfrac{2z_T}{10 f_1} \right)^w}{\sqrt[p]{\dfrac{\sum_{j=1}^{V} \left|P_j^p\right| S_j}{S_{tot}}}} \right]^p$$

$$L_{ns} = c_1\, 100 \left\{ \frac{f_h\, f_t\, C_{10} \left(\dfrac{2z_T}{10\, f_1} \right)^w}{\sqrt[p]{\dfrac{\sum_{j=1}^{V} \left|f_{s,j}^p\right| \left[F_{Pr} + \left|F_{y,j}\right| + \left|F_{z,j}\right| + \left(\left| \dfrac{2\,000\,M_{x,j}}{B_1} \right| + \left| \dfrac{6\,000\,M_{y,j}}{L_T} \right| + \left| \dfrac{6\,000\,M_{z,j}}{L_T} \right| \right) \right]^p S_j}{S_{tot}}} \right\}^p$$

$$L_{ns} = c_1\, 100 \frac{\left[f_h\, f_t\, C_{10} \left(\dfrac{2z_T}{10\, f_1} \right)^w \right]^p S_{tot}}{\sum_{j=1}^{V} \left|f_{s,j}^p\right| \left[F_{Pr} + \left|F_{y,j}\right| + \left|F_{z,j}\right| + \left(\left| \dfrac{2\,000\,M_{x,j}}{B_1} \right| + \left| \dfrac{6\,000\,M_{y,j}}{L_T} \right| + \left| \dfrac{6\,000\,M_{z,j}}{L_T} \right| \right) \right]^p S_j}$$

2.5 Berechnungsbeispiel zur Auslegung einer Präzisionsschienenführung

Der für dieses Berechnungsbeispiel verwendete kundenspezifische Ewellix-Präzisionsschienenführungsschlitten ist mit einem eisenlosen Linearmotor mit hoher Geschwindigkeitskonstanz als Antrieb ausgestattet und weist einen abgedichteten, optischen Encoder sowie mechanische Endanschläge auf. Die in **Abb. 17** dargestellte Ausführung ist typisch für Präzisionsschienenführungsschlitten.

Anwendungsbeschreibung

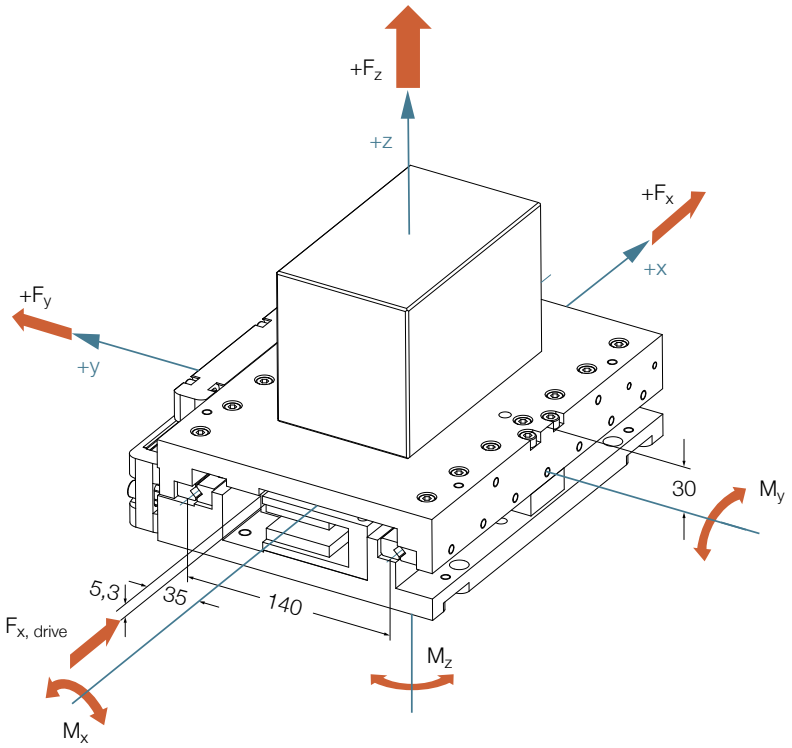
Ein Bauteil (Masse 40 kg, Länge 150 mm, Breite 100 mm, Höhe 90 mm) muss für die Messung in mehreren Prozessschritten verfahren werden. Der erste Schritt beinhaltet das sehr präzise Verfahren über die gesamte Länge. Die Messung kann bei einer maximalen Beschleunigung von 1 m/s² durchgeführt werden und erfolgt bei einer Raumtemperatur von konstant 22 °C. Während des folgenden Schrittes, der bei stationärem Zustand der Schienenführung durchgeführt wird, wird eine senkrecht wirkende Belastung von 600 N in z-Richtung erzeugt, die symmetrisch zwischen den Präzisionsschienenführungseinheiten ansetzt und in x-Richtung 20 mm in das Bauteil wirkt. Der verfügbare Bauraum begrenzt L_{rail} auf 250 mm. Damit eine gewisse Reserve zur Verfügung steht, wird für den Schlitten eine Hublänge von 160 mm vorgesehen. Die Beschleunigungs- und Verzögerungswerte für den Vor- und Rückwärtshub sind gleich. Aufgrund der hohen Anforderungen an die Laufgenauigkeit in Höhen- und Seitenrichtung ist ein Anti-Creeping-System erforderlich. Daher müssen Präzisionsschienenführungen mit ACSM verwendet werden.

Folgende Fragen gilt es zu beantworten:

- Welche Präzisionsschienenführung (Größe, L_{cage}) ist für diese Anwendung erforderlich?
- Welcher maximale Hub kann gefahren werden?
- Wie hoch sind die erzielbare statische Tragsicherheit und die nominelle Lebensdauer in Kilometern?

Abb. 17

RLM mit Koordinatensystem



Maximale Länge der Wälzkörpereinheit

In diesem Beispiel ist die Geometrie durch den Bauraum und den erforderlichen Hub vorgegeben. Gemäß **Kapitel 2.4.5** ist die folgende Formel anzuwenden:

$$L_{cage,\ max} = L_{rail} - 0{,}5\ S$$

$$L_{cage,\ max} = 250\ mm - 0{,}5 \times 160\ mm = 170\ mm$$

Anzahl der Wälzkörper z, z_T

Aufgrund der gewählten Kinematik – nicht überlaufend ohne Abstreifer – sind alle Wälzkörper dauerhaft mit Last beaufschlagt und $z = z_T$. Um einen realen Wert für z zu errechnen, ist eine Wälzkörpereinheit einer bestimmten Art und Größe zu wählen. Da die für dieses Beispiel gewählte Masse sowie die äußere Belastung relativ klein sind, wählen wir für die Berechnung zunächst die kleinstmögliche Wälzkörpereinheit vom Typ LWJK 2 ACSM aus, die den Anforderungen der Anwendung genügen könnte. Bei Überprüfung der maximalen Führungsschienenlänge von LWRB2 ist festzustellen, dass sie mit 200 mm nicht ausreichend ist und in diesem Fall LWRE 3 ACSM die kleinstmögliche Führung ist. Gemäß **Kapitel 2.3.6** ist folgende Formel anzuwenden; die erforderlichen einzusetzenden Werte können dem betreffenden Produktkapitel entnommen werden.

$$z = z_T = \mathrm{TRUNC}\left(\frac{L_{cage,\ max} - t_1 - t_2 - t_3}{t}\right) + 1$$

$$z = z_T = \mathrm{TRUNC}\left(\frac{170\ mm - 2{,}65\ mm - 3{,}6\ mm - 9\ mm}{6{,}25\ mm}\right) + 1 = 25$$

Die Anzahl der Wälzkörper ist zur Ermittlung des für die Bestellung benötigten Wertes L_{cage} erforderlich:

$$L_{cage} = (z - 1)\,t + t_1 + t_2 + t_3$$

$$L_{cage} = (25 - 1) \times 6{,}25\ mm + 2{,}65\ mm$$

$$+\ 3{,}6\ mm + 9\ mm = 165{,}25\ mm$$

Die Anzahl der Wälzkörper ist zur Berechnung der tragenden Länge L_T:

$$L_T = (z_T - 1)\,t + t_3$$

$$L_T = (25 - 1) \times 6{,}25\ mm + 9\ mm = 159\ mm$$

Mit der genauen Länge der Wälzkörpereinheit kann die resultierende maximale Hublänge berechnet werden.

$$S = (L_{rail} - L_{cage})\,2$$

$$S = (250\ mm - 165{,}25\ mm) \times 2 = 169{,}5\ mm$$

Die Grundregeln $L_{cage} = S$ für „eingespannte Schienenführung“ und $L_T > B_1$ sind einzuhalten.

Bestimmung der effektiven Tragzahlen

Für die Berechnung der statischen Tragsicherheit und der nominellen Lebensdauer müssen die effektiven Tragzahlen bekannt sein. Hierfür müssen verschiedene, in **Tabelle 6** angegebene Kennwerte vorliegen. Die Werte $C_{0,10}$ und C_{10} für die ausgewählte Wälzkörpereinheit sind dem entsprechenden Produktkapitel zu entnehmen.

$$C_{0,\ eff\ slide} = f_{h0}\ f_t\ C_{0,10}\ \frac{2z_T}{10\ f_1}$$

$$C_{0,\ eff\ slide} = 1 \times 1 \times 8160\ N \times \frac{2 \times 25}{10 \times 2} = 20400\ N$$

$$C_{eff\ slide} = f_h\ f_t\ C10\left(\frac{2z_T}{10\ f_1}\right)^w$$

$$C_{eff\ slide} = 1 \times 1 \times 5040\ N\left(\frac{2 \times 25}{10 \times 2}\right)^{\frac{7}{9}} = 10279\ N$$

Tabelle 6

	Beschreibung	Wert	Entscheidungsbasis
f_{h0}	Beiwert für Härte bei statischer Belastung	1	Vergleiche **Kapitel 2.4.2**
f_h	Beiwert für Härte bei statischer Belastung	1	Vergleiche **Kapitel 2.4.2**
f_t	Beiwert für Härte bei dynamischer Belastung	1	Vergleiche **Kapitel 2.4.2**
f_1	Beiwert für die Betriebstemperatur	1	Betriebstemperatur weit unter 120 °C
w	Beiwert für die Lastrichtung	2	Eingespannte Schienenführung
$C_{0,10}$	Wälzkörperexponent	7/9	Kreuzrolleneinheit
C_{10}	Statische Tragzahl bei 10 tragenden Rollen	8160 N	LWAKE 3 ACSM

Ermittlung der Lagerbelastung

Neben den effektiven Tragzahlen müssen auch die maximale resultierende Belastung $F_{res,\ max}$ und die dynamische äquivalente mittlere Belastung P_m der Anwendung ermittelt werden. Dazu ist es unerlässlich, den Arbeitsablauf zu verstehen und zu wissen, wo und zu welchem Zeitpunkt Lasten auf die Schienenführung wirken. In den meisten Fällen ist es dafür erforderlich, den Ablauf in Lastintervalle mit konstanten oder nahezu konstanten Betriebsbedingungen zu unterteilen.

Die Definition des allgemeinen Koordinatensystems ist in **Abb. 17** auf **Seite 33** am Anfang dieses Kapitels dargestellt. **Abb. 18** zeigt die Hebelarme in x-Richtung für das Lastintervall 6 unseres Beispiels. Die Einstellung des Koordinatensystems ist in **Kapitel 2.4** erläutert.

Für jedes Lastintervall sind die auftretenden Belastungen in fünf Werten zusammenzufassen: F_y, F_z, M_x, M_y und M_z. Anschließend werden diese fünf Werte und die Vorspannkraft zu einer Belastung subsumiert, die das jeweilige Lastintervall repräsentiert. Der Arbeitsablauf der Anwendung mit ihren einzelnen Lastintervallen und den angreifenden Belastungen einschließlich der Hebelarme aus dem Beispiel ist auf den folgenden Seiten systematisch im Überblick dargestellt (↳ **Tabelle Berechnung der Belastung, Seite 36 und 37**). Sie enthält auch die entsprechenden Formeln und Berechnungen. Da die Beschleunigungs- und Verzögerungswerte bei der Vorwärts- und Rückwärtsbewegung gleich sind, ist es ausreichend, P_m mit den Lastintervallen des Vorwärtshubs zu berechnen.

Der Beiwert für die Hublänge ist mit Hilfe des **Diagramms 6, Kapitel 2.4.4** zu ermitteln.

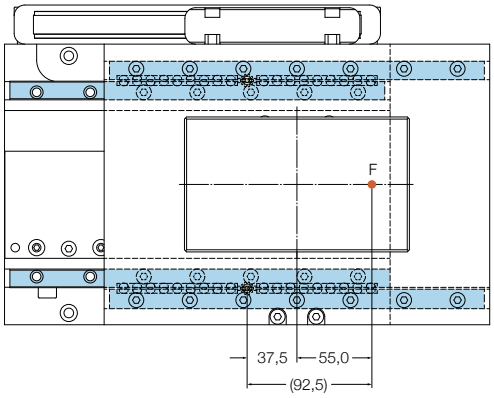
$$\frac{S}{L_{cage}} = \frac{150\ \text{mm}}{165{,}25\ \text{mm}} = 0{,}91 \rightarrow f_s = 1$$

Die Vorspannkraft ist zu berechnen. Der Beiwert für die Vorspannung f_{Pr} ist abhängig von der Art der Wälzkörpereinheit (↳ **Kapitel 4.1.10**).

$$F_{Pr} = f_{Pr}\ C_{eff\ slide}$$

$$F_{Pr} = 0{,}07 \times 10\ 279\ \text{N} = 719{,}5\ \text{N}$$

Abb. 18



Maximale resultierende Belastung

Die maximale resultierende Belastung tritt in Lastintervall 6 auf.

$$F_{res,\ max} = \underset{j=1}{\overset{V}{\text{MAX}}} \left| F_{res,\ j} \right|$$

$$F_{res,\ max} = 4\ 362\ \text{N}$$

Berechnung des Beiwerts für die statische Tragsicherheit

Nun kann für die ausgewählte Präzisionsschienenführung und den Lastintervall mit der höchsten resultierenden Belastung der Beiwert für die statische Tragsicherheit s_0 berechnet werden.

$$s_0 = \frac{C_{0,\ eff\ slide}}{F_{res,\ max}}$$

$$s_0 = \frac{20\,400\ \text{N}}{4\,362\ \text{N}} = 4{,}68$$

Dynamische äquivalente mittlere Belastung

Für die Berechnung der nominellen Lebensdauer muss die dynamische äquivalente mittlere Belastung bekannt sein. Die Einzelwerte, die anzuwendende Formel und die Berechnungen sind in der **Tabelle Berechnung der Belastung, Seite 36 und 37,** aufgeführt.

Das Ergebnis ist

$$P_m = \sqrt[p]{\frac{\sum_{j=1}^{V} \left| P_j^p \right| S_j}{S_{tot}}} = 1\,489\ \text{N}$$

Berechnung der nominellen Lebensdauer

Die nominelle Lebensdauer der Präzisionsschienenführung in Kilometer kann nun mithilfe der folgenden Formel ermittelt werden:

$$L_{ns} = c_1\ 100\ \text{km}\ \frac{C_{eff\ slide}}{P_m}^{\ p}$$

$$L_{10s} = 1 \times 100\ \text{km} \times \frac{10\,279\ \text{N}}{1\,489\ \text{N}}^{\frac{10}{3}} = 62\,640\ \text{km}$$

Berechnung der Belastung

Arbeitsablauf unterteilt in Lastintervalle	**Lastintervall 1** Beschleunigung, ausgehend von linker Position				**Lastintervall 2** Konstante Geschwindigkeit		
Individuelle Hublänge Sj:	5 mm				40 mm		
Beschleunigung:	1 m/s²				0 m/s²		
Verfahrgeschwindigkeit:	zunehmend				0,1 m/s		
Position zu Beginn des Lastintervalls:	–75 mm				–70 mm		
Anmerkungen: Kräfte in Newton [N] Hebelarme in Meter [m] Momentbelastungen in Newtonmeter [Nm]					Hebelarm wird kleiner. Der ungünstigste Fall wird für das gesamte Lastintervall angenommen.		
		Hebelarme				Hebelarme	
			y	z		x	
Bezeichnung der Kraft in x-Richtung	Kraf F_x				Kraf F_x		
Antriebskraft	40		0,035	–0,0053			
Trägheitskraft	–40		0	0,075			
Bezeichnung der Kraft in z-Richtung	Kraft F_z				Kraft F_z		
Bauteil	–392,4	–0,0375	0		–392,4	–0,035	
Zusatzlast							
$F_y = \sum_{i=1}^{U} F_{y,i}$	0				0		
$F_z = \sum_{i=1}^{U} F_{z,i}$	–392,4				–392,4		
$M_x = -\sum_{i=1}^{U} F_{y,i} z_i + \sum_{i=1}^{U} F_{z,i} y_i$	0				0		
$M_y = \sum_{i=1}^{U} F_{x,i} z_i - \sum_{i=1}^{U} F_{z,i} x_i$	–17,93				–13,73		
$M_z = -\sum_{i=1}^{U} F_{x,i} y_i + \sum_{i=1}^{U} F_{y,i} x_i$	–1,4				0		
$F_{res} = F_{Pr} + \lvert F_y \rvert + \lvert F_z \rvert + \left(\left\lvert \frac{2\,000\,M_x}{B_1} \right\rvert + \left\lvert \frac{6\,000\,M_y}{L_T} \right\rvert + \left\lvert \frac{6\,000\,M_z}{L_T} \right\rvert \right)$	1 841,3				1 630,0		
$P = f_s F_{res} = f_s \left[F_{Pr} + \lvert F_y \rvert + \lvert F_z \rvert + \left(\left\lvert \frac{2\,000\,M_x}{B_1} \right\rvert + \left\lvert \frac{6\,000\,M_y}{L_T} \right\rvert + \left\lvert \frac{6\,000\,M_z}{L_T} \right\rvert \right) \right]$	1 841,3				1 630,0		
$P_m = \sqrt[p]{\frac{\sum_{j=1}^{V} \lvert P_j^p \rvert S_j}{S_{tot}}}$							

	Lastintervall 3 Konstante Geschwindigkeit		**Lastintervall 4** Konstante Geschwindigkeit		**Lastintervall 5** Verzögerung				**Lastintervall 6** Stillstand unter Belastung in rechter Position			
	60 mm		40 mm		5 mm				0 mm			
	0 m/s²		0 m/s²		–1 m/s²				0 m/s²			
	0,1 m/s		0,1 m/s		abnehmend				0 m/s			
	0 mm		70 mm		70 mm				75 mm			
	Hebelarm wird kleiner, geht auf Null und nimmt wieder zu. Für die Berechnung wird er für das gesamte Lastintervall auf Null gesetzt.		Hebelarm wird größer. Der am Ende des Lastintervalls vorliegende Hebelarm wird für die Berechnung gewählt (ungünstigster Fall).									
		Hebelarme		Hebelarme		Hebelarme				Hebelarme		
		x		x		x	y	z		x	y	z
	Kraft F_x		Kraft F_x		Kraft F_x				Kraft F_x			
					–40		0,035	–0,0053				
					40		0	0,075				
	Kraft F_z		Kraft F_z		Kraft F_z				Kraft F_z			
	–392,4	0	–392,4	0,035	–392,4	0,035	0		–392,4	0,0375	0	
									–600	0,0925	0	
	0		0		0				0			
	–392,4		–392,4		–392,4				–992,4			
	0		0		0				0			
	0		13,73		16,95				70,22			
	0		0		1,4				0			
	1 111,9		1 630,0		1 804,4				4 361,7			
	1 111,9		1 630,0		1 804,4				4 361,7			

$$P_m = \sqrt[10/3]{\frac{1841{,}3\ N^{10/3} \times 5\ mm + 1630\ N^{10/3} \times 40\ mm + 1111{,}9\ N^{10/3} \times 60\ mm\ 1630\ N^{10/3} \times 40\ mm\ 1804{,}4\ N^{10/3} \times 5\ mm}{5\ mm + 40\ mm + 60\ mm + 40\ mm\ 5\ mm}} = 1\,489\ N$$

2.6 Berechnung der Steifigkeit

Für den Anwender von Präzisionsschienenführungen ist es von besonderem Interesse, die elastische Einfederung der Einheit im Angriffspunkt der Last zu kennen. Zur überschlägigen Ermittlung dieser Kenngröße muss zunächst die durch die Wälzkörper verursachte elastische Verformung der Laufbahn δ mithilfe der **Diagramme 8-11** bestimmt werden. Der ermittelte Wert ist mit dem Korrekturfaktor f_k zu multiplizieren (↳ **Diagramme 12-13**), um einen Näherungswert für die resultierende Einfederung δ_{res} des Präzisionsschienensystems einschließlich der aus Stahl gefertigten Umgebungsteile zu erhalten. Dieses Verfahren ist in den folgenden zwei Kapiteln beschrieben.

2.6.1 Bestimmung der elastischen Verformung mithilfe der Nomogramme

Für die Anwendung der in den **Diagrammen 8-11** abgebildeten Nomogramme sind zunächst die Belastungsverhältnisse in Bezug zu den mechanischen Abmessungen zu ermitteln und zu definieren, für welches Lastintervall und welche vorherrschende Einzelbelastung in z-Richtung die elastische Verformung berechnet werden soll. In **Abb. 19** sind die für die Berechnung der Beiwerte erforderlichen Kenngrößen dargestellt.

Der Wälzkörperdurchmesser D_w und die Kontaktlänge des Wälzkörpers $L_{w\,eff}$ können der **Tabelle 7** entnommen werden. Nach diesen Berechnungen kann die elastische Verformung im Lastangriffspunkt aus dem Nomogramm abgelesen werden. Die Nomogramme basieren auf „eingespannten Führungen“ (↳ **Kapitel 2.3.4**) und sind den einzelnen Bauarten der Präzisionsschienenführungen wie folgt zugeordnet:

Diagramm 8: LWR Schienenführungen mit Kreuzrolleneinheiten

Diagramm 9: LWR Schienenführungen mit Kugeleinheiten

Diagramm 10: LWRE Schienenführungen mit Kreuzrolleneinheiten

Diagramm 11: LWRM/LWRV und LWM/LWV Schienenführungen mit Nadelrolleneinheiten

Für das Berechnungsbeispiel in **Kapitel 2.6.3** enthalten die **Diagramme 8 und 10** bereits die erforderlichen Werte und Kennlinien.

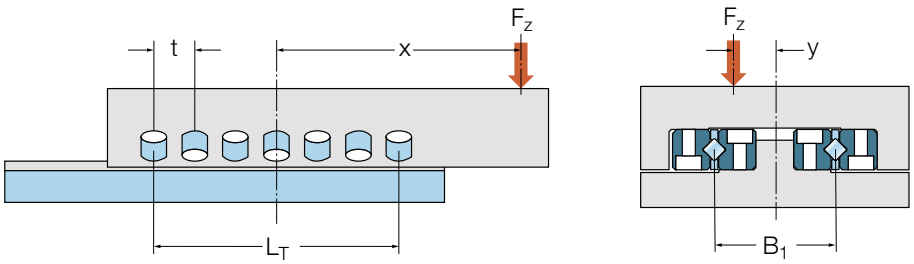
Tabelle 7

Kontaktlänge

Wälzkörpereinheit	Wälzkörperdurchmesser	Kontaktlänge des Wälzkörpers	Baureihe
–	D_w mm	$L_{w\,eff}$ mm	
LWJK 1,588	1,588	–	LWR
LWJK 2	2	–	
LWAK 3	3	1,1	
LWAL 6	6	2,4	
LWAL 9	9	3,6	
LWAL 12	12	5,4	
LWAKE 3	4	2,3	LWRE
LWAKE 4	6,5	3,2	
LWAKE 6	8	4,7	
LWAKE 9	12	8,2	
LWHV 10	2	4,4	LWRM/V LWM/V
LWHW 10	2	4,4	
LWHV 15	2	7,4	
LWHW 15	2	6,4	
LWHV 20	2,5	11,4	
LWHW 20	2,5	9,4	
LWHW 25	3	13,4	
LWHW 30	3,5	17,4	

Abb. 19

Hebelverhältnis 1



Vorbereitung

Bestimmung der Anzahl der tragenden Wälzkörper als Kontrollparameter für die Nomogramme:

Kreuzrolleneinheiten:

$$z_{Tnomo} = 2\left(\frac{L_T}{t} + 1\right)$$

Kugel- und Nadelrolleneinheiten:

$$z_{Tnomo} = \frac{L_T}{t} + 1$$

Berechnung der durchschnittlichen Wälzkörperbelastung für

Kreuzrolleneinheiten:

$$Q = \frac{2\,F_z}{z_{Tnomo}}$$

Kugel- und Nadelrolleneinheiten:

$$Q = \frac{F_z}{2\,z_{Tnomo}}$$

Berechnung des Hebelverhältnisses R_x:

$$R_x = \frac{x}{t}$$

Berechnung des Hebelverhältnisses R_y:

$$R_y = \frac{y}{B_1}$$

mit

z_{Tnomo} = Anzahl der tragenden Wälzkörper (je Käfig oder bei Nadelrollen je Reihe)

L_T = tragende Länge [mm]

t = Wälzkörperteilung im Käfig [mm]

Q = durchschnittliche Belastung je Wälzkörper [N]

F_z = Einzelbelastung in z-Richtung [N]

x = Abstand zwischen dem Mittelpunkt der Wälzkörpereinheit und dem Lastangriffspunkt [mm]

y = Abstand zwischen dem Mittelpunkt der Schienenführungseinheit und dem Lastangriffspunkt [mm]

B_1 = mittlerer Abstand zwischen den Wälzkörpereinheiten [mm]

D_w = Wälzkörperdurchmesser [mm]

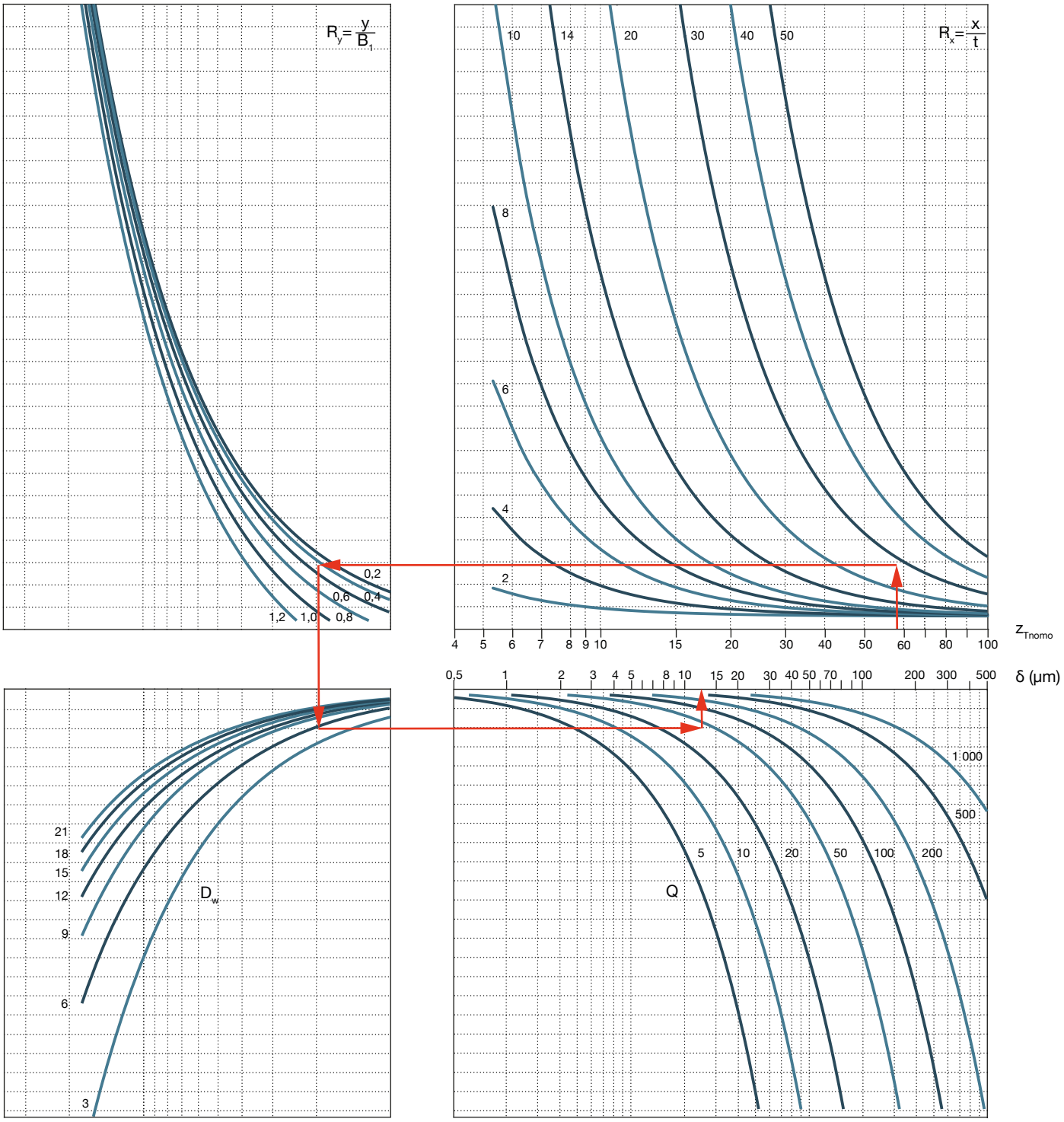
$L_{w\,eff}$ = Kontaktlänge des Wälzkörpers [mm]

Ablesen der elastischen Verformung im Nomogramm

Mit den gemäß dem vorhergehenden Abschnitt „**Vorbereitung**“ ermittelten Werten kann nun die elastische Verformung δ im Nomogramm abgelesen werden (↳ **Diagramm 8-11**).

