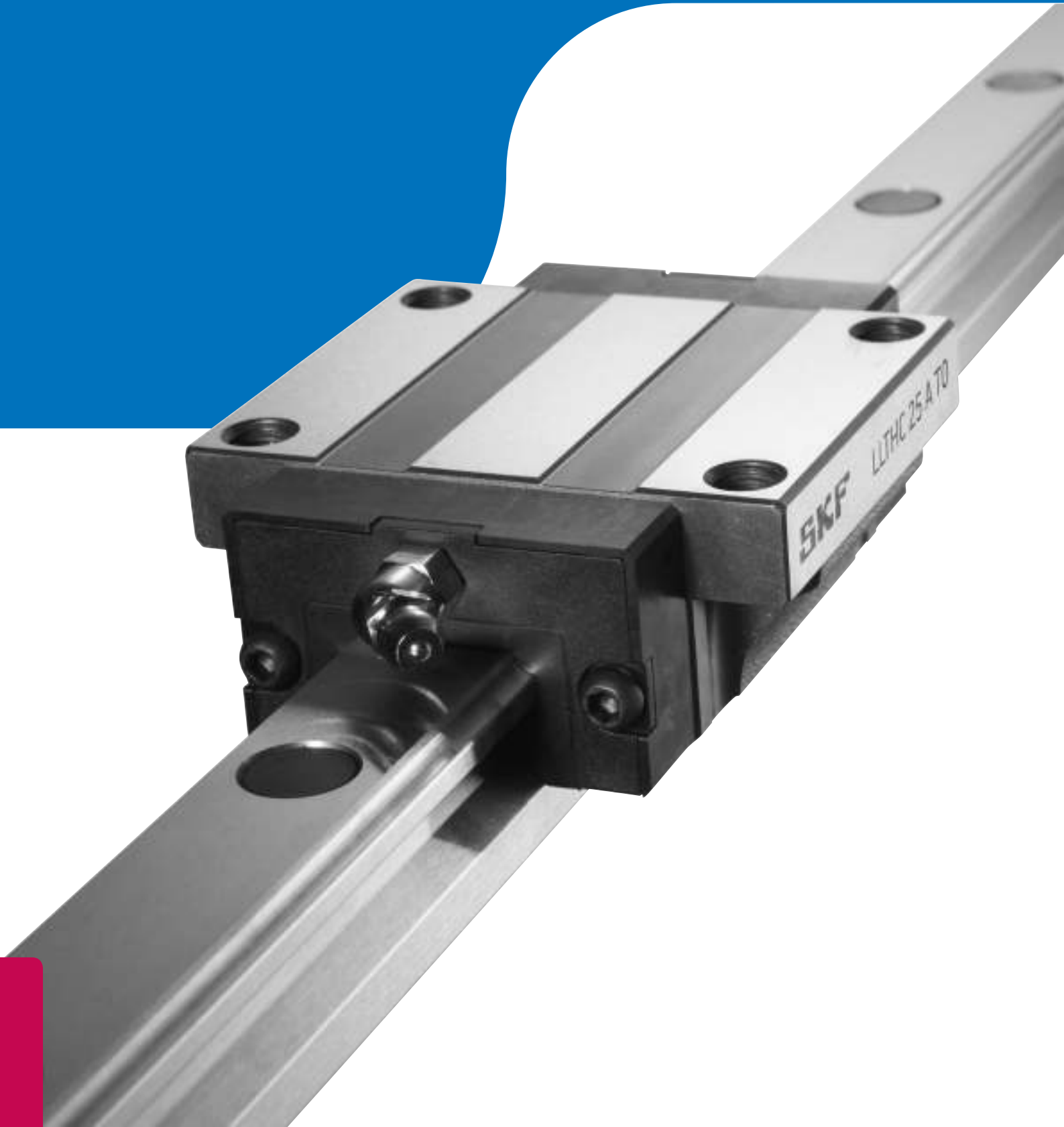


Profilschienenführungen LLT





Inhalt

Die Marke SKF steht heute für wesentlich mehr als je zuvor und bietet damit kosten- und qualitätsbewussten Kunden zusätzlichen Mehrwert.

SKF konnte die Stellung als weltweit führender Hersteller von Qualitätslagern weiter ausbauen. Darüber hinaus hat SKF die traditionellen Geschäftsfelder um weitere hochtechnische Komponenten, differenzierte Serviceangebote und Kompetenzpartnerschaften erweitert. SKF kann heute, als Komplettanbieter für Bewegungstechnik, weltweit Kunden mit Systemlösungen aller Art spürbare Wettbewerbsvorteile verschaffen.

SKF Kunden erhalten nicht nur hochentwickelte Lager- und Systemlösungen zur Optimierung ihrer Maschinen, sondern auch hochentwickelte Softwarelösungen zum virtuellen Testen von Produkten oder für die Zustandsüberwachung. Dadurch wird die Umsetzung von Produktideen in die Praxis beschleunigt oder die Wirtschaftlichkeit ganzer Maschinenanlagen gesteigert.

Die Marke SKF steht nach wie vor für Spitzenqualität bei Wälzlagern – und heute gleichzeitig auch für Kompetenz in vielen anderen Geschäftsfeldern.

SKF – Kompetenz für Bewegungstechnik

A Produktinformationen

Vorwort	4	Einflussfaktoren	18
Produkteigenschaften und Vorteile... . .	5	Erlebenswahrscheinlichkeit.	18
Grundsätzlicher Aufbau	6	Betriebsbedingungen	18
Tragzahlen	7	Belastungsverhältnisse.	19
Definition der dynamischen Tragzahl C	7	Anzahl der Führungswagen pro	
Definition der statischen Tragzahl C_0 .	7	Schiene	19
Verifikation und Validierung	7	Einfluss der Hublänge.	19
Steifigkeit	8	Modifizierte nominelle Lebensdauer . .	19
Zulässige Betriebsbedingungen	9	Legende	20
Dynamikwerte	9	SKF Berechnungsprogramm	22
Zulässige maximale Belastung	9	Produktübersicht	23
Erforderliche Mindestbelastung	9	LLT-Komponenten und	
Stillstand	9	Werkstoffspezifikationen.	24
Zulässige Betriebstemperaturen.....	9	Standardkomponenten der	
Reibung	10	Führungswagen	25
Schmierung	11	Dichtungen.	25
Fettschmierung	11	Genauigkeitsklassen.	26
Grundölviskosität	11	Genauigkeit	26
Konsistenzklasse.	11	Breiten- und Höhengenaugkeit.	26
Temperaturbereich	11	Parallelität	26
Korrosionsschutz in Schmierstoffen .	11	Austauschbarkeit von Schienen und	
SKF Wälzlagerschmierfette.	11	Führungswagen	26
Werkseitige Vorschmierung	12	Bestellschlüssel System	27
Erstschmierung	12	Bestellschlüssel Führungswagen	28
Nachschmierung	12	Bestellschlüssel Faltenbalg.	28
Kurzhubanwendungen.	13	Bestellschlüssel Führungsschienen . . .	29
Zentralschmieranlagen.	13	Bestellschlüssel Zubehör	29
Berechnungsgrundlagen	14		
Statische Tragsicherheit	14		
Nominelle Lebensdauer L_{10}	14		
Nominelle Lebensdauer bei konstanter			
Geschwindigkeit	14		
Nominelle Lebensdauer bei			
veränderlicher Geschwindigkeit	14		
Vorspannklassen	15		
Vorspannung und Steifigkeit.	15		
Erzeugen der Vorspannung	15		
Unveränderliche mittlere Belastung . . .	16		
Äußere Belastung bei			
kombinierten Lasten.	16		
Statische Lagerbelastung	16		
Kombinierte statische			
Lagerbelastung	16		
Dynamische Lagerbelastung	17		
Kombinierte dynamische			
Lagerbelastung	17		

B Produktdaten

Produktdaten	30
Führungswagen	30
Führungsschienen	31
Führungswagen LLTHC ... SA	32
Führungswagen LLTHC ... A	34
Führungswagen LLTHC ... LA	36
Führungswagen LLTHC ... SU	38
Führungswagen LLTHC ... U	40
Führungswagen LLTHC ... LU	42
Führungswagen LLTHC ... R	44
Führungswagen LLTHC ... LR	46
Führungsschienen LLTHR.	48
Führungsschienen LLTHR ... D4	50
Führungsschienen LLTHR ... D6	52
Zusammengesetzte Schienen.	54

Zubehör	56
Metallabstreifer	57
Zusätzliche Vorsatzdichtung	58
Dichtungssatz	59
Befestigungsplatte	60
Schmierverbindungsstück	61
Faltenbälge	62
Temperaturbeständigkeit	62
Werkstoff	62
Inhalt des Faltenbalgsatzes	62
Montage	63
Berechnung	
Faltenbalg-Ausführung 2	63
Berechnung der	
Führungsschienenlänge	63
Anwendungen in korrosiver	
Umgebung	64

C Empfehlungen

Montage und Wartung	65
Allgemeine Hinweise	65
Typische Montagebeispiele	65
Führungsschienen	65
Führungswagen	65
Anbindungs konstruktion,	
Schraubengrößen und	
Anzugsmomente	66
Positionstoleranzen der	
Montagebohrungen	67
Zulässige Höhenabweichung	68
Parallelität	69
Wartung	69
Typische Anwendungsgebiete	70

D Zusatzinformationen

Datenblatt	71
SKF – Kompetenz für	
Bewegungstechnik	74

Vorwort

Die Produktivität und der wirtschaftliche Erfolg einer Linearlagerung sind zu einem großen Teil von der Qualität der ausgewählten Komponenten abhängig. Oft bestimmen diese Komponenten die Marktakzeptanz und sichern somit dem Hersteller einen Wettbewerbsvorteil. Dafür müssen die Linearkomponenten möglichst genau an die Anwendung anpassbar sein und die Anforderungen so präzise wie möglich erfüllen, und das idealerweise mit standardisierten Komponenten.

SKF Profilschienenführungen der Reihe LLT erfüllen diese Marktanforderungen. Sie werden in einem breiten Spektrum an Baugrößen, Führungswagen und Zubehör sowie in verschiedenen Vorspann- und Genauigkeitsklassen angeboten. Damit erleich-

tern LLT-Profilschienenführungen die Anpassung an individuelle Einsatzanforderungen. Außerdem können sie mit praktisch unbegrenztem Hub laufen. Dies eröffnet fast jede denkbare Option für die konstruktive Gestaltung.

Mögliche Einsatzgebiete sind Anwendungen in Fördertechnikanlagen, Kunststoff-Spritzguss, Holzbearbeitung, Druck- und Verpackungsindustrie, Medizintechnik und in vielen anderen Branchen. Hier kann die LLT-Reihe ihre konstruktiven Vorteile voll zur Geltung bringen.

SKF fertigt diese Profilschienenführungen in einer X-Anordnung mit 45° Berührungswinkel zwischen den Walzkörpern und den Laufbahnen. Dieses Design sorgt für eine

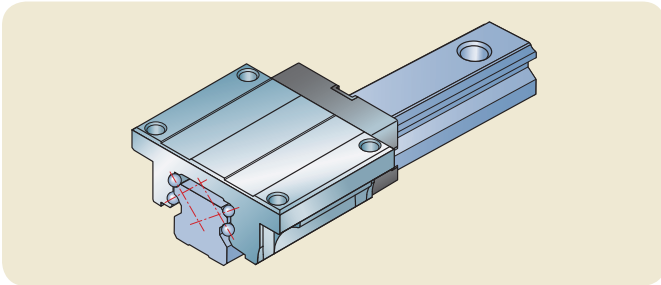
gleichmäßige Tragfähigkeit in allen vier Hauptbelastungsrichtungen und somit für eine größere Flexibilität in der konstruktiven Gestaltung.

Außerdem können Abweichungen in der Parallelität und Höhe, wie sie üblicherweise bei Mehrachssystemen auftreten, effizienter kompensiert werden. Dies gewährleistet einen zuverlässigen und leichtgängigen Lauf unter den unterschiedlichsten Betriebsbedingungen.

Weiterhin bietet SKF eine Baureihe von Miniatur-Profilschienenführungen sowie eine Baureihe fertig montierter und angetriebener Profilschienenschlitten an. Weitere Informationen erhalten Sie bei Ihrem zuständigen SKF Berater.

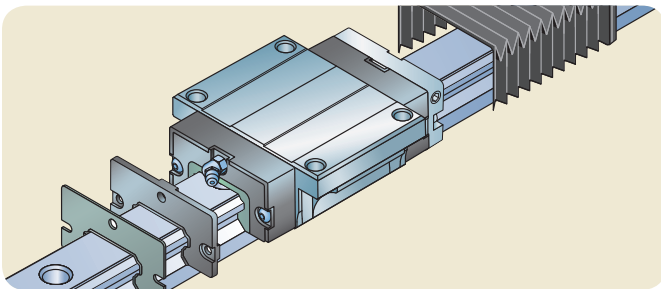


Produkteigenschaften und Vorteile



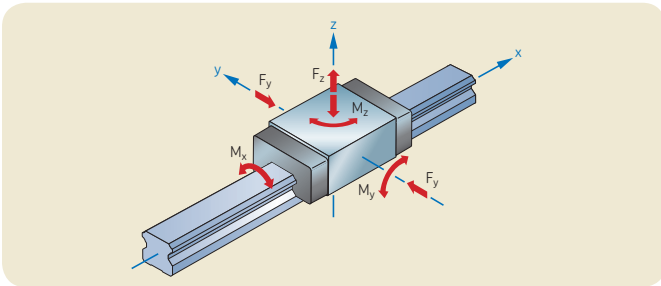
Verbesserte Laufleistung

Die LLT-Profilschienenführung besitzt vier Kugelreihen mit einem Berührungswinkel von 45° zwischen Wälzkörpern und Laufbahnen. Diese X-Anordnung verbessert die Selbstausrichtung des Gesamtsystems. Abweichungen durch Montagefehler können somit – selbst bei vorgespannten Systemen – ausgeglichen werden, was für einen leichtgängigen Lauf sorgt. Die Reibung wird aufgrund des Zwei-Punkt-Kontakts der Wälzkörper minimiert. Dies ermöglicht einen zuverlässigen und ruckfreien Betrieb über die gesamte Lebensdauer der Schienenführung.



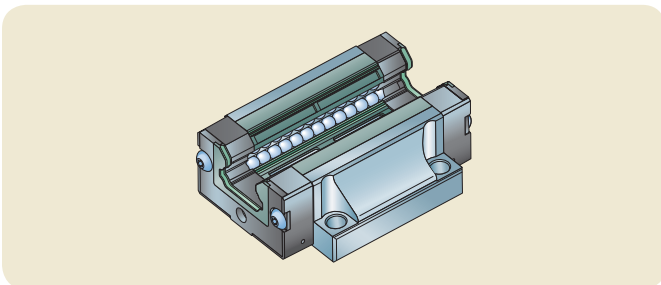
Modulares Konzept für kundenspezifische Lösungen

Verschiedene Anwendungen unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Anforderungen an Geschwindigkeit, Genauigkeit und die Umgebungsbedingungen. Durch den modularen Aufbau der LLT-Profilschienenführungen von SKF können kostengünstige Lösungen entsprechend der jeweiligen Anwendungsanforderungen realisiert werden. Verschiedene Genauigkeits- und Vorspannklassen gewährleisten die Umsetzung der erforderlichen Präzision und Steifigkeit. Des Weiteren unterstützt ein vielfältiges Zubehörangebot die Anpassung an die spezifischen Umgebungsbedingungen.



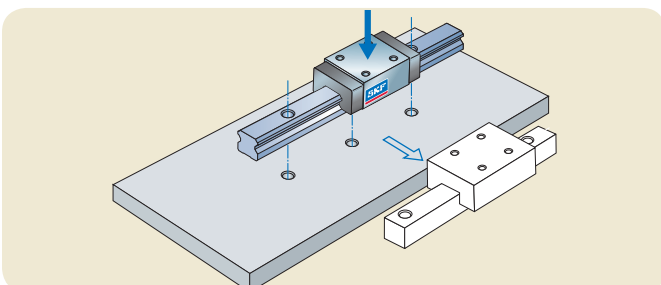
Steifigkeit, Festigkeit und Genauigkeit für präzise Produktionsprozesse

Die vierreihige Anordnung der Kugeln in einem 45° -Winkel optimiert die Lastverteilung in allen vier Hauptbelastungsrichtungen und entspricht der Norm ISO 14728. Dieses Merkmal sorgt für ein hohes Maß an Flexibilität bei der konstruktiven Gestaltung. Aufgrund ihrer Fähigkeit, große Lasten und Momente aufzunehmen, sind diese Schienenführungen auch eine ideale Lösung für Systeme mit nur einem Führungswagen.



Längere Lebensdauer und geringerer Wartungsaufwand

SKF Profilschienenführungswagen sind werkseitig vorgeschmiert. Über das integrierte Schmierstoffreservoir in den Endplatten werden die umlaufenden Kugeln kontinuierlich nachgeschmiert. Beide Enden des Führungswagens besitzen Schmieröffnungen mit Metallgewinde für die Aufnahme eines automatischen Nachschmiersystems. Serienmäßig wird mit jedem Führungswagen ein Schmiernippel mitgeliefert. Diese vollständig abgedichteten Führungswagen sind mit Doppellippendichtungen an beiden Enden sowie mit Seiten- und Innendichtungen ausgestattet. Die reibungsarmen Dichtungen bieten effizienten Schutz gegen das Eindringen von Verunreinigungen.



Austauschbarkeit und globale Verfügbarkeit

Die Hauptabmessungen der SKF Profilschienenführungen entsprechen der Norm ISO 12090-1. Damit sind sie vollständig austauschbar mit allen ISO-konformen Marken. Das globale Verkaufs- und Vertriebsnetz von SKF ermöglicht die Verfügbarkeit von Ersatzteilen und die Instandhaltung aller Systeme weltweit.

Grundsätzlicher Aufbau

Wie bei Wälzlagern können die Laufbahnen der Profilschienenführungen in einer X- oder O-Konfiguration angeordnet werden. Die technischen Eigenschaften dieser beiden Anordnungen sind im Wesentlichen gleich. In der überwiegenden Mehrzahl der Belastungssituationen gibt es daher keine grundlegenden Verhaltensunterschiede, abgesehen von ihrem Verhalten bei Momentbelastungen um die X-Achse.

LLT-Profilschienenführungen von SKF weisen bezüglich des Berührungswinkels der Walzkörper eine X-Anordnung auf (→ **Abb. 1**).

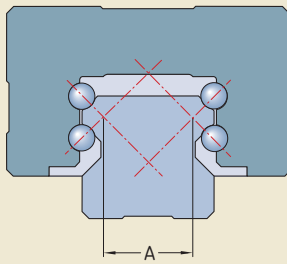
Der Vorteil dieser Anordnung besteht darin, dass Parallelitäts- und Höhenabweichungen, die gewöhnlich bei Mehrachssystemen auftreten, besser aufgenommen werden können (→ **Abb. 2**).

Aufgrund des konstruktionsbedingt kürzeren Hebelarms bietet die X-Anordnung eine bessere Selbstausrichtung.

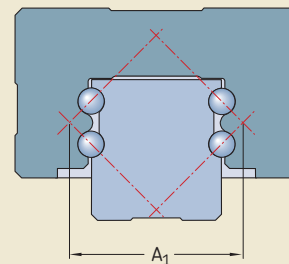
Zusammen mit der Zwei-Punkt-Berührung der Walzkörper wird die Reibung minimiert. Dies sorgt für einen leichtgängigen und ruckfreien Betrieb des Führungssystems.

Abb. 1

Schematische Darstellung der unterschiedlichen Kugelanordnungen



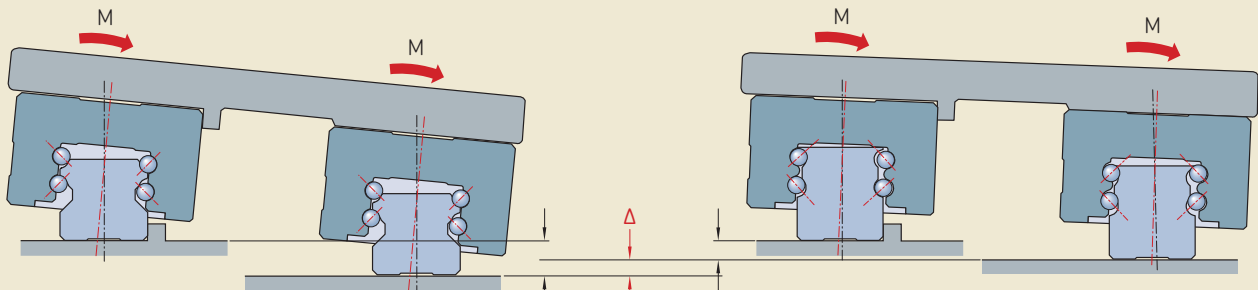
X-Anordnung



O-Anordnung

Abb. 2

Vergleich der Fähigkeit zur Selbstausrichtung



X-Anordnung

O-Anordnung

Tragzahlen

Definition der dynamischen Tragzahl C

Die dynamische Tragzahl C ist die in Größe und Richtung unveränderliche radiale Belastung, die ein Linear-Wälzlager theoretisch für eine nominelle Lebensdauer von 100 km aufnehmen kann (nach ISO 14728 Teil 1).

Hinweis: Gemäß ISO 14728 Teil 1 ist auch die Angabe einer Bezugsverfahrstrecke von 50 km zulässig. Um beide Tragzahlen korrekt vergleichen zu können, sollte in diesem Falle ein Umrechnungsfaktor von 1,26 berücksichtigt werden. (→ **Formel 1**)

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

Definition der statischen Tragzahl C₀

Die statische Tragzahl C₀ ist die statische Belastung in Belastungsrichtung, die einer errechneten Beanspruchung im Mittelpunkt der am höchsten belasteten Berührstelle zwischen Wälzkörper und allen Laufbahnen des Führungswagens und der Schiene entspricht.

Hinweis: Bei dieser Beanspruchung tritt eine bleibende Gesamtverformung von Wälzkörper und Laufbahn auf, die etwa dem 0,0001-fachen des Wälzkörperdurchmessers entspricht (nach ISO 14728 Teil 2).

Verifikation und Validierung

Die im Katalog dargestellten Tragzahlen sind gemäß den zitierten Normen für alle Produkttypen ermittelt worden. Dieses in den Normen vorgegebene Berechnungsmodell wurde durch SKF interne Simulationen ergänzt und verifiziert.

Da eine praktische Überprüfung von Tragzahlen aller Katalogtypen räumlich und zeitlich nicht wirtschaftlich umgesetzt werden kann, führt SKF regelmäßig anhand ausgewählter Referenzgrößen normierte Lebensdaueruntersuchungen durch. In diesen Tests wird statistisch abgesichert nachgewiesen und dokumentiert, dass die theoretisch ermittelten Tragzahlen unter normierten praktischen Testbedingungen ihre Gültigkeit haben.

Dieser SKF interne Validierungsprozess erspart dem Kunden in vielen Fällen intensive Feldtests und bietet hiermit gute Sicherheit bei der Auslegung von LLT-Profilschienenführungen.

Nur in Fällen unbekannter Betriebsbedingungen sowie in Fällen, die die üblicherweise geltenden Betriebsbedingungen überschreiten, sind weitere Feldtests durch den Kunden zu empfehlen.

In der Praxis ist es ein weit verbreiteter Ansatz, Ergebnisse und Erfahrungen von bereits existierenden und bewährten Konstruktionen in die Neu- und Weiterentwicklungen einfließen zu lassen. So ist es auch beim Einsatz von LLT-Profilschienenführungen sinnvoll, dass der Kunde bei der kontinuierlichen Weiterentwicklung seiner Anwendung auf vorhergehenden Anwendungserfahrungen aufbaut.

Steifigkeit

Die Steifigkeit von LLT-Profilschienenführungen ist neben deren Tragfähigkeit eine der wichtigsten Kriterien bei der Produktauswahl. Man versteht darunter das Verformungsverhalten des Führungssystems unter externer Belastung. Dieses Verhalten ist von Betrag und Richtung der externen Belastung, von der gewählten Art des Führungssystems (Größe, Wagentype, Vorspannung) und von den mechanischen Eigenschaften der Umgebungskonstruktion abhängig. Üblicherweise wird diese Belastung mit Betrag und Richtung am Lastangriffspunkt des eingebauten Führungssystems angegeben.

Steifigkeitswerte, die nur die Einfederung der Wälzkörper berücksichtigen, weichen von den realen Bedingungen aufgrund zusätzlicher Elastizitäten der Umgebung, der Verschraubung und der Fugen zwischen den beteiligten Bauteilen z.T. erheblich ab. Daher ist zu beachten, dass die Gesamtsteifigkeiten an den Lagerstellen in der Regel geringer sind als die der eigentlichen Führung.

Die verschiedenen Baugrößen und Typen der LLT-Profilschienenführungen weisen deutliche Unterschiede in Bezug auf ihr Verformungsverhalten auf. In den Diagrammen werden hier exemplarisch nur die Verformungswerte der Referenzgröße dargestellt. Es handelt sich um Messergebnisse an einer Führungsschiene LLTHS 25, die vorschriftsgemäß auf einer gut vorbereiteten Auflagefläche verschraubt wurde. Die Belastung wurde jeweils symmetrisch zwischen den tragenden Laufbahnen aufgebracht.

Steifigkeitswerte anderer LLT-Profilschienenführungen können auf Anfrage zur Verfügung gestellt werden.

Weiteren Einfluss haben die Bauform und Baugröße des jeweiligen Führungswagens. Aufgrund der geometrischen Unterschiede kann das Steifigkeitsverhalten des Gesamtsystems beeinflusst werden.

Diagramm 1 zeigt, wie sich die Verformung in Abhängigkeit des gewählten Führungswagentyps in einer Belastungsrichtung verhält. Es werden drei verschiedene Wagentypen der Baugröße 25 in Standardlänge im Verhalten unter vertikaler Drucklast in identischer Einbausituation verglichen.

Verformungsverhalten in den drei Hauptbelastungsrichtungen, symmetrisch belastet

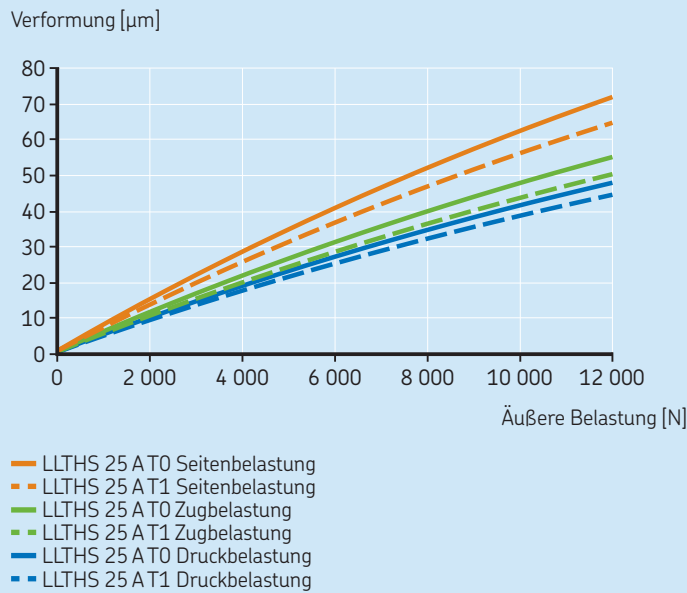
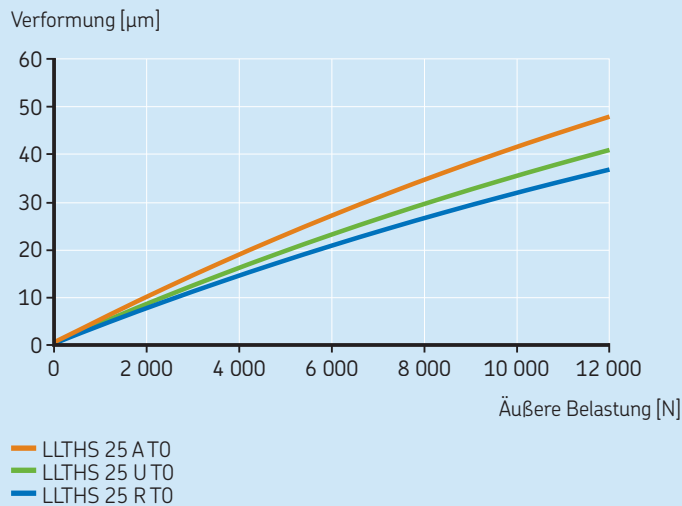


Diagramm 1

Verformungsverhalten dreier unterschiedlicher Wagentypen der Baugröße 25 unter vertikaler Druckbelastung



Zulässige Betriebsbedingungen

Die Funktion von LLT-Profileschienenführungen kann nur realisiert werden, wenn keine unzulässigen Abweichungen von den gültigen Betriebsbedingungen vorliegen. Nur unter Einhaltung der im Folgenden beschriebenen zulässigen Betriebsbedingungen kann davon ausgegangen werden, dass die im Kapitel Berechnungsgrundlagen (→ Seite 14) erläuterten Formeln und Lebensdauerwerte Gültigkeit haben.

Dynamikwerte

LLT-Profileschienenführungen erreichen eine maximale Verfahrgeschwindigkeit von

$$v_{\max} = 5 \text{ m/s.}$$

Die maximale Beschleunigung ist

$$a_{\max} = 75 \text{ m/s}^2.$$

Zulässige maximale Belastung

Bei der Auswahl eines LLT-Führungssystems sind die dynamischen und statischen Tragzahlen von entscheidender Bedeutung.

So darf die dynamische Lagerbelastung während der Bewegung des Führungssystems 50% der dynamischen Tragzahl nicht überschreiten. Die Berechnung der dynamischen Lagerbelastung ist **ab Seite 14** beschrieben.

Höhere Werte im Betrieb führen zur Abweichung der üblichen Lastverteilung und können die Lebensdauer der Lagerung erheblich reduzieren. Eine Auswertestatistik nach Weibull kann hier nicht zuverlässig gegeben werden.

Gemäß ISO 14728 Teil 2 sollte die maximale Belastung nicht größer als 50% der statischen Tragzahl sein.

Erforderliche Mindestbelastung

Um bei höheren Geschwindigkeiten schädliche Gleitbewegungen der Kugeln im Lastbereich zu vermeiden ist sicherzustellen, dass während der Bewegung stets eine Mindestbelastung auf den Führungswagen wirkt. Als Richtwert kann man von etwa 2% der dynamischen Tragzahl ausgehen. Dies ist insbesondere für Anwendungen zu beachten, die Zyklen mit hoher Dynamik aufweisen. LLT-Profileschienenführungen mit Vorspannklasse T1 erfüllen im Allgemeinen diese Anforderungen an die Mindestbelastung.

Stillstand

Wenn LLT-Profileschienenführungen während längerer Stillstandszeiten durch externe Kräfte zum Schwingen angeregt werden, kann es aufgrund von Mikrobewegungen zwischen Kugeln und Laufbahnen von Führungsschiene und Wagen zu Oberflächenschäden kommen. Diese können im späteren Betrieb zu erhöhten Laufgeräuschen sowie zu einer Verringerung der Lebensdauer führen.

Um derartige Stillstandsschäden zu vermeiden, sollten die Führungen gegen Fremdschwingungen isoliert und für den Transport durch geeignete Maßnahmen mechanisch entlastet werden.