Diagramm 8

Nomogramm der elastischen Verformung für LWR Schienenführungen mit Kreuzrolleneinheiten



EWELLIX

Diagramm 9

Nomogramm der elastischen Verformung für LWR Schienenführungen mit Kugeleinheiten

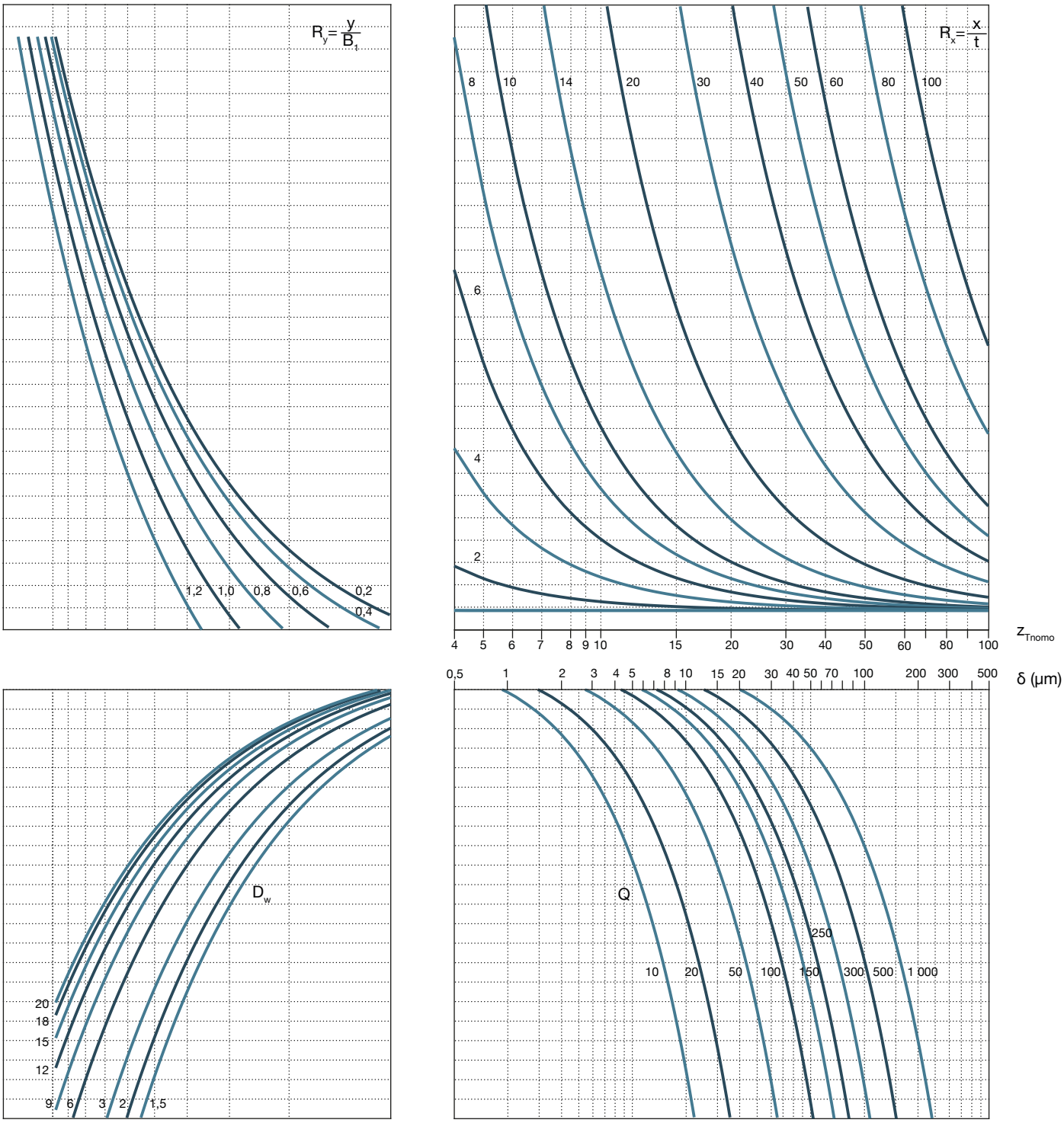


Diagramm 10

Nomogramm der elastischen Verformung für LWRE Schienenführungen mit hochtragfähigen Kreuzrolleneinheiten

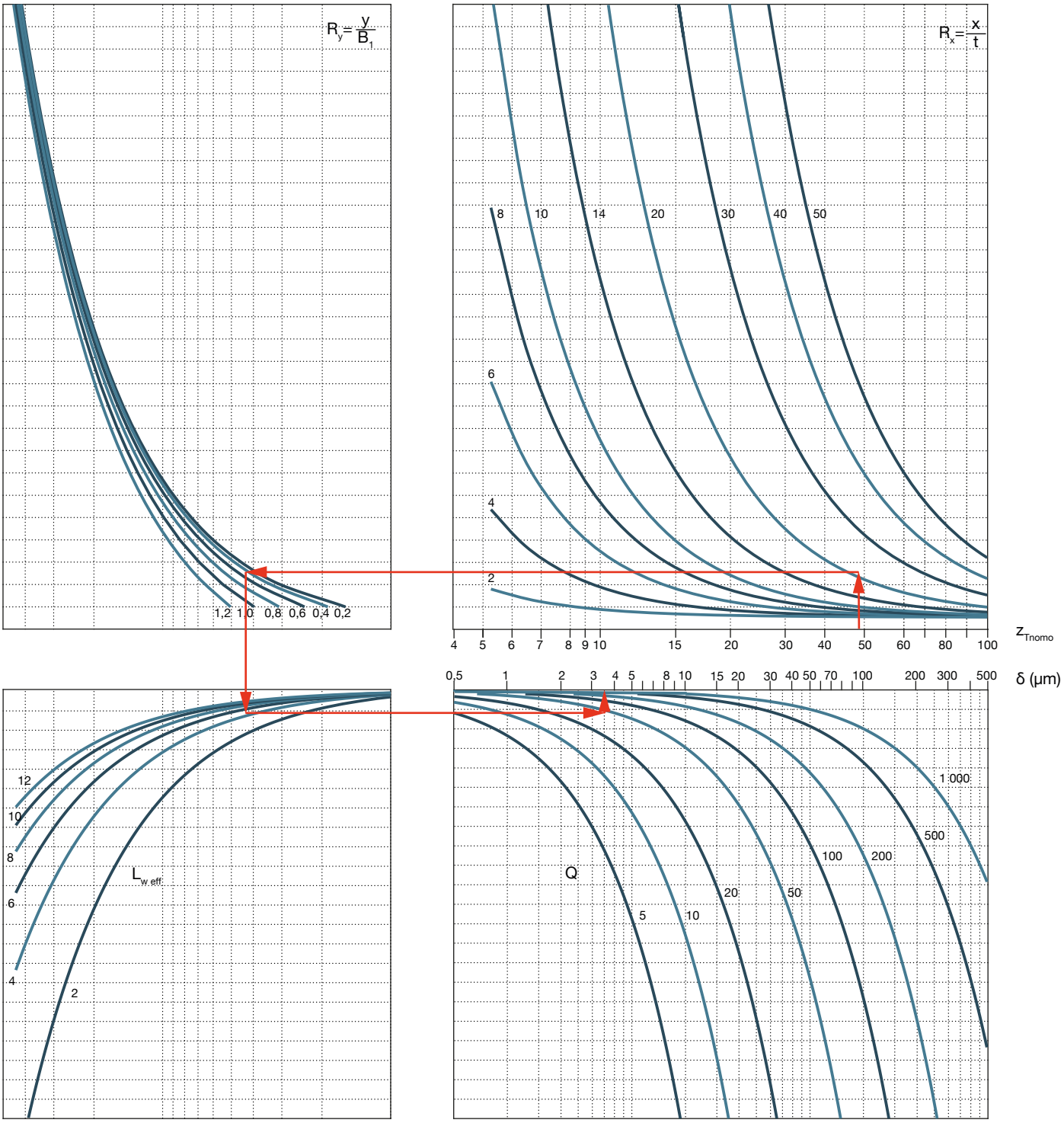
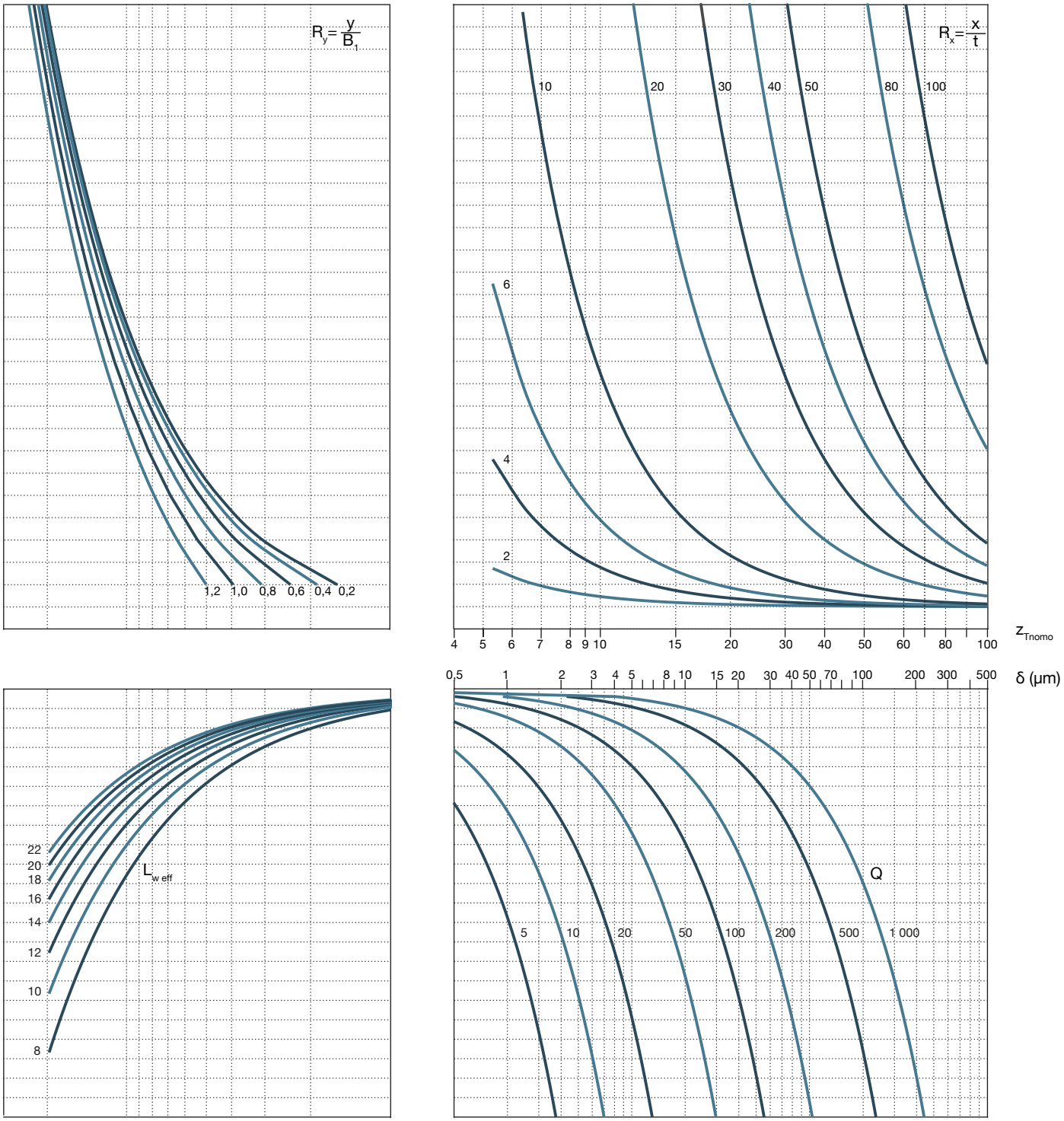


Diagramm 11

Nomogramm der elastischen Verformung für LWRM/LWRV und LWM/LWV Schienenführungen mit Nadelrolleneinheiten



2.6.2 Ermittlung der resultierenden Einfederung eines Schienenführungssystems

Wird die gemessene elastische Einfederung eines kompletten Schlittensystems mit den Werten aus den Nomogrammen verglichen, so zeigt sich, dass die Steifigkeit des kompletten Schlittensystems deutlich geringer ist. Diese Diskrepanz ist hauptsächlich auf die ungleichmäßige Lastverteilung entlang der Führung zurückzuführen, die beispielsweise aus Formabweichungen, Parallelitätsabweichungen oder unsachgemäßer Montage resultiert. Das kann wiederum Schwankungen in der Belastung der einzelnen Wälzkörper entlang der Schienenführung zur Folge haben. Durch die Verwendung des Korrekturfaktors f_k, der auf dem Kontrollparameter z_{Tnomo} und der spezifischen Belastung eines Wälzkörpers k basiert, wird diesem Umstand Rechnung getragen. Die entsprechenden f_k-Werte für LWRE Schienenführungen mit Kreuzrolleneinheit und LWRM/LWRV Schienenführungen bzw. LWM/LWV Schienenführungen mit Nadelrolleneinheit können **Diagramm 12** entnommen werden. Der Korrekturfaktor f_k für die Berechnung der elastischen Einfederung einer LWR Schienenführung ist **Diagramm 13** zu entnehmen. Bei LWR Schienenführungen mit Kugeleinheiten entsprechen die berechneten Werte den Messungen und es wird kein Faktor f_k benötigt.

Für das Berechnungsbeispiel in **Kapitel 2.6.3** enthalten beide Diagramme bereits die Kennwerte und -linien.

Bestimmung der spezifischen Belastung pro Wälzkörper:

für LWR Kreuzrolleneinheiten

$$k = \frac{2\,F_z}{z_{Tnomo}\,D_w^2}$$

für LWRE Kreuzrolleneinheiten:

$$k = \frac{2\,F_z}{z_{Tnomo}\,D_w\,L_{w\,eff}}$$

für Nadelrolleneinheiten:

$$k = \frac{F_z}{2\,z_{Tnomo}\,D_w\,L_{w\,eff}}$$

mit

k	= spezifische Belastung je Wälzkörper [N/mm2]
F_z	= Einzelbelastung in z-Richtung [N]
z_{Tnomo}	= Anzahl Wälzkörper als Kontrollparameter für das Nomogramm
D_w	= Wälzkörperdurchmesser [mm]
$L_{w\,eff}$	= Kontaktlänge des Wälzkörpers [mm]

Berechnung der resultierenden Einfederung:

$\delta_{res} = f_k\,\delta$

mit

δ_{res}	= resultierende Einfederung [µm]
δ	= elastische Verformung (im Nomogramm abzulesen) [µm]
f_k	= Korrekturfaktor

Diagramm 12

Korrekturfaktor f_k für LWRE, LWRM/LWRV und LWM/LWV Schienenführungen

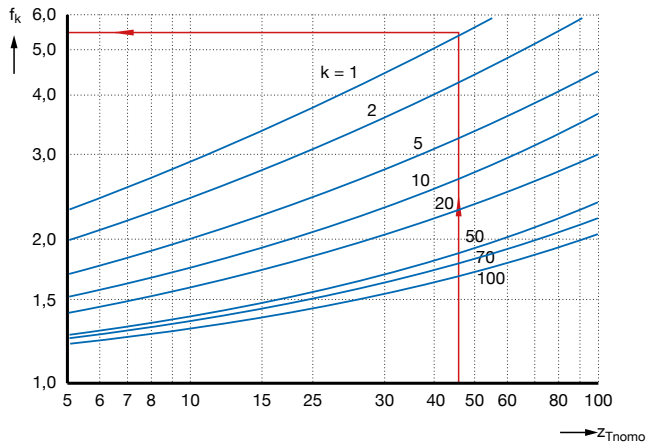
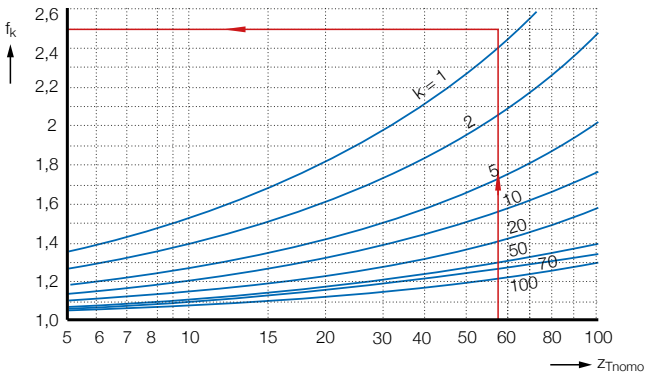


Diagramm 13

Korrekturfaktor f_k für LWR Schienenführungen



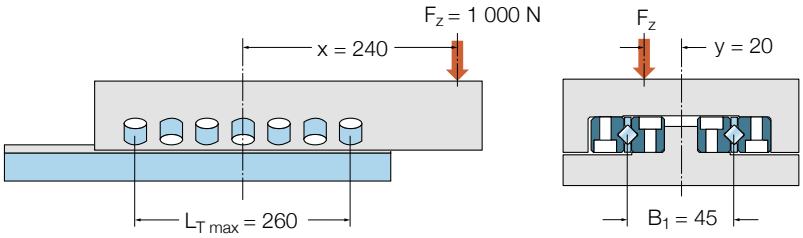
2.6.3 Beispiel zur Berechnung der resultierenden Einfederung

Der Standardschlitten Ewellix GCL 6400 wird in ausgefahrener Position mit einer Kraft von 1 000 N beaufschlagt, wie in **Tabelle 8** dargestellt. Wie groß ist in diesem Fall die resultierende Einfederung der LWR6 Schienenführung am Lastangriffspunkt? Wie groß wäre sie bei einer LWRE Schienenführung?

Folgende Werte sind zu ermitteln (↳ **Tabelle 8**).

Tabelle 8

Beispiel zur Berechnung der resultierenden Einfederung



Parameter	Einheit	LWR	LWRE
Tragende Länge L_T	mm	252	253
Wälzkörperteilung t	mm	9	11
Anzahl der tragenden Wälzkörper z_{Tnomo}		58	48
Hebelverhältnis $R_x = x/t$		26,7	21,8
Hebelverhältnis $R_y = y/B_1$		0,44	0,44
Wälzkörperdurchmesser D_w	mm	6	8
Kontaktlänge des Wälzkörpers $L_{w\,eff}$	mm	2,4	4,7
Durchschnittliche Belastung je Wälzkörper Q	N	34,5	41,7
Elastische Verformung δ (aus dem Nomogramm abzulesen)	µm	13	3,5
Spezifische Belastung je Wälzkörper k	N/mm^2	0,96	1,1
Korrekturfaktor f_k		2,5	5,4
Resultierende Einfederung δ_{res}	µm	32,5	18,9

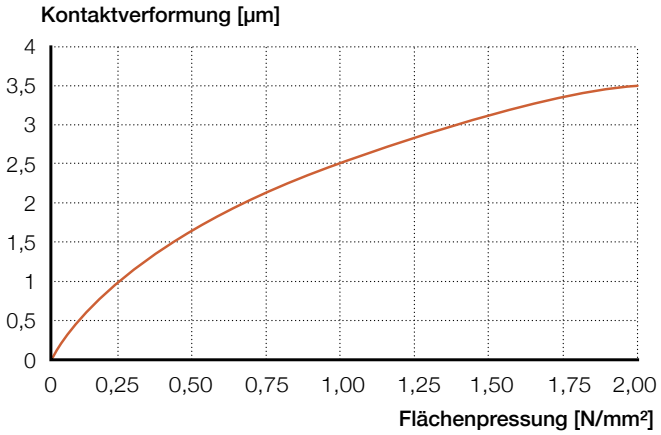
2.7 Technische Informationen zu gleitgelagerten Präzisionsschienen-führungen

2.7.1 Flächenpressung

Um einen realistischen Wert für die Kontaktverformung zu erhalten, liegt die Flächenpressung von Gleitlagern oder gleitgelagerten Führungen in der Regel zwischen 0,2 und 1 N/mm². In **Diagramm 14** ist die Oberflächenverformung von Turcite-B-Führungsschienen in Anhängigkeit von der Flächenpressung dargestellt. Bei Überbelastung bis zu 6 N/mm² steigt die Kontaktverformung bis auf 5 µm an, geht bei Entlastung jedoch wieder auf den Ausgangswert zurück.

Diagramm 14

Kontaktverformung als Funktion der Flächenpressung



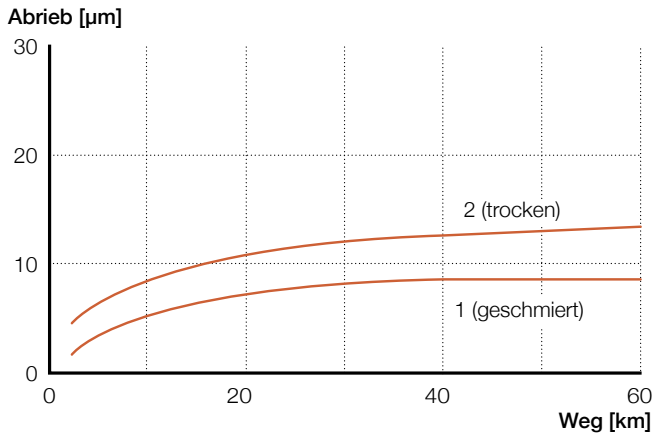
2.7.2 Verschleiß

LWRPM/LWRPV Schienenführungen zeichnen sich durch hohe Verschleißfestigkeit aus. Die geschliffene Oberfläche der LWRPV Führungen ist optimal auf die Turcite-B-Gleitbahn abgestimmt, sodass der Verschleiß minimiert werden kann. Selbst Verunreinigungen bis zu einem bestimmten Grad beeinflussen das Gleitverhalten nicht, da der Gleitwerkstoff in der Lage ist kleinere Schmutzpartikel aufzunehmen und einzubetten.

Für einen optimalen Einsatz wird jedoch eine Schmierung der LWRPM/LWRPV Schienenführungen empfohlen. Wie in **Diagramm 15** dargestellt, zeigt die ölgeschmierte Schienenführung (Kennlinie 1) einen geringeren Abrieb in Abhängigkeit vom zurückgelegten Weg als die ohne Schmierung betriebene Führung (Kennlinie 2). Die angegebenen Werte beziehen sich auf eine mittlere Flächenpressung von 0,4 N/mm².

Diagramm 15

Verschleiß als Funktion des Verfahrweges



2.7.3 Reibungsverhalten

Die gleitgelagerten Präzisionsschienenführungen zeigen im Einsatz aufgrund der guten Gleiteigenschaften des Turcite-B-Gleitbelags nur einen geringen Einfluss der Geschwindigkeit auf den Reibungskoeffizienten. Damit wird der Stick-Slip-Effekt weitgehend ausgeschlossen.

Diagramm 16 zeigt den Reibungskoeffizienten von LWRPM/LWRPV Schienenführungen als Funktion der Gleitgeschwindigkeit. Die Kennlinie 1 gilt für eine ölgeschmierte Schienenführung, Kennlinie 2 für ungeschmierte Anwendungen. Der Reibwert reduziert sich während einer Glättungsphase und bleibt dann im Wesentlichen konstant. Die angegebenen Werte gelten für eine mittlere Flächenpressung von 0,2 N/mm².

In **Diagramm 17** ist der Reibungskoeffizient einer ölgeschmierten LWRPM/LWRPMV Schienenführung in Abhängigkeit von der Flächenpressung dargestellt. Hieraus ist zu ersehen, dass der Reibungskoeffizient bei geringen Belastungen relativ hoch ist, jedoch bereits bei einer Flächenpressung von 0,2 N/mm² auf ein Minimum absinkt und konstant bleibt.

Diagramm 16

Reibungskoeffizient als Funktion der Gleitgeschwindigkeit

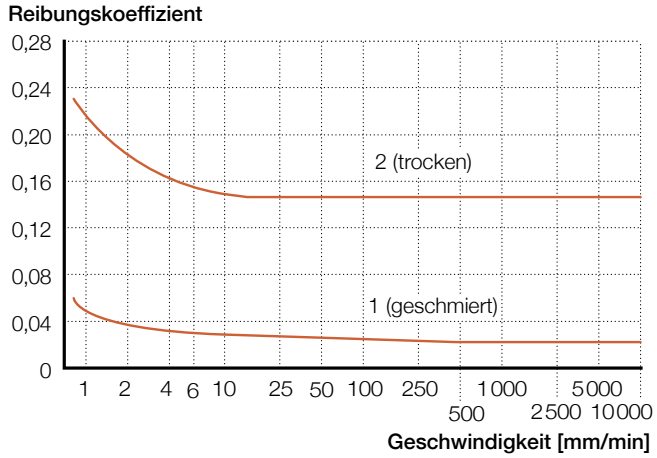
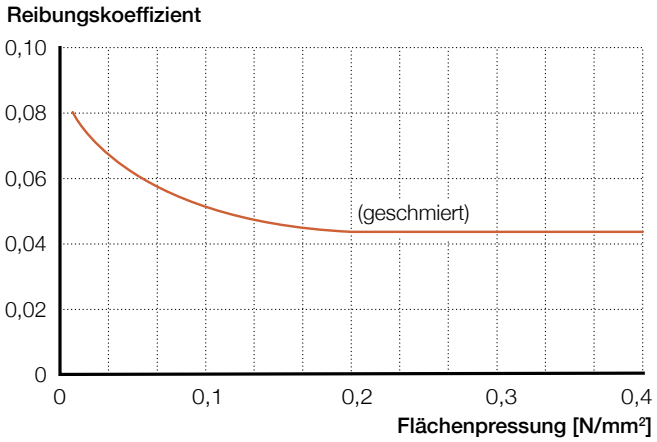


Diagramm 17

Reibungskoeffizient als Funktion der Flächenpressung



2.7.4 Temperaturbereich

Die Betriebstemperatur von gleitgelagerten Präzisionsschienenführungen sollte zwischen -40 °C und +80 °C liegen. Mit steigender Temperatur verringert sich die Druckfestigkeit. Um dies auszugleichen, kann in vielen Fällen durch den Einsatz von Schmieröl eine ausreichende Wärmeabfuhr erzielt werden.

2.7.5 Beständigkeit

Turcite-B-Führungsbahnen haben eine sehr gute chemische Beständigkeit. Die Feuchtigkeitsaufnahme beträgt maximal 0,01 % und verursacht keine nennenswerten Maßänderungen. Turcite-B-Führungsbahnen sind gegenüber Kühl- und Schmiermitteln resistent.

2.8 Legende

Tabelle 9

Legende		
B_1	mittlerer Abstand zwischen den Wälzkörpereinheiten	[mm]
C	dynamische Tragzahl	[N]
C_0	statische Tragzahl	[N]
C_{10}	dynamische Tragzahl einer Schienenführung mit 10 tragenden Wälzkörpern (Kugeln, Rollen) oder mit 2 Reihen à 10 Nadelrollen	[N]
$C_{0,10}$	statische Tragzahl eines Käfigs mit 10 tragenden Wälzkörpern (Kugeln, Rollen) oder mit 2 Reihen à 10 Nadelrollen	[N]
C_{eff}	effektive dynamische Tragzahl einer Wälzkörpereinheit	[N]
$C_{eff\ slide}$	effektive dynamische Tragzahl eines Schlittens	[N]
$C_{0,\ eff\ slide}$	effektive statische Tragzahl eines Schlittens	[N]
c_1	Beiwert der Erlebenswahrscheinlichkeit	
δ	elastische Verformung (im Nomogramm abzulesen)	[µm]
δ_{res}	resultierende Einfederung	[µm]
E_G	Länge des Einlaufradius auf jeder Seite	[mm]
f_1	Beiwert für die Lastrichtung	
f_h	Beiwert für Härte bei dynamischer Belastung	
f_{h0}	Beiwert für Härte bei statischer Belastung	
f_k	Korrekturfaktor	
f_{Pr}	Beiwert für die Vorspannung	[%]
f_s, $f_{s,j}$	Beiwert für die Hublänge	
f_t	Beiwert für die Betriebstemperatur	
F_{Pr}	Vorspannkraft	[N]
F_{res}	resultierende Belastung	[N]
$F_{res,\ max}$	maximale resultierende Belastung	[N]
$F_{x,i}$, $F_{y,i}$, $F_{z,i}$	Einzelbelastungen in x-, y- oder z-Richtung, die gleichzeitig auf das Schienensystem wirken	[N]
F_y, F_z	zusammengefasste Kräfte (Belastung) in y- oder z-Richtung	[N]
k	spezifische Belastung je Wälzkörper	[N/mm²]
L_{10h}	nominelle Lebensdauer	[h]
L_{10s}	nominelle Lebensdauer	[km]
L_{ns}	modifizierte nominelle Lebensdauer	[km]
L_{cage}	Länge der Wälzkörpereinheit	[mm]
$L_{cage,\ max}$	maximale Länge der Wälzkörpereinheit (bei vorgegebener Führungsschienen-oder Hublänge)	[mm]
$L_{install}$	Länge des Gesamtbauraums	[mm]
L_{rail}	Länge der Führungsschiene	[mm]
$L_{rail,\ min}$	Mindestlänge der Führungsschiene (bei vorgegebener Hublänge und Länge der Wälzkörpereinheit)	[mm]
$L_{rail,\ long}$	Länge der langen Führungsschiene	[mm]
$L_{rail,\ long,\ min}$	Mindestlänge der Führungsschiene (bei vorgegebener Hublänge und Länge der Wälzkörpereinheit)	[mm]
$L_{rail,\ short}$	Länge der kurzen Führungsschiene in einem überlaufenden System	[mm]
L_T	tragende Länge	[mm]
$L_{w\ eff}$	Kontaktlänge des Wälzkörpers	[mm]
M_x, M_y, M_z	zusammengefasste Momentbelastungen in x-, y- oder z-Richtung	[Nm]
n	Hubfrequenz	[Doppelhübe/min]
p	Lebensdauerexponent; p = 3 für Kugeln, p = 10/3 für Rollen	

P	dynamische äquivalente Belastung	[N]
P_m	dynamische äquivalente mittlere Belastung	[N]
P_0	maximale statische Belastung	[N]
Q	durchschnittliche Belastung je Wälzkörper	[N]
R_x	Hebelverhältnis in x-Richtung	
R_y	Hebelverhältnis in y-Richtung	
s_0	Beiwert für die statische Tragsicherheit	
S	vorgesehene Hublänge	[mm]
S_j	individuelle Hublänge	[mm]
S_{sin}	einfache Hublänge	[mm]
S_{tot}	gesamte Hublänge	[mm]
x_i, y_i, z_i	Hebelarme, die sich auf die Einzelbelastungen beziehen	[m]
w	Wälzkörperexponent; w = 0,7 für Kugeln, w = 7/9 für Rollen	
z	Anzahl Wälzkörper (je Käfig oder – bei Nadelrollen – je Reihe)	
z_T	Anzahl tragender Wälzkörper (je Käfig oder – bei Nadelrollen – je Reihe)	
z_{Tnomo}	Anzahl Wälzkörper als Kontrollparameter für das Nomogramm	

In den Produkttabellen angegebene Maße:

A	Breite der Schienenführung	[mm]
L	Dicke des Endstücks	[mm]
L_1	Dicke des Endstücks mit Abstreifer	[mm]
t	Wälzkörperteilung im Käfig	[mm]
t_1, t_2	Abstand zwischen äußerem Wälzkörper und Käfigende	[mm]
t_3	Länge des ACS-Systems	[mm]
t_4	erhöhter Platzbedarf für Käfig aufgrund des ACS-Evolventenzahnrads	[mm]
J_1	Abstand zwischen Schienenende und erster Montagebohrung	[mm]

Kennwerte

i	Zähler für Einzelbelastungen in x-, y- oder z-Richtung, die gleichzeitig wirken
U	Anzahl der gleichzeitig wirkenden Belastungen
j	Zähler für Lastintervalle
V	Anzahl der Lastintervalle

3

Produktprogramm

3.1 LWR / LWRB

Schienenführungen

Schienenführungen der Baureihe LWR bzw. LWRB haben sich in zahlreichen Anwendungen mit begrenztem Verfahrweg bewährt. Sie sind je nach Anforderung mit Kreuzrolleneinheiten oder Kugeleinheiten erhältlich. LWR Schienenführungen mit Kreuzrolleneinheiten kommen bevorzugt in Anwendungen zum Einsatz, die eine hohe Tragfähigkeit und gutes Steifigkeitsverhalten erfordern. LWRB Schienenführungen mit Kugeleinheiten empfehlen sich für leichte Belastungen und/oder dort, wo leichtgängiger Lauf gefordert ist. Aufgrund ihres geringen Querschnitts eignen sich beide Schienenführungen für Anwendungen mit begrenztem Bauraum.

Wälzkörpereinheiten

LWJK Kugeleinheiten werden zusammen mit LWRB Schienenführungen verwendet und sind mit einem Kunststoffkäfig ausgerüstet, in dem die Kugeln gehalten werden. Erhältlich sind diese Einheiten in den Größen 1 und 2.

LWAK Kreuzrolleneinheiten sind standardmäßig für Größe 3 mit einem Kunststoffkäfig ausgerüstet, in dem die Zylinderrollen gehalten werden.

LWAL Kreuzrolleneinheiten werden mit Aluminiumkäfigen für die Größen 6 bis 12 angeboten, die Rollen sind hierbei ebenfalls gehalten.

Endstücke

Endstücke verhindern das Herauswandern der Wälzkörpereinheit aus der Belastungszone. Standardmäßig stehen die Ausführungen LWERA und LWERB sowie LWERC (mit Abstreifer) zur Verfügung. Alle Endstücke werden mit den entsprechenden Montageschrauben geliefert.

Bestellbeispiel:

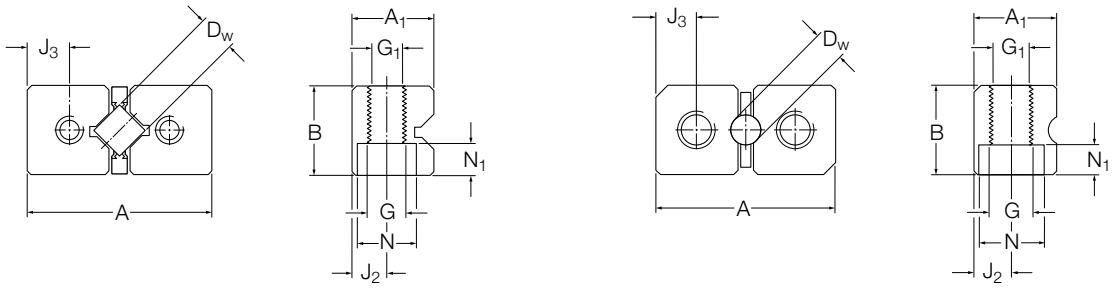
4x LWR 9600

2x LWAL 9x25

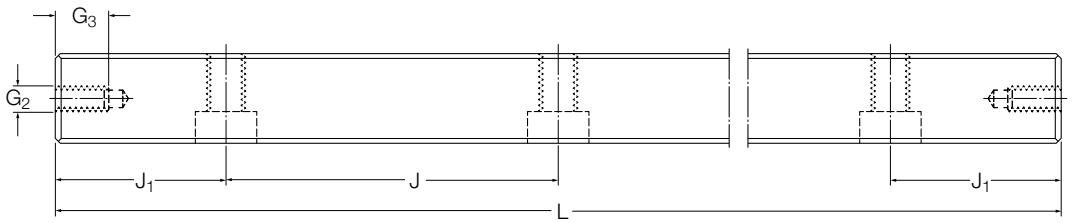
8x LWERA 9

LWR Präzisionsschienenführungen

Maßzeichnung



LWR *LWRB*



Technische Daten

Bezeichnung [1]	Abmessungen				Masse	Befestigungsbohrungen								Stirnbohrungen		
	A	B	A_1	D_w		J	J_1	$J_{1\,min}$	J_2	G	G_1	N	N_1	J_3	G_2	G_3
–	mm				kg/m	mm				–	mm			mm	–	mm
LWRB 1	8,5	4	3,9	1,588	0,11	10	5	5	1,8	M2	1,65	3	1,4	1,9	M1,6	2
LWRB 2	12	6	5,5	2	0,23	15	7,5	7,5	2,5	M3	2,55	4,4	2	2,7	M2,5	3

Bezeichnung [1]	Abmessungen				Masse	Befestigungsbohrungen								Stirnbohrungen		
	A	B	A_1	D_w		J	J_1	$J_{1\,min}$	J_2	G	G_1	N	N_1	J_3	G_2	G_3
–	mm				kg/m	mm				–	mm			mm	–	mm
LWR 3	18	8	8,2	3	0,45	25	12,5	12,5	3,5	M4	3,3	6	3,1	4	M3	6
LWR 6	31	15	13,9	6	1,46	50	25	20	6	M6	5,2	9,5	5,2	7	M5	9
LWR 9	44	22	19,7	9	3,14	100	50	20	9	M8	6,8	10,5	6,2	10	M6	9
LWR 12	58	28	25,9	12	5,23	100	50	25	12	M10	8,5	13,5	8,2	13	M8	12

[1] Die Größen LWR 15, 18 und 24 sind auf Anfrage erhältlich; Lieferzeit bitte erfragen.

EWELLIX

LWR Präzisionsschienenführungen in Kit-Verpackung

Bezeichnung	Tragzahlen[1]		Hub[2]	Schiene	Wälzkörpereinheit	Endstück
	dyn. C	stat. C_0		4x	2x	8x
–	N		mm	–		
LWR 3050 – Kit	999	1 120	26	LWR 3050	LWAK 3x7	LWERA 3
LWR 3075 – Kit	1 422	1 760	36	LWR 3075	LWAK 3x11	LWERA 3
LWR 3100 – Kit	1 811	2 400	46	LWR 3100	LWAK 3x15	LWERA 3
LWR 3125 – Kit	2 088	2 880	66	LWR 3125	LWAK 3x18	LWERA 3
LWR 3150 – Kit	2 442	3 520	76	LWR 3150	LWAK 3x22	LWERA 3
LWR 3175 – Kit	2 781	4 160	86	LWR 3175	LWAK 3x26	LWERA 3
LWR 3200 – Kit	3 110	4 800	96	LWR 3200	LWAK 3x30	LWERA 3
LWR 6100 - Kit	4 915	5 440	50	LWR 6100	LWAL 6x8	LWERA 6
LWR 6150 - Kit	6 744	8 160	78	LWR 6150	LWAL 6x12	LWERA 6
LWR 6200 - Kit	8 441	10 880	106	LWR 6200	LWAL 6x16	LWERA 6
LWR 6250 - Kit	10 045	13 600	134	LWR 6250	LWAL 6x20	LWERA 6
LWR 6300 – Kit	11 955	17 000	144	LWR 6300	LWAL 6x25	LWERA 6
LWR 6350 – Kit	13 422	19 720	172	LWR 6350	LWAL 6x29	LWERA 6
LWR 6400 – Kit	14 846	22 440	200	LWR 6400	LWAL 6x33	LWERA 6

[1] Die angegebenen Tragzahlen beziehen sich auf ein Kit bestehend aus 4 Führungsschienen und 2 Wälzkörpereinheiten in eingespannter Anordnung und Standard-Hublänge.
[2] Die Länge der Wälzkörpereinheit kann individuell angepasst werden, um den Hub zu verlängern. Eine Kürzung des Käfigs reduziert die Anzahl der Wälzkörper und vermindert die Tragzahlen, siehe **Kapitel 2.4.5**. Die Käfiglänge sollte nicht kürzer als 2/3 der Schienenlänge sein.

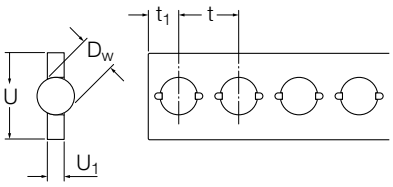
Lieferbare Längen[1]															Maximale Schienen-länge
20	30	40	45	50	60	70	75	80	90	100	105	120	135	150	
L mm															mm
●	●	●		●	●	○		○	○	○					150
	●		●		●		●		●		●	●	○	○	200

Lieferbare Längen[1]																						Maximale Schienen-länge
50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	350	400	450	500	550	600	650	700	800	900	1 000	
L mm																						mm
●	●	●	●	●	●	●	○	●	○	●												400
		●	○	●		●		●		●	●	●	●	●	○	○	○	○				1 200
						●				●		●		●		○		○	○	○	○	1 500
						○				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	1 500

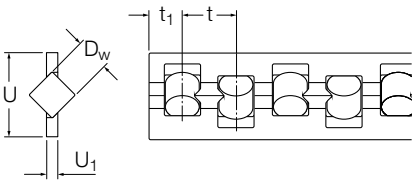
[1] Weitere Schienenlängen sind auf Anfrage erhältlich. Dazu ist der neue Wert für das Maß J_1 zu berechnen, siehe **Kapitel 4.1.7**.
● Kurzfristig lieferbar
○ Lieferzeit auf Anfrage

Kugel- und Kreuzrolleneinheiten

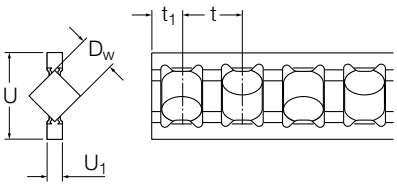
Maßzeichnung



LWJK



LWAK



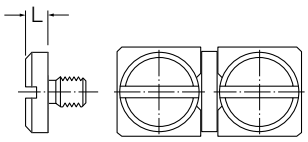
LWAL

Technische Daten

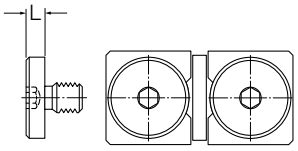
Bezeichnung	Abmessungen					Tragzahlen für 10 Wälzkörper		max. Käfiglänge	Masse	passender Schienentyp
						dyn.	stat.			
–	D_w mm	U	U_1	t	t_1	C_{10} N	$C_{0\,10}$	Wälzkörper	g/Wälzkörper	–
LWJK 1,588	1,588	3,5	0,5	2,2	1,4	410	580	38	0,02	LWRB 1
LWJK 2	2	5	0,75	3,9	2,9	640	720	25	0,05	LWRB 2
LWAK 3	3	7,5	1	5	3,5	1 320	1 600	200	0,17	LWR 3
LWAL 6	6	14,8	2,7	9	6	5 850	6 800	166	2	LWR 6
LWAL 9	9	20	4	14	9,4	17 000	18 300	106	6	LWR 9
LWAL 12	12	25	5	18	12	30 000	30 500	83	14	LWR 12

LWR Endstücke

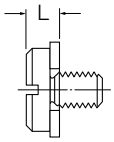
Maßzeichnung



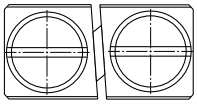
LWERA 1+2



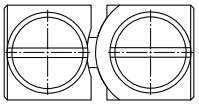
LWERA 3–12



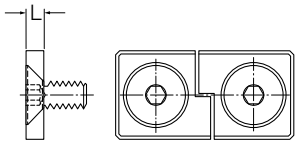
LWERB 1+2



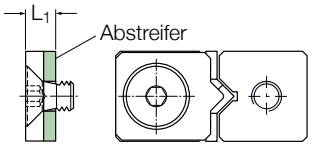
LWERB 1



LWERB 2



LWERB 3–12



LWERC 3–12

Technische Daten

Bezeichnung		Abmessungen		Befestigungsschraube		passender Schienentyp	Abstreifer-Werkstoff
Endstück	Endstück mit Abstreifer	L	L_1	ISO 1580	ISO 10642		
–		mm		–		–	
LWERA 1		1				LWRB 1	
LWERB 1		1,8		M 1,6			
LWERA 2		1,5				LWRB 2	
LWERB 2		2		M 2,5			
LWERA 3		2,5				LWR 3	
LWERB 3		2			M 3		
	LWERC 3		5		M 3		Filz
LWERA 6		3				LWR 6	
LWERB 6		3			M 5		
	LWERC 6		6		M 5		Filz
LWERA 9		4				LWR 9	
LWERB 9		4			M 6		
	LWERC 9		7		M 6		Filz
LWERA 12		5				LWR 12	
LWERB 12		5			M 8		
	LWERC 12		8		M 8		Filz

3.2 LWRE

Schienenführungen

LWRE Schienenführungen sind eine konsequente Weiterentwicklung der bewährten LWR Schienenführungen. Neben den bekannten Eigenschaften der LWR Baureihe bieten die LWRE Schienenführungen den Vorteil einer fünffach höheren Tragfähigkeit und doppelten Steifigkeit. Dies bedeutet, dass bei gleicher Tragfähigkeit eine Reduzierung der Lagergröße um 50 % gegenüber der Standard-LWR Schienenführung möglich ist (↳ **Abb. 1**). Alternativ führen unveränderte Außenabmessungen zu stark erhöhter statischer Tragsicherheit und Lebensdauer. Diese Verbesserungen resultieren aus einer optimierten Innengeometrie in Verbindung mit vergrößerten Rollendurchmessern. Darüber hinaus nutzen LWRE Schienenführungen die gesamte Rollenlänge aus, sodass keine Kippmomente oder Kantenspannungen auftreten können (↳ **Abb. 2**). Die Einbau- und Anschlussmaße der LWRE Schienenführungen stimmen mit allen in diesem Katalog aufgeführten Schienenführungen der Ewellix Modular Range überein.

Wälzkörpereinheiten

LWAKE Kreuzrolleneinheiten sind aus einzelnen Kunststoffkäfig-Elementen aufgebaut. Bei den Käfigen LWAKE 3, 6 und 9 sind diese Elemente in Snap-In-Technik zusammengefügt. Jedes einzelne Element ist per Hand um die Längsachse gegen die benachbarten Käfigelemente um 90° verdrehbar (↳ **Abb. 3**). Durch Drehen der Rollen in die Hauptlastrichtung können Tragzahl und Steifigkeit gesteigert werden. Standardmäßig sind die Rollen abwechselnd zueinander angeordnet (↳ **Abb. 3** oben). Der Käfig umschließt die einzelnen Rollen und füllt außerdem den Freiraum zwischen den beiden Schienen fast vollständig aus. Damit ist zusätzlich ein Schutz vor Verunreinigung gegeben. LWAKE 4 Käfige bestehen aus Rollensegmenten, deren Länge auf Kundenwunsch gefertigt wird. Individuelles Verdrehen der Käfigelemente ist bei der Größe 4 nicht möglich.

Endstücke

Endstücke verhindern das Herauswandern Wälzkörpereinheiten aus der Belastungszone. LWERE Endstücke sind standardmäßig bei horizontalen und vertikalen Einsatzfällen zu verwenden. Ein Endstück mit Abstreifer, LWEREC, ist ebenfalls lieferbar. Alle Endstücke werden mit entsprechenden Befestigungsschrauben geliefert.

Bestellbeispiel:

4x LWRE 6200

2x LWAKE 6x13

8x LWERE 6 LWRE

Abb. 1

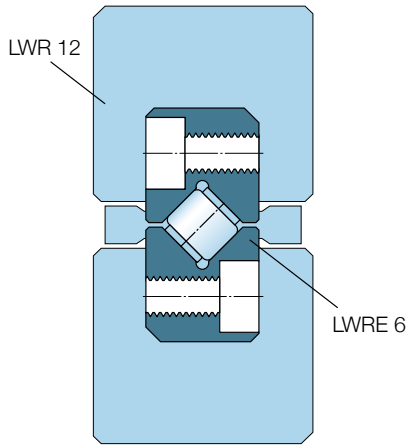


Abb. 2

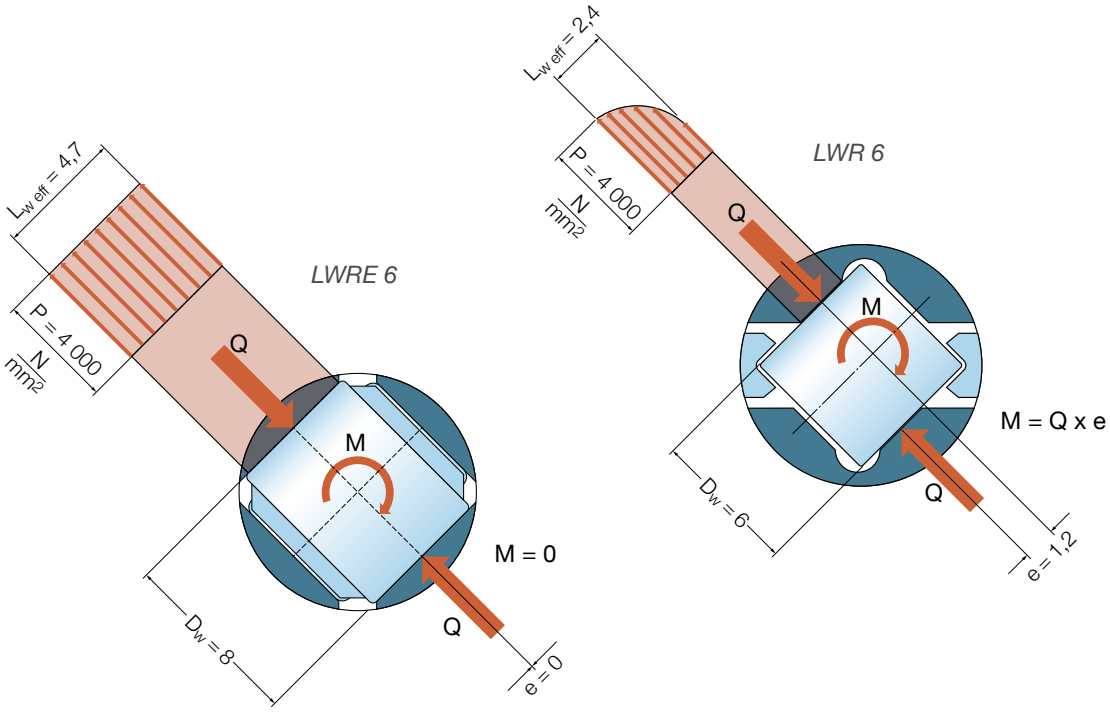
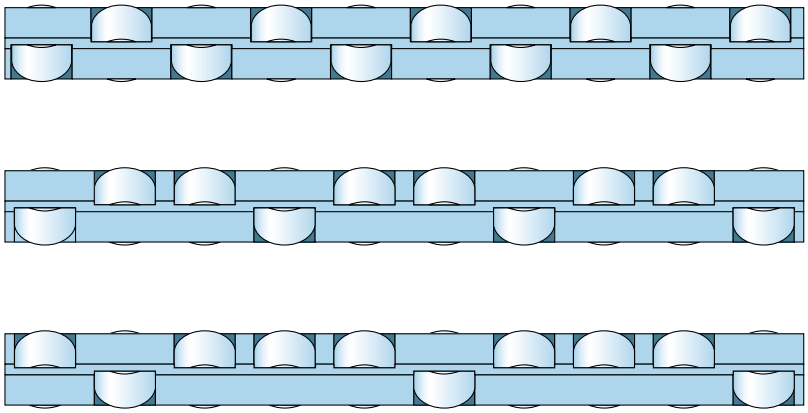
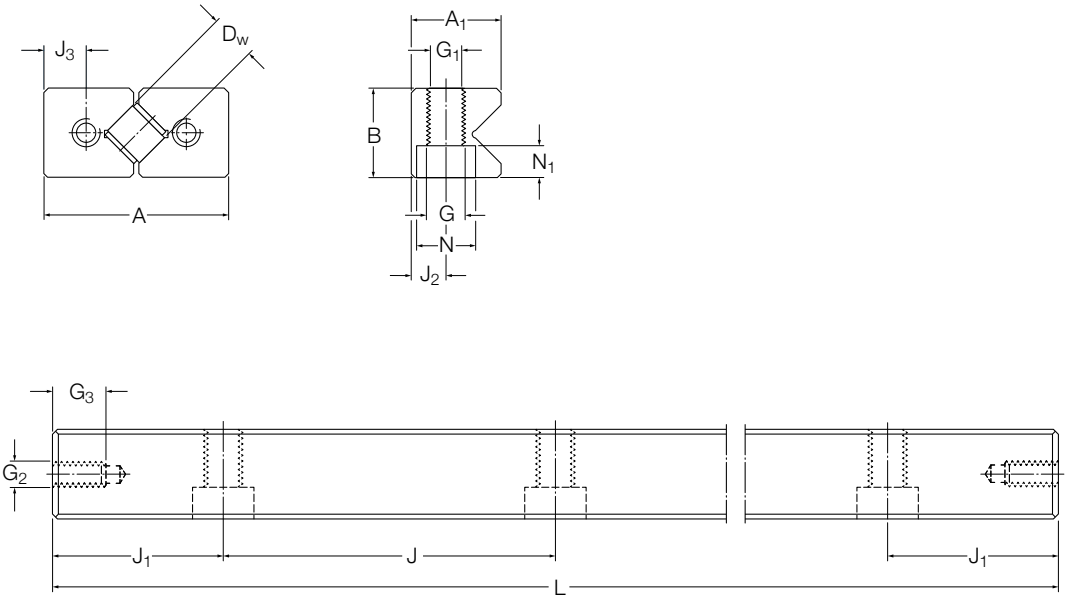


Abb. 3



LWRE Präzisionsschienenführungen

Maßzeichnung



Technische Daten

Bezeichnung	Abmessungen				Masse	Befestigungsbohrungen								Stirnbohrungen		
	A	B	A_1	D_w		J	J_1	$J_{1\,min}$	J_2	G	G_1	N	N_1	J_3	G_2	G_3
–	mm				kg/m	mm				–	mm			mm	–	mm
LWRE 3	18	8	8,7	4	0,44	25	12,5	12,5	3,5	M 4	3,3	6	3	4	M 3	6
LWRE 4	25	12	12	6,5	0,93	25	12,5	12,5	5	M 4	3,3	6	3,2	5	M 3	6
LWRE 6	31	15	15,2	8	1,44	50	25	20	6	M 6	5,2	9,5	5,2	6,75	M 5	9
LWRE 9	44	22	21,7	12	3,09	100	50	20	9	M 8	6,8	10,5	6,2	9,75	M 6	9

Bezeichnung	Abmessungen				Masse	Befestigungsbohrungen								Stirnbohrungen		
	A	B	A_1	D_w		J	J_1	$J_{1\,min}$	J_2	G	G_1	N	N_1	J_3	G_2	G_3
–	mm				kg/m	mm				–	mm			mm	–	mm
LWRE 2211	22	11	10,7	4	0,8	40	20	15	4,5	M 5	4,3	7,5	4,1	6	M 3	6

LWRE Präzisionsschienenführungen in Kit-Verpackung

Bezeichnung	Tragzahlen[1]		Hub[2]	Schiene	Wälzkörpereinheit	Endstück
	dyn. C	stat. C_0		4x	2x	8x
–	N		mm	–		
LWRE 3050 – Kit	4 230	5 100	25	LWRE 3050	LWAKE 3x6	LWERE 3
LWRE 3075 – Kit	5 803	7 650	37,5	LWRE 3075	LWAKE 3x9	LWERE 3
LWRE 3100 – Kit	7 263	10 200	50	LWRE 3100	LWAKE 3x12	LWERE 3
LWRE 3125 – Kit	8 644	12 750	62,5	LWRE 3125	LWAKE 3x15	LWERE 3
LWRE 3150 – Kit	9 964	15 300	75	LWRE 3150	LWAKE 3x18	LWERE 3
LWRE 3175 – Kit	11 238	17 850	87,5	LWRE 3175	LWAKE 3x21	LWERE 3
LWRE 3200 – Kit	12 471	20 400	100	LWRE 3200	LWAKE 3x24	LWERE 3
LWRE 4100 – Kit	17 300	20 800	38,8	LWRE 4100	LWAKE 4x10	LWERE 4
LWRE 4150 – Kit	23 735	31 200	58,8	LWRE 4150	LWAKE 4x15	LWERE 4
LWRE 4200 – Kit	28 541	39 520	94,8	LWRE 4200	LWAKE 4x19	LWERE 4
LWRE 4250 – Kit	34 246	49 920	114,8	LWRE 4250	LWAKE 4x24	LWERE 4
LWRE 4300 – Kit	38 622	58 240	150,8	LWRE 4300	LWAKE 4x28	LWERE 4
LWRE 4350 – Kit	43 902	68 640	170,8	LWRE 4350	LWAKE 4x33	LWERE 4
LWRE 4400 – Kit	49 009	79 040	190,8	LWRE 4400	LWAKE 4x38	LWERE 4
LWRE 6100 – Kit	25 743	27 300	46	LWRE 6100	LWAKE 6x7	LWERE 6
LWRE 6150 – Kit	34 000	39 000	80	LWRE 6150	LWAKE 6x10	LWERE 6
LWRE 6200 – Kit	44 204	54 600	92	LWRE 6200	LWAKE 6x14	LWERE 6
LWRE 6250 – Kit	51 431	66 300	126	LWRE 6250	LWAKE 6x17	LWERE 6
LWRE 6300 – Kit	58 382	78 000	160	LWRE 6300	LWAKE 6x20	LWERE 6
LWRE 6350 – Kit	67 304	93 600	172	LWRE 6350	LWAKE 6x24	LWERE 6
LWRE 6400 – Kit	73 781	105 300	206	LWRE 6400	LWAKE 6x27	LWERE 6

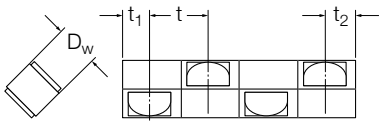
[1] Die angegebenen Tragzahlen beziehen sich auf ein Kit bestehend aus 4 Führungsschienen und 2 Wälzkörpereinheiten in eingespannter Anordnung und Standard-Hublänge.
[2] Die Länge der Wälzkörpereinheit kann individuell angepasst werden, um den Hub zu verlängern. Eine Kürzung des Käfigs reduziert die Anzahl der Wälzkörper und vermindert die Tragzahlen, siehe **Kapitel 2.4.5**. Die Käfiglänge sollte nicht kürzer als 2/3 der Schienenlänge sein.

Lieferbare Längen[1]																						Maximale Schienen-länge
50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	350	400	450	500	550	600	650	700	800	900	1 000	
L mm																						mm
●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○												400
		●		●		●		●		●		●	○	○	○	○		○				700
		●		●		●		●		●	○	●	○	○	○	○	○	○				1 200
						●				●		●		●		○		○	○	○	○	1 500

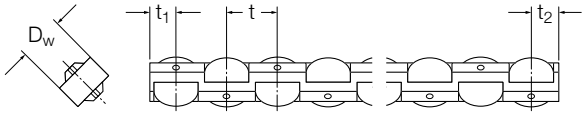
Lieferbare Längen[1]									Maximale Schienen-länge
80	120	160	200	240	280	320	360	400	
L mm									mm
○	○	○	○	○	○	○	○	○	500

[1] Weitere Schienenlängen sind auf Anfrage erhältlich. Dazu ist der neue Wert für das Maß J_1 zu berechnen, **siehe Kapitel 4.1.7.**
● Kurzfristig lieferbar
○ Lieferzeit auf Anfrage

Kreuzrolleneinheiten



LWAKE 3, 6, 9

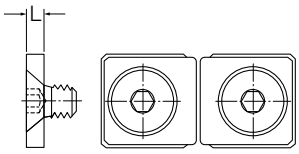


LWAKE 4

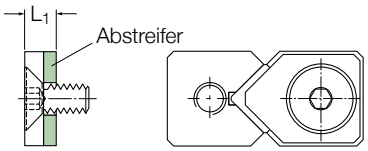
Bezeichnung	Abmessungen				Tragzahlen für 10 Wälzkörper		max. Käfiglänge [1]	Masse	passender Schienentyp
					dyn.	stat.			
	D_w	t	t_1	t_2	C_{10}	$C_{0\,10}$			
–	mm				N		mm	g/Rolle	–
LWAKE 3	4	6,25	2,65	3,6	6 300	8 500	400	0,4	LWRE 3, LWRE 2211
LWAKE 4	6,5	8	4,3	4,3	17 300	20 800	700	1,2	LWRE 4
LWAKE 6	8	11	5	6	34 000	39 000	1 000	2,6	LWRE 6
LWAKE 9	12	16	7,35	8,65	78 000	78 000	1 000	9,2	LWRE 9

[1] Längere Käfige auf Anfrage lieferbar.