Zulässige Betriebstemperaturen

Der zulässige Temperaturbereich für LLT-Profileschienenführungen beträgt:

Im Dauerbetrieb:	-20 bis +80 °C
Kurzzeitig:	max. 100 °C

Dieser Temperaturbereich wird durch die eingesetzten Kunststoffmaterialien für Kugelhalterungen, -umlenkungen und Dichtungen bestimmt.

Die Verweildauer der Führungen unter zulässiger Maximaltemperatur ist von den konkreten Betriebsbedingungen abhängig. Bei geringen Verfahrgeschwindigkeiten (< 0,2 m/s) bzw. im Stillstand sowie geringen Auflasten ($P < 15\%$ C) können LLT-Führungen einer maximalen Umgebungstemperatur von 100 °C bis zu 60 Minuten ausgesetzt werden. Konstruktive Maßnahmen wie Wärmeabschirmung o.ä. können diesen Zeitraum verlängern.

Der Temperaturbereich des verwendeten Schmierstoffs ist vor dessen Einsatz auf Eignung oder eventuelle Einschränkungen zu prüfen.

Reibung

Die Reibung im Führungssystem wird neben der reinen äußeren Betriebslast durch eine Reihe weiterer Faktoren bestimmt. So sind beispielsweise die Vorspannklasse, äußere Belastung, Verfahrgeschwindigkeit und die Viskosität des verwendeten Schmierstoffs zu beachten.

Konstruktiv wird der Verschiebewiderstand durch die Roll- und Gleitreibungsanteile der im Wälzkontakt befindlichen Wälzkörper bestimmt. Auch die Umlenk- und Rücklaufgeometrie sowie der Schmierstoff spielen eine Rolle.

Der Einfluss des Schmierstoffs auf die Reibung ergibt sich aus seinen Eigenschaften, Menge und Zustand.

Es ist zu berücksichtigen, dass sich der Schmierstoff nach einer Einlaufphase besser im Inneren des Führungswagens verteilt und so die Reibung reduziert. Ein weiterer Faktor ist die Betriebstemperatur, bei der die Führungen bewegt werden. Höhere Betriebstemperaturen reduzieren die Schmierstoffviskosität.

Ein weiterer Bestandteil ist die Gleitreibung der in Kontakt mit der Führungsschiene befindlichen stirnseitigen Dichtungen und Längsdichtungen. Diese reduziert sich jedoch nach der Einlaufphase.

Die Reibung kann auf ein Minimum reduziert werden, wenn Führungswagen mit reibungsarmen S0-Deckscheiben der Baugröße 15 bis 30 verwendet werden. Aufgrund der geringeren Dichtwirkung dieser Deckscheiben sollten diese Führungswagen jedoch nur in saubereren Umgebungen zum Einsatz kommen.

Schließlich sind die Montagegenauigkeit der Schienenstränge zueinander, die Ebenheit der mit den Führungen verbundenen Aufbauten sowie die Umgebungskonstruktion von Bedeutung.

Die Reibungskoeffizienten geschmierter Profilschienenführungen liegen im Bereich von $\mu = 0,003$ bis $0,005$. Niedrigere Werte sind für höhere Belastungen, höhere Werte für niedrigere Belastungen zu wählen. Diesen Werten sind die Reibwerte für die jeweils vorgesehenen Dichtungen hinzuzurechnen, die auf Anfrage zur Verfügung gestellt werden können.

Schmierung

Damit Wälzlager ihre Funktion zuverlässig erfüllen können, ist für ausreichende Schmierung Sorge zu tragen. Dies verhindert direkten metallischen Kontakt zwischen Wälzkörpern und Laufbahn und reduziert somit den möglichen Verschleiß an den Kontaktflächen. Darüber hinaus schützt der Schmierstoff den Führungswagen vor Korrosion.

Eine optimale Betriebstemperatur des Führungssystems stellt sich dann ein, wenn nur die für eine zuverlässige Schmierung unbedingt notwendige Schmierstoffmenge zugeführt wird.

Fettschmierung

Unter normalen Betriebsbedingungen sollten LLT-Profilschienenführungen mit Fett geschmiert werden. Schmierfett hat den Vorteil, dass es leichter in der Lagerstelle zurückgehalten werden kann, was vor allem auch bei schräger oder senkrechter Anordnung der Verfahrachse wichtig ist. Zudem trägt es zur Abdichtung der Lagerstelle gegen flüssige Verunreinigungen oder Feuchtigkeit bei.

Grundölviskosität

Die Viskosität eines Schmieröls ist entscheidend für die Ausbildung eines trennenden hydrodynamischen Schmierfilms zwischen Wälzkörpern und Laufbahnen. Im Allgemeinen wird für Schmieröle die Viskosität bei 40 °C angegeben. Diese Angaben gelten auch für die in Schmierfetten befindlichen mineralischen Grundöle. Die Grundöle von handelsüblichen Wälzlagerfetten weisen Viskositäten von 15 – 500 mm²/s (bei 40 °C) auf. Fette mit noch höherer Grundölviskosität geben das Öl in vielen Fällen nur sehr langsam ab, so dass die Lagerstellen nicht ausreichend mit Schmierstoff versorgt werden.

Konsistenzklassen

Schmierfette sind entsprechend der vom National Institute of Grease Lubrication (NLGI) eingeführten Klassifikation in Konsistenzklassen eingeteilt. Diese finden auch Niederschlag in DIN 51 818 und DIN 51 825.

Metallseifenfette der NLGI-Konsistenzklassen 2 und 3 sind für die Schmierung von SKF Profilschienenführungen besonders geeignet. Die Konsistenz des Schmierfettes sollte sich bei unterschiedlichen Temperaturen innerhalb des Gebrauchstemperaturbe-

reichs oder bei unterschiedlich starken Beanspruchungen nicht zu sehr ändern. Fette, die unter höheren Temperaturen weich werden, treten unter Umständen aus der Lagerstelle aus. Andererseits können Fette, die bei tiefen Temperaturen zu steif werden, den Lauf der Linearführung behindern.

Für bestimmte Einsatzbereiche (Lebensmittelbereich, Medizintechnik u.a.) werden besondere Anforderungen an die Reinheit, Zusammensetzung und Verträglichkeit des Schmierfettes gestellt. In solchen Fällen sind neben Viskosität und Konsistenzklasse weitere Kriterien für den Schmierstoff zu spezifizieren.

Temperaturbereich

Der Gebrauchstemperaturbereich eines Schmierstoffs wird insbesondere von der Art des Grundöls und des Verdickungsmittels sowie von den beigefügten Additiven bestimmt.

Die untere Temperaturgrenze, d.h. die niedrigste Temperatur, bei der noch ein einwandfreies Anlaufen des Führungswagens gewährleistet ist, ist in erster Linie von der Art des Grundöls und seiner Viskosität abhängig. Die obere Temperaturgrenze wird von der Art des Verdickungsmittels und seinem Tropfpunkt bestimmt. Der Tropfpunkt ist diejenige Temperatur, bei der das Schmierfett seine Konsistenz verändert und in einen flüssigen Zustand übergeht.

Zu beachten ist, dass bei höheren Betriebstemperaturen die Alterung rascher voranschreitet. Die dabei entstehenden Reaktionsprodukte wirken sich ungünstig auf die

Schmierstoffeigenschaften und die Bedingungen im Wälzkontakt aus.

Schmierfette mit synthetischen Grundölen können sowohl bei höheren als auch bei tieferen Temperaturen als Schmierstoffe auf Mineralölbasis eingesetzt werden.

Korrosionsschutz in Schmierstoffen

Schmierstoffen werden in der Regel Zusätze beigemischt, die den Korrosionsschutz verbessern. Daneben spielt auch die Art des verwendeten Verdickungsmittels eine maßgebliche Rolle.

Sehr gute Korrosionsschutzeigenschaften weisen Lithium- bzw. Kalkseifenfette auf, die zudem gegen Auswaschen durch eventuell eindringendes Wasser beständig sind.

Für Anwendungen, in denen der Korrosionsschutz eine entscheidende Betriebsgröße ist, empfiehlt SKF neben der Verwendung eines Schmierfettes mit guten antikorrosiven Eigenschaften den Einsatz beschichteter LLT-Profilschienenführungen (→ Seite 62).

SKF Wälzlagerschmierfette

Das SKF Schmierfettssortiment wurde nach den neuesten Erkenntnissen im Bereich der Wälzlagerschmierung entwickelt und sowohl im Labor als auch unter Praxisbedingungen umfangreich erprobt. Diese Schmierfette unterliegen einer laufenden Qualitätsüberwachung von SKF.

Tabelle 1

Auswahl von SKF Wälzlagerschmierfetten

Eigenschaften	Schmierfett (Kurzzeichen)			
	LGEP 2	LGMT 2	LGLT 2	LGFP 2
Dickungsmittel Grundöl	Li Mineralöl	Li Mineralöl	Li Di-Esteröl	Al-Komplexseife medizinisch weißes Öl
Betriebstemperatur, °C (Dauertemperatur)	-20 up to +110	-30 up to +120	-55 up to +110	-20 up to +110
Kinematische Viskosität des Grundöls	200	110	15	130
Konsistenzklasse (nach NLGI)	2	2	2	2
Temperaturbereich / Anwendungsbereich	EP Fett	normal	niedrig	lebensmittelverträglich

SKF Fette, die sich besonders für Anwendungen mit LLT-Profileschienenführungen eignen, sind in **Tabelle 1** dargestellt. Weitere Angaben dazu sowie spezielle Schmierstoffempfehlungen sind auf Anfrage von SKF erhältlich.

Hinweis: Untersuchungen haben ergeben, dass mit dem Schmierfett SKF LGEP 2 bei der Mehrheit der Anwendungen gute Ergebnisse erzielt werden.

Werkseitige Vorschmierung

LLT-Führungswagen werden werkseitig mit SKF LGEP 2 vorgeschmiert. Die technischen Daten dieses Schmierfettes können der **Tabelle 1** entnommen werden. Für den Schutz während des Transports, der Lagerung und der Montage wird ein Konservierungsmittel auf die LLT-Schienen und -Führungswagen aufgetragen. Bei Verwendung der empfohlenen Schmierstoffe braucht dieses Konservierungsmittel nicht entfernt zu werden.

Hinweis: Darüber hinaus sind auf Anfrage auch ungeschmierte, komplett konservierte Führungswagen erhältlich. Diese müssen kundenseitig befettet werden.

Erstschnierung

Eine Erstschnierung ist nicht erforderlich, da SKF Profilschienenführungen werkseitig vorgeschmiert und montagefertig geliefert werden, sofern nicht anders angegeben. In Fällen, bei denen ein anderer Schmierfetttyp erforderlich ist, sind die Führungswagen vor der Montage gründlich zu reinigen und erneut zu befetten. Daneben besteht auch die Möglichkeit, Führungswagen ohne werkseitige Schmierung zu bestellen. Angaben zu der entsprechenden Fettmenge sind der **Tabelle 2** entnehmen; diese Menge ist dreimal aufzutragen.

Für eine solche Erstschnierung sind folgende Schritte durchzuführen:

- 1 Jeden Führungswagen mit den in **Tabelle 2** angegebenen Mengen befetten.
- 2 Den Führungswagen dreimal hin- und her schieben, wobei der Hub mindestens der Führungswagenlänge entsprechen sollte.
- 3 Schritte 1 und 2 zweimal wiederholen.
- 4 Prüfen, dass auf der Schiene ein Schmierfilm sichtbar ist.

Nachschmierung

Die Schmierintervalle für Profilschienenführungen hängen hauptsächlich von der mittleren Laufgeschwindigkeit, der Betriebstemperatur und der Fettqualität ab.

Die empfohlenen Intervalle für festgelegte Betriebsbedingungen sind in **Tabelle 3** aufgeführt. Die geeigneten Fettmengen enthält **Tabelle 2**. Wenn Verschmutzungen, Kühlmittleinsatz, Vibrations- oder Stoßbelastungen usw. während des Betriebs auftreten, wird eine entsprechende Verkürzung der Nachschmierintervalle empfohlen.

Hinweis: Zur Berechnung der unveränderlichen mittleren Belastung F_m ist die **Formel 10** auf **Seite 16** zu verwenden. Daneben sollten die empfohlenen Schmierintervalle in **Tabelle 3** Berücksichtigung finden.

Tabelle 2

Größe	Fettmenge Führungswagentyp A, U, R	LA, LU, LR		SA, SU	
		cm ³		cm ³	
–	–	–	–	–	–
15	0,4	–	–	0,3	0,3
20	0,7	0,9	0,9	0,6	0,6
25	1,4	1,8	1,8	1,1	1,1
30	2,2	2,9	2,9	1,8	1,8
35	2,2	2,9	2,9	1,8	1,8
45	4,7	6,1	6,1	–	–

Tabelle 3

Größe	Schmierintervalle ¹⁾ Unter normalen Betriebsbedingungen $v \leq 1 \text{ m/s}$ Verfahweg unter Last $F_m \leq 0,15 \text{ C}$	
	$F_m \leq 0,15 \text{ C}$	$F_m \leq 0,3 \text{ C}$
–	km	–
15	5 000	1 200
20	5 000	1 200
25	10 000	2 400
30	10 000	2 400
35	10 000	2 400
45	10 000	2 400

¹⁾ NLGI 00-Fette verkürzen die Schmierintervalle auf 75% der angegebenen Werte

Kurzhubanwendungen

Wenn der Hub kürzer als das Doppelte der Führungswagenlänge ist, müssen beide Schmieranschlüsse verwendet werden, wobei jeder mit der für die Erst- oder Nachschmierung angegebenen Fettmenge gefüllt ist.

Beispiel

- Kurzhubanwendung
- Führungswagen Typ A
- Größe 25

$3 \times 1,4 \text{ cm}^3$ in den linken und $3 \times 1,4 \text{ cm}^3$ in den rechten Schmiernippel geben.

Hinweis: Um gravierende Schäden zu vermeiden, ist es bei einem Wechsel von einem Fett zu einem anderen wichtig, die Mischbarkeit der Fette sicherzustellen.

Außerdem müssen die Möglichkeit kürzerer Nachschmierintervalle, die Leistung bei Kurzhubbetrieb und die verminderte Tragfähigkeit sowie mögliche chemische Reaktionen mit synthetischen Werkstoffen, Schmiermitteln und Konservierungsstoffen berücksichtigt werden.

Die Anweisungen des Schmierfetherstellers sind zu befolgen. Wenn es zur Unverträglichkeit zwischen den eingesetzten Schmierstoffen kommt, sind die Führungswagen vor einer erneuten Schmierung gründlich zu reinigen.

Zentralschmieranlagen

Wenn der Einsatz einer Zentralschmieranlage mit Fetten der NLGI-Konsistenzklasse 2 oder höher vorgesehen ist, setzen Sie sich bitte mit SKF in Verbindung.

Informationen zu automatischen Schmieranlagen von SKF erhalten Sie bei Ihrem zuständigen SKF Berater.

Berechnungsgrundlagen

Bei der Berechnung sind immer alle tatsächlich wirkenden Kräfte auf das einzelne Lager zu berücksichtigen. Daher wird in der folgenden Beschreibung zu den Berechnungsgrundlagen der Begriff Belastung verwendet.

Statische Tragsicherheit

Die statische Tragsicherheit wird ausgedrückt als Verhältnis von statischer Tragzahl zu der maximalen statischen Lagerbelastung einschließlich Vorspannung (→ Seite 15), die während der gesamten Einsatzzeit auf die Führung wirken kann. Die während des Betriebs auf das Führungssystem wirkenden Belastungen (→ Seite 19) sind ebenfalls zu berücksichtigen. Die statische Tragsicherheit gibt den Grad der Sicherheit gegen permanente plastische Verformungen an Wälzkörper und Laufbahnen an und wird nach **Formel 2** berechnet.

$$(2) \quad s_0 = \frac{C_0}{P_0} = \frac{C_0}{f_d F_{res\ max}}$$

wobei gilt

- C_0 = statische Tragzahl [N]
- f_d = Beiwert für Belastungsverhältnisse
- $F_{res\ max}$ = maximale resultierende Belastung [N]
- P_0 = maximale statische Lagerbelastung [N]
- s_0 = statische Tragsicherheit

Es wurden auf Erfahrung beruhende Richtwerte für die statische Tragsicherheit in Abhängigkeit von Betriebsweise und äußeren Einflussfaktoren festgelegt, siehe **Tabelle 4**.

Tabelle 4

Statische Tragsicherheitswerte für unterschiedliche Betriebsbedingungen

Betriebsbedingungen	s_0
Normale Betriebsbedingungen	min. 2
Ruhiger, erschütterungsfreier Lauf	>2–4
Mittlere Vibrationen oder Stoßbelastungen	3–5
Hohe Vibrationen oder Stoßbelastungen	>5
Überkopf-Installationen	>15

Ist beispielsweise das Führungssystem externen Vibrationen von anderen Maschinen in der Umgebung ausgesetzt, sollten höhere Sicherheitsfaktoren angewendet werden. Bei der Auslegung ist außerdem auf die Lastübertragungswege zwischen Führung und Anschlusskonstruktion zu achten. Insbesondere die Schraubenverbindungen sind auf ausreichende Sicherheit zu prüfen, s.a. Kapitel *Montage und Wartung* (→ Seite 65). Für Überkopf-Installationen von LLT-Profileschienenführungen sind erhöhte Tragsicherheiten zu berücksichtigen.

Hinweis: Bei kombinierter äußerer statischer Lagerbelastung sollte die maximale resultierende Belastung $F_{res, \max}$ auf Grundlage der gemäß Kapitel *Kombinierte statische Lagerbelastung* (→ Seite 16) ermittelten äußeren Belastung F berechnet werden.

Nominelle Lebensdauer L_{10}

Die Lebensdauer von offensichtlich gleichen, unter völlig gleichen Betriebsbedingungen laufenden Wälzlagern ist selbst unter kontrollierten Laborbedingungen individuell unterschiedlich. Die Berechnung der erforderlichen Lagergröße bedingt deshalb eine genauere Festlegung des Begriffs „Lebensdauer“.

Wichtig: Alle Angaben zur Tragfähigkeit von SKF Wälzlagern beruhen auf einer Lebensdauer, die von 90 % einer hinreichend großen Menge offensichtlich gleicher Lager erreicht oder überschritten wird.

Nominelle Lebensdauer bei konstanter Geschwindigkeit

Für konstante Geschwindigkeiten kann die nominelle Lebensdauer L_{10s} oder L_{10h} nach den **Formeln 3** und **5** berechnet werden:

$$(3) \quad L_{10s} = 100 \left(\frac{C}{P} \right)^3$$

$$(4) \quad P = \frac{f_d}{f_i} F_{res}$$

$$(5) \quad L_{10h} = \frac{5 \times 10^7}{s \cdot n \cdot 60} \left(\frac{C}{P} \right)^3$$

wobei gilt

- C = dynamische Tragzahl [N]
- f_d = Beiwert für Lastverhältnisse
- f_i = Beiwert für die Anzahl der Führungswagen pro Schiene
- F_{res} = resultierende Belastung [N]
- L_{10h} = nominelle Lebensdauer [h]
- L_{10s} = nominelle Lebensdauer [km]
- n = Hubfrequenz [Doppelhübe/min]
- P = dynamische Belastung [N]
- s = einfache Hublänge [mm]

Nominelle Lebensdauer bei veränderlicher Geschwindigkeit

Unterschiedliche Wegzyklen mit verschiedenen Geschwindigkeitswerten pro Weganteil machen die Ermittlung der mittleren Verfahrgeschwindigkeit erforderlich (7). Mit diesem Wert kann schließlich die nominelle Lebensdauer bei veränderlicher Geschwindigkeit berechnet werden (6).

$$(6) \quad L_{10h} = \frac{100 L_{10s}}{6 v_m}$$

$$(7) \quad v_m = \frac{t_1 v_1 + t_2 v_2 + \dots + t_n v_n}{100}$$

wobei gilt

- L_{10h} = nominelle Lebensdauer [h]
- L_{10s} = nominelle Lebensdauer [km]
- $t_1, t_2 \dots t_n$ = Zeitanteile für $v_1, v_2 \dots v_n$ [%]
- v_m = mittlere Verfahrgeschwindigkeit [m/min]
- $v_1, v_2 \dots v_n$ = Verfahrgeschwindigkeiten [m/min]

Vorspannklassen

Vorspannung und Steifigkeit

Für die Anpassung einer Profilschienenführung an die speziellen Anforderungen einer Anwendung ist die Auswahl einer geeigneten Vorspannung ratsam. Dadurch wird das Betriebsverhalten des gesamten Linearführungssystems positiv beeinflusst und die Steifigkeit von Linearführungen unter Last erhöht.

Erzeugen der Vorspannung

Die Vorspannung im Führungswagen wird durch den Durchmesser der Kugeln bestimmt und steigt bei zunehmender Kugelgröße.

LLT-Profilschienenführungen sind in unterschiedlichen Vorspannklassen erhältlich. Genauere Informationen sind **Tabelle 5** zu entnehmen.

Der Abschnitt *Typische Anwendungsgebiete* (→ Seite 70) enthält geeignete Empfehlungen zur Vorspannung für unterschiedliche Einsatzbereiche.

Die aus der äußeren Lagerbelastung und der gewählten Vorspannkategorie resultierende Belastung ist nach der folgenden Methode zu berechnen, um den Einfluss auf die Lebensdauer der Profilschienenführung zu ermitteln.

Lastfall 1
 $F \leq 2,8 F_{Pr}$ (F_{Pr} → **Tabelle 5**)

$$(8) F_{res} = \left(\frac{F}{2,8 F_{Pr}} + 1 \right)^{1,5} F_{Pr}$$

Lastfall 2
 $F > 2,8 F_{Pr}$ (F_{Pr} → **Tabelle 5**)

$$(9) F_{res} = F$$

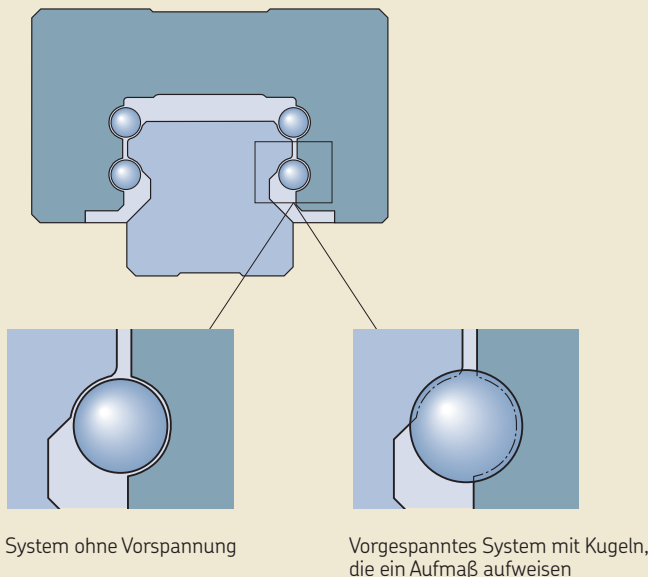
wobei gilt
 F = äußere Belastung [N]
 F_{Pr} = Vorspannkraft [N]
 F_{res} = resultierende Belastung [N]

Tabelle 5

Festlegung der Vorspannwerte nach Vorspannkategorie

Vorspannkategorie	Vorspannkraft F_{Pr}
T0	Ohne bis leichte Vorspannung Für besonders leichtgängige Profilschienenführungssysteme, die geringe Reibung erfordern. Diese Vorspannkategorie ist nur in den Genauigkeitsklassen P5 und P3 erhältlich.
T1	$F_{Pr} = 2\%$ von C Für genaue Führungssysteme mit geringer bis mittlerer äußerer Belastung und hohen Anforderungen an die Gesamtsteifigkeit.
T2	$F_{Pr} = 8\%$ von C Für präzise Führungssysteme mit hoher äußerer Belastung und hohen Anforderungen an die Gesamtsteifigkeit, auch für Einschienen-Systeme empfohlen. Zusätzliche gewöhnliche Momentbelastungen werden ohne wesentliche elastische Verformung aufgenommen.

Erzeugen der Vorspannung



Unveränderliche mittlere Belastung

In der Praxis treten häufig zeitlich oder wegababhängig veränderliche Belastungssituationen auf. Um die nominelle Lebensdauer berechnen zu können, ist für diese Fälle die unveränderliche mittlere Belastung zu ermitteln.

Setzt sich die äußere Belastung wie beispielsweise in **Abb. 3** dargestellt, aus verschiedenen großen, aber während eines Teilhubes gleichbleibenden Kräften zusammen, oder kann eine sich stetig ändernde Belastung näherungsweise durch eine Reihe von Einzelkräften ersetzt werden, so erhält man die mittlere Belastung F_m aus den **Formeln 10** und **11**:

$$(10) \quad F_m = \sqrt[3]{\frac{\sum_{i=1}^n |F_{res_i}|^3 s_i}{s_{tot}}}$$

$$(11) \quad s_{tot} = s_1 + s_2 + \dots + s_n$$

wobei gilt

- F_m = unveränderliche mittlere Belastung [N]
- $F_{res1}, F_{res2} \dots F_{resn}$ = resultierende Belastung während der Teilhübe $s_1, s_2 \dots s_n$ [N]
- s_{tot} = gesamte Hublänge [mm]

Äußere Belastung bei kombinierter Lagerbelastung

Das folgende Kapitel beschreibt die Methode zur Berechnung der äußeren Lagerbelastung bei möglichen Kombinationen von externen Kräften und Momentbelastungen. Alle auftretenden Lastkomponenten müssen betragsmäßig konstant sein, um als ein Lastereignis berechnet werden zu können.

Variiert einer der beteiligten Lastanteile während einer Hublänge betragsmäßig signifikant, ist für diese Situation ein separater Lastfall nach gleichem Schema zu berechnen. In diesem Fall sollte F_m wie dargelegt berechnet werden.

Hinweis: Für die vier nachfolgenden Berechnungsroutinen gilt: Eine äußere Last, die in einem beliebigen Winkel auf den Führungswagen wirkt, muss in die Anteile F_y und F_z zerlegt werden. Die Beträge werden danach in die jeweiligen Formeln eingesetzt.

Statische Lagerbelastung

Bei äußerer statischer Belastung – vertikal und horizontal – kann die äußere Lagerbelastung F nach **Formel 12** (→ **Abb. 4**) berechnet werden.

$$(12) \quad F = |F_y| + |F_z|$$

wobei gilt

- F = äußere Lagerbelastung [N]
- F_y, F_z = äußere Lagerbelastung in Y- und Z-Richtung [N]

Kombinierte statische Lagerbelastung

Bei kombinierten äußeren statischen Belastungen in Verbindung mit statischen Momenten kann die äußere Lagerbelastung F nach der **Formel 13** berechnet werden (→ **Abb. 5**).

$$(13) \quad F = |F_y| + |F_z| + C_0 \left(\left| \frac{M_x}{M_{xC_0}} \right| + \left| \frac{M_y}{M_{yC_0}} \right| + \left| \frac{M_z}{M_{zC_0}} \right| \right)$$

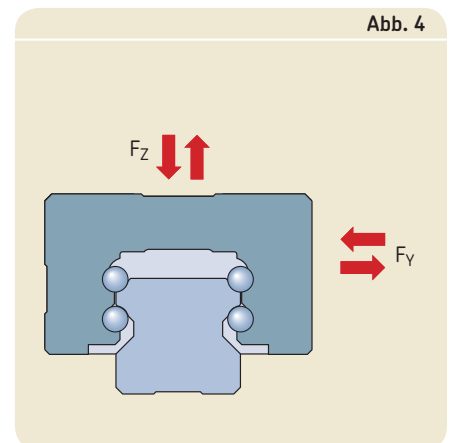
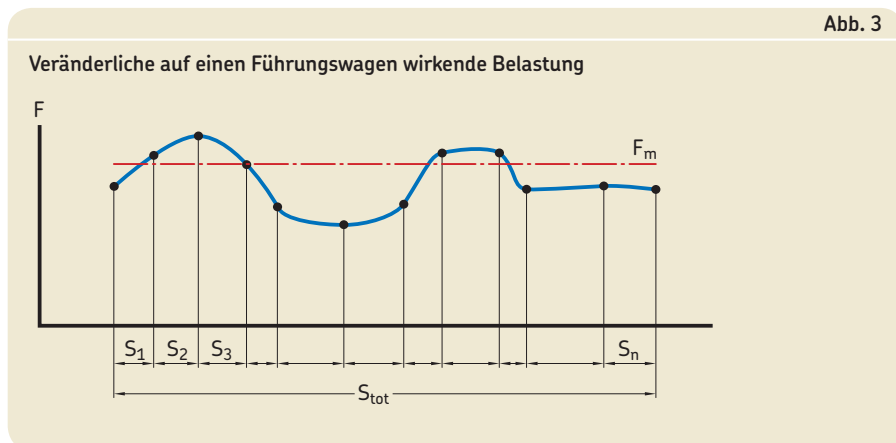
wobei gilt

- C_0 = statische Tragzahl [N]
- F = äußere Lagerbelastung [N]
- F_y, F_z = äußere Lagerbelastung in Y- und Z-Richtung [N]
- M_x, M_y, M_z = Momentbelastung an den jeweiligen Koordinaten [Nm]
- $M_{xC_0}, M_{yC_0}, M_{zC_0}$ = statisches zulässiges Moment [Nm]

Formel 13 ist für folgende Systeme anzuwenden:

- eine Schiene mit einem Führungswagen (es können alle Momentbelastungen auftreten)
- zwei Schienen mit einem Führungswagen pro Schiene (M_x nicht möglich)
- eine Schiene mit zwei Führungswagen (M_y, M_z nicht möglich)

Hinweis: Zur Berechnung der statischen Tragsicherheit s_0 ist der Maximalwert von F erforderlich. Dazu sind alle Belastungen für die einzelnen Hublängen zu ermitteln. Daraus kann dann die maximale resultierende Belastung $F_{res\ max}$ berechnet und in die Gleichung zur Ermittlung von s_0 eingesetzt werden.



Dynamische Lagerbelastung

Bei äußerer Belastung – vertikal und horizontal (→ **Abb. 4**) – wird die äußere Lagerbelastung F nach **Formel 14** berechnet.

Formel 14 gilt für ein System mit zwei Führungsschienen und vier Führungswagen.

$$(14) \quad F = |F_y| + |F_z|$$

wobei gilt

F = äußere Lagerbelastung [N]

F_y, F_z = äußere Lagerbelastung in Y- und Z-Richtung [N]

Hinweis: Der Aufbau der Profilschienenführung lässt diese vereinfachte Berechnung zu. Wenn für F_y und F_z verschiedene Laststufen vorliegen, so sind F_y und F_z einzeln nach **Formel 10** zu berechnen.