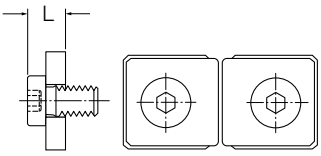
LWRE Endstücke



LWERE 3, 6, 9



LWEREC 3, 6, 9



LWERE 4

Bezeichnung		Abmessungen		Befestigungs-schraube	passender Schienentyp	Abstreifer-werkstoff
Endstück	Endstück mit Abstreifer			ISO 10642		
–		L	L_1	–		
		mm				
LWERE 3		2		M 3	LWRE 3, LWRE 2211	
	LWEREC 3		4	M 3	LWRE 3, LWRE 2212	TPUR
LWERE 4		4		M 3 (DIN 7984)	LWRE 4	
LWERE 6		3		M 5	LWRE 6	
	LWEREC 6		5	M 5	LWRE 6	TPUR
LWERE 9		3		M 6	LWRE 9	
	LWEREC 9		6	M 6	LWRE 9	TPUR

3.3 LWRE ACS

Schienenführungen

LWRE ACS Schienenführungen entsprechen denen der Baureihe LWRE, sind jedoch für einen zwangsgeführten LWAKE Käfig ausgelegt. Die Zwangsführung wird durch ein am Käfig befestigtes, patentiertes Zwangsführungselement erreicht, das in für ACS vorbereitete LWRE Schienenführungen greift, sodass die Wälzkörpereinheit in ihrer definierten Position bleibt. Standardmäßig weisen die Schienen über ihre gesamte Länge eine Verzahnung auf (↳ **Kapitel 1.3**).

Wälzkörpereinheiten

Im Prinzip entsprechen die LWAKE ACS Käfige denen der Ausführung LWAKE. Jedoch sind LWAKE ACS Kreuzrolleneinheiten mit einem in der Mitte des Käfigs angebrachten Zwangsführungselement ausgestattet. Die Tragfähigkeit der LWAKE ACS Kreuzrolleneinheiten entspricht ebenfalls der von LWAKE Standard-Kreuzrolleneinheiten, vorausgesetzt, sie enthalten eine identische Anzahl an Wälzkörpern. Zu beachten ist jedoch, dass LWAKE ACS Käfige aufgrund des zusätzlichen Zwangsführungselements länger sind als die entsprechenden LWAKE Käfige, auch wenn die Anzahl der Rollen identisch ist. Überlaufende Wälzkörpereinheiten sollten nur nach Rücksprache mit Ewellix verwendet werden.

Endstücke

Endstücke werden in der Regel nicht benötigt, aber da aus fertigungstechnischen Gründen standardmäßig Gewindebohrungen an der Stirnseite der Schiene angebracht sind, können Endstücke montiert werden. LWERE Endstücke werden bei horizontalen und vertikalen Einsatzfälle verwendet. Ein Endstück mit Abstreifer - LWEREC - ist ebenfalls erhältlich. Alle Endstücke werden mit entsprechenden Befestigungsschrauben geliefert. Die Endstücke für LWRE Schienenführungen sind auch für LWRE ACS Schienenführungen geeignet.

Bestellbeispiel:

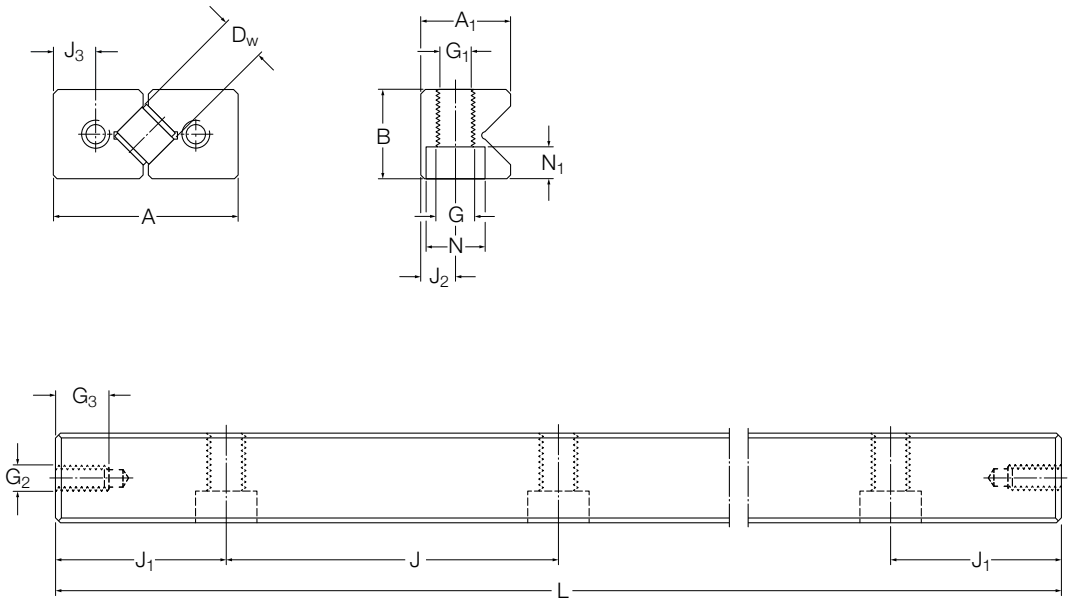
4x LWRE 6200 ACS

2x LWAKE 6x12 ACS

8x LWERE 6

LWRE ACS Präzisionsschienenführungen

Maßzeichnung



Technische Daten

Bezeichnung	Abmessungen				Masse	Befestigungsbohrungen								Stirnbohrungen		
	A	B	A_1	D_w		J	J_1	$J_{1\,min}$	J_2	G	G_1	N	N_1	J_3	G_2	G_3
–	mm				kg/m	mm				–	mm			mm	–	mm
LWRE 3 ACS	18	8	8,7	4	0,44	25	12,5	12,5	3,5	M 4	3,3	6	3	4	M 3	6
LWRE 4 ACS	25	12	12	6,5	0,92	25	12,5	12,5	5	M 4	3,3	6	3,2	5	M 3	6
LWRE 6 ACS	31	15	15,2	8	1,44	50	25	20	6	M 6	5,2	9,5	5,2	6,75	M 5	9
LWRE 9 ACS	44	22	21,7	12	3,08	100	50	20	9	M 8	6,8	10,5	6,2	9,75	M 6	9

Bezeichnung	Abmessungen				Masse	Befestigungsbohrungen								Stirnbohrungen		
	A	B	A_1	D_w		J	J_1	$J_{1\,min}$	J_2	G	G_1	N	N_1	J_3	G_2	G_3
–	mm				kg/m	mm				–	mm			mm	–	mm
LWRE 2211 ACS	22	11	10,7	4	0,8	40	20	15	4,5	M 5	4,3	7,5	4,1	6	M 3	6

EWELLIX

LWRE ACS Präzisionsschienenführungen in Kit-Verpackung

Bezeichnung	Tragzahlen[1]		Hub[2]	Schiene	Wälzkörpereinheit	Endstück
	dyn. C	stat. C_0		4x	2x	8x
–	N		mm	–		
LWRE 3050 ACS – Kit	3 465	4 250	17,7	LWRE 3050 ACS	LWAKE 3x5 ACS	LWERE 3
LWRE 3075 ACS – Kit	4 230	5 100	55,2	LWRE 3075 ACS	LWAKE 3x6 ACS	LWERE 3
LWRE 3100 ACS – Kit	6 300	8 500	55,2	LWRE 3100 ACS	LWAKE 3x10 ACS	LWERE 3
LWRE 3125 ACS – Kit	7 731	11 050	67,7	LWRE 3125 ACS	LWAKE 3x13 ACS	LWERE 3
LWRE 3150 ACS – Kit	9 090	13 600	80,2	LWRE 3150 ACS	LWAKE 3x16 ACS	LWERE 3
LWRE 3175 ACS – Kit	9 964	15 300	105,2	LWRE 3175 ACS	LWAKE 3x18 ACS	LWERE 3
LWRE 3200 ACS – Kit	11 653	18 700	105,2	LWRE 3200 ACS	LWAKE 3x22 ACS	LWERE 3
LWRE 4100 ACS – Kit	14 536	16 640	34	LWRE 4100 ACS	LWAKE 4x8 ACS	LWERE 4
LWRE 4150 ACS – Kit	19 944	24 960	70	LWRE 4150 ACS	LWAKE 4x12 ACS	LWERE 4
LWRE 4200 ACS – Kit	26 170	35 360	90	LWRE 4200 ACS	LWAKE 4x17 ACS	LWERE 4
LWRE 4250 ACS – Kit	30 859	43 680	126	LWRE 4250 ACS	LWAKE 4x21 ACS	LWERE 4
LWRE 4300 ACS – Kit	36 452	54080	146	LWRE 4300 ACS	LWAKE 4x26 ACS	LWERE 4
LWRE 4350 ACS – Kit	41 813	64 480	166	LWRE 4350 ACS	LWAKE 4x31 ACS	LWERE 4
LWRE 4400 ACS – Kit	45 964	72 800	202	LWRE 4400 ACS	LWAKE 4x35 ACS	LWERE 4
LWRE 6100 ACS – Kit	22 826	23 400	34,4	LWRE 6100 ACS	LWAKE 6x6 ACS	LWERE 6
LWRE 6150 ACS – Kit	31 318	35 100	68,4	LWRE 6150 ACS	LWAKE 6x9 ACS	LWERE 6
LWRE 6200 ACS – Kit	39 196	46 800	102,4	LWRE 6200 ACS	LWAKE 6x12 ACS	LWERE 6
LWRE 6250 ACS – Kit	49 056	62 400	114,4	LWRE 6250 ACS	LWAKE 6x16 ACS	LWERE 6
LWRE 6300 ACS – Kit	56 093	74 100	148,4	LWRE 6300 ACS	LWAKE 6x19 ACS	LWERE 6
LWRE 6350 ACS – Kit	65 107	89 700	160,4	LWRE 6350 ACS	LWAKE 6x23 ACS	LWERE 6
LWRE 6400 ACS – Kit	71 640	101 400	194,4	LWRE 6400 ACS	LWAKE 6x26 ACS	LWERE 6

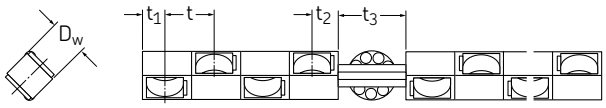
[1] Die angegebenen Tragzahlen beziehen sich auf ein Kit bestehend aus 4 Führungsschienen und 2 Wälzkörpereinheiten in eingespannter Anordnung und Standard-Hublänge.
[2] Die Länge der Wälzkörpereinheit kann individuell angepasst werden, um den Hub zu verlängern. Eine Kürzung des Käfigs reduziert die Anzahl der Wälzkörper und vermindert die Tragzahlen, siehe **Kapitel 2.4.5**. Die Käfiglänge sollte nicht kürzer als 2/3 der Schienenlänge sein.

Lieferbare Längen[1]																						Maximale Schienen-länge
50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	350	400	450	500	550	600	650	700	800	900	1 000	
L mm																						mm
●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○												400
		○		○		○		○		○		○	○	○	○	○		○				700
		●		●		●		○		●	○	●	○	●	○	○	○	○				1 200
						○				○		○		○		○		○	○	○	○	1 500

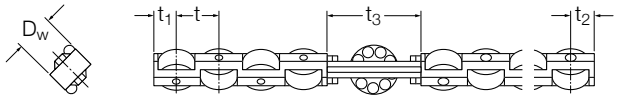
Lieferbare Längen[1]									Maximale Schienen-länge
80	120	160	200	240	280	320	360	400	
L mm									mm
○	○	○	○	○	○	○	○	○	500

[1] Weitere Schienenlängen sind auf Anfrage erhältlich. Dazu ist der neue Wert für das Maß J1 zu berechnen, siehe **Kapitel 4.1.7 .**
● Kurzfristig lieferbar
○ Lieferzeit auf Anfrage

Kreuzrolleneinheiten



LWAKE 3, 6, 9 ACS

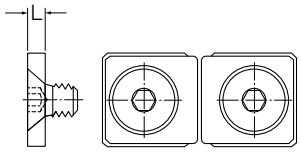


LWAKE 4 ACS

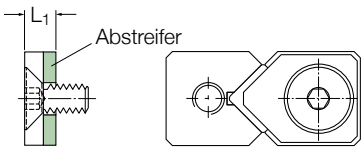
Bezeichnung	Abmessungen						Tragzahlen für 10 Wälzkörper		max. Käfiglänge [1]	Masse	Masse ACS Einheit	passender Schienentyp
							dyn.	stat.				
–	D_w mm	t	t_1	t_2	t_3	t_4	C_{10} N	$C_{0\,10}$	mm	g/Rolle	g	–
LWAKE 3 ACS	4	6,25	2,65	3,6	9	0,9	6 300	8 500	400	0,4	<1	LWRE 3 ACS, LWRE 2211 ACS
LWAKE 4 ACS	6,5	8	4,3	4,3	17	1,4	17 300	20 800	700	1,2	<1	LWRE 4 ACS
LWAKE 6 ACS	8	11	5	6	15	1,8	34 000	39 000	1 000	2,6	1	LWRE 6 ACS
LWAKE 9 ACS	12	16	7,35	8,65	21,5	2,5	78 000	78 000	1 000	9,2	3	LWRE 9 ACS

[1] Längere Käfige auf Anfrage lieferbar.

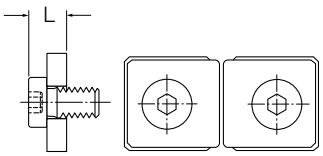
LWRE ACS Endstücke



LWERE 3, 6, 9



LWEREC 3, 6, 9



LWERE 4

Bezeichnung		Abmessungen		Befestigungsschraube	passender Schienentyp	Abstreifer-werkstoff
Endstück	Endstück mit Abstreifer	L	L_1	ISO 10642		
–		mm		–	–	
LWERE 3		2		M 3	LWRE 3, LWRE 2211	
	LWEREC 3		4	M 3	LWRE 3, LWRE 2212	TPUR
LWERE 4		4		M 3 (DIN 7984)	LWRE 4	
LWERE 6		3		M 5	LWRE 6	
	LWEREC 6		5	M 5	LWRE 6	TPUR
LWERE 9		3		M 6	LWRE 9	
	LWEREC 9		6	M 6	LWRE 9	TPUR

3.4 LWRE / LWRB ACSM

Schienenführungen

Die Weiterentwicklung unserer ACS-Lösung kommt in den Schienenführungen der Bauart LWRE/LWRB ACSM zur Anwendung. Diese Schienenführungen weisen die gleichen Außenmaße auf, wie die entsprechenden Ausführungen ohne ACSM, sind jedoch für den Einsatz mit zwangsgeführten LWAKE ACSM Käfigen konzipiert. Dieser Käfig weist ein Evolventenzahnrad aus Messing als Zwangsführungselement auf. In Kombination mit der direkt in die Führungsschiene eingearbeiteten Verzahnung verhindert er das Käfigwandern äußerst effektiv, sodass sich diese Schienenführungen insbesondere für Anwendungen mit hohen Beschleunigungen eignen (↳ **Kapitel 1.3**). Die Führungsschienen sind standardmäßig aus korrosionsbeständigem Stahl gefertigt.

Wälzkörpereinheiten

Im Prinzip entsprechen die LWAKE ACSM Käfige denen der Ausführung LWAKE. Jedoch sind LWAKE ACSM Kreuzrolleneinheiten mit einem in der Mitte des Käfigs angebrachten Zwangsführungselement aus Messing ausgestattet. Bei der Festlegung der Länge der Wälzkörpereinheit ist der durch das Zwangsführungselement bedingte zusätzlich Platzbedarf zu berücksichtigen. Überlaufende Wälzkörpereinheiten sollten nur nach Rücksprache mit Ewellix zum Einsatz kommen. Bei den angegebenen Tragzahlen ist die Verwendung korrosionsbeständiger Schienenführungen bereits berücksichtigt, sodass der für die Berechnung der Lebensdauer benötigte Beiwert f_h =1 bleibt.

Endstücke

Schienenführungen der Baureihe LWRE ACSM sind nicht für die Verwendung mit Endstücken ausgelegt. Werden diese jedoch benötigt, so ist dies im Bestellcode für die Schiene separat anzugeben (Option E7). Die Endstücke für LWRE Schienenführungen sind auch für LWRE ACSM Schienenführungen geeignet.

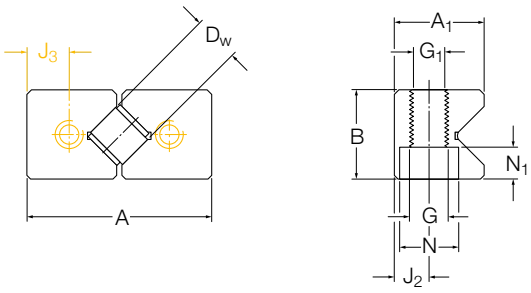
Bestellbeispiel:

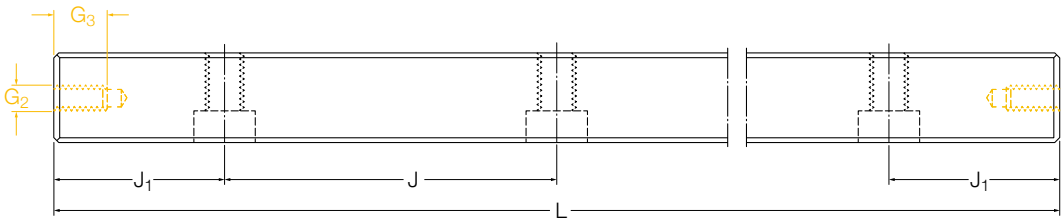
4x LWRE 3150 ACSM

2x LWAKE 3x16 ACSM

LWRE ACSM Präzisionsschienenführungen

Maßzeichnung





Technische Daten

Bezeichnung	Abmessungen				Masse	Befestigungsbohrungen								Stirnbohrungen[1) 2)]		
–	A mm	B	A_1	D_w	kg/m	J mm	J_1	$J_{1\,min}$	J_2	G –	G_1 mm	N	N_1	J_3 mm	G_2 –	G_3 mm
LWRB 2 ACSM	12	6	5,5	2	0,23	15	7,5	7,5	2,5	M 3	2,55	4,4	2	2,7	M2,5	3
LWRE 3 ACSM	18	8	8,7	4	0,44	25	12,5	12,5	3,5	M 4	3,3	6	3	4	M 3	6
LWRE 4 ACSM	25	12	12	6,5	0,91	25	12,5	12,5	5	M 4	3,3	6	3,2	5	M 3	6
LWRE 6 ACSM	31	15	15,2	8	1,42	50	25	20	6	M 6	5,2	9,5	5,2	6,75	M 5	9
LWRE 9 ACSM	44	22	21,7	12	3,05	100	50	20	9	M 8	6,8	10,5	6,2	9,75	M 6	9

Bezeichnung	Abmessungen				Masse	Befestigungsbohrungen								Stirnbohrungen[1) 2)]		
–	A mm	B	A_1	D_w	kg/m	J mm	J_1	$J_{1\,min}$	J_2	G –	G_1 mm	N	N_1	J_3 mm	G_2 –	G_3 mm
LWRE 2211 ACSM	22	11	10,7	4	0,79	40	20	15	4,5	M 5	4,3	7,5	4,1	6	M 3	6

[1)] Standardmäßig ohne Stirnbohrungen gefertigt; bei Bedarf mit Stirnbohrungen (siehe orange Linien) lieferbar. In diesem Fall bitte bei der Bestellung das Nachsetzzeichen E7 angeben.
[2)] Standardmäßig ohne Stirnbohrungen gefertigt. Daher können ACSM-Schienen unter bestimmten Voraussetzungen auf Kundenwunsch mit einer zusätzlichen Befestigungsbohrung versehen werden. Hierzu muss J_1 im Bestellschlüssel definiert werden. Damit sind sie nicht mehr kompatibel zu Schienen mit J_1 nach Standard.

LWRE ACSM Präzisionsschienenführungen in Kit-Verpackung

Bezeichnung	Tragzahlen[1), 2)]		Hub[3)]	Schiene	Wälzkörpereinheit
	dyn. C	stat. C_0		4x	2x
–	N		mm	–	
LWRE 3050 ACSM – Kit	2 940	4 080	17,9	LWRE 3050 ACSM	LWAKE 3x5 ACSM
LWRE 3075 ACSM – Kit	3 380	4 900	55,4	LWRE 3075 ACSM	LWAKE 3x6 ACSM
LWRE 3100 ACSM – Kit	5 040	8 160	55,4	LWRE 3100 ACSM	LWAKE 3x10 ACSM
LWRE 3125 ACSM – Kit	6 180	10 610	67,9	LWRE 3125 ACSM	LWAKE 3x13 ACSM
LWRE 3150 ACSM – Kit	7 270	13 060	80,4	LWRE 3150 ACSM	LWAKE 3x16 ACSM
LWRE 3175 ACSM – Kit	7 970	14 690	105,4	LWRE 3175 ACSM	LWAKE 3x18 ACSM
LWRE 3200 ACSM – Kit	9 320	17 950	105,4	LWRE 3200 ACSM	LWAKE 3x22 ACSM
LWRE 6100 ACSM – Kit	18 260	22 460	35,8	LWRE 6100 ACSM	LWAKE 6x6 ACSM
LWRE 6150 ACSM – Kit	25 050	33 700	69,8	LWRE 6150 ACSM	LWAKE 6x9 ACSM
LWRE 6200 ACSM – Kit	31 360	44 930	103,8	LWRE 6200 ACSM	LWAKE 6x12 ACSM
LWRE 6250 ACSM – Kit	39 240	59 900	115,8	LWRE 6250 ACSM	LWAKE 6x16 ACSM
LWRE 6300 ACSM – Kit	44 870	71 140	149,8	LWRE 6300 ACSM	LWAKE 6x19 ACSM
LWRE 6350 ACSM – Kit	52 090	86 110	161,8	LWRE 6350 ACSM	LWAKE 6x23 ACSM
LWRE 6400 ACSM – Kit	57 310	97 340	195,8	LWRE 6400 ACSM	LWAKE 6x26 ACSM

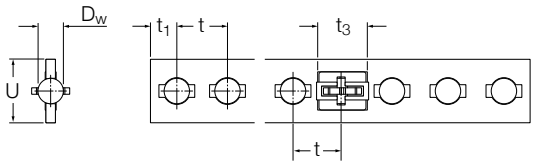
[1)] Die angegebenen Tragzahlen beziehen sich auf ein Kit bestehend aus 4 Führungsschienen und 2 Wälzkörpereinheiten in eingespannter Anordnung und Standard-Hublänge.
[2)] Führungsschienen aus korrosionsbeständigem Stahl gefertigt, daher für Härte HRC 55 berechnet.
[3)] Die Länge der Wälzkörpereinheit kann individuell angepasst werden, um den Hub zu verlängern. Eine Kürzung des Käfigs reduziert die Anzahl der Wälzkörper und vermindert die Tragzahlen, siehe **Kapitel 2.4.5**. Die Käfiglänge sollte nicht kürzer als 2/3 der Schienenlänge sein.

Lieferbare Längen[1)]																				Maximale Schienen-länge
30	45	50	60	75	90	100	105	120	125	135	150	175	200	225	250	275	300	350	400	
L mm																				mm
○	○		○	○	○		○	○		○	○									200
		●		●		●			●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	400
						○					○		○		○		○		○	400
						●					●		●		●		●	●	●	400
													○				○		●	400

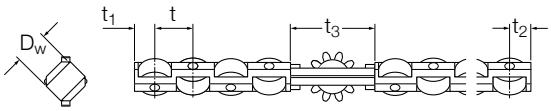
Lieferbare Längen[1)]									Maximale Schienen-länge
80	120	160	200	240	280	320	360	400	
L mm									mm
○	○	○	○	○	○	○	○	○	400

[1)] Weitere Schienenlängen sind auf Anfrage erhältlich. Dazu ist der neue Wert für das Maß J_1 zu berechnen, siehe **Kapitel 4.1.7**.
● Kurzfristig lieferbar
○ Lieferzeit auf Anfrage

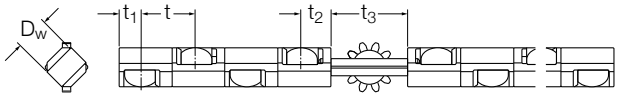
Kugel- und Kreuzrolleneinheiten



LWJK 2 ACSM



LWAKE 4 ACSM



LWAKE 3, 6, 9 ACSM

Bezeichnung	Abmessungen						Tragzahlen für 10 Wälzkörper		max. Käfiglänge [1]	Masse	Masse ACSM Einheit	passender Schienentyp
							dyn.	stat.				
–	D_w mm	t	t_1	t_2	t_3	t_4	C_{10} N	$C_{0\,10}$	mm	g/Wälzkörper	g	
LWJK 2 ACSM	2	3,9	2,9	–	3,9	0,5	510	650	24 Kugeln	0,05	<1	LWRB 2 ACSM
LWAKE 3 ACSM	4	6,25	2,65	3,6	9	0,8	5 040	8 160	400	0,4	<1	LWRE 3 ACSM, LWRE 2211 ACSM
LWAKE 4 ACSM	6,5	8	4,3	4,3	17	1,1	13 840	19 968	400	1,2	1	LWRE 4 ACSM
LWAKE 6 ACSM	8	11	5	6	15	1,1	27 200	37 440	400	2,6	3	LWRE 6 ACSM
LWAKE 9 ACSM	12	16	7,35	8,65	21,5	1,1	62 400	74 880	400	9,2	5	LWRE 9 ACSM

[1] Längere Käfige auf Anfrage lieferbar.

3.5 LWRM / LWRV

Schienenführungen

LWRM/LWRV Schienenführungen ermöglichen hochbelastbare Linearführungssysteme höchster Steifigkeit.

Die Einbau- und Anschlussmaße der LWRM/LWRV Schienenführungen entsprechen denen der Ewellix Modular Range Schienenführungen aus diesem Katalog.

Wälzkörpereinheiten

Bei Nadelrolleneinheiten der Reihe LWHW werden die Nadelrollen in einem Aluminiumkäfig gehalten. LWHV Nadelrolleneinheiten halten die Nadelrollen in Kunststoffkäfigen.

Sie werden für die Größen 6 und 9 angeboten. Bei der Bestellung ist die Käfiglänge in mm nach der Bezeichnung der Wälzkörpereinheit anzugeben, z. B.: LWHW 10x225.

Endstücke

Endstücke verhindern das Herauswandern der Wälzkörpereinheit aus der Belastungszone. Aufgrund des konstruktiven Aufbaus von LWRM/LWRV Schienenführungen und der entsprechenden Endstücke muss nur eine der beiden Schienen – entweder die M-förmige oder die V-förmige – mit Endstücken versehen werden.

Endstücke der Reihe LWEARM und LWEARV sind mit einem Kunststoffabstreifer mit Dichtlippe versehen, der die Laufbahnen weitestgehend von Verschmutzung freihält. Alle Endstücke werden mit passenden Befestigungsschrauben geliefert.

Bestellbeispiel:

2x LWRM 9400

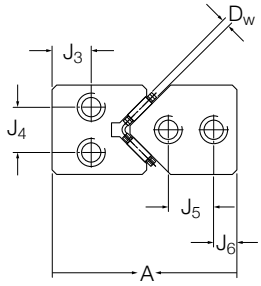
2x LWRV 9400

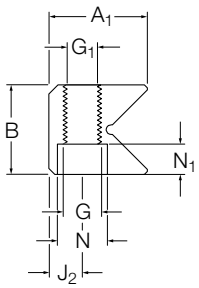
2x LWHW 15x358

4x LWERM 9

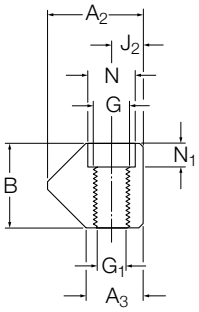
LWRM / LWRV Präzisionsschienenführungen

Maßzeichnung

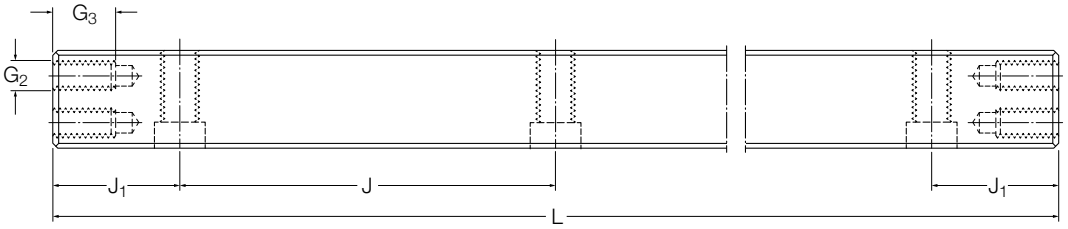




LWRM



LWRV

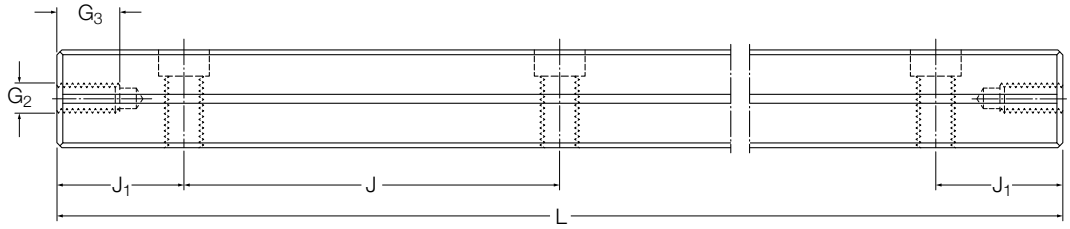


LWRM

Technische Daten

Bezeichnung[1]	Abmessungen						Masse	Befestigungsbohrungen								Stirnbohrungen					
	A	B	A_1	A_2	A_3	D_w		J	J_1	$J_{1\,min}$	J_2	G	G_1	N	N_1	J_3	J_4	J_5	J_6	G_2	G_3
–	mm						kg/m	mm				–	mm			mm				–	mm
LWRM 6	31	15	16,5			2	1,48	50	25	20	6	M 6	5,2	9,5	5,2	8,5	7			M 3	6
LWRV 6	31	15		17,8	10,8	2	1,61	50	25	20	6	M 6	5,2	9,5	5,2			7	6	M 3	6
LWRM 9	44	22	23,1			2	3,14	100	50	20	9	M 8	6,8	10,5	6,2	10	11			M 5	8
LWRV 9	44	22		26,9	16,6	2	3,71	100	50	20	9	M 8	6,8	10,5	6,2			10	6	M 5	8

[1] Die Größen LWRM/LWRV 12 und 15 sind auf Anfrage erhältlich; Lieferzeit bitte erfragen.

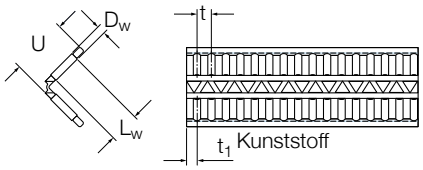


LWRV

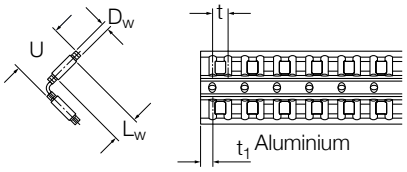
Lieferbare Längen[1]													Maximale Schienen-länge
100	150	200	250	300	350	400	500	600	700	800	900	1 000	
L mm													mm
●	●	●	●	●	○	●	○	○	○				1 000
●	●	●	●	●	○	●	○	○	○				1 000
		●		●		●	●	○	○	○	○	○	1 700
		●		●		●	●	○	○	○	○	○	1 700

[1] Weitere Schienenlängen sind auf Anfrage erhältlich. Dazu ist der neue Wert für das Maß J_1 zu berechnen, siehe **Kapitel 4.1.7.**
● Kurzfristig lieferbar
○ Lieferzeit auf Anfrage

Nadelrolleneinheiten



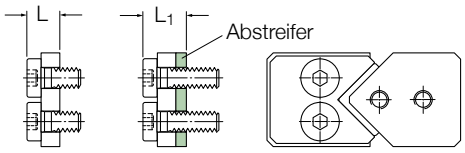
LWHV



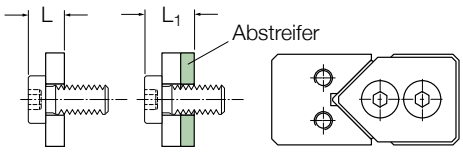
LWHW

Bezeichnung	Abmessungen					Tragzahlen für einen Käfig mit 2 Reihen à 10 Nadelrollen		max. Käfiglänge	Masse	passender Schienentyp
						dyn.	stat.			
	D_w	L_w	U	t	t_1	C_{10}	$C_{0\,10}$			
–	mm					N		mm	g/m	
LWHV 10	2	4,8	10	3,75	2,7	10 400	25 500	50 000	76	LWRM 6/LWRV 6
LWHW 10	2	4,8	10	4	2,7	10 400	25 500	2 000	105	LWRM 6/LWRV 6
LWHV 15	2	7,8	15	3,75	2,7	16 300	45 000	50 000	120	LWRM 9/LWRV 9
LWHW 15	2	6,8	15	4,5	3,5	14 600	42 500	2 000	138	LWRM 9/LWRV 9

LWM / LWV Endstücke



LWEM *LWEAM*



LWEV *LWEAV*

Bezeichnung		Abmessungen		Befestigungsschraube	passender Schienentyp	Abstreiferwerkstoff
Endstück	Endstück mit Abstreifer	L	L_1	DIN 7984		
–		mm		–	–	
LWEM 3015		4		M 3	LWM 3015	
LWEV 3015		4		M 3	LWV 3015	
	LWEAM 3015		6	M 3	LWM 3015	TPC-ET
	LWEAV 3015		6	M 3	LWV 3015	TPC-ET
LWEM 4020		6,5		M 5	LWM 4020	
LWEV 4020		6,5		M 5	LWV 4020	
	LWEAM 4020		8,5	M 5	LWM 4020	TPC-ET
	LWEAV 4020		8,5	M 5	LWV 4020	TPC-ET
LWEM/LWEV 5025 bis 8050		7		M 6	LWM / LWV 5025 bis 8050	
	LWEAM/LWEAV 5025 bis 8050		9	M 6	LWM / LWV 5025 bis 8050	TPC-ET

3.6 LWM / LWV

Schienenführungen

LWM/LWV Schienenführungen ermöglichen hochbelastbare Lineareinheiten mit maximaler Steifigkeit. Ihre Innengeometrie entspricht der im Modular Range enthaltenen Baureihe LWRM/LWRV. Da die gleiche Nadelrolleneinheit verwendet wird, sind auch die Tragzahlen identisch. Die Außenabmessungen der LWM/LWV Schienenführungen unterscheiden sich jedoch geringfügig von denen der Modular Range Baureihe LWRM/LWRV. LWM/LWV Schienenführungen werden insbesondere im Werkzeugmaschinenbau bevorzugt eingesetzt. Sie werden standardmäßig mit Montagebohrungen Typ 15 (↳ **Maßzeichnung nächste Seite**), d.h. mit einer angesenkten Durchgangsbohrung, geliefert.

Sind Montagebohrungen mit Gewinde gewünscht, stehen folgende zwei Optionen zur Auswahl:

- Montagebohrung Typ 13, Gewindeeinsätze werden in die Führungsschiene eingeklebt.
- Montagebohrung Typ 03, direkt eingearbeitete Gewinde. Lieferzeit bitte erfragen.

Für Neukonstruktionen empfiehlt sich die Verwendung von Schienenführungen der Baureihe LWRM/LWRV, da diese problemlos mit anderen Schienenführungen der Modular Range austauschbar sind.

Wälzkörpereinheiten

Bei LWHW Nadelrolleneinheiten werden die Nadelrollen in einem Aluminiumkäfig gehalten, dessen Schenkel rechtwinklig zueinander stehen. In LWHV Nadelrolleneinheiten sitzen die Nadelrollen in einem Kunststoffkäfig. Sie sind in den Größen LWHV10, LWHV15 und LWHV20 lieferbar.

Endstücke

Endstücke verhindern das Herauswandern der Wälzkörpereinheit aus der Belastungszone. Aufgrund des konstruktiven Aufbaus von LWM/LWV Schienenführungen und der entsprechenden Endstücke muss nur eine der beiden Schienen – entweder die M-förmige oder die V-förmige – mit Endstücken versehen werden. Endstücke der Reihe LWEAM und LWEAV sind mit einem Kunststoffabstreifer mit Dichtlippe versehen, der die Laufbahnen weitestgehend von Verschmutzung freihält. Alle Endstücke werden mit passenden Befestigungsschrauben geliefert.

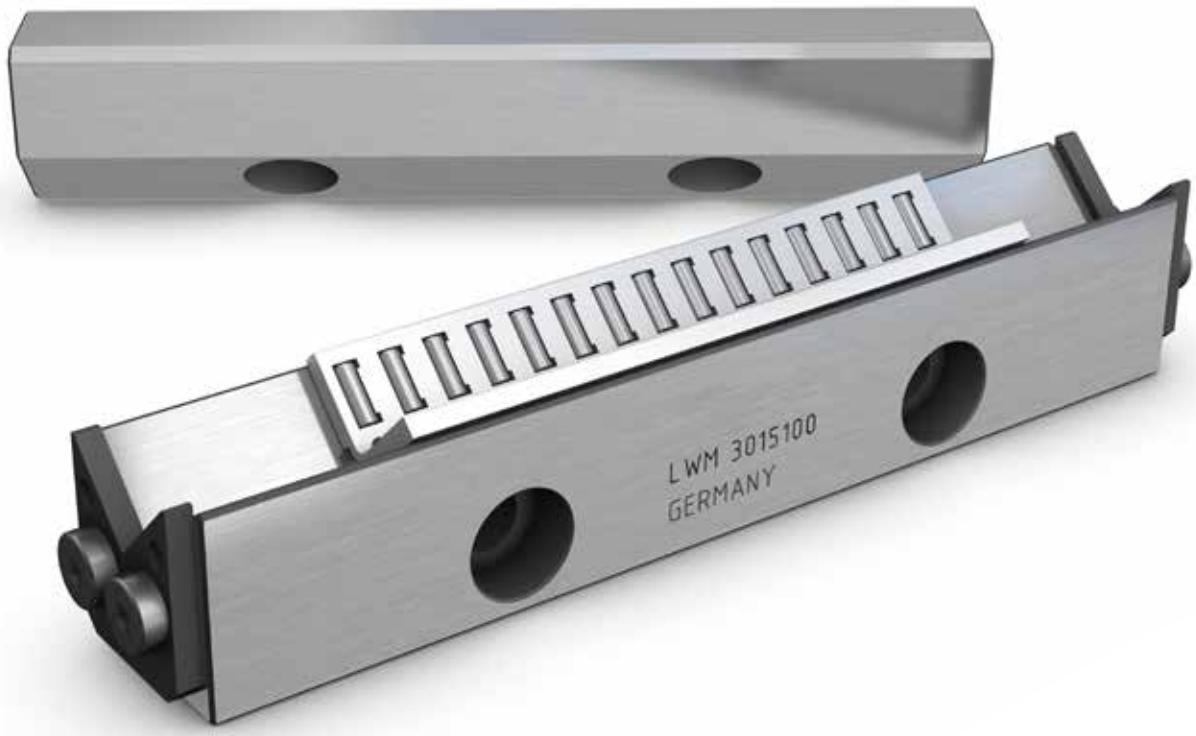
Bestellbeispiel

2x LWM 4020200

2x LWV 4020200

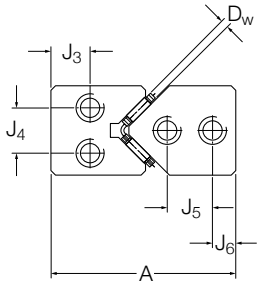
2x LWHW 15x130

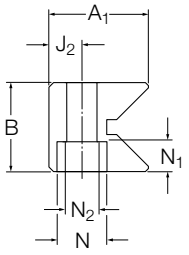
4x LWEM 4020



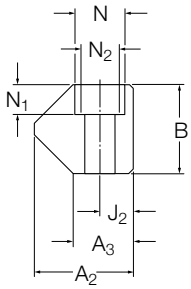
LWM / LWV Präzisionsschienenführungen

Maßzeichnung

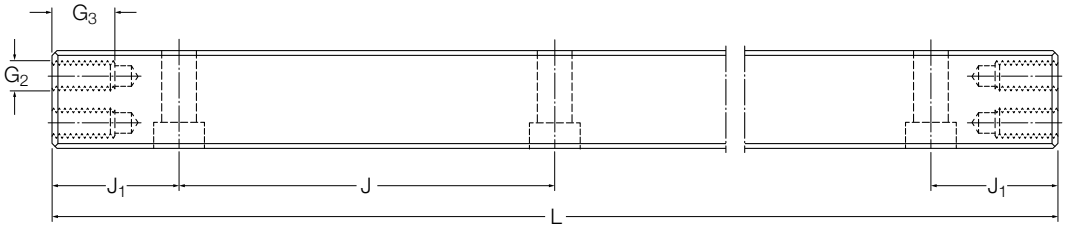




LWM
Befestigungsbohrung Typ 15



LWV
Befestigungsbohrung Typ 15

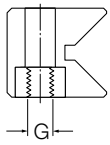


LWM

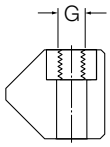
Technische Daten

Bezeichnung	Abmessungen						Masse	Befestigungsbohrungen								Stirnbohrungen					
	A	B	A_1	A_2	A_3	D_w		J[1]	$J_{1\,min}$	J_2	G	N	N_1	N_2	J_3	J_4	J_5	J_6	G_2	G_3	G_3
–	mm						kg/m	mm			–	mm			mm				–	mm	mm
LWM 3015	30	15	16			2	1,4	40	15	5,5	M 4	8,5	4,5	5,25	8	7			M 3	6	6
LWV 3015	30	15		17,2	10,5	2	1,57	40	15	5,5	M 4	8,5	4,5	5,25			7	5,5	M 3	6	6
LWM 4020	40	20	22,3			2	2,75	80	20	7,5	M 6	11,5	6,8	7,5	10	11			M 5	7	8
LWV 4020	40	20		22	13,5	2	2,74	80	20	7,5	M 6	11,5	6,8	7,5			10,5	5,5	M 5	7	8
LWM 5025	50	25	28			2	4,39	80	20	10	M 6	11,5	6,8	7,5	12	13			M 6	8	
LWV 5025	50	25		28	17	2	4,37	80	20	10	M 6	11,5	6,8	7,5			13	7	M 6	8	
LWM 6035	60	35	36			2,5	7,23	100	25	11	M 8	15	9	10	14	20			M 6	8	
LWV 6035	60	35		36	20	2,5	7,57	100	25	11	M 8	15	9	10			18	8	M 6	8	
LWM 7040	70	40	40			3	9,3	100	25	13	M 10	18,5	11	12,5	16	20			M 6	8	
LWV 7040	70	40		42	24	3	10,1	100	25	13	M 10	18,5	11	12,5			20	10	M 6	8	
LWM 8050	80	50	45			3,5	13,4	100	25	14	M 12	20	13	14	20	30			M 6	8	
LWV 8050	80	50		48,5	26	3,5	14,3	100	25	14	M 12	20	13	14			25	10	M 6	8	

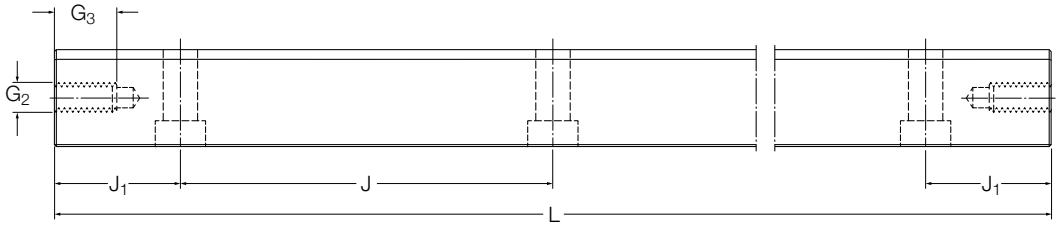
[1] LWM/LWV 3015: für Schienenlänge L < 110 mm ist J = 35 mm; bei L < 65 mm bitte kundenspezifische Lösung anfragen
LWM/LWV 4020 / 5025: für Schienenlänge L < 120 mm ist J = 50 mm; bei L < 90 mm bitte kundenspezifische Lösung anfragen
LWM/LWV 6035 / 7040 / 8050: für Schienenlänge L < 150 mm ist J = 50 mm; bei L < 100 mm bitte kundenspezifische Lösung anfragen



LWM
Befestigungsbohrung 13



LWV
Befestigungsbohrung 13

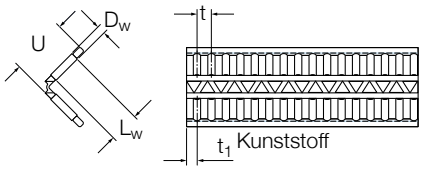


LWV

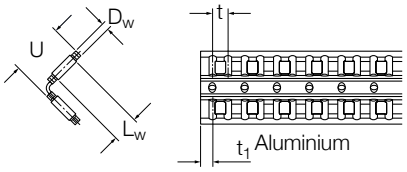
Lieferbare Längen[1]											Maximale Schienen-länge
100	150	200	300	400	500	600	700	800	900	1 000	
L mm											mm
●	●	●	●	●	○	○					1 000
●	●	●	●	●	○	○					1 000
●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	1 700
●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	1 700
●		●	●	●	●	○	○	○	○	○	1 700
●		●	●	●	●	○	○	○	○	○	1 700
		○	○	○	○	○	○	○	○	○	1 700
		○	○	○	○	○	○	○	○	○	1 700
		○	○	○	○	○	○	○	○	○	1 700
		○	○	○	○	○	○	○	○	○	1 700
		○	○	○	○	○	○	○	○	○	1 700
		○	○	○	○	○	○	○	○	○	1 700

[1] Weitere Schienenlängen sind auf Anfrage erhältlich. Dazu ist der neue Wert für das Maß J_1 zu berechnen, siehe **Kapitel 4.1.7.**
● Kurzfristig lieferbar
○ Lieferzeit auf Anfrage

Nadelrolleneinheiten



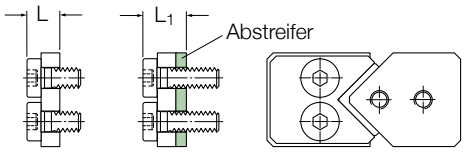
LWHV



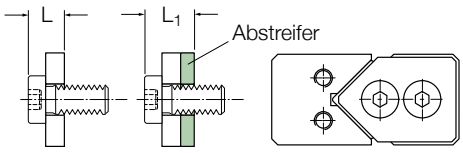
LWHW

Bezeichnung	Abmessungen					Tragzahlen für einen Käfig mit 2 Reihen à 10 Nadelrollen		max. Käfiglänge	Masse	passender Schienentyp
						dyn.	stat.			
	D_w	L_w	U	t	t_1	C_{10}	$C_{0\,10}$			
–	mm					N		mm	g/m	
LWHV 10	2	4,8	10	3,75	2,7	10 400	25 500	50 000	76	LWM/LWV 3015
LWHW 10	2	4,8	10	4	2,7	10 400	25 500	2 000	105	LWM/LWV 3015
LWHV 15	2	7,8	15	3,75	2,7	16 300	45 000	50 000	120	LWM/LWV 4020 + 5025
LWHW 15	2	6,8	15	4,5	3,5	14 600	42 500	2 000	138	LWM/LWV 4020 + 5025
LWHV 20	2,5	11,8	20	5	3,7	32 000	88 000	50 000	210	LWM/LWV 6035
LWHW 20	2,5	9,8	20	5,5	4	26 000	76 550	2 000	239	LWM/LWV 6035
LWHW 25	3	13,8	25	6	4,5	43 100	129 400	2 000	408	LWM/LWV 7040
LWHW 30	3,5	17,8	30	7	5	64 500	195 000	2 000	598	LWM/LWV 8050

LWM / LWV Endstücke



LWEM *LWEAM*



LWEV *LWEAV*

Bezeichnung		Abmessungen		Befestigungs-schraube	passender Schienentyp	Abstreifer-werkstoff
Endstück	Endstück mit Abstreifer	L	L_1	ISO 7984		
–		mm		–	–	
LWEM 3015		4		M 3	LWM 3015	
LWEV 3015		4		M 3	LWV 3015	
	LWEAM 3015		6	M 3	LWM 3015	TPC-ET
	LWEAV 3015		6	M 3	LWV 3015	TPC-ET
LWEM 4020		6,5		M 5	LWM 4020	
LWEV 4020		6,5		M 5	LWV 4020	
	LWEAM 4020		8,5	M 5	LWM 4020	TPC-ET
	LWEAV 4020		8,5	M 5	LWV 4020	TPC-ET
LWEM/LWEV 5025 bis 8050		7		M 6	LWM / LWV 5025 bis 8050	
	LWEAM/LWEAV 5025 bis 8050		9	M 6	LWM / LWV 5025 bis 8050	TPC-ET

3.7 LWM / LWV ACSZ

Schienenführungen

LWM/LWV ACSZ Schienenführungen entsprechen denen der Baureihe LWM/LWV, sind jedoch für zwangsgeführte LWHW ACSZ Käfige ausgelegt. Beide Führungsschienen werden daher mit einer Verzahnung aus Stahl gefertigt. Der Käfig ist mit einem Zwangsführungselement mit zwei Zahnrädern aus Stahl ausgestattet, die in die Verzahnungen greifen, sodass die Wälzkörpereinheit in ihrer definierten Position bleibt. Standardmäßig weisen die Schienen die Verzahnung über ihre gesamte Länge auf (↳ **Kapitel 1.3**).

Wälzkörpereinheiten

Im Prinzip entsprechen die LWHW ACSZ Käfige denen der Ausführung LWHW. Jedoch sind LWHW ACSZ Nadelrolleneinheiten mit einem in der Mitte des Käfigs angebrachten Zwangsführungselement aus Stahl ausgestattet. Die Tragfähigkeit der LWHW ACSZ Nadelrolleneinheiten ist identisch mit den Werten der Standardausführung LWHW. Auch die Länge des Käfigs unterscheidet sich nicht.

In LWHW ACSZ Nadelrollenheiten werden die Rollen in einem Aluminiumkäfig gehalten.

Endstücke

Endstücke werden für LWM/LWV ACSZ Schienenführungen in der Regel nicht benötigt, da das ACSZ System das „Käfig-Wandern“ verhindert. Aus fertigungstechnischen Gründen sind jedoch standardmäßig Gewindebohrungen an der Stirnseite der Schiene angebracht und das Anbringen von Endstücken ist möglich. Hierfür eignen sich die meisten Endstücke, die auch für LWM/LWV Schienenführungen verwendet werden können, mit Ausnahme der Baureihe LWEAV. Werden keine Gewindebohrungen an der Schienenstirnseite gewünscht, so ist dies bei der Bestellung mit der Angabe „E1“ anzugeben.

Bestellbeispiel:

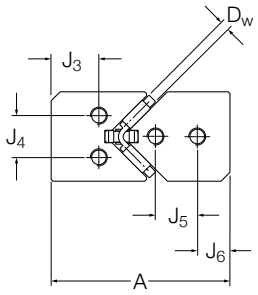
2x LWM 6035300 ACSZ

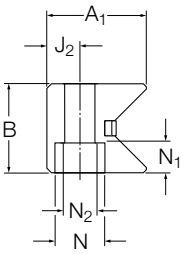
2x LWV 6035300 ACSZ

2x LWHW 20x220 ACSZ

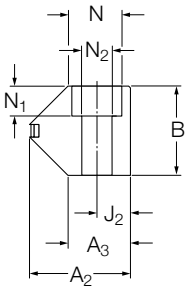
LWM / LWV ACSZ Präzisionsschienenführungen

Maßzeichnung

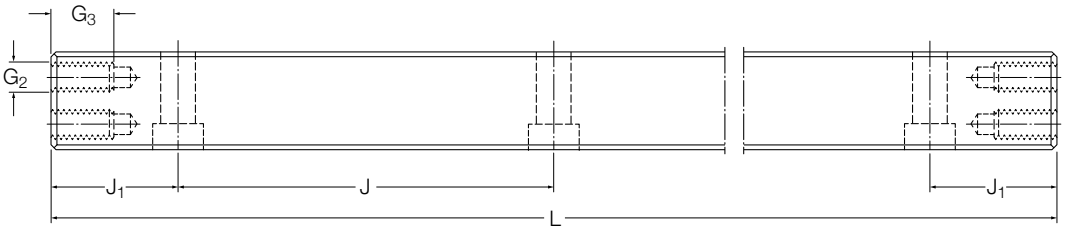




LWM ACSZ
Befestigungsbohrung 15



LWV ACSZ
Befestigungsbohrung 15

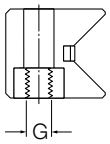


LWM ACSZ

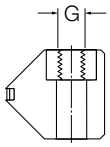
Technische Daten

Bezeichnung	Abmessungen						Masse	Befestigungsbohrungen							Stirnbohrungen					
	A	B	A_1	A_2	A_3	D_w		J[1]	$J_{1\,min}$	J_2	G	N	N_1	N_2	J_3	J_4	J_5	J_6	G_2	G_3
–	mm						kg/m	mm			–	mm			mm				–	mm
LWM 3015 ACSZ	30	15	16			2	1,4	40	15	5,5	M 4	8,5	4,5	5,25	8	7			M 3	6
LWV 3015 ACSZ	30	15		17,2	10,5	2	1,6	40	15	5,5	M 4	8,5	4,5	5,25			7	5,5	M 3	6
LWM 4020 ACSZ	40	20	22,3			2	2,8	80	20	7,5	M 6	11,5	6,8	7,5	10	11			M 5	7
LWV 4020 ACSZ	40	20		22	13,5	2	2,8	80	20	7,5	M 6	11,5	6,8	7,5			10,5	5,5	M 5	7
LWM 5025 ACSZ	50	25	28			2	4,5	80	20	10	M 6	11,5	6,8	7,5	12	13			M 6	8
LWV 5025 ACSZ	50	25		28	17	2	4,4	80	20	10	M 6	11,5	6,8	7,5			13	7	M 6	8
LWM 6035 ACSZ	60	35	36			2,5	7,3	100	25	11	M 8	15	9	10	14	20			M 6	8
LWV 6035 ACSZ	60	35		36	20	2,5	7,6	100	25	11	M 8	15	9	10			18	8	M 6	8
LWM 7040 ACSZ	70	40	40			3	9,4	100	25	13	M 10	18,5	11	12,5	16	20			M 6	8
LWV 7040 ACSZ	70	40		42	24	3	10,2	100	25	13	M 10	18,5	11	12,5			20	10	M 6	8
LWM 8050 ACSZ	80	50	45			3,5	13,5	100	25	14	M 12	20	13	14	20	30			M 6	8
LWV 8050 ACSZ	80	50		48,5	26	3,5	14,4	100	25	14	M 12	20	13	14			25	10	M 6	8

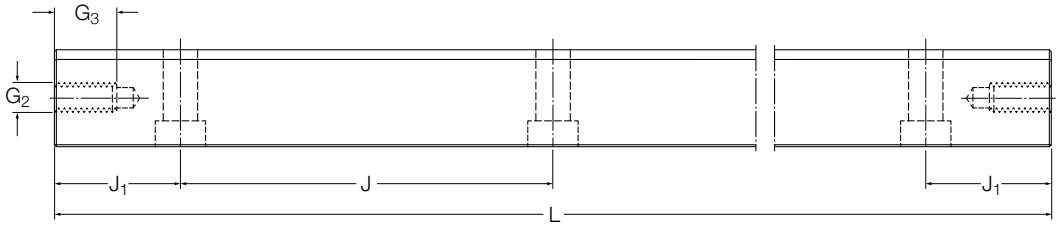
[1] LWM/LWV 3015: für Schienenlänge L < 110 mm ist J = 35 mm; bei L < 65 mm bitte kundenspezifische Lösung anfragen
LWM/LWV 4020 / 5025: für Schienenlänge L < 120 mm ist J = 50 mm; bei L < 90 mm bitte kundenspezifische Lösung anfragen
LWM/LWV 6035 / 7040 / 8050: für Schienenlänge L < 150 mm ist J = 50 mm; bei L < 100 mm bitte kundenspezifische Lösung anfragen



LWM ACSZ
Befestigungsbohrung 13



LWV ACSZ
Befestigungsbohrung 13

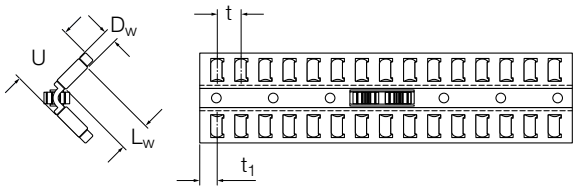


LWV ACSZ

Lieferbare Längen[1]											**Maximale Schienen-länge**
100	150	200	300	400	500	600	700	800	900	1 000	
L											
mm											mm
○	○	○	○	○	○	○					1 000
○	○	○	○	○	○	○					1 000
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	1 700
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	1 700
○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	1 700
○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	1 700
		○	○	○	○	○	○	○	○	○	1 700
		○	○	○	○	○	○	○	○	○	1 700
		○	○	○	○	○	○	○	○	○	1 700
		○	○	○	○	○	○	○	○	○	1 700
		○	○	○	○	○	○	○	○	○	1 700
		○	○	○	○	○	○	○	○	○	1 700

[1] Weitere Schienenlängen sind auf Anfrage erhältlich. Dazu ist der neue Wert für das Maß J_1 zu berechnen, siehe **Kapitel 4.1.7**.
● Kurzfristig lieferbar
○ Lieferzeit auf Anfrage

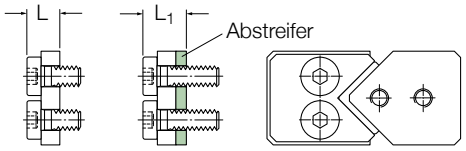
Nadelrolleneinheiten



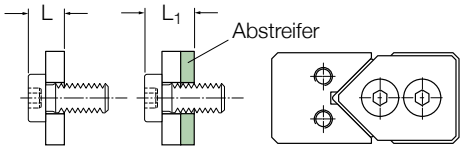
LWHW ACSZ

Bezeichnung	Abmessungen						Tragzahlen für einen Käfig mit 2 Reihen à 10 Nadelrollen		max. Käfiglänge	Masse	passender Schienentyp
							dyn.	stat.			
	D_w	L_w	U	t	t_1	t_4	C_{10}	$C_{0\,10}$			
–	mm						N		mm	g/m	
LWHW 10 ACSZ	2	4,8	10	4	2,7	0,7	10 400	25 500	2 000	106	LWM/LWV 3015 ACSZ
LWHW 15 ACSZ	2	6,8	15	4,5	3,5	0,8	14 600	42 500	2 000	139	LWM/LWV 4020 + 5025 ACSZ
LWHW 20 ACSZ	2,5	9,8	20	5,5	4	0,8	26 000	76 550	2 000	240	LWM/LWV 6035 ACSZ
LWHW 25 ACSZ	3	13,8	25	6	4,5	1,1	43 100	129 400	2 000	412	LWM/LWV 7040 ACSZ
LWHW 30 ACSZ	3,5	17,8	30	7	5	1,1	64 500	195 000	2 000	602	LWM/LWV 8050 ACSZ

LWM / LWV ACSZ Endstücke



LWEM *LWEAM*



LWEV *LWEAV*

Bezeichnung		Abmessungen		Befestigungs-schraube	passender Schienentyp	Abstreifer-werkstoff
Endstück	Endstück mit Abstreifer	L	L_1	ISO 7984		
–		mm		–	–	
LWEM 3015		4		M 3	LWM 3015 ACSZ	
LWEV 3015		4		M 3	LWV 3015 ACSZ	
	LWEAM 3015		6	M 3	LWM 3015 ACSZ	TPC-ET
LWEM 4020		6,5		M 5	LWM 4020 ACSZ	
LWEV 4020		6,5		M 5	LWV 4020 ACSZ	
	LWEAM 4020		8,5	M 5	LWM 4020 ACSZ	TPC-ET
LWEM/LWEV 5025 bis 8050		7		M 6	LWM / LWV 5025 bis 8050 ACSZ	
	LWEAM 5025 bis 8050		9	M 6	LWM / LWV 5025 bis 8050 ACSZ	TPC-ET

3.8 LWRPM / LWRPV

Schienenführungen

Schienenführungen der Baureihe LWRPM/LWRPV sind Linearführungen für begrenzte Verfahrwege, die mit einer Turcite-B-Gleitbeschichtung ausgestattet sind. Dieser PTFE-basierte Werkstoff ist selbstschmierend und bietet hervorragende Gleiteigenschaften. Der Gleitbelag wird im Klebeverfahren auf die nicht gehärtete LWRPM Führungsschiene aufgebracht und anschließend auf Maß geschliffen. Eine separate Bestellung des Gleitbelags ist nicht erforderlich. Die LWRPV Führungsschiene ist gehärtet und geschliffen. Um Beschädigungen der Gleitfläche der LWRPM Führungsschiene zu vermeiden, verfügt die LWRPV Schiene standardmäßig über einen Einlaufradius. Die Schienenführungen werden ausschließlich in der Genauigkeitsklasse P10 angeboten.