Kombinierte dynamische Lagerbelastung

Bei kombinierter äußerer dynamischer Lagerbelastung in Verbindung mit dynamischen Momenten kann die äußere Lagerbelastung F nach **Formel 15** berechnet werden (**Abb. 5**).

$$(15) \quad F = |F_y| + |F_z| + C \left(\left| \frac{M_x}{M_{xC}} \right| + \left| \frac{M_y}{M_{yC}} \right| + \left| \frac{M_z}{M_{zC}} \right| \right)$$

wobei gilt

C = dynamische Tragzahl [N]

F = äußere Lagerbelastung [N]

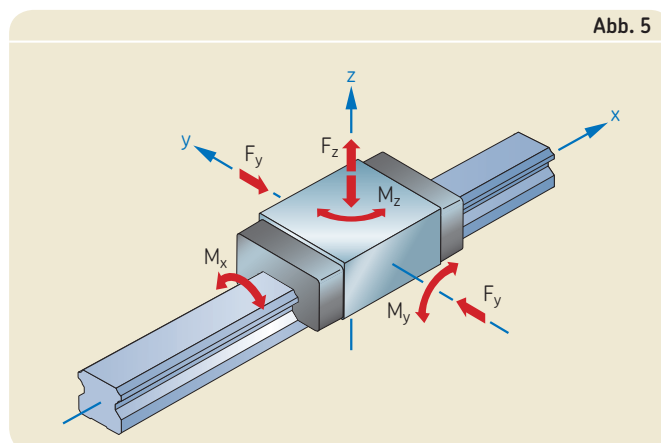
F_y, F_z = äußere Lagerbelastung in Y- und Z-Richtung [N]

M_x, M_y, M_z = Momentbelastung an den jeweiligen Koordinaten [Nm]

M_{xC}, M_{yC}, M_{zC} = dynamisches zulässiges Moment [Nm]

Formel 15 ist für folgende Systeme anzuwenden:

- eine Schiene mit einem Führungswagen (es können alle Momentbelastungen auftreten)
- zwei Schienen mit einem Führungswagen pro Schiene (M_x nicht möglich)
- eine Schiene mit zwei Führungswagen (M_y, M_z nicht möglich)



Einflussfaktoren

Erlebenswahrscheinlichkeit

Der Beiwert c_1 wird zur Ermittlung von Lebensdauern verwendet, die mit einer Wahrscheinlichkeit von 90% erreicht oder überschritten werden sollen. Die entsprechenden Werte können der **Tabelle 6** entnommen werden.

Tabelle 6

Beiwert c_1 der Erlebenswahrscheinlichkeit

Wahrscheinlichkeit %	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

Betriebsbedingungen

Die Wirksamkeit der Schmierung hängt wesentlich von dem Grad der Oberflächentrennung an den Kontaktstellen zwischen Wälzkörpern und Laufbahnen ab. Zur Ausbildung eines ausreichend tragenden Schmierfilms ist eine bestimmte Mindestviskosität bei Betriebstemperatur unter Berücksichtigung der Bewegungsverhältnisse erforderlich. Normale Sauberkeit der Führung sowie wirksame Abdichtung vorausgesetzt, hängt der Beiwert c_2 nur vom Viskositätsverhältnis κ ab. Mit κ wird das Verhältnis der tatsächlichen kinematischen Viskosität zu der erforderlichen Viskosität bezeichnet (→ **Formel 16**).

$$(16) \quad \kappa = \frac{v}{v_1}$$

wobei gilt

κ = Viskositätsverhältnis

v = tatsächliche kinematische Viskosität
[mm²/s]

v_1 = erforderliche Mindestviskosität [mm²/s]

Die erforderliche Mindestviskosität v_1 für LLT-Profileschienenführungen hängt von der mittleren Verfahrensgeschwindigkeit ab (→ **Diagramm 2**).

Der Wert v_1 wird nach **Formel 16** in Relation zur tatsächlichen Viskosität v gesetzt, um v zu erhalten. Damit kann nun c_2 dem **Diagramm 3** entnommen werden. Ist das Viskositätsverhältnis κ kleiner als 1, sollte ein Schmierstoff mit EP-Zusätzen verwendet werden. In diesem Fall kann der höhere c_2 -Wert für die Berechnung verwendet werden.

Diagramm 2

Ermittlung der erforderlichen Mindestviskosität v_1

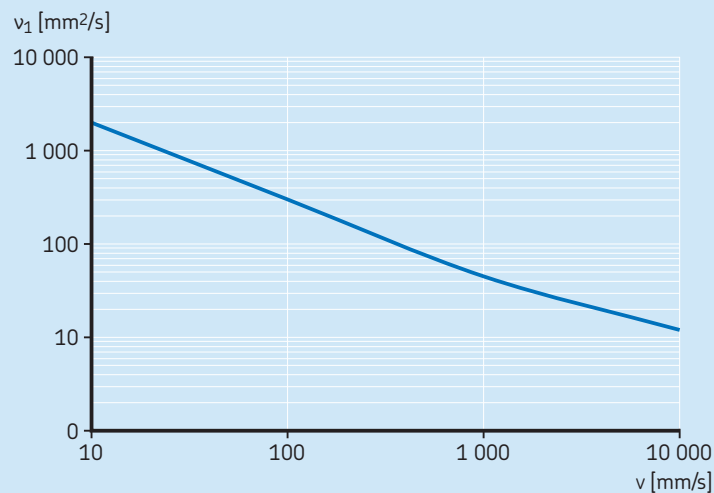
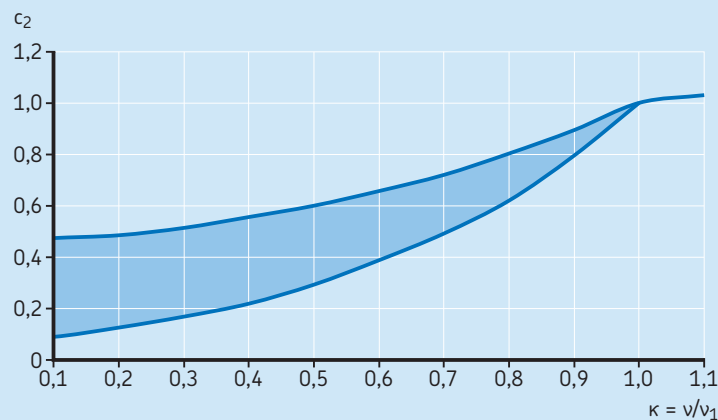


Diagramm 3

Ermittlung des Beiwertes c_2 für die Betriebsbedingungen



Belastungsverhältnisse

Die Belastung, die auf eine LLT-Profil-schienenführung wirkt, setzt sich zusammen aus der äußeren Kraft und den inneren Kräften, die bei Beschleunigungen, Stößen oder Vibrationen entstehen. Diese zusätzlichen dynamischen Kraftanteile sind sehr schwer zu quantifizieren. Um diesen Einfluss annähernd zu erfassen, ist die Belastung mit dem Beiwert f_d zu multiplizieren. In Abhängigkeit der mittleren Verfahrgeschwindigkeit sind folgende Werte für f_d laut **Tabelle 7** zu verwenden.

Anzahl der Führungswagen pro Schiene

Bei den meisten Konstruktionen mit Profilschienenführungen werden zwei (oder mehrere) Führungswagen auf derselben Führungsschiene montiert. Die interne Lastverteilung auf die verschiedenen Laufwagen wird stark beeinflusst von der Einbaugenauigkeit, der Fertigungsgüte der Umgebungsbauteile sowie insbesondere dem Abstand der Laufwagen zueinander. Der Beiwert f_i berücksichtigt diese Einflüsse auf die Belastung eines Führungswagens in

Abhängigkeit der Anzahl der Führungswagen pro Führungsschiene (→ **Tabelle 8**).

Einfluss der Hublänge

Hübe, die kürzer als die Metallteillänge des Führungswagens (Maß L_2) sind, beeinträchtigen die erzielbare Lebensdauer eines Führungssystems. Ausgehend von dem Verhältnis der Hublänge zu L_2 wird der Beiwert f_s gemäß **Tabelle 9** ermittelt. Ist der Hub länger als die Metallteillänge des Führungswagens, so ist der Beiwert $f_s = 1$.

Modifizierte nominelle Lebensdauer

Ist die Belastungssituation bekannt und sind die Beiwerte ermittelt, kann die modifizierte nominelle Lebensdauer nach **Formel 17** berechnet werden:

$$(17) \quad L_{ns} = 100 c_1 c_2 f_s \left(\frac{f_i C}{f_d F_{res}} \right)^3$$

Treten wie im Kapitel *Berechnungsgrundlagen* auf **Seite 14** beschrieben, zeitlich ver-

änderliche Kräfte auf, wird nun **Formel 17** wie folgt um den Einfluss der Betriebsbedingungen und Belastungen pro Intervall modifiziert. Dies wird in **Formel 18** beschrieben:

$$(18) \quad L_{ns} = 100 c_1 c_2 f_s \left[\frac{f_i C \sqrt[3]{s_{tot}}}{\sqrt[3]{\sum_{i=1}^n f_{di}^3 \left| F_{res,i}^3 \right| s_i}} \right]^3$$

wobei gilt

- C = dynamische Tragzahl [N]
- c_1 = Beiwert der Erlebenswahrscheinlichkeit
- c_2 = Beiwert für die Betriebsbedingungen
- f_d = Beiwert für die Belastungsverhältnisse
- f_{di} = Beiwert für die Belastungsverhältnisse im Lastintervall i
- f_i = Beiwert für die Anzahl der Führungswagen pro Schiene
- F_{res} = resultierende Belastung [N]
- $F_{res,i}$ = resultierende Belastung während der Hublänge [N]
- f_s = Beiwert für die Hublänge
- L_{ns} = modifizierte nominelle Lebensdauer [km]
- s_i = individuelle Hublänge [mm]
- s_{tot} = gesamte Hublänge [mm]

Tabelle 7

Beiwert f_d für die Belastungsverhältnisse

Belastungsverhältnisse	f_d	
	von	bis
Ruhiger Lauf, keine oder geringe Stoßbelastungen Geschwindigkeit ≤ 2 m/s	1,0	1,5
Hohe Stoßbelastungen Geschwindigkeit > 2 m/s	1,5	3,0

Tabelle 9

Beiwert f_s als Funktion des Verhältnisses s/L_2

s/L_2	f_s
1,0	1,0
0,9	0,91
0,8	0,82
0,7	0,73
0,6	0,63
0,5	0,54
0,4	0,44
0,3	0,34
0,2	0,23

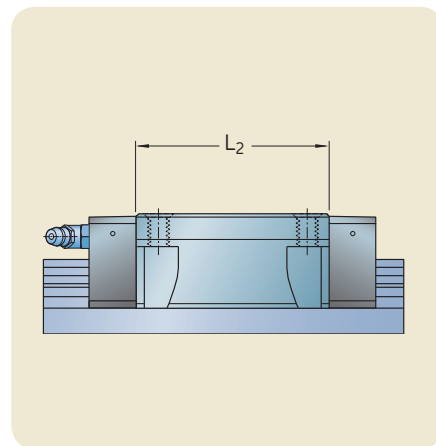
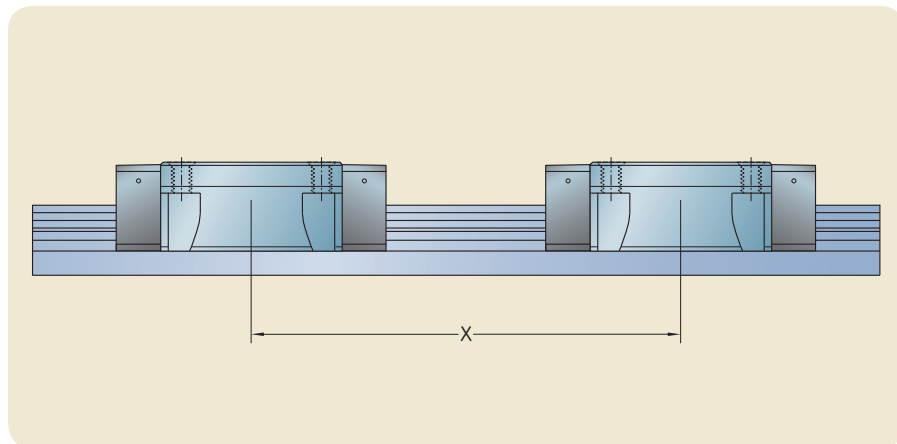


Tabelle 8

Beiwert f_i für die Anzahl der Führungswagen pro Schiene

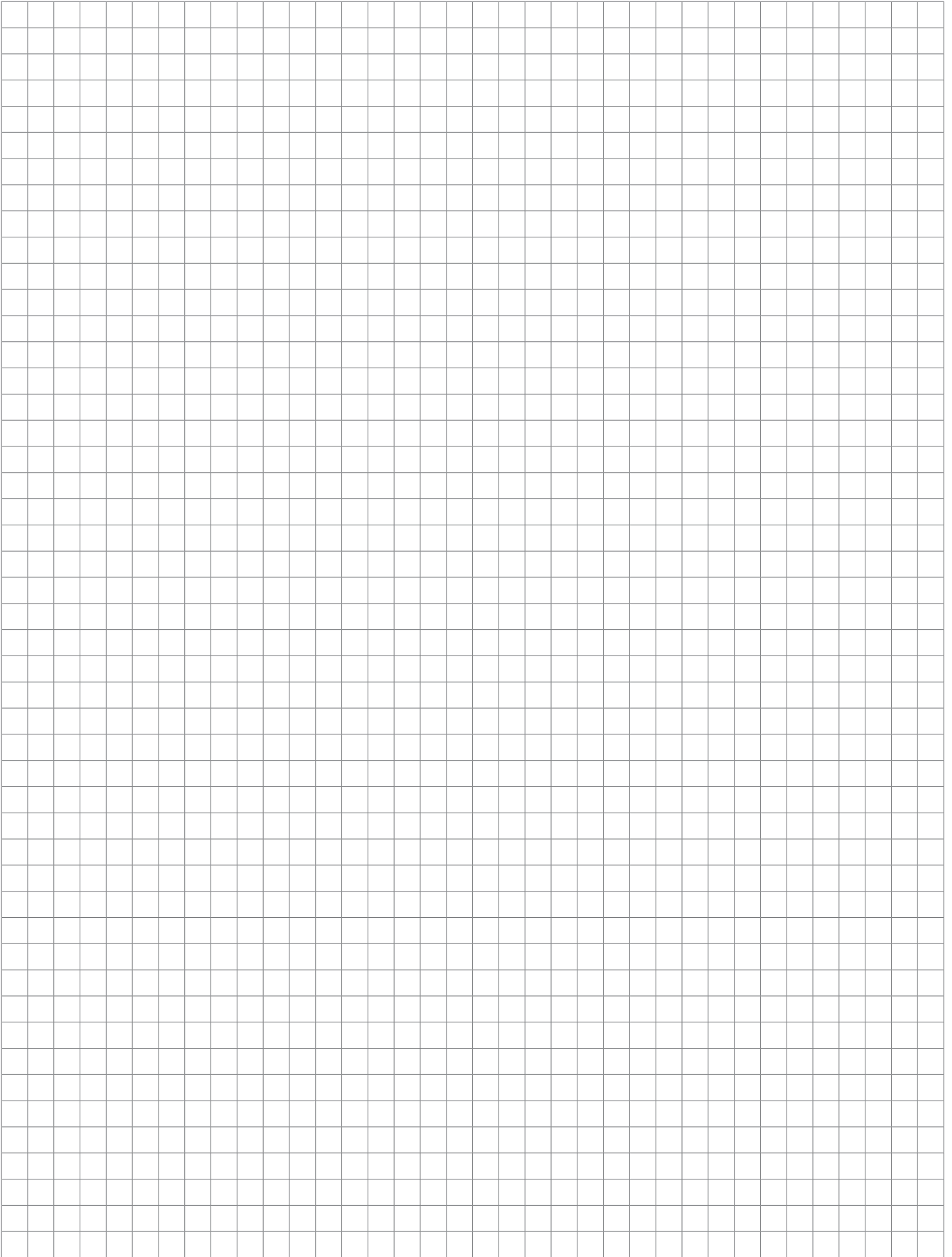
Anzahl Führungswagen	Wenn $X \geq 1,5 \cdot L_2$	Wenn $X < 1,5 \cdot L_2$
	f_i	f_i
1	1	1
2	1	0,81
3	1	0,72



Legende

C	dynamische Tragfähigkeit; auch dynamische Tragzahl	[N]
C_0	statische Tragfähigkeit; auch statische Tragzahl	[N]
c_1	Beiwert der Erlebenswahrscheinlichkeit	
c_2	Beiwert für die Betriebsbedingungen	
f_d	Beiwert für die Belastungsverhältnisse	
$f_{d1}, f_{d2} \dots f_{dn}$	Beiwert für die Belastungsverhältnisse während der Teilhübe $s_1, s_2 \dots s_n$	
f_i	Beiwert für die Anzahl der Führungswagen pro Schiene	
f_s	Beiwert für die Hublänge	
F	äußere Belastung	[N]
F_y, F_z	äußere Belastungen in Y- und Z-Richtung	[N]
F_{Pr}	Vorspannkraft	[N]
F_{res}	resultierende Belastung	[N]
$F_{res 1}, F_{res 2} \dots F_{res n}$	resultierende Belastung während der Teilhübe s_1, s_2, \dots, s_n	[N]
$F_{res max}$	maximale resultierende Belastung	[N]
F_m	unveränderliche mittlere Belastung	[N]
κ	Viskositätsverhältnis	
L_{10h}	nominelle Lebensdauer	[h]
L_{10s}	nominelle Lebensdauer	[km]
L_{ns}	modifizierte nominelle Lebensdauer	[km]
M_x, M_y, M_z	Momentbelastung um die entsprechenden Koordinaten	[Nm]
M_{xC}, M_{yC}, M_{zC}	dynamisches zulässiges Moment	[Nm]
$M_{xC0}, M_{yC0}, M_{zC0}$	statisches zulässiges Moment	[Nm]
n	Hubfrequenz	[Doppelhübe/min]
ν	tatsächliche kinematische Viskosität	[mm ² /s]
ν_1	erforderliche Mindestviskosität	[mm ² /s]
P	dynamische Belastung	[N]
P_0	maximale statische Belastung	[N]
s	einfache Hublänge	[mm]
s_0	statische Tragsicherheit	
s_i	individuelle Hublänge	[mm]
s_{tot}	gesamte Hublänge	[mm]
$t_1, t_2 \dots t_n$	Zeitanteile für $\nu_1, \nu_2 \dots \nu_n$	[%]
$\nu_1, \nu_2 \dots \nu_n$	Verfahrgeschwindigkeit	[m/min]
ν_m	mittlere Verfahrgeschwindigkeit	[m/min]

5 [mm]



SKF Berechnungsprogramm

Zur genauen Ermittlung der Lebensdauer sowie der statischen Tragsicherheit einer LLT-Profilschienenführung sind die Kenntnis aller relevanten Belastungssituationen sowie die Bestimmung der konstruktiven Rahmenbedingungen der Anwendung erforderlich. Dies bestimmt letztendlich Baugröße und Wagentype der LLT-Führung. Für komplexe Anwendungsfälle kann dieser Auslegungsprozess recht umfangreich werden. Daher stellt SKF auf der Homepage www.skf.com das Berechnungsprogramm „linear guide select“ zur Verfügung. Mit Hilfe dieser Software können LLT-Führungssysteme sehr effektiv ausgelegt werden.

Im Vorfeld jeder Berechnungsaufgabe sind folgende Informationen bereitzuhalten:

- Anzahl der Lastfälle
- bewegte Massen sowie Betriebslasten mit ihren Koordinaten
- Zeit- bzw. Weganteile der Betriebslasten
- Reaktionskräfte, die vom Antriebssystem aufgenommen werden (in Bewegungsrichtung)
- Wahl der Vorspannung der Führung
- Bestimmung des Layouts (Anzahl Führungsschienen und Laufwagen)
- Geometrie der Linearachse (Abstände der Führungsschienen und Laufwagen)

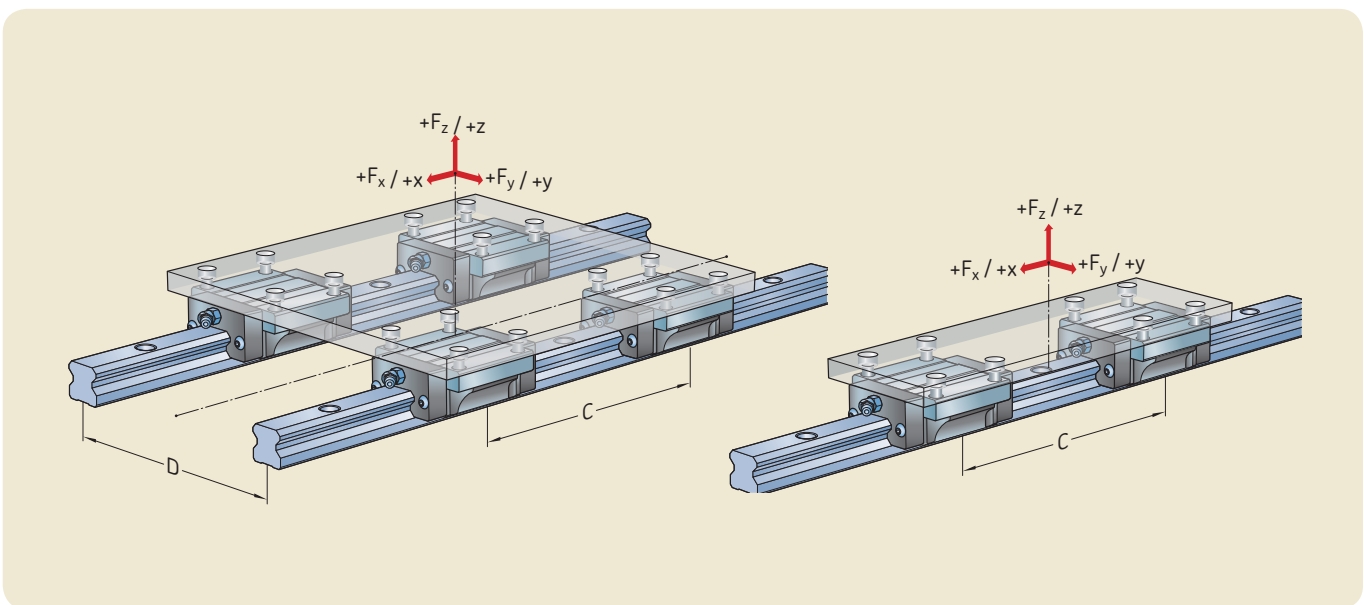
Hinweis: Ist der Anwender frei in der Bestimmung seines Anwendungs-Koordinatensystems, so wird empfohlen, das Koordinatensystem des Berechnungsprogramms zu übernehmen. Dies erleichtert die Analyse aller angreifenden Betriebslasten sowie der in den Führungswagen resultierenden Reaktionskräfte und vermeidet mögliche Fehler bei der Transformation.

Ergebnisdarstellung

Nach durchlaufener Berechnungsroutine erhält der Benutzer in übersichtlicher Form folgende Daten:

- alle Eingabedaten
- Belastungswerte pro Laufwagen in Y- und Z-Richtung für jeden Lastfall
- Berechnung der dynamischen Belastung pro Laufwagen
- nominelle Lebensdauer der Laufwagen
- statische Tragsicherheit der Laufwagen

Für den Ausdruck können je nach gewünschter Lebensdauer oder statischer Tragsicherheit einzelne Laufwagengrößen ausgewählt werden.



Produktübersicht

LLTHC ... SA
 Flanschwagen, kurz, Standardhöhe
 Weitere Informationen siehe **Seite 32**



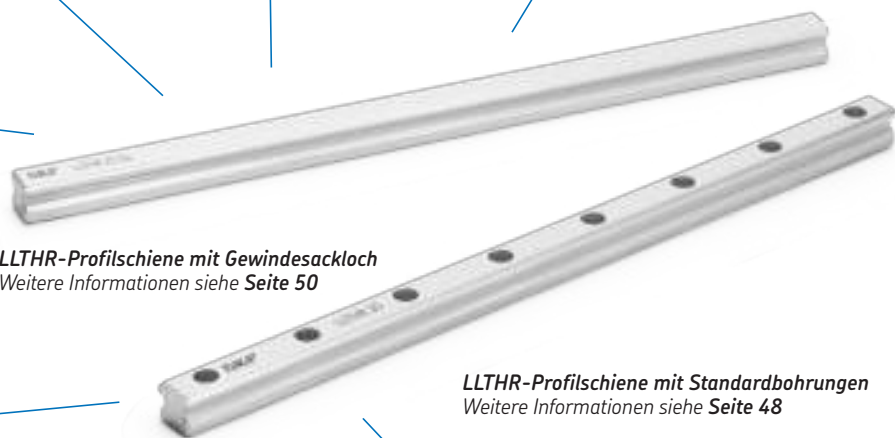
LLTHC ... A
 Flanschwagen, Standardlänge, Standardhöhe
 Weitere Informationen siehe **Seite 34**



LLTHC ... LA
 Flanschwagen, lang, Standardhöhe
 Weitere Informationen siehe **Seite 36**



LLTHC ... R
 Kompaktwagen, Standardlänge, hoch
 Weitere Informationen siehe **Seite 44**



LLTHR-Profilrschiene mit Gewindesackloch
 Weitere Informationen siehe **Seite 50**

LLTHR-Profilrschiene mit Standardbohrungen
 Weitere Informationen siehe **Seite 48**

LLTHC ... LR
 Kompaktwagen, lang, hoch
 Weitere Informationen siehe **Seite 46**



LLTHC ... SU
 Kompaktwagen, kurz, Standardhöhe
 Weitere Informationen siehe **Seite 38**



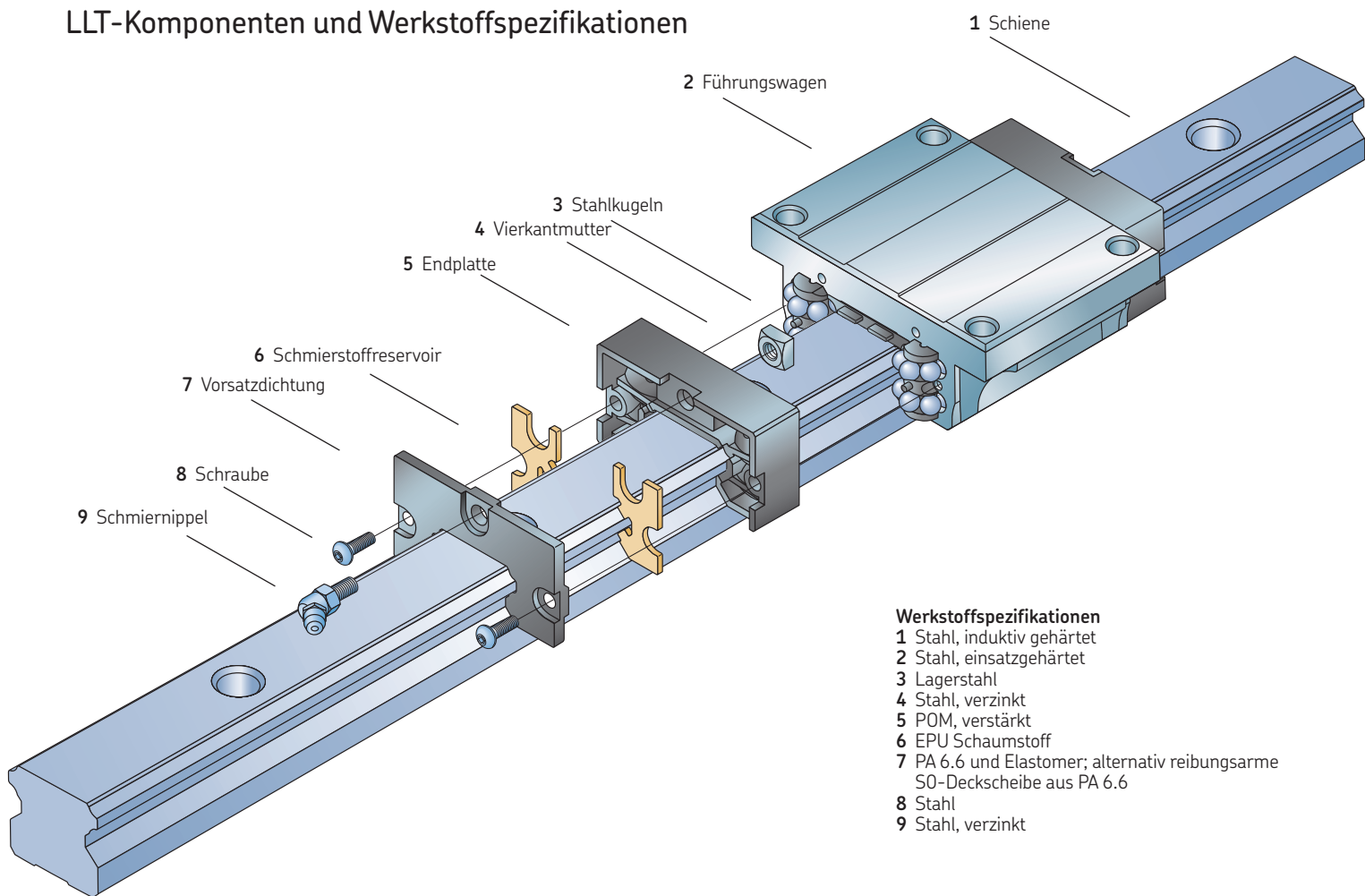
LLTHC ... U
 Kompaktwagen, Standardlänge, Standardhöhe
 Weitere Informationen siehe **Seite 40**



LLTHC ... LU
 Kompaktwagen, lang, Standardhöhe
 Weitere Informationen siehe **Seite 42**



LLT-Komponenten und Werkstoffspezifikationen



Werkstoffspezifikationen

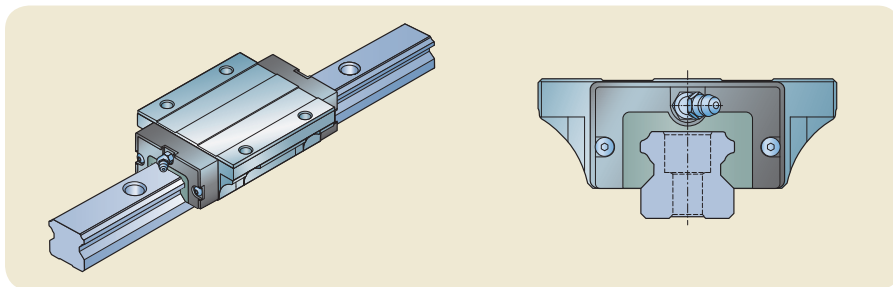
- 1 Stahl, induktiv gehärtet
- 2 Stahl, einsatzgehärtet
- 3 Lagerstahl
- 4 Stahl, verzinkt
- 5 POM, verstärkt
- 6 EPU Schaumstoff
- 7 PA 6.6 und Elastomer; alternativ reibungsarme S0-Deckscheibe aus PA 6.6
- 8 Stahl
- 9 Stahl, verzinkt

Standardkomponenten der Führungswagen

Dichtungen

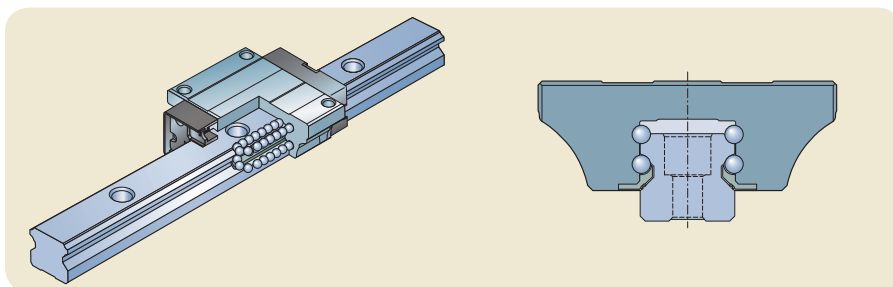
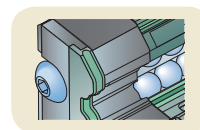
Das Eindringen von Schmutz, Spänen und Flüssigkeiten sowie austretender Schmierstoff kann die Lebensdauer eines Profilschienenführungssystems erheblich verkürzen.

Deshalb sind LLT-Profilschienenführungen von SKF standardmäßig mit Vorsatzdichtungen, Seiten- und Innendichtungen ausgestattet, was zu einer hohen Lebenserwartung führt.



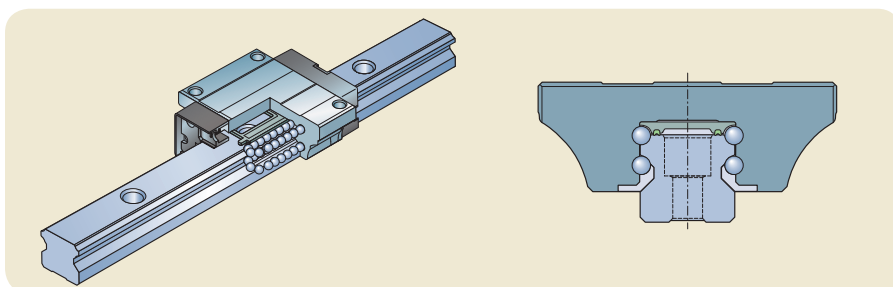
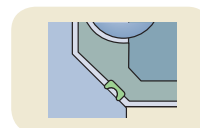
Vorsatzdichtung

Die Vorsatzdichtungen sind besonders wichtig, da sie den Führungswagen in Bewegungsrichtung schützen. Sie sind als Doppellippendichtungen für besseres Wischverhalten konzipiert.



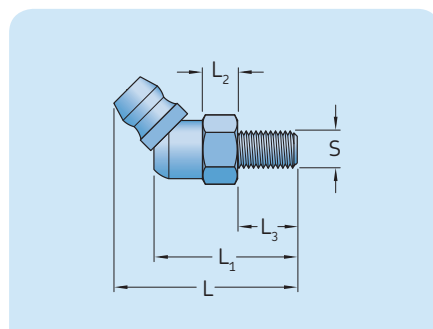
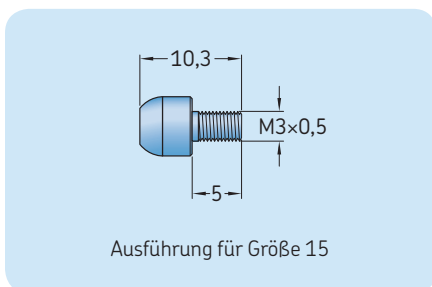
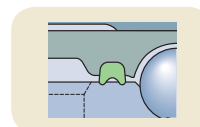
Seitendichtung

Seitendichtungen verhindern wirksam, dass Verschmutzungen von unten in das System eindringen. Die Gestaltung der Dichtung hängt von der Größe des Führungswagens ab.



Innendichtung

Innendichtungen sind ein zusätzliches Mittel gegen das Auslaufen von Schmierstoff. Die Gestaltung der Dichtung hängt von der Größe des Führungswagens ab.



Schmiernippel¹⁾

Zwei Schmiermittelanschlüsse mit Metallgewinde befinden sich an beiden Stirnseiten jedes Führungswagens. Serienmäßig wird ein Schmiernippel für die manuelle Nachschmierung mit dem Führungswagen mitgeliefert, während die gegenüberliegende Seite mit einem Gewindestift verschlossen ist. Das Metallgewinde ermöglicht außerdem die einfache und zuverlässige Montage von automatischen Schmiereinrichtungen.

Größe	Abmessungen				
	L	L ₁	L ₂	L ₃	S
–	mm				
20	24,6	19,2	4,72	8	M5
25	24,6	19,2	4,72	10	M5
30–45	28,3	23,2	4,72	12	M6

¹⁾ Wenn bestimmtes Zubehör längere Schmiernippel erfordert, werden diese mitgeliefert.

Genauigkeitsklassen

Genauigkeit

SKF fertigt seine LLT-Profileschienenführungen in drei Genauigkeitsklassen. Diese Genauigkeitsklassen definieren den maximal zulässigen Toleranzbereich eines Profilschienensystems in Bezug auf Höhe, Breite und Parallelität. Diese Auswahl bestimmt die Positioniergenauigkeit des Systems innerhalb der Anwendung.

Weitere Informationen enthält **Tabelle 1** und das Kapitel *Typische Anwendungsgebiete*, Seite 70.

Breiten- und Höhengenaugigkeit

Die Breiten- und Höhengenaugigkeit N bestimmt die maximale seitliche Abweichung des Führungswagens und der Anschlagseite der Schiene in Längsrichtung. Beide Seiten der Schiene und die geschliffene Seite des Führungswagens können als Anschlagseite verwendet werden. Die Höhengenaugigkeit H wird zwischen der Anlagefläche des Führungswagens und der geschliffenen Unterseite der Schiene gemessen. H und N sind arithmetische Mittelwerte und beziehen sich auf die Mitte des Führungswagens. Ihre Abweichungen, Δ_H bzw. Δ_N , werden jeweils an der gleichen Position der Schiene gemessen.

Parallelität

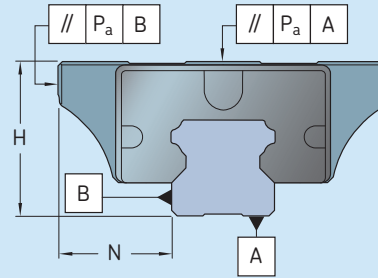
Dies bezieht sich auf die Toleranz der Parallelität zwischen den beiden Anschlagflächen der Schiene und des Führungswagens, wenn der Wagen entlang der gesamten Schienenlänge verfahren wird, wobei die Schiene an der Anschlagfläche angeschraubt ist. Detaillierte Informationen enthält **Diagramm 1**.

Austauschbarkeit von Schienen und Führungswagen

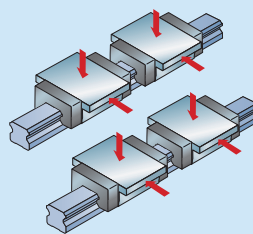
Alle Führungswagen und Schienen der gleichen Größe und der gleichen Genauigkeitsklasse (P5/P3) sind miteinander kombinierbar, wobei sie ihre ursprüngliche Genauigkeitsklasse behalten. Sie sind jederzeit komplett austauschbar. Gemischte Genauigkeitsklassen sind möglich.

Hinweis: Genauigkeitsklasse P1 ist nur als Komplettsystem lieferbar.

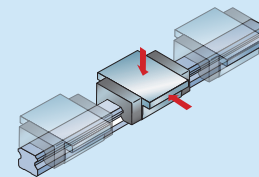
Tabelle 1



Genauigkeitsklasse ¹⁾	Toleranzen ²⁾		Unterschiede der Maße H und N auf einer Schiene	
	H	N	Δ_H max.	Δ_N max.
–	µm		µm	
P5	±100	±40	30	30
P3	±40	±20	15	15
P1	±20	±10	7	7



Bei beliebiger Kombination von Wagen und Schienen



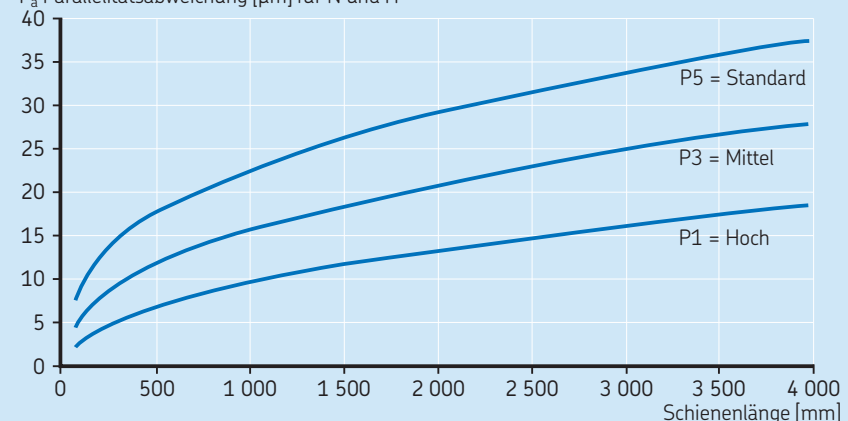
Bei verschiedenen Wagen auf gleicher Schienenposition

¹⁾ Gemessen in der Mitte des Führungswagens
²⁾ Werte für einen Meter Schienenlänge

Diagramm 1

Parallelität

P_a Parallelitätsabweichung [µm] für N und H



Bestellschlüssel System

Bezeichnungen	LLTH	S	25	A	2	T2	1000	P5	HD	S0	A	B0	D4	E0	M	S1	C	M	
Führungswagengröße 15, 20, 25, 30, 35, 45																			
Führungswagentyp¹⁾ SA Flanschwagen, kurz, Standardhöhe A Flanschwagen, Standardlänge, Standardhöhe LA Flanschwagen, lang, Standardhöhe SU Kompaktwagen, kurz, Standardhöhe U Kompaktwagen, Standardlänge, Standardhöhe LU Kompaktwagen, lang, Standardhöhe R Kompaktwagen, Standardlänge, hoch LR Kompaktwagen, lang, hoch																			
Anzahl Führungswagen pro Schiene 1, 2, 4, 6, ...																			
Vorspannklasse T0 Ohne Vorspannung T1 Leichte Vorspannung, 2% C T2 Mittlere Vorspannung, 8% C																			
Schienenlänge 80 mm bis zur Maximallänge (Stufung in 1 mm-Schritten)																			
Genauigkeitsklasse P5 Standard P3 Mittel P1 Hoch																			
Beschichtung^{2) 3) 4)} (kein Code für Standard: Führungsschienen und Führungswagen ohne Beschichtung) HD- Führungsschiene dünn-schichtverchromt, Führungswagen ohne Beschichtung, erhältlich in Europa HDN Führungsschiene dünn-schichtverchromt, Führungswagen vernickelt, erhältlich in Europa																			
Abdichtung (kein Code = Standarddichtung) S0 Reibungsarme Deckscheibe																			
Zusammengesetzte mehrteilige Schiene⁵⁾ (wenn nicht gewünscht – kein Code) A Ja																			
Für Faltenballeinsatz vorbereitet B0 Schienen für Faltenballeinsatz vorbereitet (Faltenbalgbestellung siehe „Bestellschlüssel Faltenbalg“)																			
Führungsschiene D Führungsschiene, Zeichnungsnummer nach Kundenspezifikation D4 Führungsschiene mit Gewindesackloch D6 ⁶⁾ Führungsschiene mit Metallabdeckkappen																			
Abstand zwischen Stirnfläche und erster Befestigungsbohrung der Schiene E0 Wenn kein Maß „E“ angegeben wird, werden die Bohrungen von beiden Schienenenden im gleichen Abstand angeordnet (kürzest mögliches Maß „E“) Exx Das Maß „E“ ist anzugeben. Für die Berechnung und das Mindestmaß E siehe Seite 49.																			
Führungswagen auf Führungsschiene montiert (wenn nicht gewünscht – kein Code) M Ja																			
Zusätzliche Abdichtung, wenn Teil eines Systems (weitere, separat erhältliche Teile siehe „Bestellschlüssel Zubehör“) S1 Metallabstreifer S3 Dichtungssatz, zusätzliche Vorsatzdichtung mit Metallabstreifer S7 Zusätzliche Vorsatzdichtung																			
Anzahl zusätzlicher Dichtungen C (2) Dichtungen pro Führungswagen S (2) Dichtungen pro System, Außenseite des Führungswagens ist abgedichtet																			
Zusätzliche Dichtungen am Führungswagen montiert⁷⁾ (wenn nicht gewünscht – kein Code) M Ja																			

¹⁾ Nicht alle Kombinationen von Vorspann-/Genauigkeitsklassen sind für jeden Führungswagentyp erhältlich, siehe Seite 32–47.
²⁾ Nur in den Vorspannklassen T0 und T1 und Genauigkeitsklasse P5 erhältlich.
³⁾ Hinweis: Ein System mit beschichteten Führungsschienen kann leicht erhöhte Vorspannungs- und Reibungswerte aufweisen. Diese verringern sich nach einer kurzen Betriebszeit wieder teilweise. Bitte beachten Sie, dass die Schienenenden standardmäßig nicht beschichtet sind.
⁴⁾ Für die Größen 15 und 20 sollten ausschließlich Führungswagen mit reibungsarmen S0-Deckscheiben verwendet werden. Wenn eine stärkere Abdichtung erforderlich ist, empfiehlt sich der Einsatz einer zusätzlichen Vorsatzdichtung S7.
⁵⁾ Nur bestellbar, wenn die erforderliche Schienenlänge die maximal lieferbare Länge einer Standardschiene überschreitet (siehe Maßtabellen, Seite 33–47).
⁶⁾ Erhältlich in den Größen 25–45. Montagewerkzeug ist separat zu bestellen (siehe *Bestellschlüssel Zubehör*).
⁷⁾ Zusätzliche Dichtungen können nur bei Bestellung eines kompletten Systems am Führungswagen montiert werden (Führungswagen auf Führungsschiene montiert = Ja).

Bestellschlüssel Führungswagen

Bezeichnungen LLTH C 25 A T2 P5 HN S0

Größe 15, 20, 25, 30, 35, 45

Führungswagen¹⁾

- SA Flanschwagen, kurz, Standardhöhe
- A Flanschwagen, Standardlänge, Standardhöhe
- LA Flanschwagen, lang, Standardhöhe
- SU Kompaktwagen, kurz, Standardhöhe
- U Kompaktwagen, Standardlänge, Standardhöhe
- LU Kompaktwagen, lang, Standardhöhe
- R Kompaktwagen, Standardlänge, hoch
- LR Kompaktwagen, lang, hoch

Vorspannklasse

- T0 Ohne Vorspannung
- T1 Leichte Vorspannung, 2% C
- T2 Mittlere Vorspannung, 8% C

Genauigkeitsklasse

- P5 Standard
- P3 Mittel
- P1 Hoch

Beschichtung^{2) 3) 4)} (kein Code für Standard: Führungswagen ohne Beschichtung)

- HN Führungswagen vernickelt

Abdichtung (Standarddichtung – kein Code)

- S0 Reibungsarme Deckscheibe

1) Nicht alle Kombinationen von Vorspann-/Genauigkeitsklassen sind für jeden Führungswagen¹⁾ erhältlich, siehe Seite 32–47.
2) Nur in den Vorspannklassen T0 und T1 und Genauigkeitsklasse P5 erhältlich.
3) Hinweis: Ein System mit beschichteten Führungsschienen kann leicht erhöhte Vorspannungs- und Reibungswerte aufweisen. Diese verringern sich nach einer kurzen Betriebszeit wieder teilweise.
4) Für die Größen 15 und 20 sollten ausschließlich Führungswagen mit reibungsarmen S0-Deckscheiben verwendet werden. Wenn eine stärkere Abdichtung erforderlich ist, empfiehlt sich der Einsatz einer zusätzlichen Vorsatzdichtung S7.

Bestellschlüssel Faltenbalg

Bezeichnungen LLTH Z 25 B (xxx/xxx/xxx) LAS

Größe 15, 20, 25, 30, 35, 45

Faltenbälge¹⁾

- B System komplett mit Faltenbälgen
- B2 Faltenbalgsatz, Typ 2 (zwischen Führungswagen und Schienenende)
- B4 Faltenbalgsatz, Typ 4 (zwischen zwei Führungswagen)
- B9 Faltenbalg als Ersatzteil (ohne Befestigungssystem)

Faltenbälge: Bestimmung der Faltenanzahl (max. 150 Falten pro individuellem Faltenbalg)

- xxx Faltenanzahl
- / Unterteilung
- Kein Faltenbalg in diesem Bereich

Faltenbalgmaterial

- STD Standard „PUR“ (temperaturbeständig bis +90 °C)
- LAS²⁾ Spezialmaterial für Laseranwendungen – selbstverlöschend (temperaturbeständig bis +160 °C)
- WEL³⁾ Spezialmaterial für Schweißanwendungen (temperaturbeständig bis +260 °C)

1) Wird unmontiert geliefert
2) Erhältlich in den Größen 15–30
3) Erhältlich in den Größen 35–45

Bestellschlüssel Führungsschienen

Bezeichnungen	LLTH	R	25	1000	P5	HD	A	B0	D4	E0
Größe 15, 20, 25, 30, 35, 45										
Schienenlänge 80 mm bis zur Maximallänge (Stufungen in 1 mm-Schritten)										
Genauigkeitsklasse P5 Standard P3 Mittel P1 Hoch										
Beschichtung ^{1) 2)} (kein Code = Standard: Führungsschiene ohne Beschichtung) HD Schiene dünnenschichtverchromt, erhältlich in Europa										
Zusammengesetzte mehrteilige Schiene ³⁾ A Ja										
Für Faltenbälgeinsatz vorbereitet B0 Schienen für Faltenbälgeinsatz vorbereitet. Bestellung siehe „Bestellschlüssel Faltenbalg“.										
Führungsschiene ⁴⁾ D Führungsschiene, Zeichnungsnummer nach Kundenspezifikation D4 Führungsschiene mit Gewindesackloch D6 ⁵⁾ Führungsschiene mit Metallabdeckkappen										
Abstand zwischen Stirnfläche und erster Befestigungsbohrung der Schiene E0 Wenn kein Maß „E“ angegeben wird, werden die Bohrungen von beiden Schienenenden im gleichen Abstand angeordnet (kürzest mögliches Maß „E“) Exx Das Maß „E“ ist anzugeben. Für die Berechnung und das Mindestmaß E siehe Seite 49.										

¹⁾ Nur in Genauigkeitsklasse P5 erhältlich.
²⁾ Hinweis: Ein System mit beschichteten Führungsschienen kann leicht erhöhte Vorspannungs- und Reibungswerte aufweisen. Diese verringern sich nach einer kurzen Betriebszeit wieder teilweise. Bitte beachten Sie, dass die Schienenenden standardmäßig nicht beschichtet sind.
³⁾ Nur bestellbar, wenn die erforderliche Schienenlänge die maximal lieferbare Länge einer Standardschiene überschreitet (siehe Maßtabellen, Seite 33–47).
⁴⁾ Plastik- und Metallabdeckkappen sind als Ersatzteile erhältlich. Bitte wenden Sie sich für weitere Informationen an SKF.
⁵⁾ Erhältlich in den Größen 25–45. Montagewerkzeug ist separat zu bestellen (siehe *Bestellschlüssel Zubehör*).

Bestellschlüssel Zubehör (separate Lieferung)

Bezeichnungen	LLTH	Z	25	S1
Größe 15, 20, 25, 30, 35, 45				
Zubehörteile (werden einzeln geliefert) S0 ¹⁾ Reibungsarme Deckscheibe S1 Metallabstreifer S3 Dichtungssatz, zusätzliche Vorsatzdichtung mit Metallabstreifer S7 Zusätzliche Vorsatzdichtung PL Befestigungsplatte, für seitliche Schmierstoffversorgung VN UA ²⁾ Schmierverbindungsstück D6 ³⁾ Montagewerkzeug für Metallkappen				

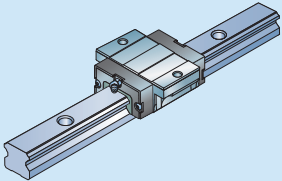
¹⁾ Erhältlich in den Größen 15–30, ersetzt die Standardvorsatzdichtung.
²⁾ Passend für alle Führungswagentypen (→ Seite 23), jedoch nicht in Kombination mit zusätzlichen Dichtungen (S1/S3/S7).
³⁾ Erhältlich für die Größen 25–45.

Produktdaten

Führungswagen

Seite 32–47

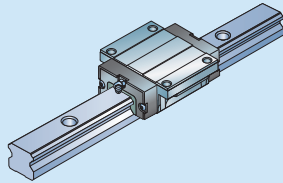
LLTHC ... SA
Flanschwagen, kurz,
Standardhöhe



Größe ¹⁾	Tragzahlen	
	C	C ₀
–	N	

15	5 800	9 000
20	9 240	14 400
25	13 500	19 600
30	19 200	26 600
35	25 500	34 800
45	–	–

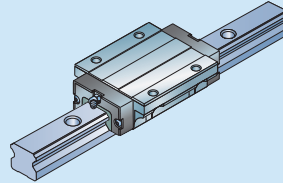
LLTHC ... A
Flanschwagen, Standardlänge,
Standardhöhe



Größe ¹⁾	Tragzahlen	
	C	C ₀
–	N	

15	8 400	15 400
20	12 400	24 550
25	18 800	30 700
30	26 100	41 900
35	34 700	54 650
45	59 200	91 100

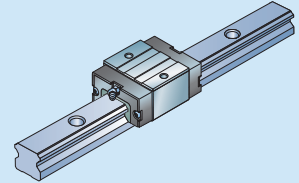
LLTHC ... LA
Flanschwagen, hoch,
Standardhöhe



Größe ¹⁾	Tragzahlen	
	C	C ₀
–	N	

15	–	–
20	15 200	32 700
25	24 400	44 600
30	33 900	60 800
35	45 000	79 400
45	72 400	121 400

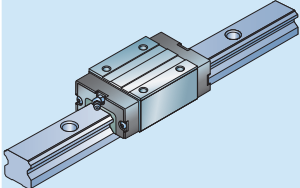
LLTHC ... SU
Kompaktwagen, kurz,
Standardhöhe



Größe ¹⁾	Tragzahlen	
	C	C ₀
–	N	

15	5 800	9 000
20	9 240	14 400
25	13 500	19 600
30	19 200	26 600
35	25 500	34 800
45	–	–

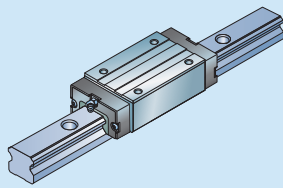
LLTHC ... U
Kompaktwagen,
Standardlänge, Standardhöhe



Größe ¹⁾	Tragzahlen	
	C	C ₀
–	N	

15	8 400	15 400
20	12 400	24 550
25	18 800	30 700
30	26 100	41 900
35	34 700	54 650
45	59 200	91 100

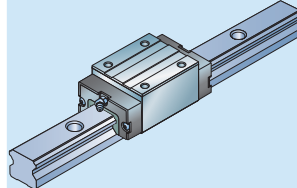
LLTHC ... LU
Kompaktwagen, lang,
Standardhöhe



Größe ¹⁾	Tragzahlen	
	C	C ₀
–	N	

15	–	–
20 ²⁾	15 200	32 700
25	24 000	44 600
30	33 900	60 800
35	45 000	79 400
45	72 400	121 400

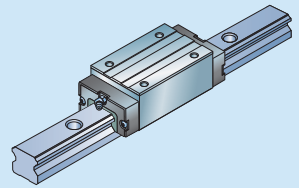
LLTHC ... R
Kompaktwagen,
Standardlänge, hoch



Größe ¹⁾	Tragzahlen	
	C	C ₀
–	N	

15	8 400	15 400
20	–	–
25	18 800	30 700
30	26 100	41 900
35	34 700	54 650
45	59 200	91 100

LLTHC ... LR
Kompaktwagen, lang, hoch



Größe ¹⁾	Tragzahlen	
	C	C ₀
–	N	

15	–	–
20 ²⁾	15 200	32 700
25	24 400	44 600
30	33 900	60 800
35	45 000	79 400
45	72 400	121 400

¹⁾ Das Aussehen der Vorsatzdichtung kann je nach Größe leicht abweichen.

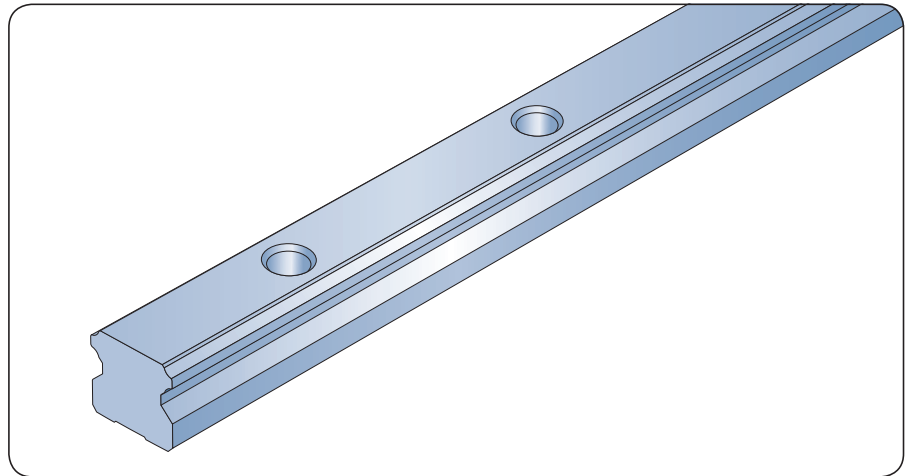
²⁾ LLTHC 20 LU und LLTHC 20 LR sind identisch.

Führungsschienen

Seite 48–53

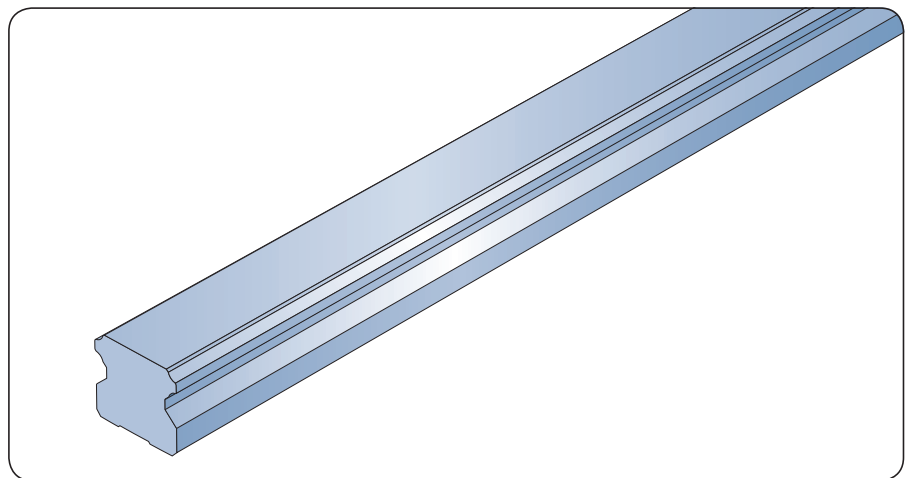
Führungsschienen LLTHR

Für Montage von oben, standardmäßig mit Abdeckkappen aus Kunststoff geliefert.



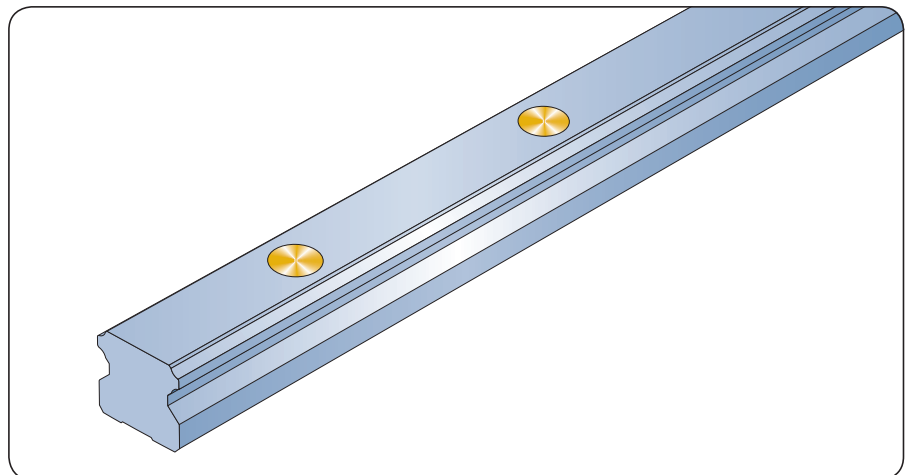
Führungsschienen LLTHR ... D4

Mit Gewindesackloch, von unten verschraubbar.



Führungsschienen LLTHR ... D6

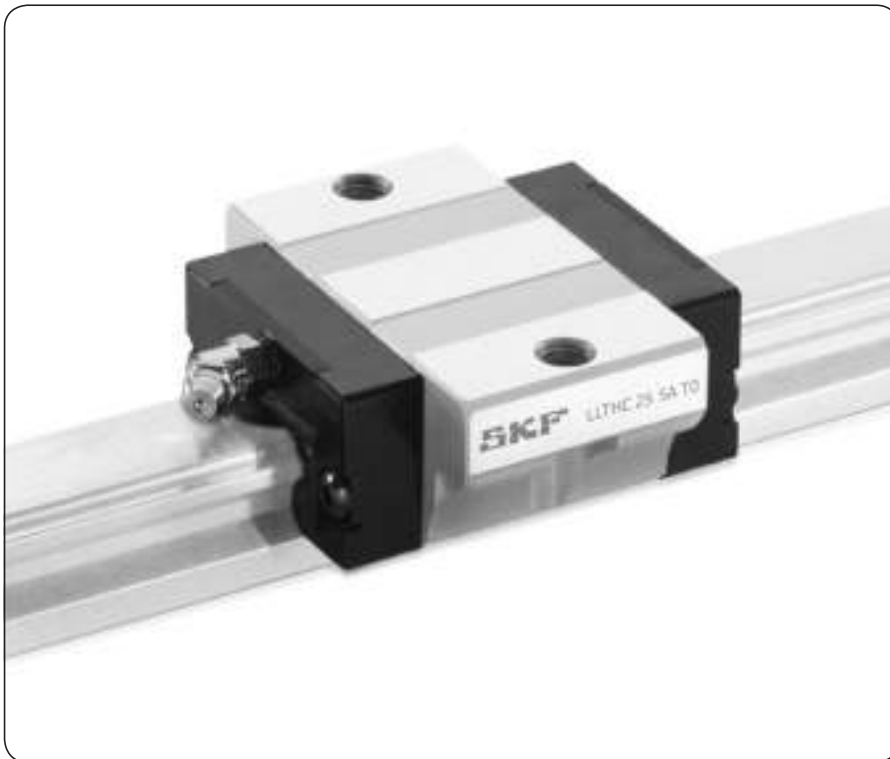
Für Montage von oben, mit Abdeckkappen aus Metall.