LWRPM/LWRPV Schienenführungen sollten dort eingesetzt werden, wo Schienenführungen mit Wälzkörpereinheiten aufgrund äußerer Bedingungen wie extremer Kurzhubbetrieb, hohe Stoßbeanspruchungen oder Staubbelastung, nicht verwendet werden können. Die Einbau- und Anschlussmaße der LWRPM/LWRPV Schienenführungen stimmen mit allen in diesem Katalog aufgeführten Schienenführungen der Ewellix Modular Range überein. Weitere Details finden Sie in **Kapitel 2.7**.

LWRPM/LWRPV Schienenführungen zeichnen sich aus durch:

- stick-slip-freien Lauf
- Leichtgängigkeit
- gute Notlaufeigenschaften
- geringen Verschleiß und hohe Zuverlässigkeit
- Unempfindlichkeit gegen Schmutz
- sehr gute Schwingungsdämpfung

Endstücke

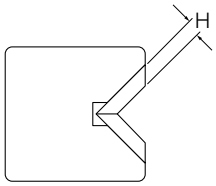
Endstücke werden für LWRPM/LWRPV Schienenführungen in der Regel nicht benötigt. Daher sind auch keine Gewindebohrungen an der Stirnseite der Schiene erforderlich. Aus fertigungstechnischen Gründen werden LWRPV Schienen jedoch in bestimmten Fällen mit Gewindebohrungen ausgeliefert.

Bestellbeispiel:

2 × LWRPM 6300

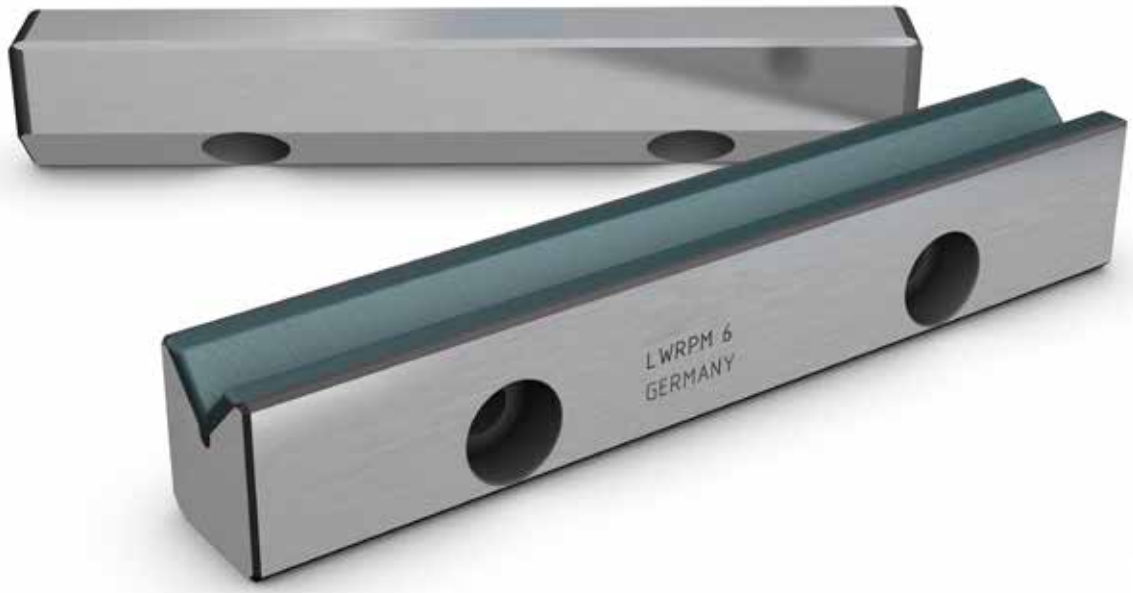
2 × LWRPV 6300

LWRPM / LWRPV Gleitbelag



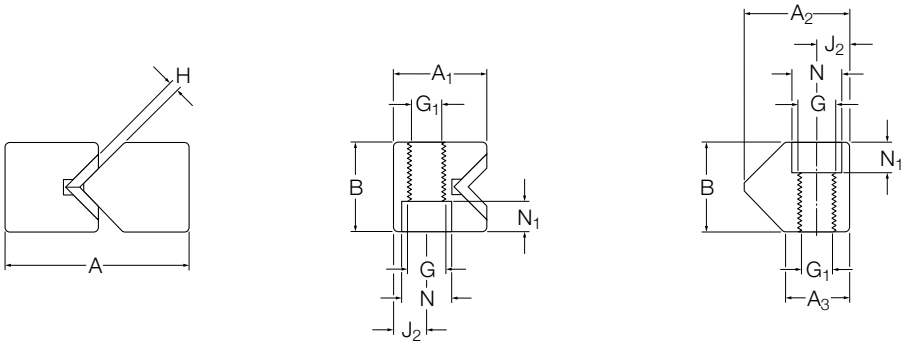
Kurzzeichen[1] Schienenführung	Abmessungen	Tragfähigkeit[2]
	H	C
–	mm	N / 100 mm
LWRPM 3	0,7	300
LWRPM 6	1,7	700
LWRPM 9	1,7	1 200

[1] Der Gleitbelag ist Bestandteil der LWRPM Schienen und muss nicht separat bestellt werden.
[2] Bei einer Flächenbelastung des Gleitbelags von ca. 1 N/mm² (kurzzeitig ist eine max. Belastung bis 6 N/mm² zulässig).

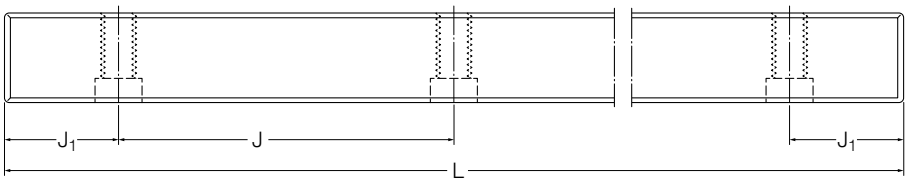


LWRPM / LWRPV Präzisionsschienenführungen

Maßzeichnung



LWRPM *LWRPV*

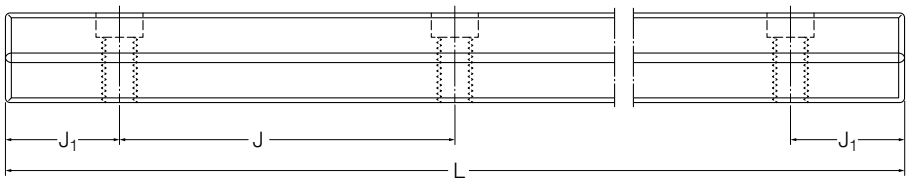


LWRPM

Technische Daten

Bezeichnung[1]	Abmessungen					Masse	Befestigungsbohrungen							
	A	B	A_1	A_2	A_3		J	J_1	$J_{1\,min}$ [2]	J_2	G	G_1	N	N_1
–	mm					kg/m	mm				–	mm		
LWRPM 3	18	8	9,5			0,49	25	12,5	12,5	3,5	M 4	3,3	6	3,2
LWRPV 3	18	8		9,6	6,45	0,48	25	12,5	12,5	3,5	M 4	3,3	6	3,2
LWRPM 6	31	15	16,6			1,6	50	25	20	6	M 6	5,2	9,5	5,2
LWRPV 6	31	15		17,8	10,8	1,61	50	25	20	6	M 6	5,2	9,5	5,2
LWRPM 9	44	22	23,1			3,35	100	50	20	9	M 8	6,8	10,5	6,2
LWRPV 9	44	22		26,9	16,6	3,71	100	50	20	9	M 8	6,8	10,5	6,2

[1] Größen LWRPM/LWRPV 12 und LWRPM/LWRPV 15 sind auf Anfrage erhältlich; Lieferzeit bitte erfragen.
[2] LWRPM/LWRPV Schienenführungen benötigen keine Endstücke, daher können sie unter bestimmten Voraussetzungen auf Kundenwunsch mit einer zusätzlichen Befestigungsbohrung versehen werden. Hierzu muss J_1 im Bestellschlüssel definiert werden. Damit sind sie nicht mehr kompatibel zu Schienen mit J_1 nach Standard.



LWRPV

Lieferbare Längen[1]																						Maximale Schienen-länge
50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	350	400	450	500	550	600	650	700	800	900	1 000	
L mm																						mm
●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○												400
●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○												400
	○	●		●		●		●		●	○	○	○	○	○	○	○	○				1 200
		●		●		●		●		●	○	●	○	○	○	○	○	○				1 200
						●				●		●		●		○		○	○	○	○	1 700
						●				●		●		○		○		○	○	○	○	1 700

[1] Weitere Schienenlängen sind auf Anfrage erhältlich. Dazu ist der neue Wert für das Maß J_1 zu berechnen, siehe **Kapitel 4.1.7.**
● Kurzfristig lieferbar
○ Lieferzeit auf Anfrage

3.9 Sonstige Produkte

Über das Standardprogramm hinaus bietet Ewellix auf Anfrage weitere Käfige und Linearführungen wie Flach-Schienenführungen oder Umgriff-Führungen an. Außerdem können für Anwendungen, die den Einsatz von Standardprodukten nicht zulassen, komplett kundenspezifisch ausgelegte Schienenführungen gefertigt werden.

3.9.1 LWML / LWV

Die LWML Schienenführung besteht aus einer abgewandelten LWM Schienenführung mit einem integrierten Zustellkeil (↳ **4.1.10, Abb. 6**). In Verbindung mit einer LWV Schienenführung und einer Nadelrolleneinheit ergibt sich eine zustellbare Führungseinheit. Die Steigung der Keilflache beträgt 1,5 %, sodass das horizontale Verschieben des Zustellkeils um 1 mm eine vertikale Zustellung um den Betrag von 15 µm bewirkt. LWML Schienenführungen sind in der Fertigungsqualität P10 und P5 lieferbar. Bei der Bestellung ist anzugeben, ob die Montagebohrungen in Rechts- oder Linksausführung geliefert werden sollen. Bei Fragen wenden Sie sich bitte an Ewellix.

3.9.2 LWN / LWO

LWN/LWO Schienenführungen unterscheiden sich von LWM/LWV Schienenführungen nur in ihrer Bauhöhe, Baubreite und in ihren Montagebohrungen. Die Innengeometrie der beiden Baureihen ist identisch mit der der LWM/LWV Schienenführungen und die Tragzahlen der Baureihen sind gleich. LWN/LWO Schienenführungen sind in den Fertigungsqualitäten P10, P5 und P2 lieferbar.

3.9.3 LWJ / LWS Flach-Schienenführungen

LWJ/LWS Flach-Schienenführungen werden mit LWRM/LWRV, LWM/LWV oder LWN/LWO Schienenführungen als Linear-Loslagerung konstruiert. Sie werden in frei aufliegende Rolltischführungen eingebaut. LWJ/LWS Flach-Schienenführungen sowie zugehörige Walzkörpereinheiten und Endstücke sind auf Anfrage lieferbar.

Kundenspezifische Präzisionsschienenführungen

Basierend auf dem im Unternehmen vorhandenen Fachwissen und den zur Verfügung stehenden Fertigungskapazitäten ist Ewellix in der Lage, komplett kundenspezifisch ausgelegte Schienenführungen und andere Präzisionsteile herzustellen.

3.10 GCL / GCLA Standardschlitten

GCL und GCLA sind vormontierte Schlitten aus Stahl oder Aluminium. Sie laufen mit Präzisionsschienenführungen mit Kreuzrolleneinheiten und wurden konzipiert für Anwendungen, die höchste Genauigkeit und Steifigkeit erfordern. Typische Einsatzgebiete sind die Fabrikautomation, die Druck- und Verpackungsbranche und der allgemeine Maschinenbau.

GCL und GCLA Standardschlitten sind auf Anfrage erhältlich; Lieferzeit bitte erfragen.

Vorteile:

- Werkstoff für Schlittenober- und -unterteil:
  - GCLA: Aluminium
  - GCL: brünierter Stahl (bis Größe 3) bzw. Stahlguss (ab Größe 6)

  Auf Kundenwunsch können Ober- und Unterteil auch aus korrosionsbeständigem Stahl 1.4305 oder vernickeltem Stahl gefertigt werden.
- genormte Montagebohrungen für komfortablen Einbau
- hohe Laufgenauigkeit durch geschliffene Anlageflächen oben und unten
- Bezugskante parallel zur Schlittenachse (gegenüber den Stellschrauben zum Einstellen der Vorspannung)
- Hubbegrenzung über innen angebrachte Anschlagschrauben
- Schienenführungen mit sehr geringer Reibung
- Nachschmierung identisch mit Präzisionsschienenführungen (↳ **Kapitel 4.3**).

Produktdaten GCL/GCLA

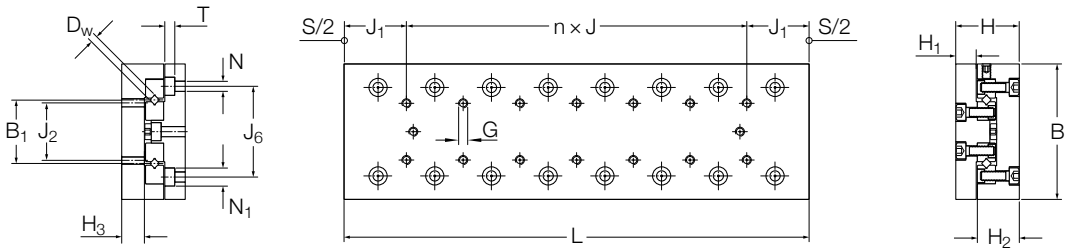
Schlitten	
GCL / GCLA 2	LWRB 2 mit LWJK 2
GCL / GCLA 3	LWR 3 mit LWAK 3
GCL / GCLA 6	LWR 6 mit LWAL 6
GCL / GCLA 9	LWR 9 mit LWAL 9 Optional mit Zwangsführung ACS/ ACSM und oder Gleitbelag
Betriebstemperatur	-30 bis +80 °C
Maximale Verfahrgeschwindigkeit	2 m/s
Maximale Beschleunigung	25 m/s²
Reibwert	0,003–0,005 (bei normaler, leichter Schmierung)
Vorspannung	werkseitig mit Standardvorspannung
Genauigkeitsklasse	P10 (andere Genauigkeitsklasse auf Anfrage, Lieferzeit bitte erfragen)
Schmierung	Bei Montage leicht gefettet
Optional	Kundenspezifische Lösungen möglich

Laufgenauigkeit GCL/GCLA

	Hublänge (mm)	**25**	**50**	**100**	**200**	**300**
GCL	Geradheit Höhe T_z	2 µm	2 µm	3 µm	3 µm	4 µm
	Geradheit Seite T_y	2 µm	2 µm	2 µm	3 µm	3 µm
GCLA	Geradheit Höhe T_z	4 µm	4 µm	6 µm	7 µm	8 µm
	Geradheit Seite T_y	4 µm	4 µm	5 µm	6 µm	7 µm

GCL

Maßzeichnung



Technische Daten

Bezeichnung[1]	Abmessungen													
	–0,2 –0,4	±0,1		Hub[2]										
–	B mm	H	L	S_1	S_2	B_1	D_w	G –	H_1 mm	H_2	H_3	n × J	J_1	J_2
GCL 2030	40	21	35	18		18	2	M3	6,5	14	7,5		17,5	15
GCL 2045			50	30								1×15		
GCL 2060			65	40	46							2×15		
GCL 2075			80	50	60							3×15		
GCL 2090			95	60	75							4×15		
GCL 2105			110	70	90							5×15		
GCL 2120			125	80	105							6×15		
GCL 3050	60	28	55	30		28	3	M4	9	18,5	10		27,5	25
GCL 3075			80	45	55							1×25		
GCL 3100			105	60	80							2×25		
GCL 3125			130	75	105							3×25		
GCL 3150			155	90	130							4×25		
GCL 3175			180	105	155							5×25		
GCL 3200			205	130	180							6×25		
GCL 6100	100	45	110	60	70	45	6	M6	13	31	15,5		55	50
GCL 6150			160	95	120							1×50		
GCL 6200			210	130	170							2×50		
GCL 6250			260	165	220							3×50		
GCL 6300			310	200	270							4×50		
GCL 6400			410	280	370							6×50		
GCL 9200	145	60	210	130		72	9	M8	16	43	20,5		105	80
GCL 9300			310	180								1×100		
GCL 9400			410	350								2×100		
GCL 9500			510	450								3×100		

[1] Lieferzeit auf Anfrage
[2] Bestellbezeichnung bei S_1 Standard-Hublänge: z. B. GCL 2060,
Bestellbezeichnung bei S_2 verlängertem Hub: z. B. GCL 2060/L
[3] Bitte **Kapitel 2.3.2** beachten.

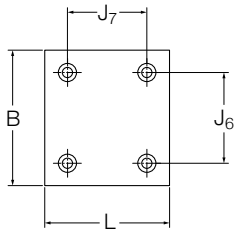


Abb. 1

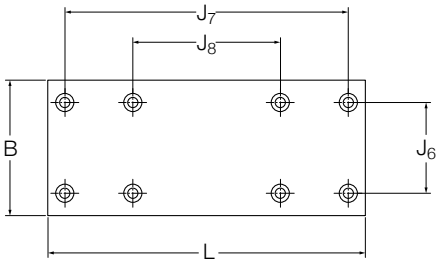


Abb. 2

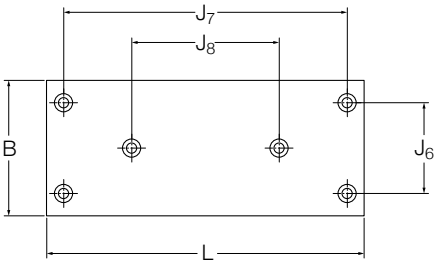


Abb. 3

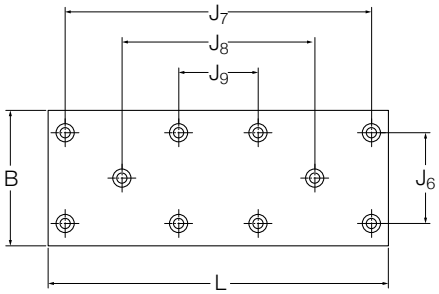
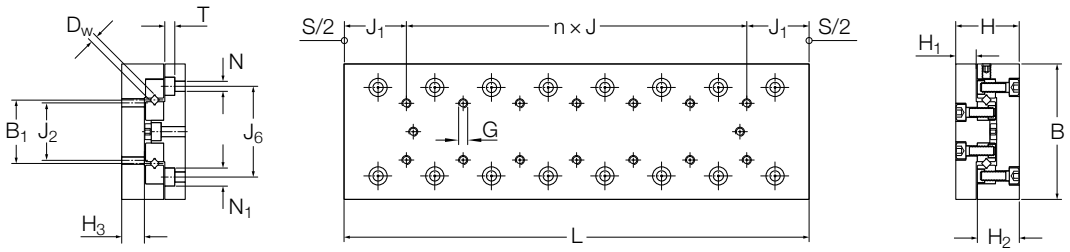


Abb. 4

								Effektive dynamische Tragfähigkeit des Schlittens		Effektive statische Tragfähigkeit des Schlittens[3]		Masse
								bei S_1	bei S_2	bei S_1	bei S_2	
J_6 mm	J_7	J_8	J_9	Abb.	N	N_1	T	$C_{eff\ slide}$ N		$C_{0\ eff\ slide}$ N		kg
30	25			1	3,4	6	3,4	394		360		0,18
	40			1				499		504		0,26
	55			1				640	594	720	648	0,34
	70	40		2				769	684	936	792	0,42
	85	55		2				850	769	1 080	936	0,5
	100	70		2				966	850	1 296	1 080	0,58
	115	85		2				1 040	928	1 440	1 224	0,68
40	35			1	4,5	8	4,6	886		960		0,57
	60			1				1 320	1 216	1 600	1 440	0,8
	85			1				1 620	1 422	2 080	1 760	1
	110			1				1 997	1 716	2 720	2 240	1,3
	135	85		3				2 267	1 905	3 200	2 560	1,5
	160	110		3				2 613	2 178	3 840	3 040	1,7
	185	135	85	4				2 781	2 355	4 160	3 360	2
60	90			1	6,6	11	6,8	4 429	3 927	4 760	4 080	3,1
	140			1				6 301	5 388	7 480	6 120	4,5
	190	90		3				7 606	6 744	9 520	8 160	5,9
	240	140		3				9 253	8 026	12 240	10 200	7,2
	290	190		3				10 435	9 253	14 280	12 240	8,6
	390	290		3				13 060	11 202	19 040	15 640	11,4
90	100			1	9	15	9	15 659		16 470		11,8
	200			1				22 102		25 620		17,3
	300	100		3				23 324		27 450		22,8
	400	200		3				28 046		34 770		28,3

GCLA

Maßzeichnung



Technische Daten

Bezeichnung[1]	Abmessungen													
	–0,2 –0,4	±0,1		Hub[2]										
–	B mm	H	L	S_1	S_2	B_1	D_w	G –	H_1 mm	H_2	H_3	n × J	J_1	J_2
GCLA 2030	40	21	35	18		18	2	M3	6,5	14	7,5		17,5	15
GCLA 2045			50	30								1×15		
GCLA 2060			65	40	46							2×15		
GCLA 2075			80	50	60							3×15		
GCLA 2090			95	60	75							4×15		
GCLA 2105			110	70	90							5×15		
GCLA 2120			125	80	105							6×15		
GCLA 3050	60	25	55	30		28	3	M4	8	16,5	8		27,5	25
GCLA 3075			80	45	55							1×25		
GCLA 3100			105	60	80							2×25		
GCLA 3125			130	75	105							3×25		
GCLA 3150			155	90	130							4×25		
GCLA 3175			180	105	155							5×25		
GCLA 3200			205	130	180							6×25		
GCLA 6100	100	40	110	60	70	45	6	M6	11,5	28	12,5		55	50
GCLA 6150			160	95	120							1×50		
GCLA 6200			210	130	170							2×50		
GCLA 6250			260	165	220							3×50		
GCLA 6300			310	200	270							4×50		
GCLA 6400			410	280	370							6×50		
GCLA 9200	145	50	210	130		72	9	M8	14	35	12,5		105	80
GCLA 9300			310	180								1×100		
GCLA 9400			410	350								2×100		
GCLA 9500			510	450								3×100		

[1] Lieferzeit auf Anfrage
[2] Bestellbezeichnung bei S_1 Standard-Hublänge: z. B. GCLA 2060,
Bestellbezeichnung bei S_2 verlängertem Hub: z. B. GCLA 2060/L
[3] Bitte **Kapitel 2.3.2** beachten.

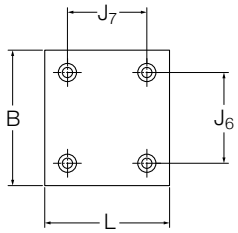


Abb. 1

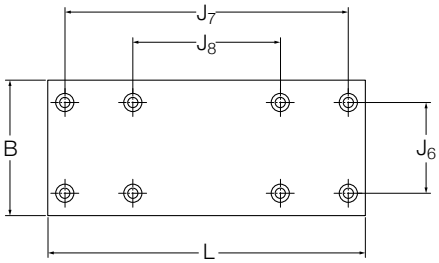


Abb. 2

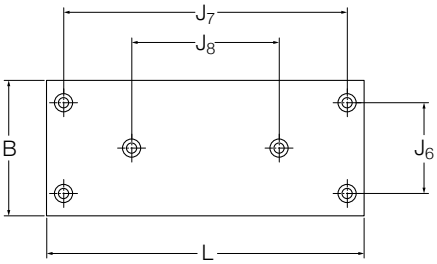


Abb. 3

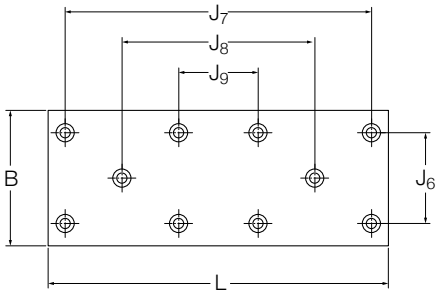


Abb. 4

								Effektive dynamische Tragfähigkeit des Schlittens		Effektive statische Tragfähigkeit des Schlittens[3]		Masse
								bei S_1	bei S_2	bei S_1	bei S_2	
J_6 mm	J_7	J_8	J_9	Abb.	N	N_1	T	$C_{eff\ slide}$ N		$C_{0\ eff\ slide}$ N		kg
30	25			1	3,4	6	3,4	394		360		0,11
	40			1				499		504		0,15
	55			1				640	594	720	648	0,19
	70	40		2				769	684	936	792	0,23
	85	55		2				850	769	1 080	936	0,27
	100	70		2				966	850	1 296	1 080	0,31
	115	85		2				1 040	928	1 440	1 224	0,35
40	35			1	4,5	8	4,6	886		960		0,29
	60			1				1 320	1 216	1 600	1 440	0,42
	85			1				1 620	1 422	2 080	1 760	0,55
	110			1				1 997	1 716	2 720	2 240	0,68
	135	85		3				2 267	1 905	3 200	2 560	0,81
	160	110		3				2 613	2 178	3 840	3 040	0,94
	185	135	85	4				2 781	2 355	4 160	3 360	1,1
60	90			1	6,6	11	6,8	4 429	3 927	4 760	4 080	1,5
	140			1				6 301	5 388	7 480	6 120	2,3
	190	90		3				7 606	6 744	9 520	8 160	3
	240	140		3				9 253	8 026	12 240	10 200	3,8
	290	190		3				10 435	9 253	14 280	12 240	4,5
	390	290		3				13 060	11 202	19 040	15 640	6
90	100			1	9	15	9	15 659		16 470		5,9
	200			1				22 102		25 620		8,7
	300	100		3				23 324		27 450		11,4
	400	200		3				28 046		34 770		14,2

3.11 LZM Miniaturschlitten

Mit der Miniaturschlitten-Reihe LZM bietet Ewellix eine ideale Lösung für Linearanwendungen, bei denen es auf kurze Hübe und kompakte Einbaumaße ankommt.

Diese Art der Linearanwendungen wird immer häufiger gefordert, gerade im Bereich der Medizin-, Mess- und Feinwerktechnik oder in der Mikro- bzw. Elektronikmontage.

Die einzelnen LZM Komponenten erfüllen höchste Präzisionsanforderungen. LZM Miniaturschlitten zeichnen sich durch hohe Ablaufgenauigkeit und Leichtgängigkeit aus. Sie werden komplett aus korrosionsarmen Stahl gefertigt. Die maximale Parallelitätsabweichung zwischen Laufbahnen und Anlagefläche beträgt 3 µm. Ihre optimierte Härte garantiert eine lange Lebensdauer und eine hohe Leistungsdichte bei kompakten Baumaßen.

Ein weiterer Vorteil ist die einfache Montage der Miniaturschlitten. Im Gegensatz zu Führungssystemen mit Kreuzrolleneinheiten, bei denen 4 Schienen und 2 Wälzkörpereinheiten kundenseitig in der Produktion montiert werden müssen, kann der LZM Miniaturschlitten einfach angeschraubt werden. Präzisionswerkzeuge zur Einstellung der Vorspannung sind nicht erforderlich.

Miniaturschlitten nach Kundenwunsch sind ebenfalls lieferbar. Ausgehend von der Standardversion passt Ewellix die Konstruktion dazu individuell an die spezifischen Bedürfnisse des Kunden an. Breit ausgeführte LZM Schlitten zur Aufnahme höherer Momentbelastungen, vergleichbar mit den breiten Miniatur-Profilschienenführungen der Baureihe LLMWS, sind auf Anfrage ebenfalls lieferbar.

Anwendungen:

- Pneumatik
- Halbleiterfertigung
- Medizintechnik
- Mikro- bzw. Elektronikmontage
- Feinwerktechnik
- Messtechnik

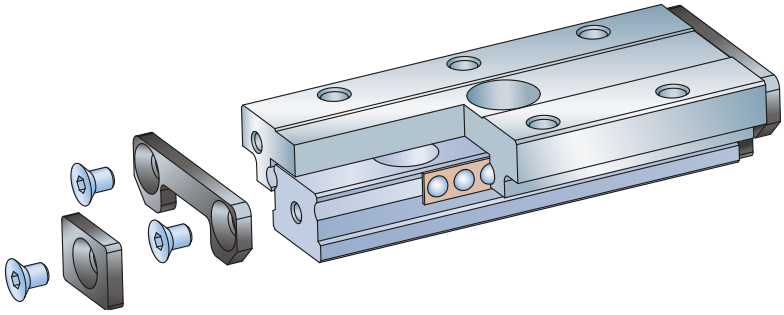
Vorteile:

- kompaktes Design
- hohe Tragfähigkeit
- sehr hohe Ablaufgenauigkeit
- Leichtgängigkeit
- hohe Steifigkeit
- einfache Montage

Bestellbeispiel:

- LZMHS 9 – 26
  (die Genauigkeitsklasse P5 und die Vorspannklasse T0 sind Standard und müssen nicht angegeben werden)
- LZMHS 9 – 26 T2 P1

LZM Produktdaten



Technische Daten

Struktur	Vier-Punktkontakt mit identischen Lastwinkeln
Standardreihe	Vier Größen: 7, 9, 12 und 15
Optional erhältlich	Breite Ausführungen für 9, 12 und 15
Betriebstemperatur	-20 °C bis +80 °C
Max. Verfahrgeschwindigkeit	3 m/s
Max. Beschleunigung	80 m/s² (vorgespannte LZM)
Vorspannungsklassen	T0 = leichtes Spiel, Standard T1 = kein Spiel bis leichte Vorspannung T2 = Vorspannung
Genauigkeitsklassen	P5 = Standard P1 = hoch
Schmierung	Schienen vorgeschmiert mit „Paraliq P460“

Werkstoff-Spezifikation

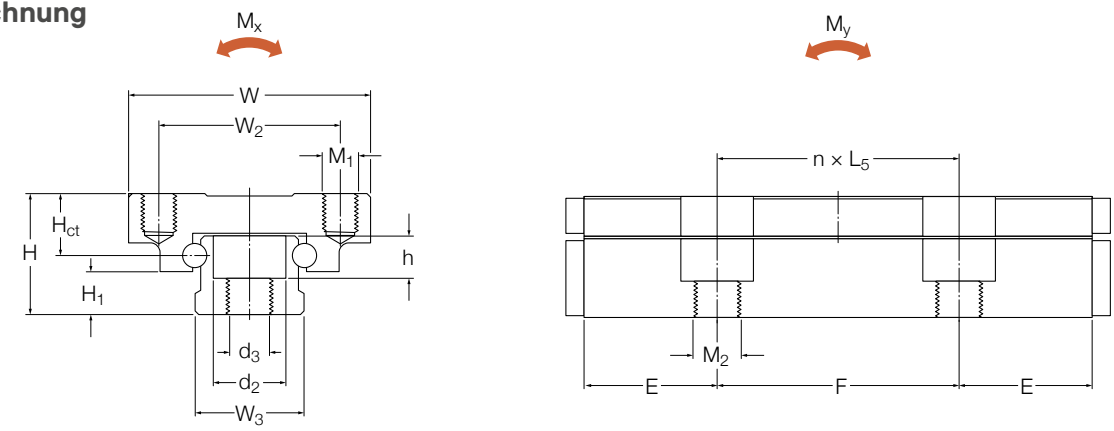
Führungswagen u. -schiene	Stahl 1.4034 / 1.4037
Kugeln	Stahl 1.3541
Endstücke	Kunststoff
Käfig	Kunststoff

Maßtoleranz H

Genauigkeitsklasse	mm
P5	+–0,02
P1	+–0,01

LZM Miniaturschlitten

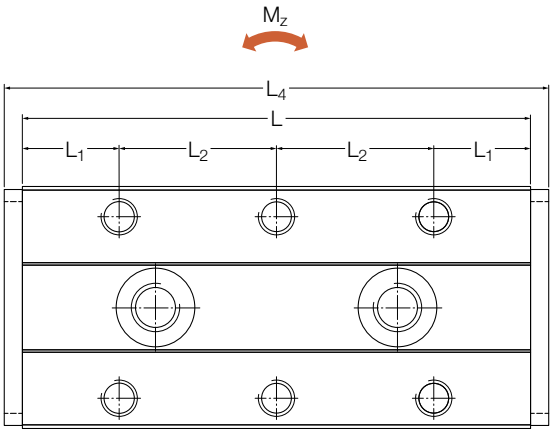
Maßzeichnung



Technische Daten

Bezeichnung	Abmessungen											
–	L mm	L_1	L_2	L_4	n × L_5[1]	W	W_2	W_3	H	H_1	M_1 × Tiefe	Anzahl Gewinde-bohrungen M_1 –
LZM HS 7 – 26	26	5	8	29	–	17	12	7	8	2,35	M2 × 2,5	6
LZM HS 7 – 34	34	5	8	37	0	17	12	7	8	2,35	M2 × 2,5	8
LZM HS 7 – 50	50	5	8	53	30	17	12	7	8	2,35	M2 × 2,5	12
LZM HS 7 – 66	66	5	8	69	30	17	12	7	8	2,35	M2 × 2,5	16
LZM HS 9 – 32	32	9,5	13	35	–	20	15	9	10	3,55	M3 × 3	4
LZM HS 9 – 42	42	8	13	45	0	20	15	9	10	3,55	M3 × 3	6
LZM HS 9 – 55	55	8	13	58	20	20	15	9	10	3,55	M3 × 3	8
LZM HS 9 – 81	81	8	13	84	2×20	20	15	9	10	3,55	M3 × 3	12
LZM HS 9 – 94	94	8	13	97	3×20	20	15	9	10	3,55	M3 × 3	14
LZM HS 12 – 37	37	11	15	40	–	27	20	12	13	4,7	M3 × 3,5	4
LZM HS 12 – 51	51	10,5	15	54	0	27	20	12	13	4,7	M3 × 3,5	6
LZM HS 12 – 66	66	10,5	15	69	25	27	20	12	13	4,7	M3 × 3,5	8
LZM HS 12 – 96	96	10,5	15	99	50	27	20	12	13	4,7	M3 × 3,5	12
LZM HS 12 – 126	126	10,5	15	129	3×25	27	20	12	13	4,7	M3 × 3,5	16
LZM HS 15 – 52	52	16	20	56	–	32	25	15	16	6	M3 × 4	4
LZM HS 15 – 85	85	12,5	20	89	0	32	25	15	16	6	M3 × 4	8
LZM HS 15 – 105	105	12,5	20	109	40	32	25	15	16	6	M3 × 4	10
LZM HS 15 – 165	165	12,5	20	169	80	32	25	15	16	6	M3 × 4	16

[1] – keine Bohrung; L_5 = 0 eine mittige Bohrung



E mm	F	$d_3 \times d_2 \times h$	M_2 –	Anzahl Gewindeboh-rungen M_2	Max. Hub mm	C N	C_0	M_{yCo} / M_{zCo} Nm	M_{xCo}	H_{ct} mm
5,5	15	2,5 × 4,5 × 2,5	M3	2	24	700	1 100	3,5	6	4,62
9,5	15	2,5 × 4,5 × 2,5	M3	2	34	900	1 400	5,5	7	4,62
10	15	2,5 × 4,5 × 2,5	M3	3	50	1 100	2 000	12	10	4,62
10,5	15	2,5 × 4,5 × 2,5	M3	4	66	1 400	2 700	21	14	4,62
6	20	3,5 × 6,5 × 3,5	M4	2	28	1 200	1 800	7	12	5,12
11	20	3,5 × 6,5 × 3,5	M4	2	40	1 400	2 100	11	15	5,12
7,5	20	3,5 × 6,5 × 3,5	M4	3	54	1 900	3 400	18	19	5,12
10,5	20	3,5 × 6,5 × 3,5	M4	4	78	2 500	4 900	43	29	5,12
7	20	3,5 × 6,5 × 3,5	M4	5	92	2 700	5 500	57	33	5,12
6	25	3,5 × 6,5 × 4,5	M4	2	32	2 200	3 300	11	21	6,5
13	25	3,5 × 6,5 × 4,5	M4	2	47	2 600	4 300	22	28	6,5
8	25	3,5 × 6,5 × 4,5	M4	3	62	3 000	5 300	36	36	6,5
10,5	25	3,5 × 6,5 × 4,5	M4	4	95	3 800	7 200	76	52	6,5
13	25	3,5 × 6,5 × 4,5	M4	5	122	4 700	9 700	131	68	6,5
6	40	3,5 × 6,5 × 4,5	M4	2	50	2 800	3 900	25	42	7,65
22,5	40	3,5 × 6,5 × 4,5	M4	2	80	4 600	7 800	73	70	7,65
12,5	40	3,5 × 6,5 × 4,5	M4	3	102	5 100	9 100	106	84	7,65
22,5	40	3,5 × 6,5 × 4,5	M4	4	162	7 300	15 000	264	131	7,65

4

Montage- und Betriebsanleitung

4.1 Konstruktionsrichtlinien

4.1.1 Bestimmungsgemäße Verwendung

- Ewellix Präzisionsschienenführungssysteme dürfen ausschließlich zum Positionieren von Lasten verwendet werden, von denen keine gefährlichen Emissionen für die Schienenführung ausgehen und die die Führung nicht überlasten.
- Ewellix Präzisionsschienenführungen dürfen nicht in Außen- oder Feuchtbereichen sowie in explosionsgefährdeten Bereichen eingesetzt werden.
- Die Verwendung von Endstücken als mechanische Hubbegrenzung ist nicht zulässig, da dies zu Beschädigungen des Käfigs führen kann.

4.1.2 Typische Einbauanordnung: „Eingespannte Führung“

Präzisionsschienenführungssysteme werden vorwiegend in eingespannter Anordnung eingebaut, da dies mit verschiedenen Vorteilen verbunden ist. Alternative kann das System als aufliegende Führung montiert werden. Beide Varianten sind in **Kapitel 2.3.4** genauer erläutert.

4.1.3 Genauigkeit der Anlageflächen

Eine wichtige Voraussetzung für die einwandfreie Funktion eines Schienenführungssystems ist die Genauigkeit der Anlageflächen. Je höher die Anforderungen an die Genauigkeit der Führung und ihren leichtgängigen Betrieb, desto höher ist die Anforderung an die Form- und Positionsgenauigkeit der Anschlusskonstruktion. Kennwerte für die Rauheit, Rechtwinkligkeit und Parallelität der Anlageflächen sind für jede Genauigkeitsklasse in **Abb. 1** und **Tabelle 1** dargestellt. Die Werte für die Rechtwinkligkeit sind in Bezug auf die jeweilige Höhe der Anlagefläche angegeben. Um eine gleichmäßige Lastverteilung über die gesamte Länge des Wälzkörpers zu gewährleisten, sollte der maximale Höhenversatz der Anlageflächen den Wert Δh nicht überschreiten.

$\Delta h = 0{,}1 \times B_1$

mit

Δh = max. Höhenversatz [µm]

B_1 = mittlerer Abstand zwischen den Wälzkörpereinheiten [mm]

Abb. 1

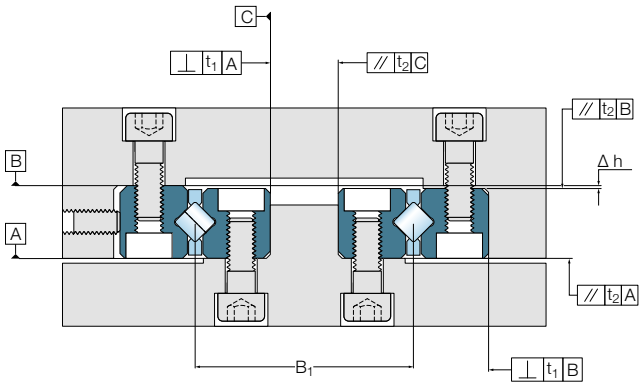


Tabelle 1

Genauigkeit der Anlageflächen

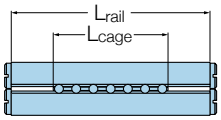
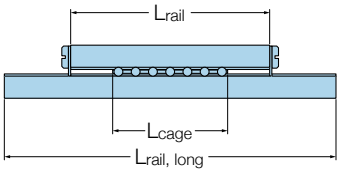
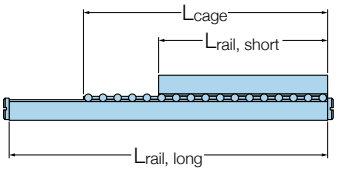
Kennzeichen	Symbol	Toleranz	Einheit	Zulässige Formabweichung für Genauigkeitsklasse		
				P10	P5	P2
Rauheit R_a	▽		µm	1,6	0,8	0,2
Rechtwinkligkeit	⊥					
für Kreuzrollen und Kugeln		t_1	µm/mm	0,3	0,3	0,3
für Nadelrollen		t_1	µm/mm	0,1	0,1	0,1
Parallelität für	//					
Schienenlänge ≤ 200 mm		t_2	µm	3	2	1
Schienenlänge ≤ 500 mm		t_2	µm	6	4	2
Schienenlänge ≤ 1 000 mm		t_2	µm	10	6	3
Schienenlänge ≤ 1 600 mm		t_2	µm	12	7	3

4.1.4 Wahl der Endstücke

Endsprechend der gewählten Kinematik müssen auch die Endstücke ausgewählt werden. **Tabelle 2** zeigt die zugrunde liegende Logik.

Tabelle 2

Wahl der Endstücke

Beschreibung der Kinematik		Nicht überlaufende Schienenführung ohne Abstreifer (Standard)	Schienenführung mit Abstreifer		Überlaufende Schienenführung ohne Abstreifer	
						
Schienentyp	**ACS-Typ**		**Lange Schiene**	**Kurze Schiene**	**Lange Schiene**	**Kurze Schiene**
LWR LWRB LWRE	–	mit Endstücken	ohne Endstücke	mit Endstücken und Abstreifern	mit Endstücken	ohne Endstücke
LWRE	ACS	Keine Endstücke erforderlich. Stirnfläche der Schienen sind jedoch mit Befestigungsgewinde ausgestattet, sodass eine kundenseitige Montage von Endstücken möglich ist.	ohne Endstücke	mit Endstücken und Abstreifern	Keine Endstücke erforderlich. Stirnfläche der Schienen sind jedoch mit Befestigungsgewinde ausgestattet, sodass eine kundenseitige Montage von Endstücken möglich ist.	ohne Endstücke
LWRB LWRE	ACSM	ohne Endstücke	ohne Endstücke	mit Endstücken und Abstreifern	ohne Endstücke	ohne Endstücke
LWM / V LWRM / V	–	Endstücke nur an einer Führungsschiene (an M- oder V-förmiger Schiene)	ohne Endstücke	mit Endstücken und Abstreifern	mit Endstücken	ohne Endstücke
LWM / V	ACSZ	Keine Endstücke erforderlich. Stirnfläche der Schienen sind jedoch mit Befestigungsgewinde ausgestattet, sodass eine kundenseitige Montage von Endstücken möglich ist.	ohne Endstücke	mit Endstück und Abstreifern – bei M-förmigem Querschnitt: verwendbar – bei V-förmigem Querschnitt: nicht verwendbar	Keine Endstücke erforderlich. Stirnfläche der Schienen sind jedoch mit Befestigungsgewinde ausgestattet, sodass eine kundenseitige Montage von Endstücken möglich ist.	ohne Endstücke

unveränderbar

auf Anfrage änderbar

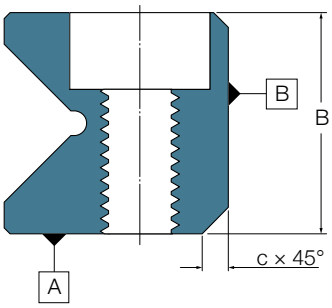
4.1.5 Fasen an den Präzisionsschienen-führungen

Für die Auslegung der Umgebungskonstruktion ist die Toleranz der Fase zwischen den beiden Bezugsflächen der Präzisionsschienenführung zu berücksichtigen. Die Fasenbreite c ist abhängig von der Schienebreite B (↳ **Abb. 2**).

Schienenbreite B ≤ 8 mm: c ≥ 0,3 mm

Schienenbreite B > 8 mm: c ≥ 0,9 mm

Abb. 2



4.1.6 Toleranz des Abstands zwischen den Befestigungsbohrungen

Die Toleranz des Abstands zwischen den Befestigungsbohrungen ist abhängig von der Schienenlänge L_{rail}. Die angegebenen Werte gelten für alle Befestigungsbohrungen auf der Schiene. Schienen mit engeren Abstandstoleranzen sind auf Anfrage lieferbar. Bei den längeren Schienen wird die Verwendung spezieller Befestigungsschrauben (LWGD) empfohlen (↳ **Abb. 3**).

$L_{rail} \leq 300$: $t = 0{,}6$ mm

$L_{rail} > 300$: $t = 0{,}0016 \text{ mm} \times L_{rail}$

4.1.7 Berechnung des Maßes J_1

In der Regel wird das Maß J_1 so gewählt, dass der Abstand an beiden Schienenenden symmetrisch ist. In diesem Fall kann das symmetrische Maß J_1 mit der im Folgenden angegebenen Formel berechnet werden. Der in den Produkttabellen angegebene Mindestwert von J_1, J_1 min, ist zu berücksichtigen. Falls ein unsymmetrisches Maß J_1 erforderlich ist, ist dies im Bestellschlüssel anzugeben, idem die Definition von J_1 gemäß **Abb. 4** zugrunde gelegt wird.

$$J_1 = \frac{L - \sum J}{2}$$

Abb. 3

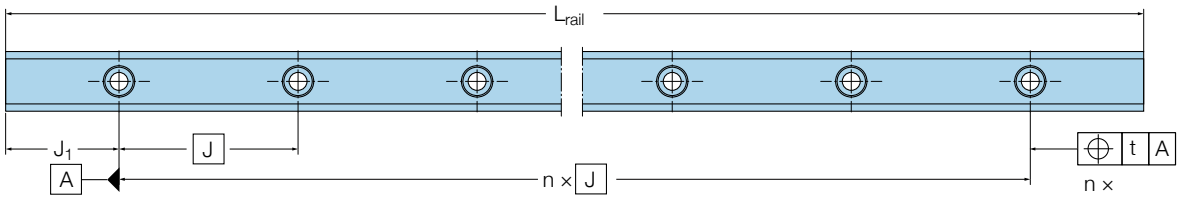
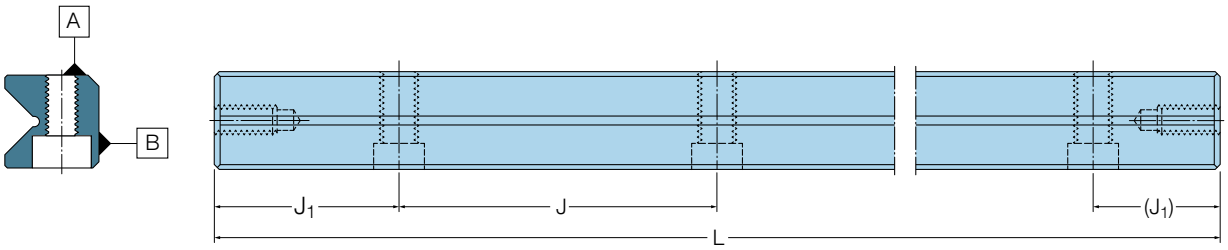


Abb. 4

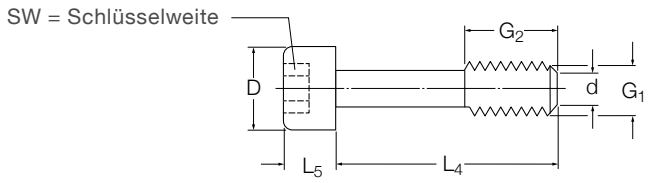


4.1.8 LWGD Spezial-Befestigungsschrauben

Mit LWGD Spezial-Befestigungsschrauben im Abstand der Befestigungsbohrungen können fertigungsbedingte Toleranzen ausgeglichen werden. Diese Spezialschrauben entsprechen mindestens der Festigkeitsklasse 8.8. Alle Abmessungen sind in **Tabelle 3** aufgeführt.

Tabelle 3

LWGD Spezial-Befestigungsschrauben



Bezeichnung	Abmessungen G1	G2	L4	L5	D	d	SW	Passender Schienentyp	Größe
–		mm							
LWGD 3	M3	5	12	3	5	2,3	2,5	LWR, LWRE, LWRM, LWRV, LWRPM, LWRPV	
LWGD 4	M3	5	16	3	5	2,3	2,5		4
LWGD 2211	M4	5	14	4	6	3	3		2211
LWGD 6	M5	8	20	5	8	3,9	4		6
LWGD 9	M6	12	30	6	8,5	4,6	5		9
LWGD 12	M8	17	40	8	11,3	6,25	6		12
LWGD 4020 [1]	M6	10	25	6	9,4	4,6	5	LWM, LWV	4020
LWGD 5025 [1]	M6	10	30	6	9,4	4,6	5	LWM, LWV	5025
LWGD 6035 [1]	M8	12	40	8	12,5	6,3	6	LWM, LWV	6035
LWGD 7040 [1]	M10	17	50	10	15,2	7,9	8	LWM, LWV	7040
LWGD 8050 [1]	M12	20	60	12	17,2	9,6	10	LWM, LWV	8050

[1] auf Anfrage lieferbar

4.1.9 Vorspannen

Eingespannte Schienenführungen sollten immer spielfrei mit einer definierten Vorspannung eingebaut werden. Durch die Vorspannung werden die Systemsteifigkeit und die Ablaufgenauigkeit der Schienenführung erhöht. Durch Momentbelastungen M_y und M_z verursachte Lastspitzen an den Enden der Wälzkörpereinheiten werden somit reduziert.

Die Größe der einstellbaren Vorspannung ist abhängig vom jeweiligen Einbaufall und kann bis zu 20% der dynamischen Tragfähigkeit der Schienenführung betragen. Bei Einsatz von Vorspannung muss die auf die Wälzkörper wirkende Belastung reduziert werden. Dies ist insbesondere zu berücksichtigen, wenn die Betriebsbedingungen hohe Vorspannung erfordern. Die Anschlusskonstruktion sollte eine entsprechende Steifigkeit aufweisen.

Das Vorspannen der Schienenführungen kann auf vielfältige Weise geschehen. Einige Beispiele sind in **Abb. 5** bis **7** dargestellt. Die gebräuchlichste Methode ist das Vorspannen mit Stellschrauben. Die Anzahl dieser Schrauben sollte mindestens den in die Führungsschiene eingebrachten Gewindebohrungen für die Befestigungsschrauben entsprechen.

Abb. 5

Vorspannen über Stellschrauben

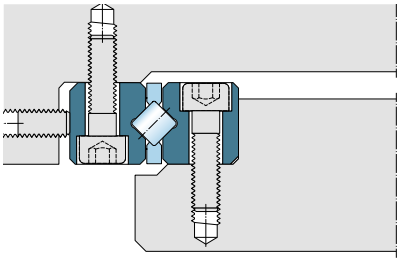
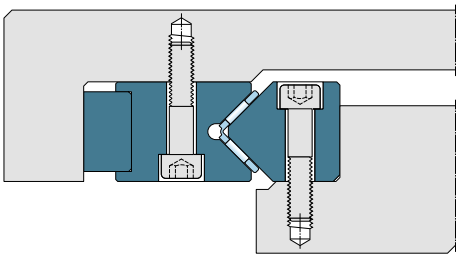


Abb. 6

Vorspannen über LWML Führungsschiene



Sachkenntnis ist beim Einsatz dieser Methode Voraussetzung dafür, dass die Führung nach der Montage einwandfrei läuft. **Tabelle 4** enthält Näherungswerte für ein einwandfrei laufendes Führungssystem, bei dem Steifigkeit und Reibungswerten in einem ausgeglichenen Verhältnis stehen.

Für das Vorspannen von Wälzkörpereinheiten mit ACS-System können die gleichen Werte zugrunde gelegt werden.

Die Verwendung durchgehender Nachstellleisten oder Nachstellkeile empfiehlt sich, wenn die Vorspannung groß ist oder hohe Anforderungen an die Ablaufgenauigkeit gestellt werden. Für Nadelrolleneinheiten bietet Ewellix zudem Führungsschienen des Typs LWML an, die mit einem integrierten Nachstellkeil ausgestattet sind.

Abb. 7

Vorspannen über seitlichen Nachstellkeil

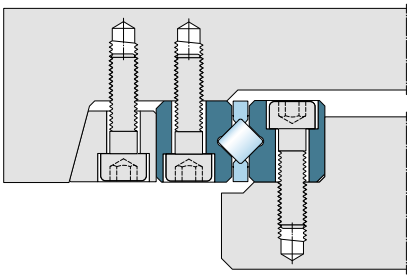


Tabelle 4

Anzugsmomente für Stellschrauben

Schienentyp[1]	Wälzkörpereinheit	Stellschrauben-abstand	Stellschraube	Vorspannkraft	Anzugsmoment[2]
–	–	mm	–	%	Ncm
LWRB 1	LWJK 1,588	10	M2	20	1,8
LWRB 2	LWJK 2	15	M3	10	1,7
LWR 3	LWAK3	25	M3	13	3
LWR 3	LWAK3	25	M4	13	4
LWR 6	LWAL6	50	M5	9	17
LWR 6	LWAL6	50	M6	9	20,4
LWR 9	LWAL9	100	M6	8	67,9
LWR 9	LWAL9	100	M8	8	90
LWR 12	LWAL12	100	M10	8	153,6
LWRE 3	LWAKE3	25	M3	7	6,2
LWRE 3	LWAKE3	25	M4	7	8,3
LWRE 2211	LWAKE3	40	M3	7	9,9
LWRE 2211	LWAKE3	40	M4	7	13,2
LWRE 4	LWAKE4	25	M3	5	9,5
LWRE 4	LWAKE4	25	M4	5	12,7
LWRE 6	LWAKE6	50	M5	3	26,9
LWRE 6	LWAKE6	50	M6	3	32,4
LWRE 9	LWAKE9	100	M6	3	102,2
LWRE 9	LWAKE9	100	M8	3	135,4
LWRM / LWRV 6	LWHV10	50	M6	5	96,9
LWRM / LWRV 6	LWHW10	50	M6	5	96,9
LWRM / LWRV 9	LWHV15	100	M8	2	161
LWRM / LWRV 9	LWHW15	100	M8	2	120,2
LWM / LWV 3015	LWHV10	40	M6	5	77,5
LWM / LWV 3015	LWHW10	40	M6	5	77,5
LWM / LWV 4020	LWHV15	80	M8	2	128,8
LWM / LWV 4020	LWHW15	80	M8	2	96,1
LWM / LWV 5025	LWHV15	80	M8	2	128,8
LWM / LWV 5025	LWHW15	80	M8	2	96,1
LWM / LWV 6035	LWHV20	100	M10	2	294,9
LWM / LWV 6035	LWHW20	100	M10	2	217,8
LWM / LWV 7040	LWHW25	100	M12	2	395,9
LWM / LWV 8050	LWHW30	100	M12	2	507,9

[1] Präzisionsschienenführungen mit Gleitbelag sollten nicht vorgespannt werden
[2] Anzugsmoment für trockene, nicht geschmierte Stellschrauben

4.1.10 Anzugsmomente für Befestigungsschrauben

Abhängig von dem für die Anschlusskonstruktion verwendeten Werkstoffen und der Größe der Befestigungsschrauben kommen bei der Montage einer Präzisionsschienenführung unterschiedliche Anzugsmomente zur Anwendung (↳ **Tabelle 5**). Die angegebenen Werte gelten auch für LWGD Spezial-Befestigungsschrauben.

Tabelle 5

Anzugsmomente für Befestigungsschrauben

Angaben für Befestigungsschrauben der Festigkeitsklasse 8.8

Werkstoff		Schrauben-größe	M2	M2,5	M3	M3,5	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14
Aluminium	Anzugsmoment	[Nm]	0,21	0,44	0,77	1,2	1,7	3,4	6	15	29	50	80
	Mindesteinschraubtiefe	[mm]	3,2	4	4,8	5,6	6,4	8	10	13	16	19	22
Gusseisen	Anzugsmoment	[Nm]	0,25	0,52	0,92	1,4	2,1	4,1	7	17	34	60	94
	Mindesteinschraubtiefe	[mm]	3	3,8	4,5	5,3	6	7,5	9	12	15	18	21
Stahl	Anzugsmoment	[Nm]	0,3	0,61	1,1	1,6	2,4	4,8	8	20	40	69	110
	Mindesteinschraubtiefe	[mm]	2,4	3	3,6	4,2	4,8	6	7,2	10	12	14	17

4.2 Montage

4.2.1 Grundlegende Hinweise

Die folgende Anleitung beschreibt die Montage eines Ewellix-Präzisionsschienen-Führungssystem. Lesen Sie die Anweisungen sorgfältig durch, bevor Sie mit der Montage beginnen. Sachkenntnis und Sauberkeit sind beim Einbau von Präzisionsschienenführungen die Voraussetzung dafür, dass die Führungen ihre Funktion optimal erfüllen und es nicht zu einem montagebedingten Ausfall kommt. Der Einbau sollte in einem trockenen, staubfreien Raum vorgenommen werden. Der Arbeitsplatz darf nicht in der Nähe von spanabhebenden oder Staub erzeugenden Maschinen durchgeführt werden. Vor Beginn der Montagearbeiten sollten alle benötigten Teile und Hilfsmittel bereitgelegt werden. Es sind ausschließlich geeignete Werkzeuge und Messgeräte zu verwenden. Als Präzisionsprodukte sollten die Schienenführungen beim Einbau mit der gebotenen Sorgfalt behandelt werden. Die Nichtbeachtung dieser Hinweise kann die Lebensdauer des Führungssystems reduzieren oder zu einem Sicherheitsrisiko führen.