Führungswagen LLTHC ... SA

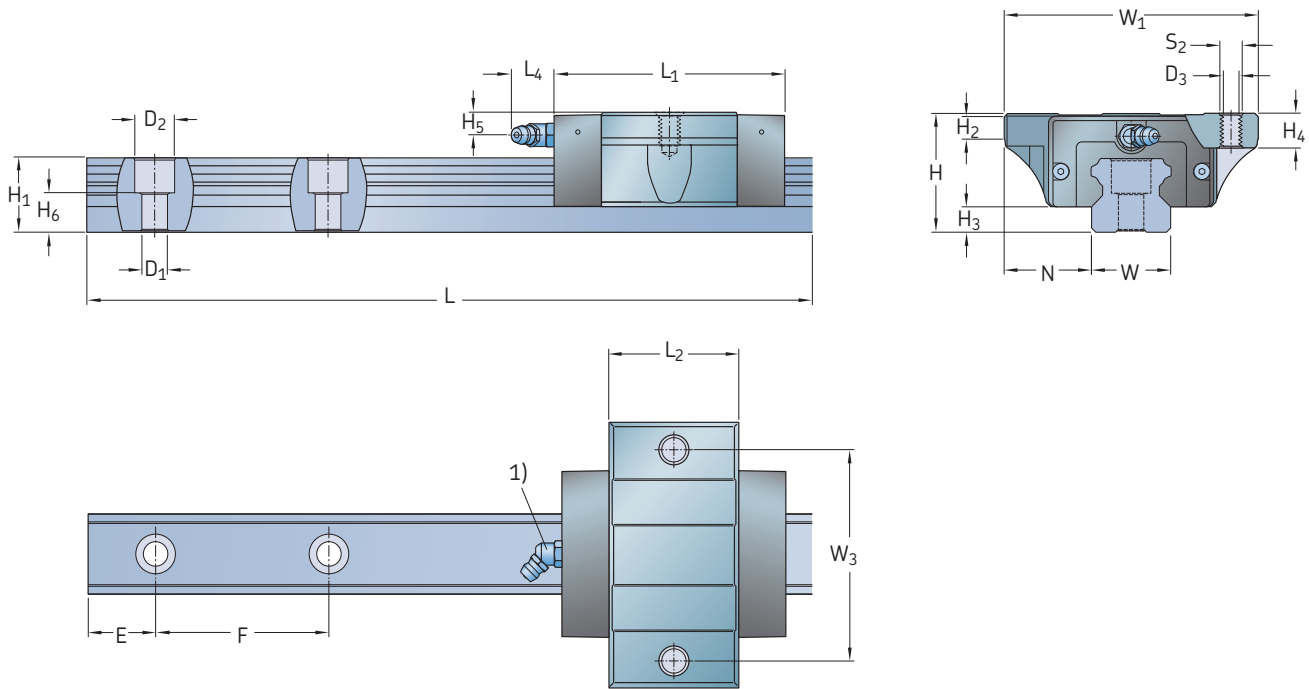
Flanschwagen, kurz, Standardhöhe

Führungswagen der Größe 15 bis 30 sind auch mit reibungsarmer Deckscheibe erhältlich. Die Abmessungen sind mit der Standardausführung identisch. Bezeichnungen siehe *Bestellschlüssel Führungswagen* (→ Seite 28).



Größe	Genauigkeitsklasse	Bezeichnung ¹⁾	
		Vorspannklasse T0	T1
-	-	-	-
15	P5	LLTHC 15 SA T0 P5	LLTHC 15 SA T1 P5
	P3	LLTHC 15 SA T0 P3	LLTHC 15 SA T1 P3
	P1		LLTHC 15 SA T1 P1
20	P5	LLTHC 20 SA T0 P5	LLTHC 20 SA T1 P5
	P3	LLTHC 20 SA T0 P3	LLTHC 20 SA T1 P3
	P1		LLTHC 20 SA T1 P1
25	P5	LLTHC 25 SA T0 P5	LLTHC 25 SA T1 P5
	P3	LLTHC 25 SA T0 P3	LLTHC 25 SA T1 P3
	P1		LLTHC 25 SA T1 P1
30	P5	LLTHC 30 SA T0 P5	LLTHC 30 SA T1 P5
	P3	LLTHC 30 SA T0 P3	LLTHC 30 SA T1 P3
	P1		LLTHC 30 SA T1 P1
35	P5	LLTHC 35 SA T0 P5	LLTHC 35 SA T0 P5
	P3	LLTHC 35 SA T0 P3	LLTHC 35 SA T0 P3
	P1		LLTHC 35 SA T0 P1

¹⁾ ■ **Vorzugsreihe.**
 ■ Nur als System erhältlich.
 Bezeichnung siehe Bestellschlüssel.



Größe	Einbaumaße		Führungswagenmaße											
	W ₁	N	H	H ₂	H ₃	L ₁	L ₂	L ₄	W ₃	H ₄	H ₅	D ₃	S ₂	
–	mm													–
15	47	16	24	5,9	4,6	48,9	25,6	4,3	38	8	4,3	4,3	M5	
20	63	21,5	30	6,9	5	55,4	32,1	15	53	9	5,7	5,2	M6	
25	70	23,5	36	11	7	66,2	38,8	16,6	57	12	6,5	6,7	M8	
30	90	31	42	9	9	78	45	14,6	72	11,5	8	8,5	M10	
35	100	33	48	12,3	9,5	88,8	51,4	14,6	82	13	8	8,5	M10	

Größe	Schienenmaße									Gewicht		Tragzahlen ²⁾		Momente ²⁾			
	W	H ₁	H ₆	F	D ₁	D ₂	E _{min} -0,75	E _{max} -0,75	L _{max} -1,5	Wagen	Schiene	dynamisch C	statisch C ₀	dynamisch M _x	statisch M _{x0}	dynamisch M _{y/z}	statisch M _{y0/z0}
–	mm									kg	kg/m	N		Nm			
15	15	14	8,5	60	4,5	7,5	10	50	3 920	0,12	1,4	5 800	9 000	39	60	21	32
20	20	18	9,3	60	6	9,5	10	50	3 920	0,25	2,3	9 240	14 400	83	130	41	64
25	23	22	12,3	60	7	11	10	50	3 920	0,38	3,3	13 500	19 600	139	202	73	106
30	28	26	13,8	80	9	14	12	70	3 944	0,56	4,8	19 200	26 600	242	335	120	166
35	34	29	17	80	9	14	12	70	3 944	0,83	6,6	25 500	34 800	393	536	182	248

¹⁾ Ausführliche Informationen über Schmiernippel siehe Seite 25.

²⁾ Dynamische Tragzahlen und Momente basieren auf einer Laufleistung von 100 km. Weitere Informationen siehe Seite 7.

Führungswagen LLTHC ... A

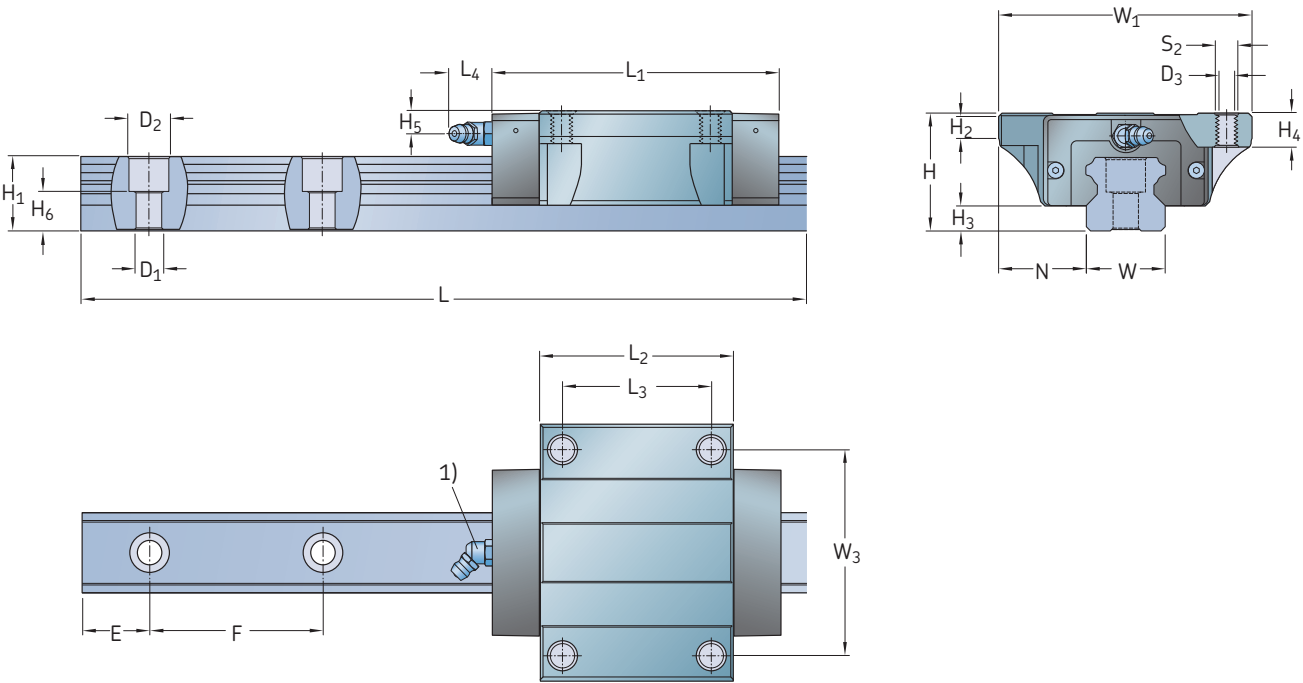
Flanschwagen, Standardlänge,
Standardhöhe

Führungswagen der Größe 15 bis 30 sind auch mit reibungsarmer Deckscheibe erhältlich. Die Abmessungen sind mit der Standardausführung identisch. Bezeichnungen siehe *Bestellschlüssel Führungswagen* (→ Seite 28).



Größe	Genauigkeitsklasse	Bezeichnung ¹⁾ Vorspannklasse T0	T1	T2
-	-	-	-	-
15	P5	LLTHC 15 A T0 P5	LLTHC 15 A T1 P5	LLTHC 15 A T2 P5
	P3	LLTHC 15 A T0 P3	LLTHC 15 A T1 P3	LLTHC 15 A T2 P3
	P1		LLTHC 15 A T1 P1	LLTHC 15 A T2 P1
20	P5	LLTHC 20 A T0 P5	LLTHC 20 A T1 P5	LLTHC 20 A T2 P5
	P3	LLTHC 20 A T0 P3	LLTHC 20 A T1 P3	LLTHC 20 A T2 P3
	P1		LLTHC 20 A T1 P1	LLTHC 20 A T2 P1
25	P5	LLTHC 25 A T0 P5	LLTHC 25 A T1 P5	LLTHC 25 A T2 P5
	P3	LLTHC 25 A T0 P3	LLTHC 25 A T1 P3	LLTHC 25 A T2 P3
	P1		LLTHC 25 A T1 P1	LLTHC 25 A T2 P1
30	P5	LLTHC 30 A T0 P5	LLTHC 30 A T1 P5	LLTHC 30 A T2 P5
	P3	LLTHC 30 A T0 P3	LLTHC 30 A T1 P3	LLTHC 30 A T2 P3
	P1		LLTHC 30 A T1 P1	LLTHC 30 A T2 P1
35	P5	LLTHC 35 A T0 P5	LLTHC 35 A T1 P5	LLTHC 35 A T2 P5
	P3	LLTHC 35 A T0 P3	LLTHC 35 A T1 P3	LLTHC 35 A T2 P3
	P1		LLTHC 35 A T1 P1	LLTHC 35 A T2 P1
45	P5	LLTHC 45 A T0 P5	LLTHC 45 A T1 P5	LLTHC 45 A T2 P5
	P3	LLTHC 45 A T0 P3	LLTHC 45 A T1 P3	LLTHC 45 A T2 P3
	P1		LLTHC 45 A T1 P1	LLTHC 45 A T2 P1

¹⁾ ■ **Vorzugsreihe.**
■ Nur als System erhältlich.
Bezeichnung siehe Bestellschlüssel.



Größe	Einbaumaße					Führungswagenmaße								
	W ₁	N	H	H ₂	H ₃	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	W ₃	H ₄	H ₅	D ₃	S ₂
-	mm													
15	47	16	24	5,9	4,6	63,3	40	30	4,3	38	8	4,3	4,3	M5
20	63	21,5	30	6,9	5	73,3	50	40	15	53	9	5,7	5,2	M6
25	70	23,5	36	11	7	84,4	57	45	16,6	57	12	6,5	6,7	M8
30	90	31	42	9	9	100,4	67,4	52	14,6	72	11,5	8	8,5	M10
35	100	33	48	12,3	9,5	114,4	77	62	14,6	82	13	8	8,5	M10
45	120	37,5	60	12,3	14	136,5	96	80	14,6	100	15	8,5	10,4	M12

Größe	Schienenmaße									Gewicht		Tragzahlen ²⁾		Momente			
	W	H ₁	H ₆	F	D ₁	D ₂	E _{min} -0,75	E _{max} -0,75	L _{max} -1,5	Wagen	Schiene	dynamisch C	statisch C ₀	dynamisch M _x	statisch M _{x0}	dynamisch M _{y/z}	statisch M _{y0/z0}
-	mm									kg	kg/m	N		Nm			
15	15	14	8,5	60	4,5	7,5	10	50	3 920	0,21	1,4	8 400	15 400	56	103	49	90
20	20	18	9,3	60	6	9,5	10	50	3 920	0,4	2,3	12 400	24 550	112	221	90	179
25	23	22	12,3	60	7	11	10	50	3 920	0,57	3,3	18 800	30 700	194	316	155	254
30	28	26	13,8	80	9	14	12	70	3 944	1,1	4,8	26 100	41 900	329	528	256	410
35	34	29	17	80	9	14	12	70	3 944	1,6	6,6	34 700	54 650	535	842	388	611
45	45	38	20,8	105	14	20	16	90	3 917	2,7	11,3	59 200	91 100	1215	1869	825	1270

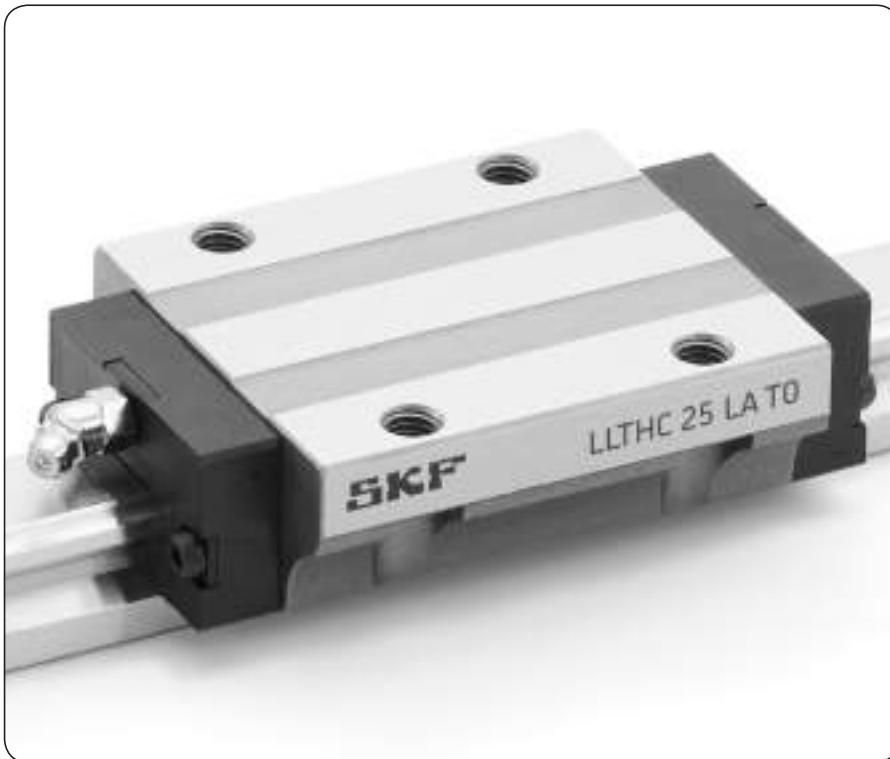
¹⁾ Ausführliche Informationen über Schmiernippel siehe Seite 25.

²⁾ Dynamische Tragzahlen und Momente basieren auf einer Laufleistung von 100 km. Weitere Informationen siehe Seite 7.

Führungswagen LLTHC ... LA

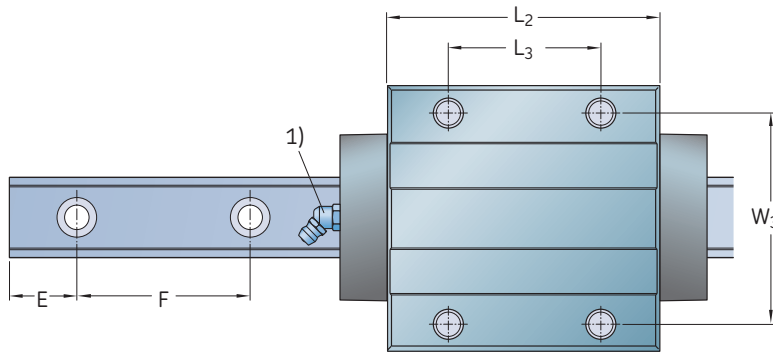
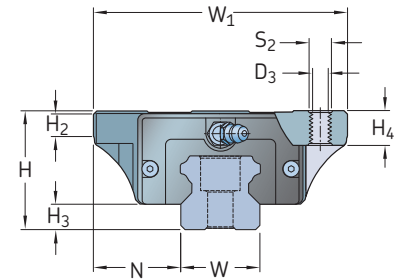
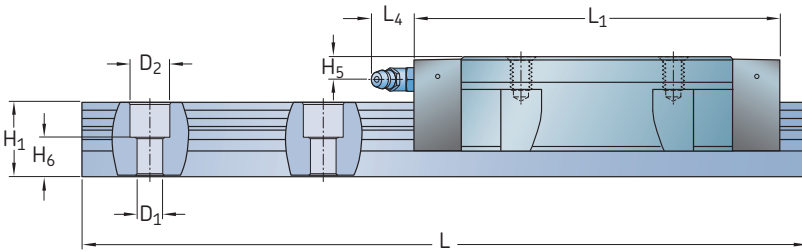
Flanschwagen, lang,
Standardhöhe

Führungswagen der Größe 15 bis 30 sind auch mit reibungsarmer Deckscheibe erhältlich. Die Abmessungen sind mit der Standardausführung identisch. Bezeichnungen siehe *Bestellschlüssel Führungswagen* (→ Seite 28).



Größe	Genauigkeitsklasse	Bezeichnung ¹⁾ Vorspannklasse T0	T1	T2
-	-	-	-	-
20	P5	LLTHC 20 LA T0 P5	LLTHC 20 LA T1 P5	LLTHC 20 LA T2 P5
	P3	LLTHC 20 LA T0 P3	LLTHC 20 LA T1 P3	LLTHC 20 LA T2 P3
	P1		LLTHC 20 LA T1 P1	LLTHC 20 LA T2 P1
25	P5	LLTHC 25 LA T0 P5	LLTHC 25 LA T1 P5	LLTHC 25 LA T2 P5
	P3	LLTHC 25 LA T0 P3	LLTHC 25 LA T1 P3	LLTHC 25 LA T2 P3
	P1		LLTHC 25 LA T1 P1	LLTHC 25 LA T2 P1
30	P5	LLTHC 30 LA T0 P5	LLTHC 30 LA T1 P5	LLTHC 30 LA T2 P5
	P3	LLTHC 30 LA T0 P3	LLTHC 30 LA T1 P3	LLTHC 30 LA T2 P3
	P1		LLTHC 30 LA T1 P1	LLTHC 30 LA T2 P1
35	P5	LLTHC 35 LA T0 P5	LLTHC 35 LA T1 P5	LLTHC 35 LA T2 P5
	P3	LLTHC 35 LA T0 P3	LLTHC 35 LA T1 P3	LLTHC 35 LA T2 P3
	P1		LLTHC 35 LA T1 P1	LLTHC 35 LA T2 P1
45	P5	LLTHC 45 LA T0 P5	LLTHC 45 LA T1 P5	LLTHC 45 LA T2 P5
	P3	LLTHC 45 LA T0 P3	LLTHC 45 LA T1 P3	LLTHC 45 LA T2 P3
	P1		LLTHC 45 LA T1 P1	LLTHC 45 LA T2 P1

¹⁾ ■ **Vorzugsreihe.**
■ Nur als System erhältlich.
Bezeichnung siehe Bestellschlüssel.



Größe	Einbaumaße		Führungswagenmaße											
	W ₁	N	H	H ₂	H ₃	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	W ₃	H ₄	H ₅	D ₃	S ₂
–	mm													
20	63	21,5	30	6,9	5	89,5	66,2	40	15	53	9	5,7	5,2	M6
25	70	23,5	36	11	7	106,5	79,1	45	16,6	57	12	6,5	6,7	M8
30	90	31	42	9	9	125,4	92,4	52	14,6	72	11,5	8	8,5	M10
35	100	33	48	12,3	9,5	142,9	105,5	62	14,6	82	13	8	8,5	M10
45	120	37,5	60	12,3	14	168,5	128	80	14,6	100	15	8,5	10,4	M12

Größe	Schienenmaße									Gewicht		Tragzahlen ²⁾		Momente			
	W	H ₁	H ₆	F	D ₁	D ₂	E _{min} -0,75	E _{max} -0,75	L _{max} -1,5	Wagen	Schiene	dynamisch C	statisch C ₀	dynamisch M _x	statisch M _{x0}	dynamisch M _{y/z}	statisch M _{y0/z0}
–	mm									kg	kg/m	N		Nm			
20	20	18	9,3	60	6	9,5	10	50	3 920	0,52	2,3	15 200	32 700	137	295	150	322
25	23	22	12,3	60	7	11	10	50	3 920	0,72	3,3	24 400	44 600	252	460	287	525
30	28	26	13,8	80	9	14	12	70	3 944	1,4	4,8	33 900	60 800	428	767	466	836
35	34	29	17	80	9	14	12	70	3 944	2	6,6	45 000	79 400	694	1 224	706	1 246
45	45	38	20,8	105	14	20	16	90	3 917	3,6	11,3	72 400	121 400	1 485	2 491	1 376	2 308

¹⁾ Ausführliche Informationen über Schmiernippel siehe Seite 25.

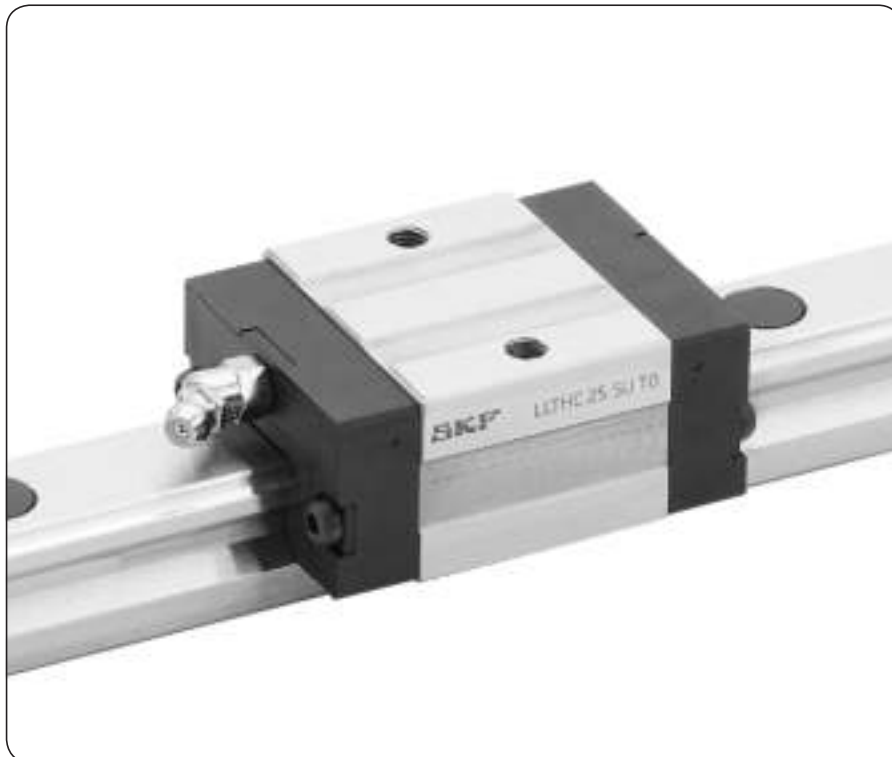
²⁾ Dynamische Tragzahlen und Momente basieren auf einer Laufleistung von 100 km. Weitere Informationen siehe Seite 7.



Führungswagen LLTHC ... SU

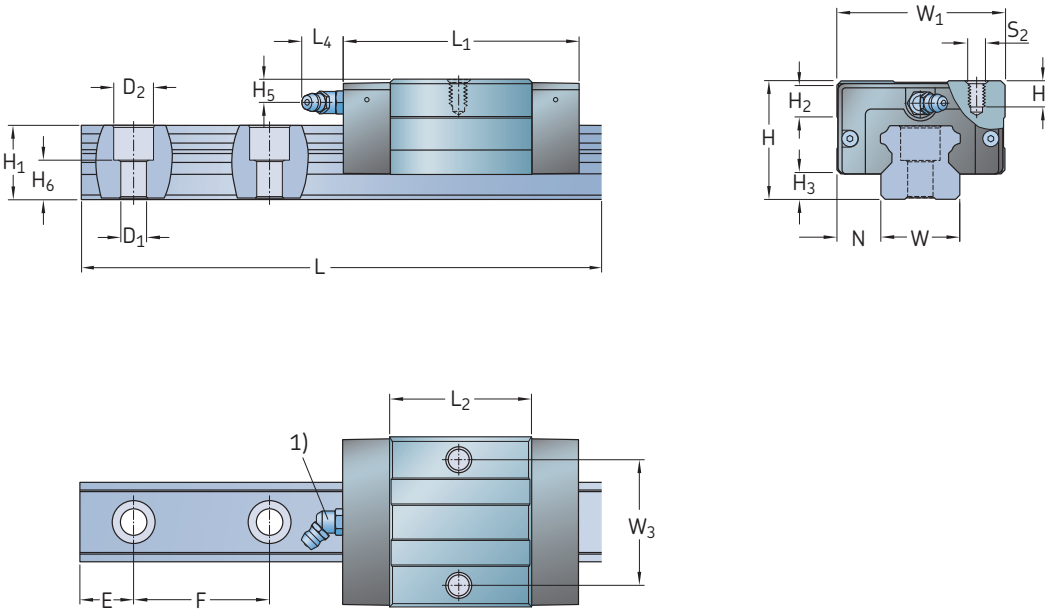
Kompaktwagen, kurz,
Standardhöhe

Führungswagen der Größe 15 bis 30 sind auch mit reibungsarmer Deckscheibe erhältlich. Die Abmessungen sind mit der Standardausführung identisch. Bezeichnungen siehe *Bestellschlüssel Führungswagen* (→ Seite 28).



Größe	Genauigkeitsklasse	Bezeichnung ¹⁾ Vorspannklasse T0	T1
-	-	-	-
15	P5	LLTHC 15 SU T0 P5	LLTHC 15 SU T1 P5
	P3	LLTHC 15 SU T0 P3	LLTHC 15 SU T1 P3
	P1		LLTHC 15 SU T1 P1
20	P5	LLTHC 20 SU T0 P5	LLTHC 20 SU T1 P5
	P3	LLTHC 20 SU T0 P3	LLTHC 20 SU T1 P3
	P1		LLTHC 20 SU T1 P1
25	P5	LLTHC 25 SU T0 P5	LLTHC 25 SU T1 P5
	P3	LLTHC 25 SU T0 P3	LLTHC 25 SU T1 P3
	P1		LLTHC 25 SU T1 P1
30	P5	LLTHC 30 SU T0 P5	LLTHC 30 SU T1 P5
	P3	LLTHC 30 SU T0 P3	LLTHC 30 SU T1 P3
	P1		LLTHC 30 SU T1 P1
35	P5	LLTHC 35 SU T0 P5	LLTHC 35 SU T1 P5
	P3	LLTHC 35 SU T0 P3	LLTHC 35 SU T1 P3
	P1		LLTHC 35 SU T1 P1

¹⁾ ■ **Vorzugsreihe.**
■ Nur als System erhältlich.
Bezeichnung siehe Bestellschlüssel.



Größe	Einbaumaße					Führungswagenmaße							
	W ₁	N	H	H ₂	H ₃	L ₁	L ₂	L ₄	W ₃	H ₄	H ₅	S ₂	
–	mm												–
15	34	9,5	24	4,2	4,6	48,9	25,6	4,3	26	4	4,3	M4	
20	44	12	30	8,3	5	55,4	32,1	15	32	6,5	5,7	M5	
25	48	12,5	36	8,2	7	66,2	38,8	16,6	35	6,5	6,5	M6	
30	60	16	42	11,3	9	78	45	14,6	40	8,5	8	M8	
35	70	18	48	11	9,5	88,8	51,4	14,6	50	10	8	M8	

Größe	Schienenmaße									Gewicht		Tragzahlen ²⁾		Momente ²⁾			
	W	H ₁	F	D ₁	D ₂	H ₆	E _{min} -0,75	E _{max} -0,75	L _{max} -1,5	Wagen	Schiene	dynamisch C	statisch C ₀	dynamisch M _x	statisch M _{x0}	dynamisch M _{y/z}	statisch M _{y0/z0}
–	mm									kg	kg/m	N		Nm			
15	15	14	60	4,5	7,5	8,5	10	50	3 920	0,1	1,4	5 800	9 000	39	60	21	32
20	20	18	60	6	9,5	9,3	10	50	3 920	0,17	2,3	9 240	14 400	83	130	41	64
25	23	22	60	7	11	12,3	10	50	3 920	0,21	3,3	13 500	19 600	139	202	73	106
30	28	26	80	9	14	13,8	12	70	3 944	0,48	4,8	19 200	26 600	242	335	120	166
35	34	29	80	9	14	17	12	70	3 944	0,8	6,6	25 500	34 800	393	536	182	248

¹⁾ Ausführliche Informationen über Schmiernippel siehe Seite 25.

²⁾ Dynamische Tragzahlen und Momente basieren auf einer Laufleistung von 100 km. Weitere Informationen siehe Seite 7.

Führungswagen LLTHC ... U

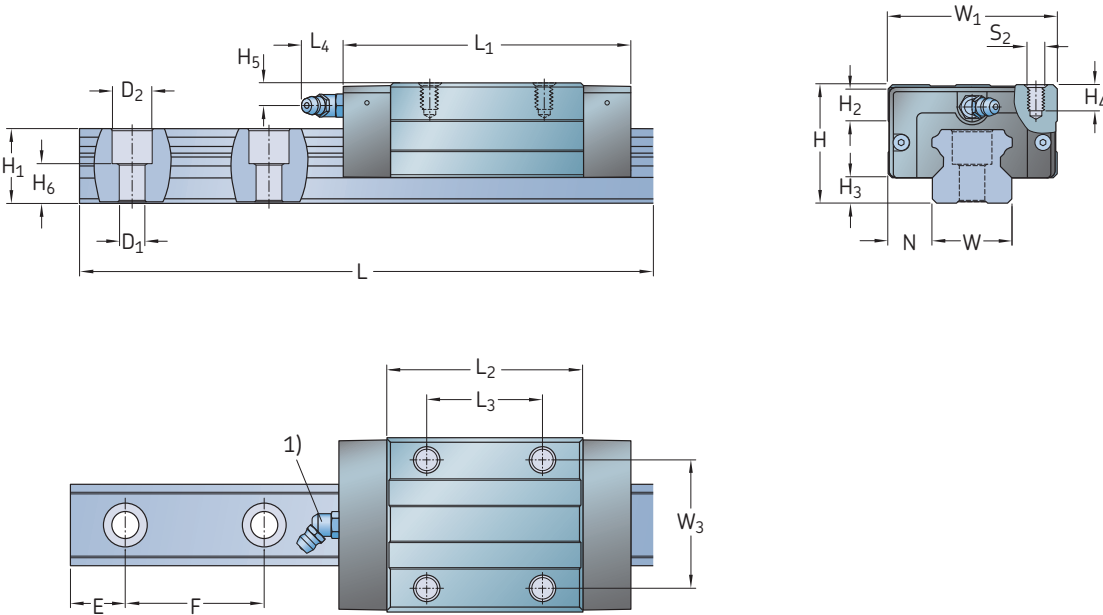
Kompaktwagen, Standardlänge,
Standardhöhe

Führungswagen der Größe 15 bis 30 sind auch mit reibungsarmer Deckscheibe erhältlich. Die Abmessungen sind mit der Standardausführung identisch. Bezeichnungen siehe *Bestellschlüssel Führungswagen* (→ Seite 28).



Größe	Genauigkeitsklasse	Bezeichnung ¹⁾ Vorspannklasse T0	T1		T2	
15	P5 P3 P1	LLTHC 15 U T0 P5 LLTHC 15 U T0 P3	LLTHC 15 U T1 P5 LLTHC 15 U T1 P3 LLTHC 15 U T1 P1	LLTHC 15 U T2 P5 LLTHC 15 U T2 P3 LLTHC 15 U T2 P1		
20	P5 P3 P1	LLTHC 20 U T0 P5 LLTHC 20 U T0 P3	LLTHC 20 U T1 P5 LLTHC 20 U T1 P3 LLTHC 20 U T1 P1	LLTHC 20 U T2 P5 LLTHC 20 U T2 P3 LLTHC 20 U T2 P1		
25	P5 P3 P1	LLTHC 25 U T0 P5 LLTHC 25 U T0 P3	LLTHC 25 U T1 P5 LLTHC 25 U T1 P3 LLTHC 25 U T1 P1	LLTHC 25 U T2 P5 LLTHC 25 U T2 P3 LLTHC 25 U T2 P1		
30	P5 P3 P1	LLTHC 30 U T0 P5 LLTHC 30 U T0 P3	LLTHC 30 U T1 P5 LLTHC 30 U T1 P3 LLTHC 30 U T1 P1	LLTHC 30 U T2 P5 LLTHC 30 U T2 P3 LLTHC 30 U T2 P1		
35	P5 P3 P1	LLTHC 35 U T0 P5 LLTHC 35 U T0 P3	LLTHC 35 U T1 P5 LLTHC 35 U T1 P3 LLTHC 35 U T1 P1	LLTHC 35 U T2 P5 LLTHC 35 U T2 P3 LLTHC 35 U T2 P1		
45	P5 P3 P1	LLTHC 45 U T0 P5 LLTHC 45 U T0 P3	LLTHC 45 U T1 P5 LLTHC 45 U T1 P3 LLTHC 45 U T1 P1	LLTHC 45 U T2 P5 LLTHC 45 U T2 P3 LLTHC 45 U T2 P1		

¹⁾ ■ **Vorzugsreihe.**
■ Nur als System erhältlich.
Bezeichnung siehe Bestellschlüssel.



Größe	Einbaumaße				Führungswagenmaße									
	W ₁	N	H	H ₂	H ₃	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	W ₃	H ₄	H ₅	S ₂	
-	mm													-
15	34	9,5	24	4,2	4,6	63,3	40	26	4,3	26	4	4,3	M4	
20	44	12	30	8,3	5	73,3	50	36	15	32	6,5	5,7	M5	
25	48	12,5	36	8,2	7	84,4	57	35	16,6	35	6,5	6,5	M6	
30	60	16	42	11,3	9	100,4	67,4	40	14,6	40	8,5	8	M8	
35	70	18	48	11	9,5	114,4	77	50	14,6	50	10	8	M8	
45	86	20,5	60	10,9	14	136,5	96	60	14,6	60	12	8,5	M10	

Größe	Schienenmaße										Gewicht		Tragzahlen ²⁾		Momente ²⁾			
	W	H ₁	H ₆	F	D ₁	D ₂	E _{min} -0,75	E _{max} -0,75	L _{max} -1,5	Wagen	Schiene	dynamisch C	statisch C ₀	dynamisch M _x	statisch M _{x0}	dynamisch M _{y/z}	statisch M _{y0/z0}	
-	mm										kg	kg/m	N		Nm			
15	15	14	8,5	60	4,5	7,5	10	50	3 920	0,17	1,4	8 400	15 400	56	103	49	90	
20	20	18	9,3	60	6	9,5	10	50	3 920	0,26	2,3	12 400	24 550	112	221	90	179	
25	23	22	12,3	60	7	11	10	50	3 920	0,38	3,3	18 800	30 700	194	316	155	254	
30	28	26	13,8	80	9	14	12	70	3 944	0,81	4,8	26 100	41 900	329	528	256	410	
35	34	29	17	80	9	14	12	70	3 944	1,2	6,6	34 700	54 650	535	842	388	611	
45	45	38	20,8	105	14	20	16	90	3 917	2,1	11,3	59 200	91 100	1 215	1 869	825	1 270	

¹⁾ Ausführliche Informationen über Schmiernippel siehe Seite 25.

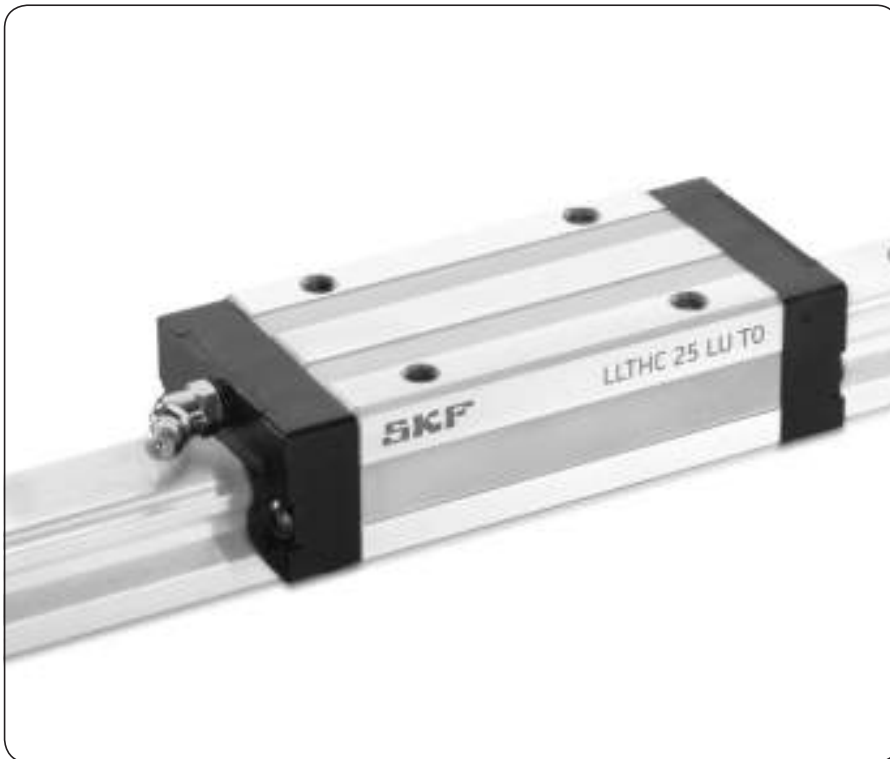
²⁾ Dynamische Tragzahlen und Momente basieren auf einer Laufleistung von 100 km. Weitere Informationen siehe Seite 7.



Führungswagen LLTHC ... LU

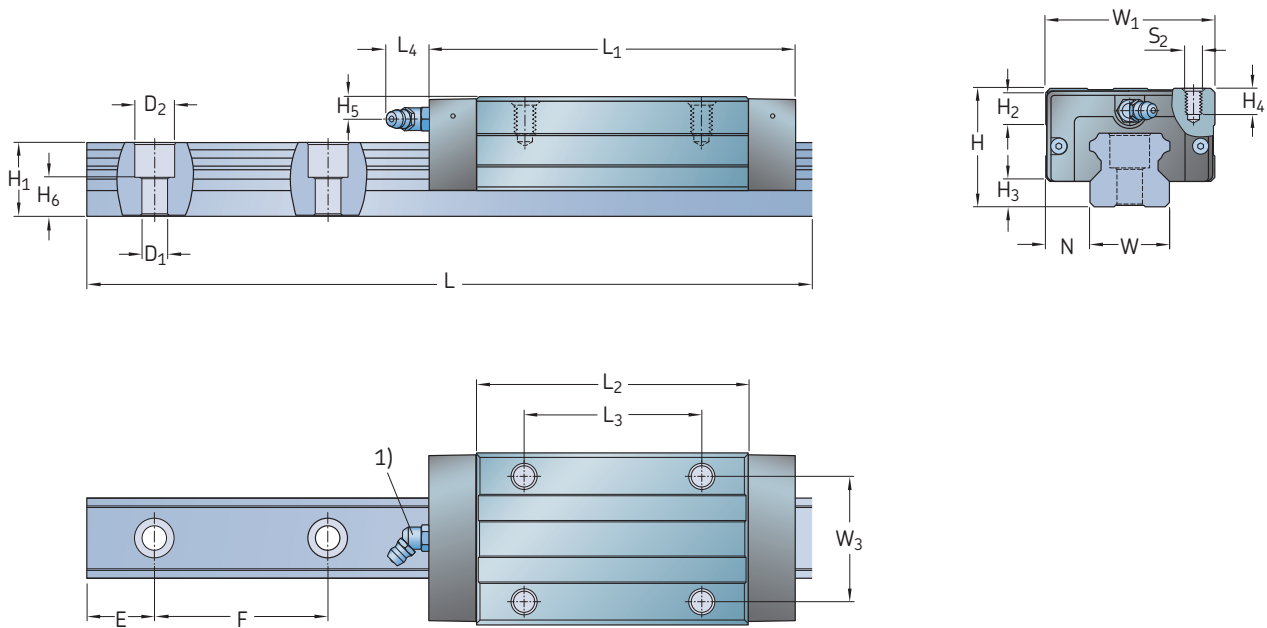
Kompaktwagen, lang,
Standardhöhe

Führungswagen der Größe 15 bis 30 sind auch mit reibungsarmer Deckscheibe erhältlich. Die Abmessungen sind mit der Standardausführung identisch. Bezeichnungen siehe *Bestellschlüssel Führungswagen* (→ Seite 28).



Größe	Genauigkeitsklasse	Bezeichnung ¹⁾ Vorspannklasse T0	T1	T2
-		-		
25	P5	LLTHC 25 LU T0 P5	LLTHC 25 LU T1 P5	LLTHC 25 LU T2 P5
	P3	LLTHC 25 LU T0 P3	LLTHC 25 LU T1 P3	LLTHC 25 LU T2 P3
	P1		LLTHC 25 LU T1 P1	LLTHC 25 LU T2 P1
30	P5	LLTHC 30 LU T0 P5	LLTHC 30 LU T1 P5	LLTHC 30 LU T2 P5
	P3	LLTHC 30 LU T0 P3	LLTHC 30 LU T1 P3	LLTHC 30 LU T2 P3
	P1		LLTHC 30 LU T1 P1	LLTHC 30 LU T2 P1
35	P5	LLTHC 35 LU T0 P5	LLTHC 35 LU T1 P5	LLTHC 35 LU T2 P5
	P3	LLTHC 35 LU T0 P3	LLTHC 35 LU T1 P3	LLTHC 35 LU T2 P3
	P1		LLTHC 35 LU T1 P1	LLTHC 35 LU T2 P1
45	P5	LLTHC 45 LU T0 P5	LLTHC 45 LU T1 P5	LLTHC 45 LU T2 P5
	P3	LLTHC 45 LU T0 P3	LLTHC 45 LU T1 P3	LLTHC 45 LU T2 P3
	P1		LLTHC 45 LU T1 P1	LLTHC 45 LU T2 P1

¹⁾ ■ **Vorzugsreihe.**
■ Nur als System erhältlich.
Bezeichnung siehe Bestellschlüssel.



Größe	Einbaumaße				Führungswagenmaße									
	W ₁	N	H	H ₂	H ₃	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	W ₃	H ₄	H ₅	S ₂	
-	mm													-
25	48	12,5	36	8,2	7	106,5	79,1	50	16,6	35	6,5	6,5	M6	
30	60	16	42	11,3	9	125,4	92,4	60	14,6	40	8,5	8	M8	
35	70	18	48	11	9,5	142,9	105,5	72	14,6	50	10	8	M8	
45	86	20,5	60	10,9	14	168,5	128	80	14,6	60	12	8,5	M10	

Größe	Schienenmaße										Gewicht		Tragzahlen ²⁾		Momente ²⁾			
	W	H ₁	H ₆	F	D ₁	D ₂	E _{min} -0,75	E _{max} -0,75	L _{max} -1,5	Wagen	Schiene	dynamisch C	statisch C ₀	dynamisch M _x	statisch M _{x0}	dynamisch M _{y/z}	statisch M _{y0/z0}	
-	mm										kg	kg/m	N		Nm			
25	23	22	12,3	60	7	11	10	50	3 920	0,47	3,3	24 400	44 600	252	460	287	525	
30	28	26	13,8	80	9	14	12	70	3 944	0,82	4,8	33 900	60 800	428	767	466	836	
35	34	29	17	80	9	14	12	70	3 944	1,26	6,6	45 000	79 400	694	1 224	706	1 246	
45	45	38	20,8	105	14	20	16	90	3 917	2,11	11,3	72 400	121 400	1 485	2 491	1 376	2 308	

¹⁾ Ausführliche Informationen über Schmiernippel siehe Seite 25.

²⁾ Dynamische Tragzahlen und Momente basieren auf einer Laufleistung von 100 km. Weitere Informationen siehe Seite 7.

Führungswagen LLTHC ... R

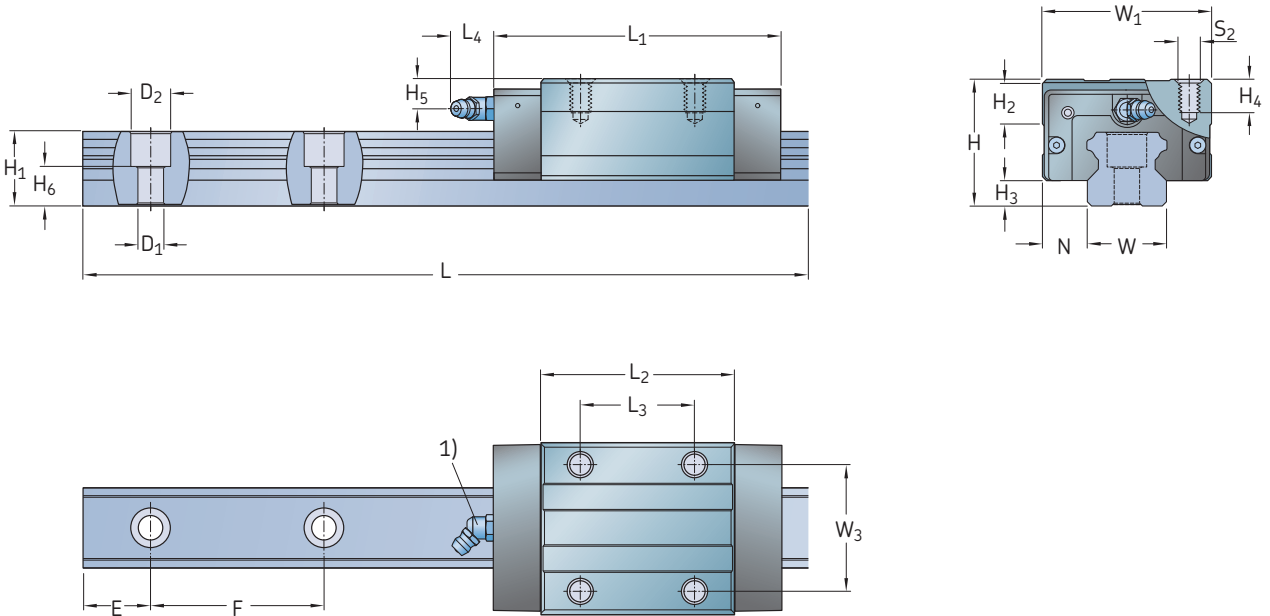
Kompaktwagen, Standardlänge,
hoch

C Führungswagen der Größe 15 bis 30 sind auch mit reibungsarmer Deckscheibe erhältlich. Die Abmessungen sind mit der Standardausführung identisch. Bezeichnungen siehe *Bestellschlüssel Führungswagen* (→ Seite 28).



Größe	Genauigkeitsklasse	Bezeichnung ¹⁾ Vorspannklasse T0	T1	T2
–	–	–		
15	P5	LLTHC 15 R T0 P5	LLTHC 15 R T1 P5	LLTHC 15 R T2 P5
	P3	LLTHC 15 R T0 P3	LLTHC 15 R T1 P3	LLTHC 15 R T2 P3
	P1		LLTHC 15 R T1 P1	LLTHC 15 R T2 P1
25	P5	LLTHC 25 R T0 P5	LLTHC 25 R T1 P5	LLTHC 25 R T2 P5
	P3	LLTHC 25 R T0 P3	LLTHC 25 R T1 P3	LLTHC 25 R T2 P3
	P1		LLTHC 25 R T1 P1	LLTHC 25 R T2 P1
30	P5	LLTHC 30 R T0 P5	LLTHC 30 R T1 P5	LLTHC 30 R T2 P5
	P3	LLTHC 30 R T0 P3	LLTHC 30 R T1 P3	LLTHC 30 R T2 P3
	P1		LLTHC 30 R T1 P1	LLTHC 30 R T2 P1
35	P5	LLTHC 35 R T0 P5	LLTHC 35 R T1 P5	LLTHC 35 R T2 P5
	P3	LLTHC 35 R T0 P3	LLTHC 35 R T1 P3	LLTHC 35 R T2 P3
	P1		LLTHC 35 R T1 P1	LLTHC 35 R T2 P1
45	P5	LLTHC 45 R T0 P5	LLTHC 45 R T1 P5	LLTHC 45 R T2 P5
	P3	LLTHC 45 R T0 P3	LLTHC 45 R T1 P3	LLTHC 45 R T2 P3
	P1		LLTHC 45 R T1 P1	LLTHC 45 R T2 P1

¹⁾ ■ **Vorzugsreihe.**
 ■ Nur als System erhältlich.
 Bezeichnung siehe Bestellschlüssel.



Größe	Einbaumaße					Führungswagenmaße								
	W ₁	N	H	H ₂	H ₃	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	W ₃	H ₄	H ₅	S ₂	
-	mm													-
15	34	9,5	28	7,8	4,6	63,3	40	26	15	26	7,5	8,3	M4	
25	48	12,5	40	12,2	7	84,4	57	35	16,6	35	10	10,5	M6	
30	60	16	45	14,3	9	100,4	67,4	40	14,6	40	11,2	11	M8	
35	70	18	55	18	9,5	114,4	77	50	14,6	50	17	15	M8	
45	86	20,5	70	20,9	14	136,5	96	60	14,6	60	20,5	18,5	M10	

Größe	Schienenmaße									Gewicht		Tragzahlen ²⁾		Momente ²⁾			
	W	H ₁	H ₆	F	D ₁	D ₂	E _{min} -0,75	E _{max} -0,75	L _{max} -1,5	Wagen	Schiene	dynamisch C	statisch C ₀	dynamisch M _x	statisch M _{x0}	dynamisch M _{y/z}	statisch M _{y0/z0}
-	mm									kg	kg/m	N		Nm			
15	15	14	8,5	60	4,5	7,5	10	50	3 920	0,19	1,4	8 400	15 400	56	103	49	90
25	23	22	12,3	60	7	11	10	50	3 920	0,45	3,3	18 800	30 700	194	316	155	254
30	28	26	13,8	80	9	14	12	70	3 944	0,91	4,8	26 100	41 900	329	528	256	410
35	34	29	17	80	9	14	12	70	3 944	1,5	6,6	34 700	54 650	535	842	388	611
45	45	38	20,8	105	14	20	16	90	3 917	2,3	11,3	59 200	91 100	1 215	1 869	825	1 270

¹⁾ Ausführliche Informationen über Schmiernippel siehe Seite 25.
²⁾ Dynamische Tragzahlen und Momente basieren auf einer Laufleistung von 100 km. Weitere Informationen siehe Seite 7.

Führungswagen LLTHC ... LR

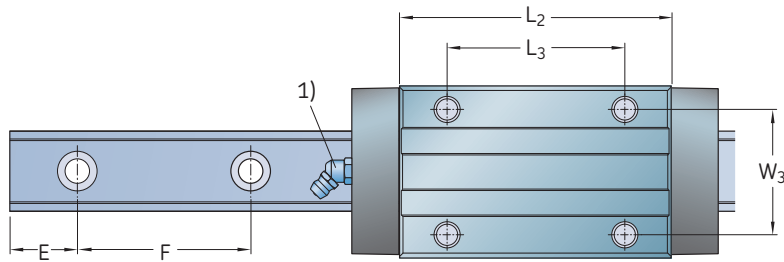
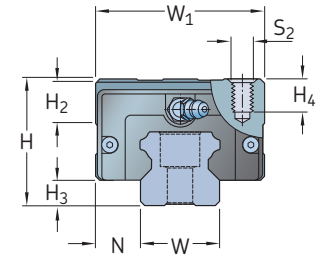
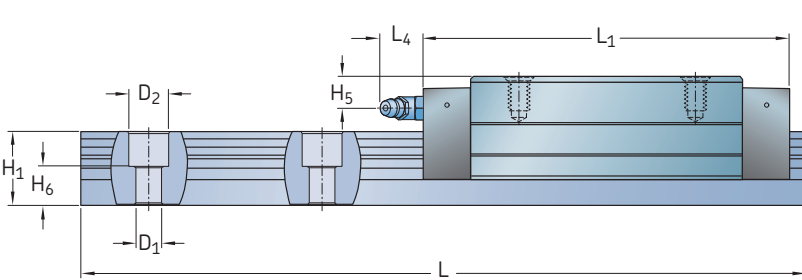
Kompaktwagen, lang,
hoch

Führungswagen der Größe 15 bis 30 sind auch mit reibungsarmer Deckscheibe erhältlich. Die Abmessungen sind mit der Standardausführung identisch. Bezeichnungen siehe *Bestellschlüssel Führungswagen* (→ Seite 28).



Größe	Genauigkeitsklasse	Bezeichnung ¹⁾		
		Vorspannklasse T0	T1	T2
-	-	-	-	-
20	P5	LLTHC 20 LR T0 P5	LLTHC 20 LR T1 P5	LLTHC 20 LR T2 P5
	P3	LLTHC 20 LR T0 P3	LLTHC 20 LR T1 P3	LLTHC 20 LR T2 P3
	P1		LLTHC 20 LR T1 P1	LLTHC 20 LR T2 P1
25	P5	LLTHC 25 LR T0 P5	LLTHC 25 LR T1 P5	LLTHC 25 LR T2 P5
	P3	LLTHC 25 LR T0 P3	LLTHC 25 LR T1 P3	LLTHC 25 LR T2 P3
	P1		LLTHC 25 LR T1 P1	LLTHC 25 LR T2 P1
30	P5	LLTHC 30 LR T0 P5	LLTHC 30 LR T1 P5	LLTHC 30 LR T2 P5
	P3	LLTHC 30 LR T0 P3	LLTHC 30 LR T1 P3	LLTHC 30 LR T2 P3
	P1		LLTHC 30 LR T1 P1	LLTHC 30 LR T2 P1
35	P5	LLTHC 35 LR T0 P5	LLTHC 35 LR T1 P5	LLTHC 35 LR T2 P5
	P3	LLTHC 35 LR T0 P3	LLTHC 35 LR T1 P3	LLTHC 35 LR T2 P3
	P1		LLTHC 35 LR T1 P1	LLTHC 35 LR T2 P1
45	P5	LLTHC 45 LR T0 P5	LLTHC 45 LR T1 P5	LLTHC 45 LR T2 P5
	P3	LLTHC 45 LR T0 P3	LLTHC 45 LR T1 P3	LLTHC 45 LR T2 P3
	P1		LLTHC 45 LR T1 P1	LLTHC 45 LR T2 P1

¹⁾ ■ **Vorzugsreihe.**
 ■ Nur als System erhältlich.
 Bezeichnung siehe Bestellschlüssel.



Größe	Einbaumaße				Führungswagenmaße									
	W ₁	N	H	H ₂	H ₃	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	W ₃	H ₄	H ₅	S ₂	
-	mm													-
20	44	12	30	8,3	5	89,5	66,2	50	15	32	6,5	5,7	M5	
25	48	12,5	40	12,2	7	106,5	79,1	50	16,6	35	10	10,5	M6	
30	60	16	45	14,3	9	125,4	92,4	60	14,6	40	11,2	11	M8	
35	70	18	55	18	9,5	142,9	105,5	72	14,6	50	17	15	M8	
45	86	20,5	70	20,9	14	168,5	128	80	14,6	60	20,5	18,5	M10	

Größe	Schienenmaße									Gewicht		Tragzahlen ²⁾		Momente ²⁾			
	W	H ₁	H ₆	F	D ₁	D ₂	E _{min} -0,75	E _{max} -0,75	L _{max} -1,5	Wagen	Schiene	dynamisch C	statisch C ₀	dynamisch M _x	statisch M _{x0}	dynamisch M _{y/z}	statisch M _{y0/z0}
-	mm									kg	kg/m	N		Nm			
20	20	18	9,3	60	6	9,5	10	50	3 920	0,47	2,3	15 200	32 700	137	295	150	322
25	23	22	12,3	60	7	11	10	50	3 920	0,56	3,3	24 400	44 600	252	460	287	525
30	28	26	13,8	80	9	14	12	70	3 944	1,2	4,8	33 900	60 800	428	767	466	836
35	34	29	17	80	9	14	12	70	3 944	1,9	6,6	45 000	79 400	694	1 224	706	1 246
45	45	38	20,8	105	14	20	16	90	3 917	2,8	11,3	72 400	121 400	1 485	2 491	1 376	2 308

¹⁾ Ausführliche Informationen über Schmiernippel siehe Seite 25.

²⁾ Dynamische Tragzahlen und Momente basieren auf einer Laufleistung von 100 km. Weitere Informationen siehe Seite 7.



Führungsschienen LLTHR

Von oben montierbar, Abdeckkappen aus Kunststoff sind im Lieferumfang enthalten.

Bezeichnung siehe

Bestellschlüssel Führungsschienen

(→ Seite 29).

Hinweis: Wenn eine Schienenlänge erforderlich ist, die die maximal lieferbare Länge überschreitet, können zusammengesetzte Schienen bestellt werden. Diese Schienen werden so gefertigt, dass sie nahtlos aneinander passen.

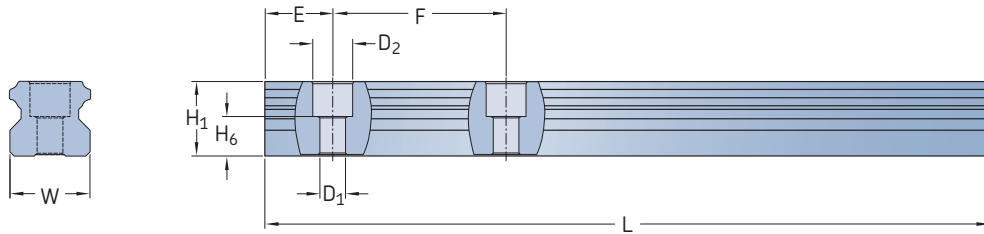


Standard-Schienengröße	Genauigkeitsklasse	Bezeichnung ¹⁾		Teilung F
		Schiene einteilig	Schiene mehrteilig	
–	–	–	–	mm
15	P5	LLTHR 15 - ... P5	LLTHR 15 - ... P5 A	60
	P3	LLTHR 15 - ... P3	LLTHR 15 - ... P3 A	
	P1	LLTHR 15 - ... P1	LLTHR 15 - ... P1 A	
20	P5	LLTHR 20 - ... P5	LLTHR 20 - ... P5 A	60
	P3	LLTHR 20 - ... P3	LLTHR 20 - ... P3 A	
	P1	LLTHR 20 - ... P1	LLTHR 20 - ... P1 A	
25	P5	LLTHR 25 - ... P5	LLTHR 25 - ... P5 A	60
	P3	LLTHR 25 - ... P3	LLTHR 25 - ... P3 A	
	P1	LLTHR 25 - ... P1	LLTHR 25 - ... P1 A	
30	P5	LLTHR 30 - ... P5	LLTHR 30 - ... P5 A	80
	P3	LLTHR 30 - ... P3	LLTHR 30 - ... P3 A	
	P1	LLTHR 30 - ... P1	LLTHR 30 - ... P1 A	
35	P5	LLTHR 35 - ... P5	LLTHR 35 - ... P5 A	80
	P3	LLTHR 35 - ... P3	LLTHR 35 - ... P3 A	
	P1	LLTHR 35 - ... P1	LLTHR 35 - ... P1 A	
45	P5	LLTHR 45 - ... P5	LLTHR 45 - ... P5 A	105
	P3	LLTHR 45 - ... P3	LLTHR 45 - ... P3 A	
	P1	LLTHR 45 - ... P1	LLTHR 45 - ... P1 A	

¹⁾ ■ **Vorzugsreihe.**

■ **Nur als System erhältlich.**

"..." durch Schienenlänge in mm ersetzen, z. B. LLTHR 15 - 1000 P5



Größe	Maße									Gewicht
	W	H ₁	H ₆	D ₁	D ₂	E _{min} -0,75	E _{max} -0,75	F	L _{max} -1,5	
-	mm									kg/m
15	15	14	8,5	4,5	7,5	10	50	60	3 920	1,4
20	20	18	9,3	6	9,5	10	50	60	3 920	2,3
25	23	22	12,3	7	11	10	50	60	3 920	3,3
30	28	26	13,8	9	14	12	70	80	3 944	4,8
35	34	29	17	9	14	12	70	80	3 944	6,6
45	45	38	20,8	14	20	16	90	105	3 917	11,3

Das Maß „E“ bezeichnet den Abstand vom Schienenende bis zur Mitte der ersten Montagebohrung. Wird bei der Bestellung kein kundenspezifisches E-Maß angegeben, werden die Schienen auf Grundlage der folgenden Formeln gefertigt:

Bestimmung der Anzahl Bohrungen in Schiene:

(1) $n_{\text{real}} = \frac{L}{F}$

(2) Abrundung von n_{real} auf n

(3) $n + 1 = z$

F = Abstand der Montagebohrungen

L = Schienenlänge

n_{real} = realer Berechnungswert für die Anzahl der Bohrungsabstände

z = Anzahl der Montagebohrungen

Bestimmung des rechnerischen E-Maßes aus z:

(4) $E_{\text{real}} = \frac{L - F(z - 1)}{2}$

E_{real} = realer Berechnungswert für E-Maß

E_{min} = minimales E-Maß lt. Katalog

Vergleich mit Katalogangabe für E_{min}

(4.1) Falls $E_{\text{real}} \geq E_{\text{min}}$
→ Übernahme von E_{real} aus **Formel 4**

(4.2) Falls $E_{\text{real}} < E_{\text{min}}$
→ Berechnung von E_{real} gemäß **Formel 5**

(5) $E_{\text{real}} = \frac{L - F(z - 2)}{2}$

Führungsschienen LLTHR ... D4

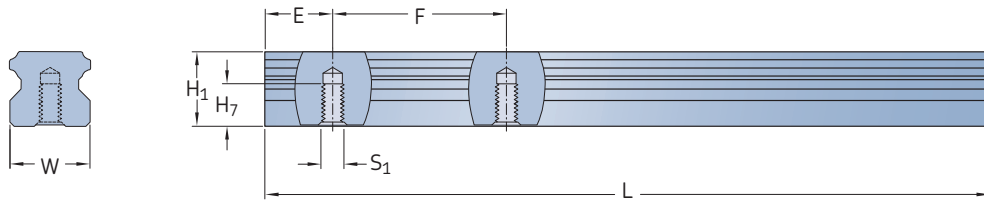
Von unten montierbar. Bezeichnung siehe *Bestellschlüssel Führungsschienen* (→ Seite 29).