4.2.2 Allgemeine Montagehinweise

Alle Teile des Linearführungssystems sind vor dem Einbau sorgfältig zu säubern und eventuell vorhandene Grate zu entfernen sowie zu entmagnetisieren. Anschließend ist die Form- und Maßgenauigkeit aller Anschlussbauteile zu überprüfen (↳ **Kapitel 4.1.3**). Die Führungsschienen sollten erst unmittelbar vor dem Einbau der Originalverpackung entnommen werden, um das Verschmutzungsrisiko so gering wie möglich zu halten. Nach dem Auspacken ist das Korrosionsschutzmittel zu entfernen. Bei Verwendung von SKF Schmierfett des Typs LGEP2 kann das Korrosionsschutzmittel auch auf den Laufbahnen verbleiben. Die Bezugsflächen der Führungsschienen und die Anlageflächen der Anschlussteile sind sorgfältig zu reinigen und leicht einzuölen, um Kontaktkorrosion während des späteren Betriebs zu vermeiden. Die Bezugsfläche A befindet sich generell gegenüber der Ewellix-Kennzeichnung. Vor dem Einbau ist auch der Schmierstoff auf die Laufbahnen und Wälzkörpereinheiten aufzutragen.

HINWEIS: Um die hohe Leistungsfähigkeit von Präzisionsschienenführungen nutzen zu können, wird empfohlen, Einzelschienen aus unterschiedlichen Verpackungen nicht zu vermischen (↳ **Kapitel 2.1.12**).

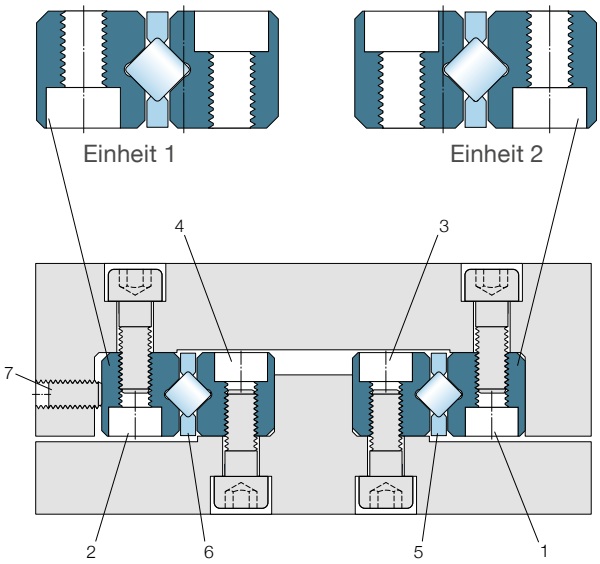
4.2.3 Einbau von Schienenführungen ohne ACS-System

Bei der Montage eines eingespannten Schienenführungssystems sollte in folgenden Schritten vorgegangen werden (**Abb. 8**):

1. Die inneren Führungsschienen **3** und **4** werden gegen die Anlageflächen gedrückt und mit einem definierten Drehmoment festgeschraubt.
2. Die feste Führungsschiene **1** im Gegenstück wird an die Anlagefläche gedrückt und mit einem definierten Drehmoment festgeschraubt.
2. Die Zustellschiene **2** wird in das Gegenstück gedrückt und die Schrauben leicht angezogen.
4. Die geschmierten Wälzkörpereinheiten **5** und **6** werden eingeschoben und an der gewünschten Stelle (normalerweise in Mittelstellung) positioniert.
5. Die Zustellschiene **2** wird zur Einstellung der Vorspannung verwendet, da ein eingespanntes System je nach Anwendung spielfrei oder mit Vorspannung betrieben werden muss. Die Einstellung der Vorspannung erfolgt über die Stellschrauben **7** mit Hilfe eines Drehmomentschlüssels. Hierzu ist die in **Abb. 9** angegebene Reihenfolge einzuhalten. Die Stellschrauben sind von innen nach außen anzuziehen, wobei sich Wälzkörper unter

Abb. 8

Montagereihenfolge



den jeweiligen Stellschrauben befinden müssen. Als Richtlinie für die Anzugsmomente sind die Werte aus **Tabelle 4**, **Kapitel 4.1.9** zu entnehmen.

6. Die Befestigungsschrauben an Zustellschiene **2** werden mit einem definierten Drehmoment angezogen.
7. Die Ablaufgenauigkeit der Schlitteneinheit wird überprüft.
8. Es sind Maßnahmen zu treffen, dass die Stellschrauben sich nicht lösen und verloren gehen können. Mehrere Möglichkeiten sind denkbar:
   - **8.1**. Schrauben werden durch Klebstoff gesichert.
   - **8.2**. Eine Abdeckung verhindert den Verlust von Schrauben.
9. Falls vorgesehen, werden die Endstücke montiert.
10. Die Endanschläge der Schlitteneinheit werden montiert. Die Wälzkörpereinheiten sollten nicht als Endanschläge verwendet werden.

4.2.4 Einbau von Schienenführungen mit ACS-System

Um eine Beschädigung des ACS-Systems zu verhindern, sind die Führungsschienen als vormontierte Einheit mit den richtig positionierten Wälzkörpereinheiten einzubauen. Jede direkt oder indirekt auf das ACS wirkende Kraft führt zu einer Beschädigung des Zwangsführungselementes.

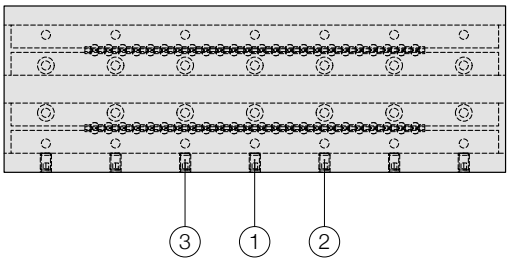
Die folgenden Montagehinweise gelten für alle Schienenführungen mit zwangsgeführtem Käfig (ACS, ACSM, ACSZ).

1. Zustellschiene **1**, innere Schiene **3** und die geschmierte Wälzkörpereinheit **5** in der richtigen Position werden zu Einheit **1** zusammengestellt, wobei die Wälzkörpereinheit an der richtigen Stelle (normalerweise in Mittelstellung) positioniert wird.
2. Die Zusammenstellung von Einheit **2** erfolgt analog dazu aus innerer Führungsschiene **4**, Zustellschiene **2** und Wälzkörpereinheit **6**.
3. Beide Einheiten werden von vorn in die gewünschte Position zwischen dem unteren und oberen Teil eingeschoben.
4. Einheit **1** wird gegen die Anlageflächen gedrückt und mit einem definierten Drehmoment festgeschraubt.
5. Die innere Führungsschiene **4** wird in das Gegenstück gedrückt und mit einem definierten Drehmoment festgeschraubt.
6. Zustellschiene **2** wird am Gegenstück montiert und die Schrauben leicht angezogen.
7. Zustellschiene **2** wird zur Einstellung der Vorspannung verwendet, da ein eingespanntes System je nach Anwendung spielfrei oder mit Vorspannung betrieben werden muss. Die Einstellung der Vorspannung erfolgt über die Stellschrauben **7** mit Hilfe eines Drehmomentschlüssels. Für die richtige Einstellreihenfolge sind die Zahlen auf den Stellschrauben gemäß **Abb. 9** zu beachten. Die Stellschrauben sind von innen nach außen anzuziehen, wobei sich Wälzkörper unter den jeweiligen Stellschrauben befinden müssen. Als Richtlinie für die Anzugsmomente sind die Werte aus **Tabelle 4**, **Kapitel 4.1.9** zu entnehmen.
8. Die Befestigungsschrauben an Zustellschiene **2** werden mit einem definierten vorgeschriebenen Drehmoment angezogen.
9. Die Ablaufgenauigkeit der Schlitteneinheit wird überprüft.
10. Es sind Maßnahmen zu treffen, dass die Stellschrauben sich nicht lösen und verloren gehen können. Mehrere Möglichkeiten sind denkbar:
    - **10.1**. Schrauben werden durch Klebstoff gesichert.
    - **10.2**. Eine Abdeckung verhindert den Verlust von Schrauben.
11. Falls vorgesehen, werden die Endstücke montiert.
12. Die Endanschläge der Schlitteneinheit werden montiert. Die Wälzkörpereinheiten sollten nicht als Endanschläge verwendet werden.

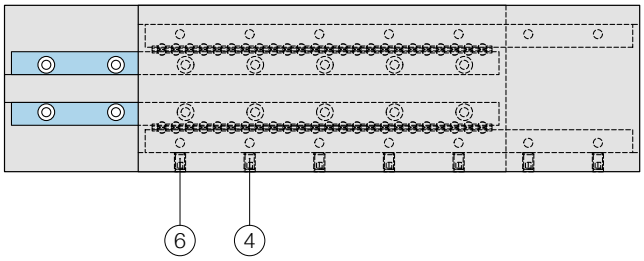
Abb. 9

Reihenfolge beim Vorspannen

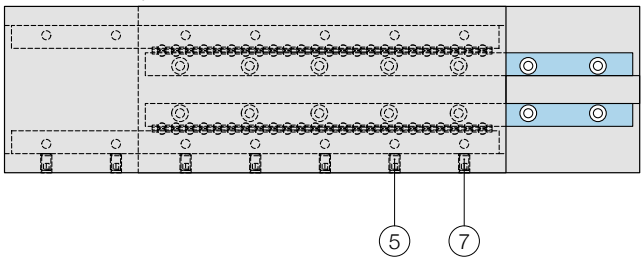
Bewegliches Teil in Mittelstellung; Schrauben 1, 2, 3



Bewegliches Teil in Endstellung; Schrauben 4, 6



Bewegliches Teil in entgegengesetzter Endstellung; Schrauben 5, 7



4.3 Wartung

4.3.1 Schmierung

Ewellix Präzisionsschienenführungen benötigen in der Regel nur sehr geringe Schmierstoffmengen. Als Schmierstoffe können sowohl Schmierfette als auch -öle verwendet werden. Schmierstoffe mit Festschmierstoffzusätzen sind ungeeignet, ebenso Schleifemulsionen oder Kühlmittel.

Bei normalen Betriebsbedingungen können die Schienenführungen mit Fett geschmiert werden. Schmierfett hat gegenüber Schmieröl den Vorteil, dass es leichter in der Führung zurückgehalten werden kann, insbesondere auch bei schräger oder senkrechter Anordnung der Schienenführung. Außerdem trägt Schmierfett auch zur Abdichtung der Führung gegenüber Verunreinigungen und Feuchtigkeit bei.

Da Schienenführungen, insbesondere bei niedrigen Geschwindigkeiten, fast ausschließlich im Grenz- bzw. Mischreibungsbetrieb laufen, ist die Verwendung von Schmierfetten mit EP-Zusätzen ratsam. Ewellix empfiehlt das SKF Wälzlager-Schmierfett LGEP2. Bei diesem handelt es sich um ein Lithiumseifenfett auf Mineralölbasis, das weitestgehend wasserabweisend ist, hervorragende Korrosionsschutzeigenschaften besitzt und im Temperaturbereich von -20 °C bis +110 °C eingesetzt werden kann.

Ölschmierung wird im Allgemeinen dort angewendet, wo benachbarte Maschinenteile bereits mit Öl geschmiert werden oder hohe Verfahrgeschwindigkeiten vorliegen. Als einfache Art der Schmierung empfiehlt sich z. B. die Tropfölschmierung. Als Schmieröle sollten Mineralöle mit EP-Zusätzen im Viskositätsbereich von ISO VG 45 bis 200 verwendet werden.

Die Schmierung der Schienenführungen kann auf einfache Weise durch den seitlichen Spalt zwischen den beiden Führungsschienen erfolgen. Ist dies anwendungsbedingt nicht möglich, können die Schienen auf Anfrage auch mit Schmierbohrungen versehen werden. In diesem Fall ist die Anordnung und Größe der Schmierbohrungen anhand einer Bestellzeichnung anzugeben. Alternativ ist auch der Anschluss einer von Ewellix angebotenen Zentralschmiereinheit möglich. Bitte beachten Sie, dass auch das ACS-Zwangsführungselement und dessen Achse geschmiert werden müssen.

4.3.2 Nachschmierintervalle

Es gibt keine allgemeinen Regeln bezüglich der Nachschmierintervalle für Präzisionsschienenführungen, da diese für jede Anwendung individuell festgelegt werden müssen. Wir empfehlen jedoch, mindestens einmal pro Jahr eine Nachschmierung vorzunehmen.

4.3.3 Reparaturen

Wenn ein Präzisionsschienenführungssystem das Ende seiner Gebrauchsdauer erreicht hat und ersetzt werden muss, empfiehlt Ewellix den Austausch des kompletten Systems. Bitte geben Sie bei einer Nachbestellung die Größe, die Schienenlänge, das Maß J_1 (Abstand vom Schienenende bis zur ersten Befestigungsbohrung), den Bohrungstyp, Hublänge und die Länge der Wälzkörpereinheit an.

4.3.4 Stationäre Bedingungen/Transport/Lagerung

Steht eine Präzisionsschienenführung über einen längeren Zeitraum still und ist externen Schwingungen ausgesetzt, führen Mikrobewegungen in der Kontaktzone zwischen Wälzkörpern und Laufbahnen zu Beschädigungen dieser Oberflächen. Dies kann zu einer deutlichen Erhöhung der Schwingungen und damit der Laufgeräusche und einem vorzeitigen Ausfall aufgrund von Materialermüdung führen. Schäden dieser Art sind daher unbedingt zu vermeiden, z. B. durch Entkopplung der Führung von externen Schwingungen und geeignete Vorkehrungen während des Transports.

5

Bestellschlüssel

EWELLIX

Bestellschlüssel Präzisionsführungsschienen

LW	RE	9	0300	ACS	50 /	P5 /	/	/	/	/	/ J$_1$= 25

LWRE90300 ACS 50/P5/J$_1$=25

Type
RB
R
RE
RM
RV
M
V
RPM[1)]
RPV[1)]

Größe
Zum Beispiel 6, 9 oder 6035, abhängig von Schienentype

Länge in mm
Für Größen 1, 2, 3, 4, 6, 2211 und 3015: 3-stellig
Für Größen 9 und 4020 bis 8050: 4-stellig

Anti-Creeping-System

Kein Code	ohne ACS
ACS	für LWRE
ACSM	für LWRB und LWRE
ACSZ	für LWM/LWV

Hublänge Anti-Creeping-System in mm
(↳ Kapitel 1.3)

Kein Code	Standard, Verzahnung über gesamte Länge
Gewünschten Wert	möglich für ACS und ACSZ, jedoch nicht für ACSM; immer symmetrisch

Genauigkeitsklasse

P10	Standard (kein Code erforderlich)
P5	Mittel
P2	Hoch

Einlaufradius

Kein Code	ohne Einlaufradius
EG	Einlaufradius an beiden Schienenenden

Werkstoff / Beschichtung

Kein Code	Standard, wie in **Kapitel 2.1.1** angegeben
HV	Schienen aus korrosionsbeständigem Stahl (Standard für ACSM)[2)]
HD	Dünnschichtverchromung[2)]

Stirnbohrungen

Kein Code	Standard, wie in den Produkttabellen angegeben
E1	ohne Stirnbohrungen (Standard für ACSM, LWRPM und LWRPV)
E7	mit Stirnbohrungen (für ACSM, LWRPM und LWRPV)

Optionen für Befestigungsbohrungen (auf Anfrage)

Kein Code	Standard, wie in Produkttabellen angegeben
03	Gewindebohrung[2)]
10	Durchgangsbohrung[2)]
13	in die Schiene integrierte Gewindeeinsätze (nur für LWM und LWV)
15	angesenkte Durchgangsbohrung (Standard bei LWM und LWV, kein Code erforderlich)[2)]

Maß J$_1$ in mm

Kein Code	Standard, J$_1$ symmetrisch an beiden Schienenenden
Gewünschter Wert	unsymmetrischer Wert J$_1$ in mm; Definition (↳ **Kapitel 4.1.7**)

[1)] Nur in Genauigkeitsklasse P10 lieferbar
[2)] Lieferzeit bitte erfragen

Bestellschlüssel Wälzkörpereinheiten

LW	AKE	9	x	13	ACS	/	

LWAKE9x13 ACS

Type

JK	für LWRB
AL, AK	für LWR
AKE	für LWRE
HV, HW	für LWRM/V und LWM/V

Größe

1, 2	für LWJK
3	für LWAK
6, 9, 12	für LWAL
3, 4, 6, 9	für LWAKE
10, 15	für LWHV
10, 15, 20, 25, 30	für LWHW

Länge

Anzahl der Wälzkörper bei Kugel- und Rolleneinheiten
Länge in mm bei Nadelrolleneinheiten

Anti-Creeping-System

Kein Code	ohne ACS
ACS	für LWAKE
ACSM	für LWJK and LWAKE
ACSZ	für LWHW

Genauigkeitsklasse

Kein Code	Standard, wie in Produkttabellen angegeben
G1	Hoch (nur für Nadelrolleneinheiten)

Bestellschlüssel spezielle Montageschrauben

LWGD	9

LWGD 9

Größe

3, 4, 6, 9, 12, 2211	für alle Schienen der Modular Range und Größe 2211
4020[1], 5025[1], 6035[1], 7040[1], 8050[1]	für LWM/V

Generell ist die gleiche Größe wie für die Führungsschiene einzusetzen.

[1] auf Anfrage lieferbar

Bestellschlüssel Endstücke

LW	ERE	9	/	

LWERE 9

Type[1)]

ERA		für LWR / LWRB
ERB		für LWR / LWRB
ERC	mit Abstreifer	für LWR
ERE		für LWRE
EREC	mit Abstreifer	für LWRE
ERM		für LWRM
ERV		für LWRV
EARM	mit Abstreifer	für LWRM
EARV	mit Abstreifer	für LWRV
EM		für LWM
EV		für LWV
EAM	mit Abstreifer	für LWM
EAV	mit Abstreifer	für LWV

Größe
1 … 8050
Generell ist die gleiche Größe wie für die Führungsschiene einzusetzen.

Beschichtung

Kein Code	Standard, wie in Produkttabellen angegeben
HV	verchromte Endstücke und Schrauben

[1)] Bitte **Tabelle 2**, **Kapitel 4.1.4**, beachten!

Bestellschlüssel für Präzisionsschienenführungen in Kit-Verpackung

LWRE 3300/100EG ACS-KIT/z 10

LW	RE	3	300	/	100	EG	ACS	–	KIT	/	z 10

Type
R
RE

Größe

3, 6	für R
3, 4, 6	für RE

Schienenlänge in mm (gemäß Produkttabellen)

Länge der kurzen Schiene in mm

Kein Code	Standard, vier Schienen gleicher Länge
EG	zwei kurze Schienen mit angegebener Länge und Einlaufradius und zwei normale Schienen[1)]
E7	zwei kurze Schienen mit angegebener Länge und Stirnbohrungen und zwei normale Schienen[1)]

Anti-Creeping System

Kein Code	ohne ACS
ACS	für LWRE 3, 4, 6
ACSM	für LWRE 3, 6

Anzahl Wälzkörper z
Kein Code Standard, wie in Produkttabellen angegeben
Gewünschten Wert einsetzen wenn eine andere Anzahl Wälzkörper erforderlich ist[1)]

[1)] Lieferzeit bitte erfragen

Bestellschlüssel LZM

LZM	H	S	9	–	26	T1	P1	S	

LZMHS9-26T1P1S

Miniaturschlitten

Führungsschiene
H Standardschiene
W Breite Schiene[1)]

Größe
7 Größe 7
9 Größe 9
12 Größe 12
15 Größe 15

Länge L
Standardlänge, ausgewählt aus der Produkttabelle (↳ **Kapitel 3.11**) oder kundenspezifische Länge, in 1 mm Abstufungen[1)]

Vorspannung
T0 Leichtes Spiel; Standard - muss nicht extra angegeben werden
T1 Kein Spiel bis leichte Vorspannung
T2 Vorgespanntes System

Genauigkeitsklasse
P5 Standard - muss nicht extra angegeben werden
P1 Hoch

Hublänge in mm
Nur für kundenspezifisch ausgelegte LZM erforderlich.
Für Standardlängen ist keine Angabe nötig.

[1)] auf Anfrage

6

Datenblatt Kundenanwendung

Datenblatt - Präzisionsschienenführungen

Bitte füllen Sie das Formular mit allen verfügbaren Informationen aus und senden Sie dieses an Ihren Ewellix-Ansprechpartner oder einem autorisierten Händler.

Ewellix-Ansprechpartner	Datum

Allgemeine Informationen

Kunde

Firma		
Adresse 1		
Adresse 2		
PLZ	Ort	Staat
Land		

Kontakt

Kontaktperson	
Berufsbezeichnung	
Abteilung	
Telefonnummer (einschl. Landesvorwahl)	Mobilnummer (einschl. Landesvorwahl)
E-Mail	

Projektbezeichnung

Hintergrund der Anfrage

Aktuelles Produkt / Hersteller		Beschreibung
○ Ersatzbeschaffung	○ Neukonstruktion	○ Sonstiges

Anwendung / Branche

			Beschreibung
○ Fabrikautomation	○ Lebensmittel- und Verpackungsindustrie	○ Werkzeugmaschinen	
○ Medizintechnik	○ Halbleiterfertigung	○ Sonstiges	

Ausfuhrgenehmigungen und Ewellix-Politik (zwingend notwendig)

○ Diese Anwendung gehört nicht zur Rüstungsindustrie und ist keine nukleare Anwendung (auch nicht in Teilen). Es handelt sich um eine zivile Anwendung.

Kommerzielle Informationen

Allgemein

	Gesamtstückzahl	Losgröße	Beginn der Auslieferung	Zielpreis pro Stück	Währung
○ Einzelbedarf ○ Jährlich wiederkehrender Bedarf					

Beschreibung der Anwendung

Datenblatt - Präzisionsschienenführungen

Hub	Schienenlänge	Länge der kürzeren Schiene	Abstand B_1	Abstand B_1 +A	Führungssystem
mm	mm	mm	mm	mm	Maximale Höhe mm ○ Keine Einschränkungen

Erforderliche Lebensdauer (bitte alle Felder ausfüllen)

Gesamtverfahrweg	Gesamtdauer	Zyklusdauer	Hub eines Zyklus
km	h	s	mm

Benötigte statische Sicherheit (im Zusammenhang mit Ihrer Branche und Anwendung)

Maximalgeschwindigkeit[1)]	Maximalbeschleunigung[1)]	Steifigkeit des Führungssystems	Ablaufgenauigkeit des Führungssystems
m/s	m/s^2	N/µm ○ Keine speziellen Anforderungen	Parallelität der Höhe µm Parallelität der Seite µm

1) Geben Sie hier die Maximalwerte an. Geben Sie zyklusbezogene Werte in der Tabelle "Externe Belastungen und Lastphasen" an.

Umgebungsbedingungen

Vorkommen von Staub, Schmutz oder Flüssigkeiten	Anforderungen an die Reibung
○ Saubere Umgebung, z. B. Laborumgebung ○ Standardumgebung in der Industrie ○ Schmutzige Umgebung, z. B. in einer Fräsmaschine	○ Kleinstmögliche Reibung ○ Standard ○ Keine Anforderungen
○ Hohe Luftfeuchtigkeit oder korrosive Umgebung Wenn ja, beschreiben Sie diese bitte:	Bevorzugter Werkstoff ○ Keine Präferenz (Standard) ○ Korrosionsbeständiger Stahl ○ Beschichteter Stahl

Temperatur [°C]

Minimal	Durchschnittlich	Maximal

○ Stoßbelastungen oder Vibrationen
Wenn ja, beschreiben Sie diese bitte:

Schmierstoff

○ Standard (SKF Schmierfett LGEP2)	○ Sonstiger Bitte angeben:

Skizze der Anwendung (oder Zeichnung beifügen)

Datenblatt - Präzisionsschienenführungen

Produktdetails

Produktbezeichnung (wenn bereits bekannt)

Genauigkeitsklasse Schiene

○ P10 (Standard) ○ P5 (Mittel) ○ P2 (Hoch)

Bezeichnung Wälzkörpereinheit (wenn bereits bekannt)

Anti-Creeping-System erforderlich (empfohlen bei hohen Beschleunigungen oder vertikalem Einbau)

○ Ja ○ Nein

Erforderliches Zubehör

○ Endstücke Bezeichnung

○ Endstücke mit Abstreifer (lange und kurze Schienen erforderlich) Bezeichnung

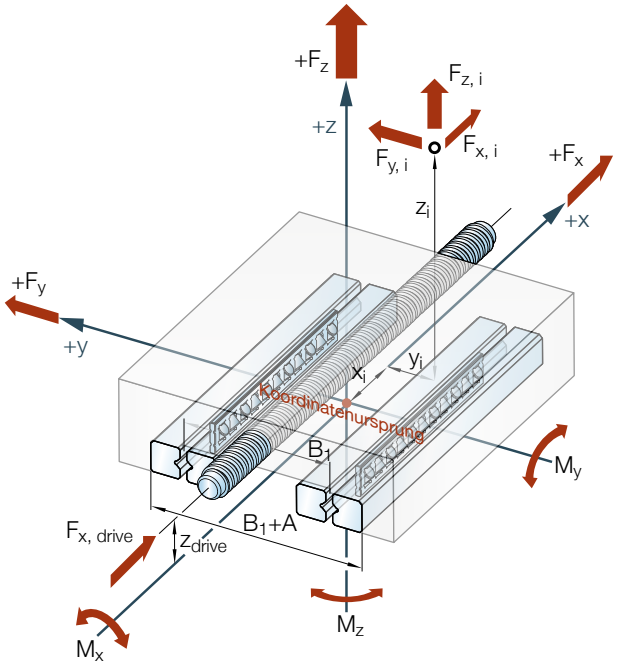
○ Spezielle Montageschrauben – LWGD

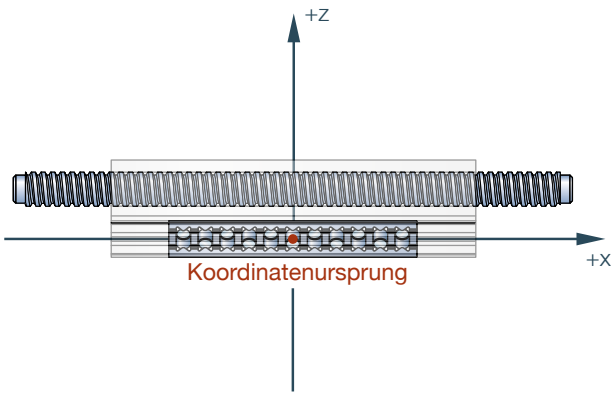
Präzisionsschienenführungen als Komplettsystem

○ GCL ○ GCLA ○ Führungssystem mit Antrieb, z. B. Rollengewindetrieb

Datenblatt - Präzisionsschienenführungen

Angaben zur Auslegung





Bewegungsrichtung (Koordinatensystem dementsprechend einrichten)

		Bitte genauere Angabe:
○ Horizontal	○ Vertikal	○ Andere

Externe Belastungen und Belastungsverhältnisse

Kräfte in N, Hebelarme in mm und gemessen vom definierten Koordinatenursprung (siehe Zeichnungen oben). Wenn die Anwendung mehr als drei Belastungszyklen aufweist, kopieren Sie bitte diese Seite.

Lastintervall 1			
Hub	mm		
Beschleunigung	mm/s²		
Geschwindigkeit	m/s		
	Hebelarme in		
Kraft F_x	x	y	z
	X		
Kraft F_y	x	y	z
		X	
Kraft F_z	x	y	z
			X

Lastintervall 2			
Hub	mm		
Beschleunigung	mm/s²		
Geschwindigkeit	m/s		
	Hebelarme in		
Kraft F_x	x	y	z
	X		
Kraft F_y	x	y	z
		X	
Kraft F_z	x	y	z
			X

Lastintervall 3			
Hub	mm		
Beschleunigung	mm/s²		
Geschwindigkeit	m/s		
	Hebelarme in		
Kraft F_x	x	y	z
	X		
Kraft F_y	x	y	z
		X	
Kraft F_z	x	y	z
			X

ewellix.com

© Ewellix
Alle Inhalte dieser Publikation sind Eigentum von Ewellix und dürfen ohne Genehmigung weder reproduziert noch an Dritte (auch auszugsweise) weitergegeben werden. Trotz der Gewissenhaftigkeit beim Erstellen dieses Katalogs übernimmt Ewellix keine Haftung für Schäden oder sonstige Verluste in Folge von Versäumnissen oder Druckfehlern. Die Bilder können vom Aussehen des tatsächlichen Produkts leicht abweichen. Durch die laufende Optimierung unserer Produkte können das Aussehen und die Spezifikationen ohne vorherige Ankündigung Änderungen unterliegen.

PUB NUM IL-06001-DE-November 2020

SKF und das SKF Logo sind Marken der SKF Gruppe.