Hinweis: Wenn eine Schienenlänge erforderlich ist, die die maximal lieferbare Länge überschreitet, können zusammengesetzte Schienen bestellt werden. Diese Schienen werden so gefertigt, dass sie nahtlos aneinander passen.



Standard-Schienengröße	Genauigkeitsklasse	Bezeichnung ¹⁾		Teilung F
		Schiene einteilig	Schiene mehrteilig	
–	–	–	–	mm
15	P5 D4	LLTHR 15 - ... P5 D4	LLTHR 15 - ... P5 A D4	60
	P3 D4	LLTHR 15 - ... P3 D4	LLTHR 15 - ... P3 A D4	
	P1 D4	LLTHR 15 - ... P1 D4	LLTHR 15 - ... P1 A D4	
20	P5 D4	LLTHR 20 - ... P5 D4	LLTHR 20 - ... P5 A D4	60
	P3 D4	LLTHR 20 - ... P3 D4	LLTHR 20 - ... P3 A D4	
	P1 D4	LLTHR 20 - ... P1 D4	LLTHR 20 - ... P1 A D4	
25	P5 D4	LLTHR 25 - ... P5 D4	LLTHR 25 - ... P5 A D4	60
	P3 D4	LLTHR 25 - ... P3 D4	LLTHR 25 - ... P3 A D4	
	P1 D4	LLTHR 25 - ... P1 D4	LLTHR 25 - ... P1 A D4	
30	P5 D4	LLTHR 30 - ... P5 D4	LLTHR 30 - ... P5 A D4	80
	P3 D4	LLTHR 30 - ... P3 D4	LLTHR 30 - ... P3 A D4	
	P1 D4	LLTHR 30 - ... P1 D4	LLTHR 30 - ... P1 A D4	
35	P5 D4	LLTHR 35 - ... P5 D4	LLTHR 35 - ... P5 A D4	80
	P3 D4	LLTHR 35 - ... P3 D4	LLTHR 35 - ... P3 A D4	
	P1 D4	LLTHR 35 - ... P1 D4	LLTHR 35 - ... P1 A D4	
45	P5 D4	LLTHR 45 - ... P5 D4	LLTHR 45 - ... P5 A D4	105
	P3 D4	LLTHR 45 - ... P3 D4	LLTHR 45 - ... P3 A D4	
	P1 D4	LLTHR 45 - ... P1 D4	LLTHR 45 - ... P1 A D4	

¹⁾ ■ **Vorzugsreihe.**
 ■ **Nur als System erhältlich.**
 "..." durch Schienenlänge in mm ersetzen, z. B. LLTHR 15 - 1000 P5 D4



Größe	Maße								Gewicht
	W	H ₁	H ₇	S ₁	E _{min} -0,75	E _{max} -0,75	F	L _{max} -1,5	
-	mm								kg/m
15	15	14	8	M5	10	50	60	3 920	1,4
20	20	18	10	M6	10	50	60	3 920	2,4
25	23	22	12	M6	10	50	60	3 920	3,4
30	28	26	15	M8	12	70	80	3 944	5,0
35	34	29	17	M8	12	70	80	3 944	6,8
45	45	38	24	M12	16	90	105	3 917	11,8

Das Maß „E“ bezeichnet den Abstand vom Schienenende bis zur Mitte der ersten Montagebohrung. Wird bei der Bestellung kein kundenspezifisches E-Maß angegeben, werden die Schienen auf Grundlage der folgenden Formeln gefertigt:

Bestimmung der Anzahl Bohrungen in Schiene:

(1) $n_{\text{real}} = \frac{L}{F}$

(2) Abrundung von n_{real} auf n

(3) $n + 1 = z$

F = Abstand der Montagebohrungen

L = Schienenlänge

n_{real} = realer Berechnungswert für die Anzahl der Bohrungsabstände

z = Anzahl der Montagebohrungen

Bestimmung des rechnerischen E-Maßes aus z:

(4) $E_{\text{real}} = \frac{L - F(z - 1)}{2}$

E_{real} = realer Berechnungswert für E-Maß

E_{min} = minimales E-Maß lt. Katalog

Vergleich mit Katalogangabe für E_{min}

(4.1) Falls $E_{\text{real}} \geq E_{\text{min}}$
→ Übernahme von E_{real} aus **Formel 4**

(4.2) Falls $E_{\text{real}} < E_{\text{min}}$
→ Berechnung von E_{real} gemäß **Formel 5**

(5) $E_{\text{real}} = \frac{L - F(z - 2)}{2}$

Führungsschienen LLTHR ... D6

Von oben montierbar, Abdeckkappen aus Metall sind im Lieferumfang enthalten.

Bezeichnung siehe

Bestellschlüssel Führungsschienen

(→ Seite 29).

Metall-Abdeckkappen stellen sicher, dass keinerlei Rückstände wie Schmutz, Späne, Kühlwasser oder sonstige Verunreinigungen im Bereich der Befestigungsbohrungen verbleiben. Nach dem Einpressen schließen diese Verschlusskappen bündig mit der Oberfläche der Profilschienen ab und gewährleisten somit ein sauberes Abstreifen. Die Wirksamkeit der Schutzfunktion kann durch den optionalen Einsatz von zusätzlichen Metallabstreifern in Kombination mit Metall-Abdeckkappen weiter erhöht werden (→ Seite 57).

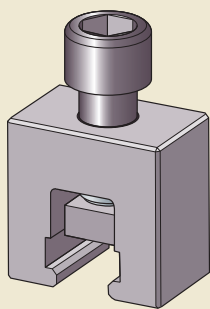
Hinweis: Wenn eine Schienenlänge erforderlich ist, die die maximal lieferbare Länge überschreitet, können zusammengesetzte Schienen bestellt werden. Diese Schienen werden so gefertigt, dass sie nahtlos aneinander passen.

Für die Montage der Metall-Abdeckkappen ist größenspezifisches Montagewerkzeug von SKF erforderlich. Entsprechende Bestellinformationen siehe Seite 29.



Standard-Schienengröße	Genauigkeitsklasse	Bezeichnung ¹⁾		Teilung F
		Schiene einteilig	Schiene mehrteilig	
-	-	-	-	mm
25	P5	LLTHR 25 - ... P5 D6	LLTHR 25 - ... P5 A D6	60
	P3	LLTHR 25 - ... P3 D6	LLTHR 25 - ... P3 A D6	
	P1	LLTHR 25 - ... P1 D6	LLTHR 25 - ... P1 A D6	
30	P5	LLTHR 30 - ... P5 D6	LLTHR 30 - ... P5 A D6	80
	P3	LLTHR 30 - ... P3 D6	LLTHR 30 - ... P3 A D6	
	P1	LLTHR 30 - ... P1 D6	LLTHR 30 - ... P1 A D6	
35	P5	LLTHR 35 - ... P5 D6	LLTHR 35 - ... P5 A D6	80
	P3	LLTHR 35 - ... P3 D6	LLTHR 35 - ... P3 A D6	
	P1	LLTHR 35 - ... P1 D6	LLTHR 35 - ... P1 A D6	
45	P5	LLTHR 45 - ... P5 D6	LLTHR 45 - ... P5 A D6	105
	P3	LLTHR 45 - ... P3 D6	LLTHR 45 - ... P3 A D6	
	P1	LLTHR 45 - ... P1 D6	LLTHR 45 - ... P1 A D6	

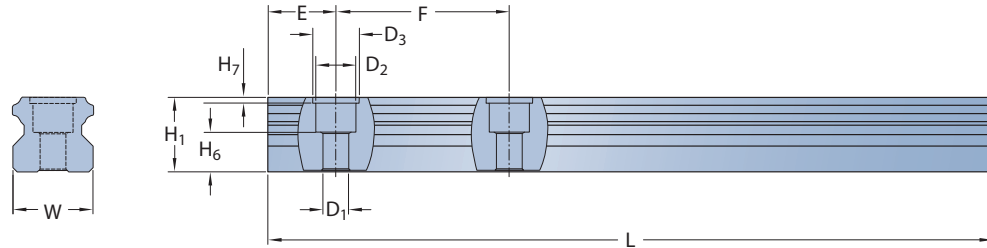
Einpresswerkzeug für die Montage der Metall-Abdeckkappen



¹⁾ ■ **Vorzugsreihe**

■ **Nur als System erhältlich.**

"..." durch Schienenlänge in mm ersetzen, z. B. LLTHR 15 - 1000 P5 D6



Größe	Maße											Gewicht
	W	H ₁	H ₆	H ₇	D ₁	D ₂	D ₃	E _{min} -0,75	E _{max} -0,75	F	L _{max} -1,5	
-	mm											kg/m
25	23	22	12,3	2,2	7	11	13	10	50	60	3 920	3,3
30	28	26	13,8	2,2	9	14	16	12	70	80	3 944	4,8
35	34	29	17	2,2	9	14	16	12	70	80	3 944	6,6
45	45	38	20,8	2,2	14	20	25	16	90	105	3 917	11,3

Das Maß „E“ bezeichnet den Abstand vom Schienenende bis zur Mitte der ersten Montagebohrung. Wird bei der Bestellung kein kundenspezifisches E-Maß angegeben, werden die Schienen auf Grundlage der folgenden Formeln gefertigt:

Bestimmung der Anzahl Bohrungen in Schiene:

(1) $n_{\text{real}} = \frac{L}{F}$

(2) Abrundung von n_{real} auf n

(3) $n + 1 = z$

F = Abstand der Montagebohrungen

L = Schienenlänge

n_{real} = realer Berechnungswert für die Anzahl der Bohrungsabstände

z = Anzahl der Montagebohrungen

Bestimmung des rechnerischen E-Maßes aus z:

(4) $E_{\text{real}} = \frac{L - F(z - 1)}{2}$

E_{real} = realer Berechnungswert für E-Maß

E_{min} = minimales E-Maß lt. Katalog

Vergleich mit Katalogangabe für E_{min}

(4.1) If $E_{\text{real}} \geq E_{\text{min}}$
→ Übernahme von E_{real} aus **Formel 4**

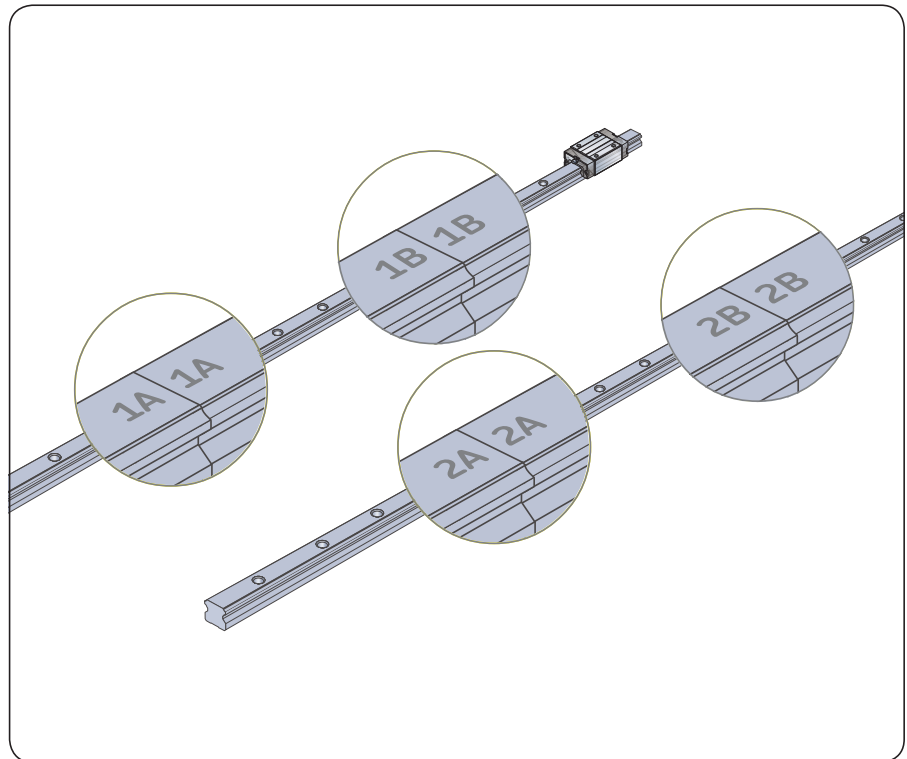
(4.2) Falls $E_{\text{real}} < E_{\text{min}}$
→ Berechnung von E_{real} gemäß **Formel 5**

(5) $E_{\text{real}} = \frac{L - F(z - 2)}{2}$

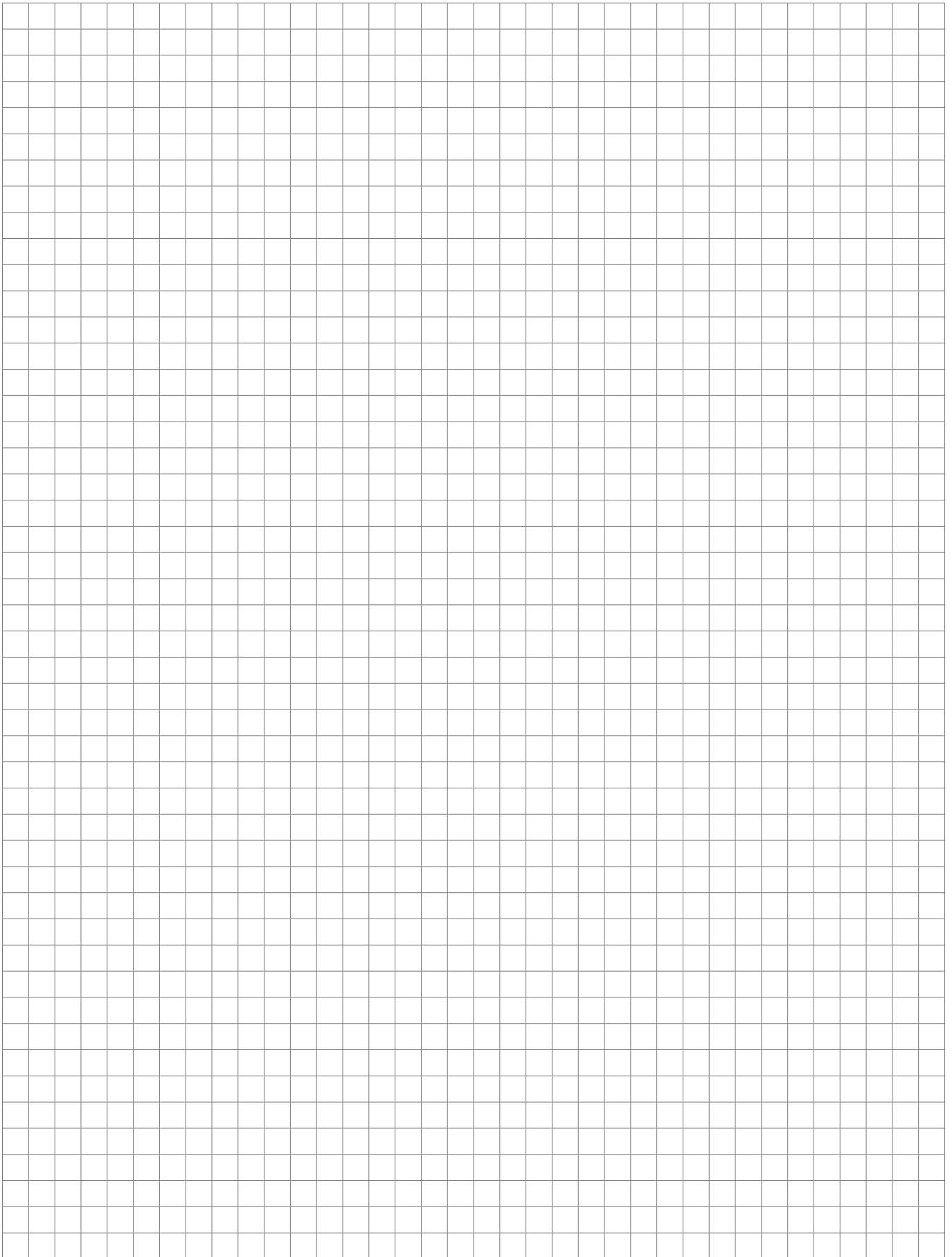
Zusammengesetzte Schienen

Wenn die gewünschte Führungslänge die Lieferlänge der LLT-Führungsschienen überschreitet, können speziell gepaarte und gestoßene Führungsschienen komplett als einbaufertige Sets bestehend aus zwei oder mehreren Schienen (pro Führungsseite) geliefert werden. In diesem Falle werden die Führungsschienen gekennzeichnet, um Verwechslungen während der Montage auszuschließen. Die maximal lieferbare Länge des Schienenstrangs beträgt 50 m. Bitte wenden Sie sich an SKF, wenn Ihre Anwendung einen längeren Schienenstrang erfordert. Die Führungssets sollten im Ersatzfall nur komplett ersetzt werden, um volle Funktionalität zu gewährleisten.

Bezeichnung siehe *Bestellschlüssel Führungsschienen* (→ **Seite 29**).



5 [mm]



Zubehör

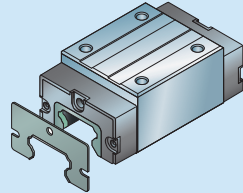
Zubehör

Artikelbezeichnung

Abbildung¹⁾

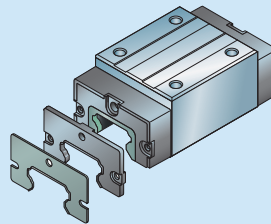
Funktion

Metallabstreifer



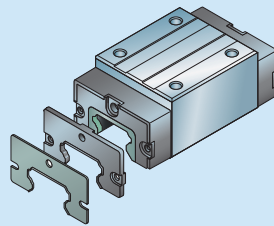
Metallabstreifer sind Komponenten aus Federstahl, die die Schiene nicht berühren. Sie schützen die Vorsatzdichtung z. B. vor groben Schmutzpartikeln oder heißen Metallspänen.

Zusätzliche Vorsatzdichtung



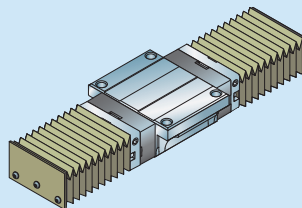
Zusätzliche Vorsatzdichtungen sind Kontaktdichtungen, die an die Stirnflächen des Führungswagens angebracht werden können. Hierbei handelt es sich um Einlippendichtungen aus speziellem hoch beanspruchbaren Material zum zusätzlichen Schutz gegen Flüssigkeiten und kleinere Schmutzpartikel. Eine zusätzliche Vorsatzdichtung in Kombination mit Führungswagen mit S0-Deckscheiben ergibt ein abgedichtetes System mit geringerer Reibung.

Dichtungssatz



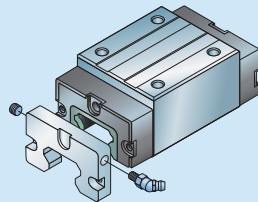
Der Dichtungssatz besteht aus einem Metallabstreifer und einer zusätzlichen Vorsatzdichtung. Er ist für Anwendungen gedacht, bei denen Verunreinigungen durch grobe und feine Schmutzpartikel sowie Flüssigkeiten auftreten.

Faltenbalg



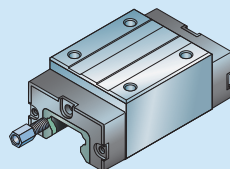
Faltenbälge schützen das gesamte System gegen feste und flüssige Verunreinigungen von oben. Sie sind für Umgebungen mit hoher Schmutzbelastung geeignet, z.B. in Bearbeitungszentren für Holz und Metall.

Befestigungsplatte



Befestigungsplatten weisen auf der rechten und linken Seite je eine Schnittstelle zum Anbringen eines Schmier nipples bzw. Anschluss an ein Zentralschmiersystem auf. Diese Schnittstelle ist auf beiden Seiten gleich ausgeführt. Die Befestigungsplatte kann an beiden Endseiten des Führungswagens angebracht werden. In der Regel kommt pro Führungswagen nur eine Platte zum Einsatz. Dieses Zubehörteil ist auch im Faltenbalgsatz enthalten.

Schmierverbindungsstück



Das Schmierverbindungsstück bildet die Schnittstelle zu einem Zentralschmiersystem. Es kann an beiden Endplatten des Führungswagens angebracht werden. In der Regel kommt pro Führungswagen nur ein Verbindungsstück zum Einsatz. Das Schmierverbindungsstück kann nicht in Kombination mit zusätzlichen Dichtungen (Metallabstreifer, zusätzliche Vorsatzdichtung, Dichtungssatz) verwendet werden.

¹⁾ Die Ausführung kann je nach Größe abweichen.

Metallabstreifer

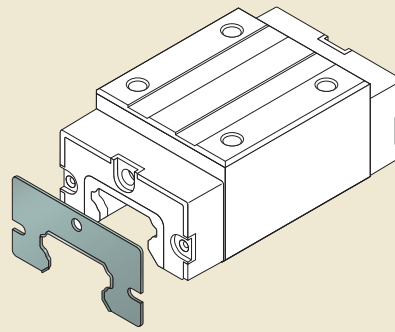
- Werkstoff: Federstahl nach DIN EN 10088
- Erscheinungsbild: brüniert, schwarz
- Ausführung mit einem maximalen Spaltmaß von 0,2 bis 0,3 mm

Montage

Befestigungsschrauben und Schmiermittel werden standardmäßig mitgeliefert. Bei der Montage auf einen gleichmäßigen Spalt zwischen Führungsschiene und Metallabstreifer achten.

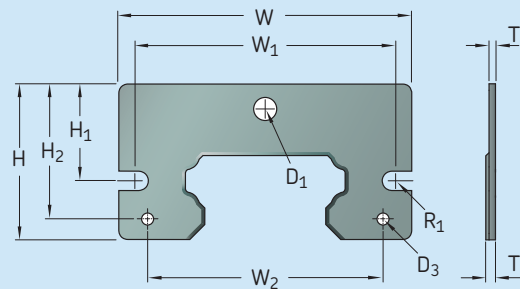
Hinweis: Kann zusammen mit einer zusätzlichen Vorsatzdichtung als Bausatz bestellt werden. Bezeichnung siehe *Bestellschlüssel Zubehör* (→ Seite 29).

Metallabstreifer



Die Ausführung kann je nach Größe abweichen.

Metallabstreifer



Größe	Teilebezeichnung	Maße			W	W ₁	W ₂	H	H ₁	H ₂	T	T _{1 max}
		D ₁	D ₃	R ₁								
-	-	mm										
15	LLTHZ 15 S1	3,6	-	1,75	31,6	25,8	-	18,5	12	-	1,5	1,8
20	LLTHZ 20 S1	5,5	-	1,75	42,6	35	-	24,2	14,8	-	1,5	1,8
25	LLTHZ 25 S1	5,5	-	2,25	46,6	39,6	-	27,7	16,8	-	1,5	1,8
30	LLTHZ 30 S1	6,5	-	1,75	57	50	-	30,4	19,3	-	1,5	1,8
35	LLTHZ 35 S1	6,5	3,4	2,25	67,3	59,2	52	36,3	22,1	30,1	1,5	1,8
45	LLTHZ 45 S1	6,5	3,4	2,75	83,3	72	67	44,2	27,5	38,3	1,5	1,8

Zusätzliche Vorsatzdichtung

- Werkstoff: Elastomer
- Ausführung: Einlippendichtung

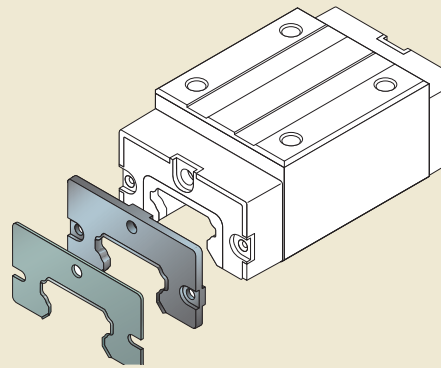
Montage

Befestigungsschrauben und Schmiernippel werden standardmäßig mitgeliefert.

Hinweis: Kann zusammen mit einem Metallabstreifer als Bausatz bestellt werden. Bezeichnung siehe *Bestellschlüssel Zubehör* (→ Seite 29).

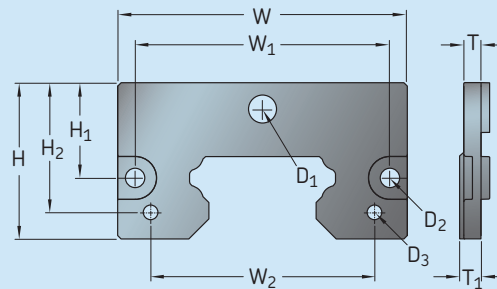
Eine zusätzliche Vorsatzdichtung in Kombination mit Führungswagen mit SO-Deckscheiben ergibt ein abgedichtetes System mit geringerer Reibung.

Vorsatzdichtung



Die Ausführung kann je nach Größe abweichen.

Zusätzliche Vorsatzdichtung



Größe	Teilebezeichnung	Maße										
		D ₁	D ₂	D ₃	W	W ₁	W ₂	H	H ₁	H ₂	T	T ₁
-	-	mm										
15	LLTHZ 15 S7	3,6	3,4	-	31,6	25,8	-	18,5	12	-	3	4
20	LLTHZ 20 S7	5,5	3,4	-	42,6	35	-	24,2	14,8	-	3	4
25	LLTHZ 25 S7	5,5	4,5	-	46,6	39,6	-	27,7	16,8	-	3	4
30	LLTHZ 30 S7	6,5	3,4	-	57,9	50	-	31,5	19,3	-	4	5
35	LLTHZ 35 S7	6,5	4,5	3,4	67,3	59,2	52	36,3	22,1	30,1	4	5
45	LLTHZ 45 S7	6,5	5,5	3,4	83,3	72	67	44,2	27,5	38,3	4	5

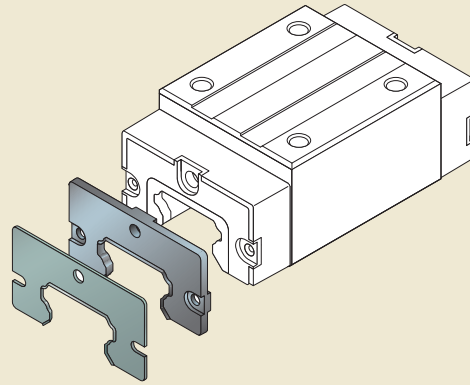
Dichtungssatz

Der Dichtungssatz besteht aus folgenden Komponenten:

- Metallabstreifer
- Zusätzliche Vorsatzdichtung

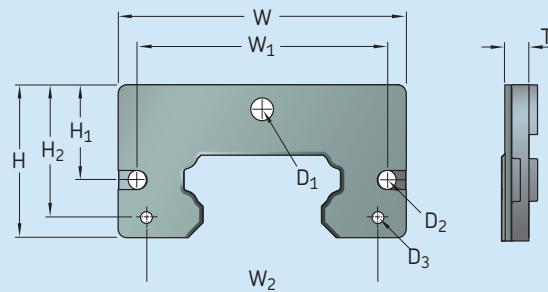
Befestigungsschrauben und Schmiernippel werden standardmäßig mitgeliefert. Bezeichnung siehe Bestellschlüssel Zubehör (→ Seite 29).

Dichtungssatz



Die Ausführung kann je nach Größe abweichen.

Dichtungssatz



Größe	Teilebezeichnung	Maße									
		D ₁	D ₂	D ₃	W	W ₁	W ₂	H	H ₁	H ₂	T
–	–	mm									
15	LLTHZ 15 S3	3,6	3,4	–	31,6	25,8	–	18,5	12	–	4
20	LLTHZ 20 S3	5,5	3,4	–	42,6	35	–	24,2	14,8	–	4
25	LLTHZ 25 S3	5,5	4,5	–	46,6	39,6	–	27,7	16,8	–	4
30	LLTHZ 30 S3	6,5	3,4	–	57,9	50	–	31,5	19,3	–	5
35	LLTHZ 35 S3	6,5	4,5	3,4	67,3	59,2	52	36,3	22,1	30,1	5
45	LLTHZ 45 S3	6,5	5,5	3,4	83,3	72	67	44,2	27,5	38,3	5

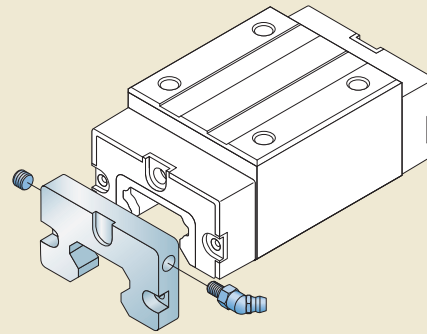
Befestigungsplatte

- Werkstoff: Aluminium
- Erscheinungsbild: Aluminium natur, nicht eloxiert

Montage

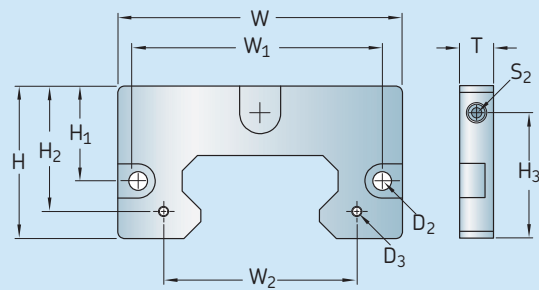
Befestigungsschrauben und Schmiernippel werden standardmäßig mitgeliefert. Bezeichnung siehe *Bestellschlüssel Zubehör* (→ Seite 29).

Befestigungsplatte



Die Ausführung kann je nach Größe abweichen.

Befestigungsplatte



Größe	Teilebezeichnung	Maße										
		S ₂	D ₂	D ₃	W	W ₁	W ₂	H	H ₁	H ₂	H ₃	T
–	–	mm										
15	LLTHZ 15 PL	M5	3,4	M2	32	25,8	20	18,9	12,2	16,4	13,7	10
20	LLTHZ 20 PL	M5	3,4	M3	43	35	28	24,5	15	20	17,5	10
25	LLTHZ 25 PL	M5	4,5	M3	47	39,6	32	28	17	23	22,5	10
30	LLTHZ 30 PL	M6	3,5	M3	58,5	50	38	32	19,5	26	25	10
35	LLTHZ 35 PL	M6	4,5	M3	68	59,2	45	37	22,5	29,5	30	10
45	LLTHZ 45 PL	M6	5,5	M3	84	72	57	45	28	37	37	10

Schmier- verbindungsstück

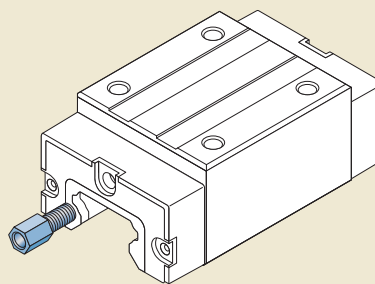
- Werkstoff: Stahl, alternativ Messing
- Erscheinungsbild: Hartverchromt

Montage

Zur Verwendung mit Zentralschmieranlagen, siehe „Schmierungslösungen von SKF“ auf www.skf.com. Bezeichnung siehe *Bestellschlüssel Zubehör* (→ Seite 29).

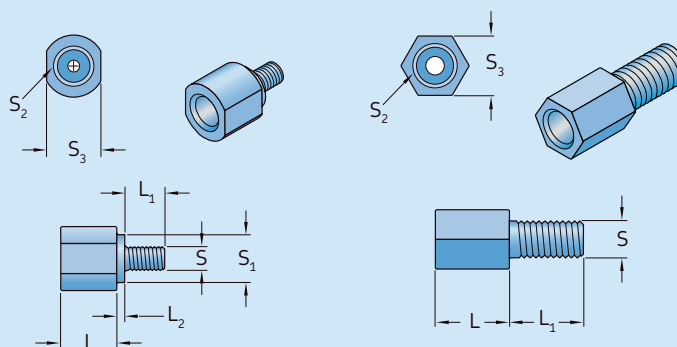
Hinweis: Das Schmierverbindungsstück kann nicht in Kombination mit zusätzlichen Dichtungen (Metallabstreifer, zusätzliche Vorsatzdichtung, Dichtungssatz) verwendet werden.

Schmierverbindungsstück



Die Ausführung kann je nach Größe abweichen.

Schmierverbindungsstück



Größe	Teilebezeichnung	Maße						
		L	L ₁	L ₂	S	S ₁	S ₂	S ₃
-	-	mm						
15	LLTHZ 15 VN UA	7	5	1	M3	6	M5 × 5L	7
20	LLTHZ 20 VN UA	10	8	-	M5	-	M6 × 7L	8
25	LLTHZ 25 VN UA	10	10	-	M5	-	M6 × 7L	8
30	LLTHZ 30 VN UA	10,5	12	-	M6	-	M6 × 8L	8
35	LLTHZ 35 VN UA	10,5	12	-	M6	-	M6 × 8L	8
45	LLTHZ 45 VN UA	10,5	12	-	M6	-	M6 × 8L	8

Faltenbälge

Temperaturbeständigkeit

$t_{max} = 90\text{ °C}$.

Bei Dauerbetrieb liegt der zulässige Temperaturbereich zwischen -20 °C und 80 °C .

Sonderwerkstoffe für eine höhere Temperaturbeständigkeit sind auf Anfrage erhältlich

Sonderwerkstoff LAS: Erhältlich für Größe 15–30. Temperaturgrenzwert ist 160 °C über einen sehr kurzen Zeitraum.

Sonderwerkstoff WEL: Erhältlich für Größe 35–45. Temperaturgrenzwert ist 260 °C über einen sehr kurzen Zeitraum.

In sämtlichen Anwendungen sind die Temperaturgrenzwerte für das LLT-System zu beachten (→ Seite 9).

Werkstoff

Faltenbälge werden aus Polyestergewebe mit Polyurethanbeschichtung hergestellt. Befestigungsplatten bestehen aus Aluminium.

Inhalt des Faltenbalgsatzes (→ Abb. 1)

- 1 Befestigungsplatte
- 2 Schmiernippel
- 3 Dichtring
- 4 Gewindestift
- 5 Befestigungsschrauben
- 6 Faltenbalg mit allen Platten

Hinweis: Die Schienenenden müssen mit Gewindebohrungen vorbereitet werden.

Abb. 1

Lieferumfang

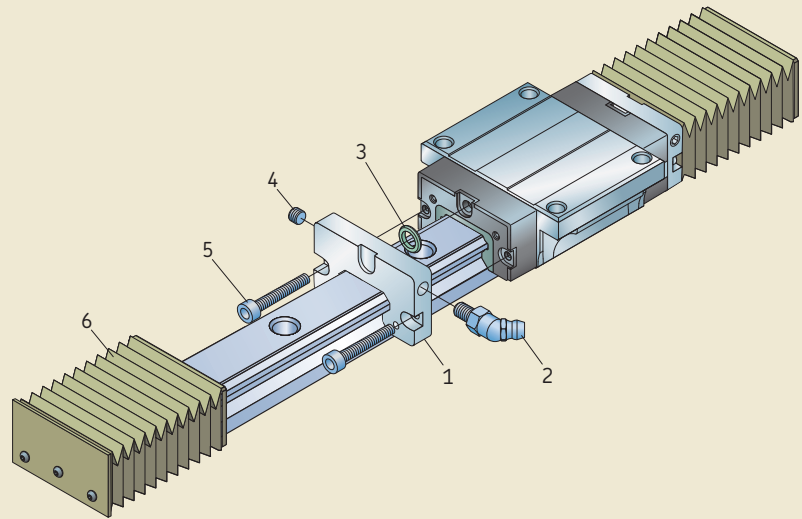





Tabelle 1

Faltenbalgbezeichnungen¹⁾

Größe	 Typ 2 mit Befestigungsplatte für den Führungswagen und Endplatte für die Schiene	 Typ 4 mit zwei Befestigungsplatten für den Führungswagen	 Typ 9 Loser Faltenbalg (Ersatzteil)
15	LLTHZ 15 B2 ..	LLTHZ 15 B4 ..	LLTHZ 15 ..
20	LLTHZ 20 B2 ..	LLTHZ 20 B4 ..	LLTHZ 20 ..
25	LLTHZ 25 B2 ..	LLTHZ 25 B4 ..	LLTHZ 25 ..
30	LLTHZ 30 B2 ..	LLTHZ 30 B4 ..	LLTHZ 30 ..
35	LLTHZ 35 B2 ..	LLTHZ 35 B4 ..	LLTHZ 35 ..
45	LLTHZ 45 B2 ..	LLTHZ 45 B4 ..	LLTHZ 45 ..

¹⁾ „..“ durch Anzahl der Falten pro Balg ersetzen.

Montage

Die Faltenbälge werden unmontiert geliefert, Befestigungsschrauben und alle erforderlichen Platten sind im Lieferumfang enthalten.

Hinweis: Vor der Montage müssen die Schmiernippel am Führungswagen entfernt werden.

Für die Faltenbalganordnung des Typs 2 (→ **Tabelle 1**) müssen die Stirnflächen der Schienen mit Gewindebohrungen zur Befestigung versehen werden.

Berechnung des Faltenbalgs Typ 2¹⁾

$$n = \frac{L - L_A}{W_{4 \min} + W_{4 \max}} + F$$

Berechnung der Schienenlänge

$$L = (n - F)(W_{4 \min} + W_{4 \max}) + L_A$$

$$L_{\min} = n W_{4 \min}$$

$$L_{\max} = n W_{4 \max}$$

$$\text{Hub} = n S_F$$

$$\text{Schienenlänge} < 500 \text{ mm} \quad F=2$$

$$500 \text{ mm} < \text{Schienenlänge} < 1000 \text{ mm} \quad F=3$$

$$\text{Schienenlänge} > 1000 \text{ mm} \quad F=4$$

wobei gilt

L_A = Länge des Führungswagens L_1 (siehe Maßtabellen der Führungswagen) zuzüglich $2 \times 10 \text{ mm}$ für die Befestigungsplatten

L = Schienenlänge [mm]

L_{\max} = Faltenbalg auseinandergezogen

L_{\min} = Faltenbalg zusammengedrückt

n = Gesamtanzahl der Falten pro Führungswagenseite

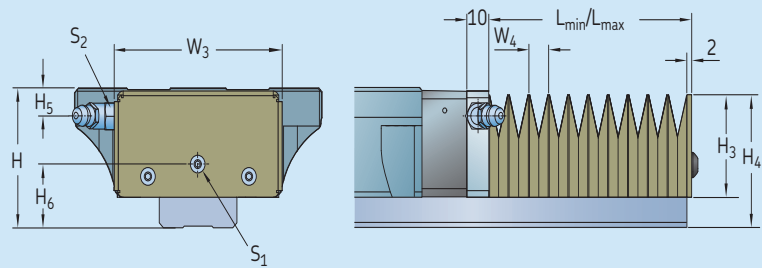
S_F = Hub pro Falte

$S_F = W_{4 \max} - W_{4 \min}$ [mm]

Hub = Hub [mm]

W_4 = maximaler und minimaler Auszug pro Falte

Faltenbalgmaße

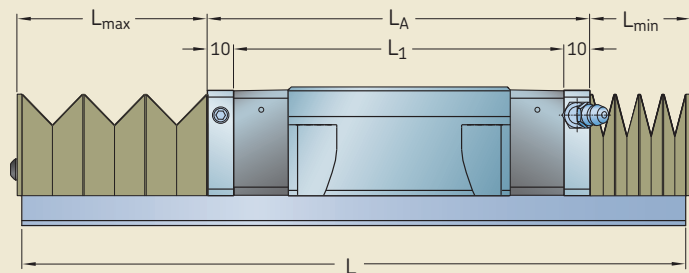


Größe	Maße								STD	LAS	WEL			
	W_3	H^1	H^2	H_3	H_4	H_5	H_6	S_1	S_2	$W_{4 \min}$	$W_{4 \min}$	$W_{4 \min}$	$W_{4 \max}^3$	
–	mm													
15	32	24	28	18,9	23,5	3,8	8,8	M4	M5	2,5	3	–	9,6	
20	43	30	30	24,5	29,5	5,2	12	M4	M5	2,5	3	–	12	
25	47	36	40	28	35	5,5	15,5	M4	M5	2,5	3	–	12	
30	58	42	45	32	41	7	19	M4	M6	2,5	3	–	16,9	
35	68	48	55	37	47	6,5	21,5	M4	M6	2,5	–	4	21	
45	84	60	70	45	59	7,5	28,5	M4	M6	2,5	–	4	25,2	

¹⁾ Für Führungswagen Typen SA, A, LA, SU, U, LU

²⁾ Für Führungswagen Typen R, LR

³⁾ $W_{4 \max}$ gilt für alle Werkstofftypen (Standardmaterial, LAS, WEL)



¹⁾ Berechnung für den maximal möglichen Hub. Berechnung des Faltenbalgs 4 auf Wunsch, Angabe der Hublänge erforderlich.

Anwendungen in korrosiver Umgebung

Damit LLT-Profileschienenführungen auch in korrosiver Umgebung betriebssicher eingesetzt werden können, müssen Wagen und Schiene mit speziellen Beschichtungen geschützt werden. Diese Beschichtungen erhöhen die Korrosionsbeständigkeit deutlich und verbessern damit die Verschleißbeständigkeit unter kritischen Betriebsbedingungen.

SKF schützt seine Bauteile mit folgenden Beschichtungen:

- LLTHR-Führungsschiene:
Dünnschicht-Verchromung (TDC Thin Dense Chrome)
- LLTHC-Führungswagen:
Nickelschicht

Schiene: Die Dünnschicht-Verchromung (TDC-Schicht) der Führungsschiene zeichnet sich durch eine sehr geringe Schichtdicke aus, die guten Korrosionsschutz gewährleistet, jedoch keinen Einfluss auf die Tragzahl des Systems nimmt. Technische Daten zu beiden Beschichtungsarten sind **Tabelle 1** zu entnehmen.

Mit diesem Sortiment sind zwei Kombination möglich. Die beschichtete Schiene kann sowohl mit vernickelten Führungswagen als auch mit Standardwagen kombiniert werden. Die Kombination beschichtete Führungsschiene mit Standardwagen kann dort zum Einsatz kommen, wo nur die Führungsschienen leichten korrosiven Medien ausgesetzt werden und die Wagen durch die Umgebungsstruktur abgeschirmt oder durch andere Maßnahmen hinreichend geschützt sind (z.B. Maschinen auf dem Trans-

portweg, Anlagen im Kontakt mit schwachen Reinigungslösungen).

In Kombination mit dem Standardwagen können die Tragzahlen aus dem Katalog für die Lebensdauerberechnung unverändert übernommen werden. Für diese Ausführungsvariante ist zu beachten, dass durch den Schichtdickenaufbau die Vorspannung leicht erhöht wird.

Bei Anwendungen mit vernickelten Führungswagen sind die Tragzahlwerte für dynamische Belastungen und Momente um 30% und für statische Belastungen und Momente um 20% reduziert. Standardmäßig werden die die Vorspannklassen T0 und T1 angeboten. Bei Systemen mit beschichteten Führungsschienen sind die Vorspannungs- und Reibungswerte leicht erhöht. Diese verringern sich nach einer kurzen Betriebszeit wieder teilweise.

Verfügbarkeit

- Schienengrößen: 15 – 45
- Komplette beschichtete Schienen: maximale Länge ca. 4 000 mm
- Abgelängte Führungsschiene: Standard - Schnittkanten sind nicht beschichtet
- Abgelängte Führungsschiene: möglich - Schnittkanten sind TDC-beschichtet

Hinweis: Werden beschichtete LLT-Führungsschienen eingesetzt, kann es zu Einlauferscheinungen kommen, die sich als glänzende Laufbahnbereiche zeigen. Das beeinflusst aber nicht die Korrosionseigenschaften. Alle Komponenten werden werksseitig korrosionsgeschützt ausgeliefert. Die vernickelten Führungswagen sind nicht geschmiert. Sie müssen vor der Inbe-

triebnahme kundenseitig be fettet und im Betrieb regelmäßig nachgefettet werden.

Hinweis: Führungswagen der Größe 15 und 20 in Kombination mit TDC-beschichteten Führungsschienen werden standardmäßig mit reibungsarmen S0-Dichtscheiben geliefert. Wahlweise sind sie auch mit einer zusätzlichen S7-Vorsatzdichtung erhältlich. In diesem Fall ist zu bedenken, dass sich die Führungswagenlänge leicht erhöht (**Seite 58**).

Tabelle 1

Technische Daten und Bestellbezeichnungen der beschichteten Komponenten

Eigenschaften	Führungsschiene	Führungswagen
Bezeichnung	LLTHR .../ HD (Europa)	LLTHC .../ HN
Beschichtung	TDC	Nickel
Farbe	matt grau	glänzend silber
Härte der Schicht	900 HV – 1300 HV	800 HV
Korrosionsschutz	72 h (Salzsprühtest nach DIN EN ISO 9227)	100 h (Salzsprühtest nach DIN EN ISO 9227)
RoHS-Konformität	ja	ja

Montage und Wartung

Allgemeine Hinweise

Die folgenden Hinweise zur Montage¹⁾ gelten für alle Führungswagenarten.

Um die hohe Präzision der LLT-Profil-schieneführungen von SKF zu erhalten, müssen die Führungswagen während des Transports und der anschließenden Montage vorsichtig behandelt werden.

Für den Schutz während der Lieferung, Lagerung und Montage wird ein Konservierungsmittel auf die LLT-Schienen und -Führungswagen aufgetragen. Bei Verwendung der empfohlenen Schmierstoffe braucht dieses Konservierungsmittel nicht entfernt zu werden.

Typische Montagebeispiele Führungsschienen

Jede Führungsschiene hat auf beiden Seiten geschliffene Anschlagflächen.

Möglichkeiten für die seitliche Befestigung der Führungsschienen (→ Abb. 1)

- 1 Anschlagkanten
- 2 Klemmleisten

Hinweis: An den Schienenenden muss eine Fase vorhanden sein, um eine Beschädigung der Dichtung zu verhindern. Wenn zwei Schienen zusammengesetzt werden, dürfen die zusammengefügte Enden keine Fase haben.

Führungsschienen, die nicht seitlich fixiert sind, müssen gerade und parallel montiert werden. SKF empfiehlt die Verwendung einer Hilfsleiste zur Bewahrung der Schienenposition während der Montage.

Montage mit seitlich fixierten Führungsschienen und Führungswagen

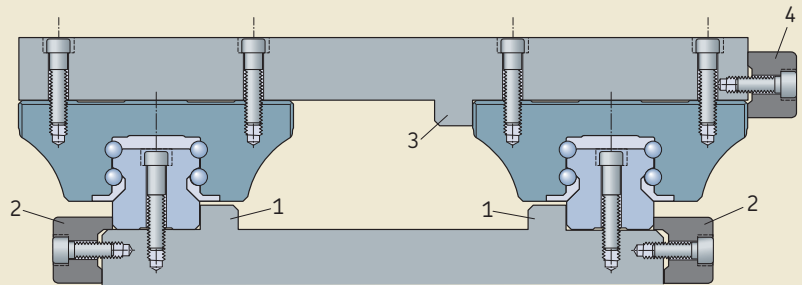


Abb. 1

Montage ohne seitliche Fixierung der Führungsschienen

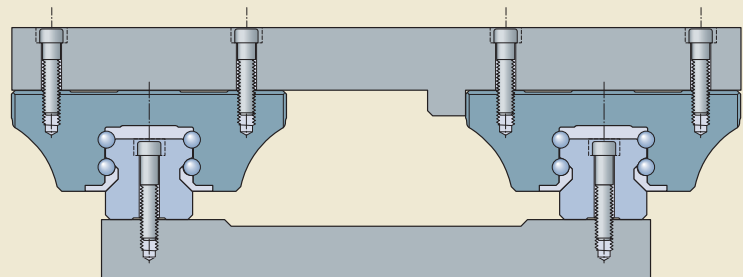


Abb. 2

Richtwerte für die zulässigen Seitenkräfte für nicht fixierte Schienen enthält die **Tabelle 3** auf **Seite 66**.

Führungswagen

Jeder Führungswagen hat eine geschliffene Anschlagseite (siehe Maß H2 in den Maßbildern für die Führungswagen (→ Seite 32 ff.).

Möglichkeiten für die seitliche Befestigung der Führungswagen (→ Abb. 1)

- 3 Anschlagkanten
- 4 Klemmleisten

Hinweis: Nach erfolgter Montage sollte sich der Führungswagen leicht verschieben lassen. Während der Montage ist der Führungswagen gegen Herunterfallen zu sichern.

¹⁾ Für ausführliche Informationen steht die „Montageanleitung Profilschieneführungssystem LLT“ auf www.skf.com zum Download bereit.

Anbindungskonstruktion, Schraubengrößen und Anzugsmomente

- Flanschwagen können sowohl von oben (→ **Abb. 3**) als auch von unten (→ **Abb. 4**) montiert werden.
- Kompaktwagen können von oben montiert werden (→ **Abb. 5**)

- Führungsschienen können sowohl von oben (→ **Abb. 4** und **5**) als auch von unten (→ **Abb. 3**, Schienentyp **LLTHR ... D4**) montiert werden.

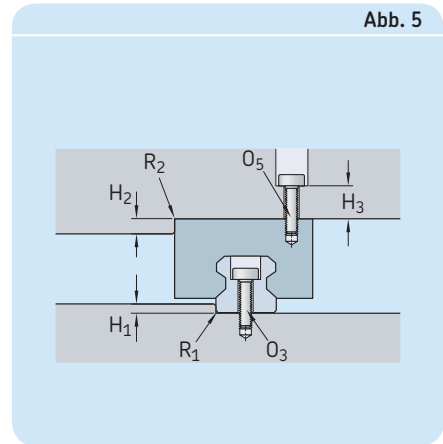
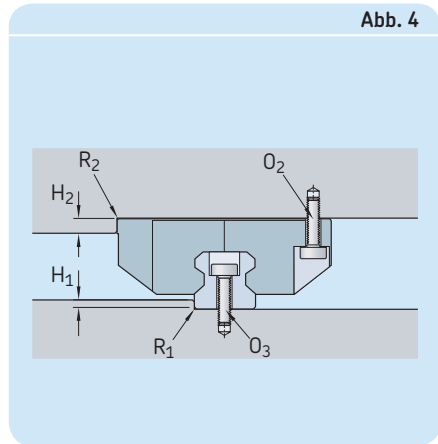
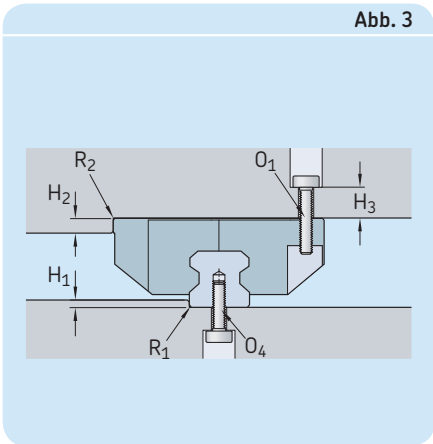


Tabelle 1

Anschlagkanten, Eckradien und Schraubengrößen

Größe	Maße						Schrauben				
	H ₁ min	H ₁ max	R ₁ max	H ₂	R ₂ max	H ₃ ¹⁾	O ₁ ISO 4762	O ₂	O ₃ ¹⁾	O ₄ ¹⁾	O ₅ ²⁾
–	mm						4 Stück		Schiene		
15	2,5	3,5	0,4	4	0,6	6	M5 x 12	M4 x 12	M4 x 20	M5 x 12	M4 x 12
20	2,5	4,0	0,6	5	0,6	9	M6 x 16	M5 x 16	M5 x 25	M6 x 16	M5 x 16
25	3,0	5,0	0,8	5	0,8	10	M8 x 20	M6 x 18	M6 x 30	M6 x 20	M6 x 18
30	3,0	5,0	0,8	6	0,8	10	M10 x 20	M8 x 20	M8 x 30	M8 x 20	M8 x 20
35	3,5	6,0	0,8	6	0,8	13	M10 x 25	M8 x 25	M8 x 35	M8 x 25	M8 x 25
45	4,5	8,0	0,8	8	0,8	14	M12 x 30	M10 x 30	M12 x 45	M12 x 30	M10 x 30

¹⁾ Die angegebenen Werte sind nur Empfehlungen.

²⁾ Für die Führungswagenstypen SU und SA sind zwei Schrauben für die maximale Belastung ausreichend.

Tabelle 2

Anzugsmomente der Befestigungsschrauben

Schraubenfestigkeitsklasse	Schraube					
	M4	M5	M6	M8	M10	M12
–	Nm					
für Gegenteile aus Stahl oder Gusseisen						
8.8	2,9	5,75	9,9	24	48	83
12.9	4,95	9,7	16,5	40	81	140
für Gegenteile aus Aluminium						
8.8	1,93	3,83	6,6	16	32	55
12.9	3,3	6,47	11	27	54	93

Tabelle 3

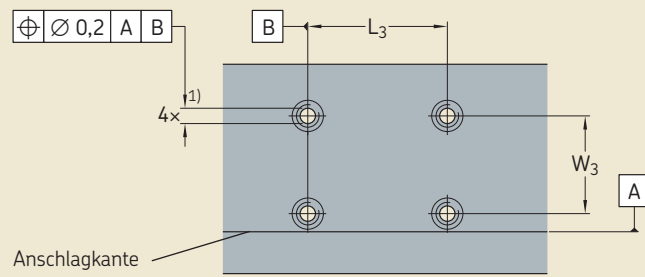
Maße und Richtwerte für zulässige Seitenkräfte ohne zusätzliche Seitenfixierung (→ Abb. 2)

Führungswagen	Schraubenfestigkeitsklasse	Führungswagen			Führungsschienen	
		O ₁	O ₂	O ₅	O ₃	O ₄
A, U, R	8.8	23% C	11% C	11% C	6% C	6% C
	12.9	35% C	18% C	18% C	10% C	10% C
LA, LU, LR	8.8	18% C	8% C	8% C	4% C	4% C
	12.9	26% C	14% C	14% C	7% C	7% C
SA, SU	8.8	12% C	8% C	8% C	9% C	9% C
	12.9	21% C	13% C	13% C	15% C	15% C

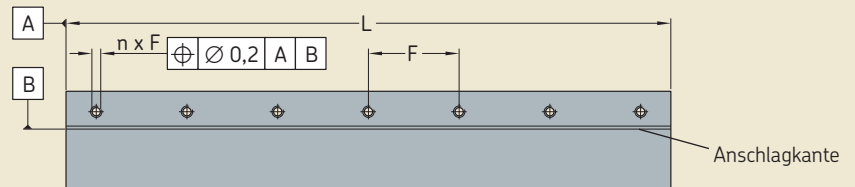
Positionstoleranzen der Montagebohrungen

Um die Austauschbarkeit zwischen Maschinenbett und Profilschienenführung zu gewährleisten, ist es erforderlich, die Positionen der korrespondierenden Montagebohrungen aller zu montierenden Elemente passend zu gestalten. Unter Beachtung der in den folgenden Darstellungen angegebenen Toleranzen ist eine Nacharbeit des Maschinenbetts insbesondere bei langen Führungsschienen nicht erforderlich.

Anschlusskonstruktion für Führungswagen



Anschlusskonstruktion für Führungsschienen



¹⁾ Bei Führungswagen typen SA, SU: 2x

Zulässige Höhenabweichung

Die Werte für die Höhenabweichung gelten für alle Führungswagenarten.

Wenn die Werte für die Höhenabweichung S_1 (→ **Tabelle 4**) und S_2 (→ **Tabelle 5**) innerhalb des vorgegebenen Bereichs liegen, wird die Lebensdauer des Schienenführungssystems nicht beeinträchtigt.

Zulässige Höhenabweichung in Querrichtung (→ **Tabelle 4**)

$$S_1 = a Y$$

wobei gilt

S_1 = zulässige Höhenabweichung [mm]

a = Abstand zwischen den Führungsschienen [mm]

Y = Berechnungsfaktor in Querrichtung

Hinweis: Die Höhentoleranz H für die Führungswagen muss berücksichtigt werden, siehe **Tabelle 1** auf **Seite 26**. Ergibt sich eine Differenz von $S_1 - 2 \cdot \text{Toleranz } H < 0$, ist ein anderes Produkt auszuwählen (andere Vorspannung und/oder Genauigkeitsklasse).

Zulässige Höhenabweichung in Längsrichtung auf einer Schiene (→ **Tabelle 5**)

$$S_2 = b X$$

wobei gilt

S_2 = zulässige Höhenabweichung [mm]

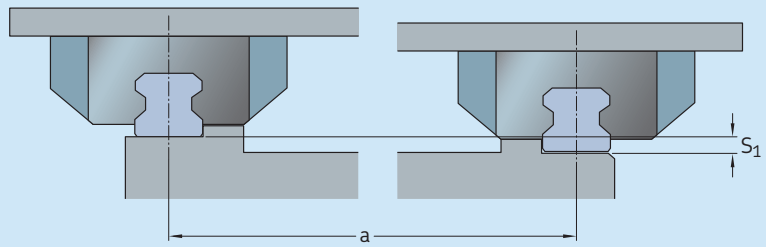
b = Abstand zwischen den Führungsschienen [mm]

X = Berechnungsfaktor in Längsrichtung

Hinweis: Die maximale Differenz ΔH für die Führungswagen muss berücksichtigt werden, siehe **Tabelle 1** auf **Seite 26**. Ergibt sich eine Differenz von $S_2 - \Delta H < 0$, ist ein anderes Produkt auszuwählen (andere Vorspannung und/oder Genauigkeitsklasse).

Tabelle 4

Zulässige Höhenabweichung in Querrichtung

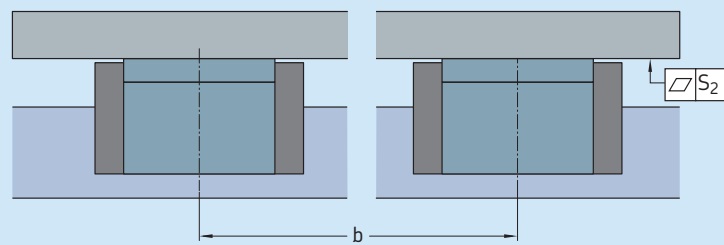


Berechnungsfaktor Y für Führungswagen

Berechnungsfaktor	Vorspannungsklasse	T1	T2
	T0	Vorspannung (2% C)	Vorspannung (8% C)
Y	$5,2 \times 10^{-4}$	$3,4 \times 10^{-4}$	$2,0 \times 10^{-4}$
Y (Führungswagenarten SA + SU)	$6,2 \times 10^{-4}$	$4,1 \times 10^{-4}$	–

Tabelle 5

Zulässige Höhenabweichung in Längsrichtung auf einer Schiene



Berechnungsfaktor X für Führungswagen

Berechnungsfaktor	Führungswagenlänge	normal	lang
	kurz		
X	$6,6 \times 10^{-5}$	$4,7 \times 10^{-5}$	$3,3 \times 10^{-5}$

Parallelität

Die Parallelität der montierten Führungsschienen wird an den Führungsschienen und Führungswagen gemessen.

Die Werte für die Parallelitätsabweichung P_a gelten für alle Führungswagenarten.

Die Parallelitätsabweichung P_a erhöht die Vorspannung. Wenn die Werte innerhalb des Bereichs in **Tabelle 6** liegen, wird die Lebensdauer des Führungsschienensystems nicht beeinflusst.

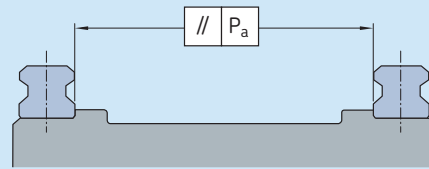
Bei der Standardmontage ist die Anschlusskonstruktion leicht federnd. Eine Präzisionsmontage erfordert jedoch eine steife und hochpräzise Anschlusskonstruktion. In diesem Fall sind die in der Tabelle angegebenen Werte zu halbieren.

Wartung

Damit kein Schmutz an den Führungsschienen haften bleibt und in diese eingelagert wird, sind die Schienen regelmäßig mit einem Reinigungshub zu reinigen. SKF empfiehlt zweimal am Tag oder mindestens alle acht Stunden einen Reinigungshub über die gesamte Verfahrlänge.

Ein Reinigungshub ist jedes Mal beim Ein- und Ausschalten der Maschine durchzuführen.

Parallelitätsabweichung P_a



Größe	Toleranzklasse		
	T0	T1 (2% C)	T2 (8% C)
–	–	–	–
15	0,030	0,018	0,010
20	0,036	0,022	0,012
25	0,038	0,024	0,014
30	0,042	0,028	0,018
35	0,046	0,030	0,020
45	0,056	0,038	0,024
Führungswagenarten SA + SU			
15	0,036	0,022	–
20	0,044	0,026	–
25	0,046	0,028	–
30	0,050	0,034	–
35	0,056	0,036	–

Typische Anwendungsgebiete

Typische Anwendungsgebiete

Anwendungen	Genauigkeitsklassen			Vorspannklassen			Spezielle Anforderungen an	
	P5	P3	P1	T0	T1	T2	Geschwindigkeit	Abdichtung
Handhabung								
Linearroboter	+	+		+	+		+	
Linearschlitten	+	+	+	+	+	+	+	
Achsmodule	+	+		+	+			
Pneumatische Automation	+	+		+	+		+	
Kunststoff-Spritzguss								
Spann- und Spritzeinrichtung	+	+		+	+		+	
Maschinenabdeckung	+			+				
Holzbearbeitung								
Portale	+	+	+	+	+	+	+	+
Maschinenabdeckung	+			+				
Drucktechnik								
Schneid- und Transportsysteme	+			+	+			+
Verpackungstechnik								
Etikettierung	+	+		+				
Stapelung/Palettierung	+	+		+	+		+	
Medizintechnik								
Bildgebende Verfahren	+	+		+	+			
Patiententische	+	+		+	+			+
Laborautomation	+	+		+	+			+
Werkzeugmaschinen								
Spanende Bearbeitung	+	+	+	+	+	+	+	+
Sägen	+	+		+	+	+	+	

Symbol: + Geeignet

Bitte füllen Sie das Formular aus und übergeben Sie es Ihrem SKF Berater oder autorisiertem Händler.

Auswahl von Profilschienenführungen

Datum

1a Kunde

Firma	
Adresse 1	
Adresse 2	
Ort	PLZ
Land	
Tel.	Fax

2 SKF Ansprechpartner

Firma	
Adresse 1	
Adresse 2	
Ort	PLZ
Land	
Tel.	Fax

1b Ansprechpartner

Name		Tel	Mobitel
Position	Abteilung	E-Mail	
Name		Tel	Mobitel
Position	Abteilung	E-Mail	
Name		Tel	Mobitel
Position	Abteilung	E-Mail	

3 Grund der Anfrage

Austausch Neukonstruktion Sonstiges:

Derzeit verwendetes Produkt

4 Anwendung / Branche

5 Anwendungsbeschreibung



18 Genauigkeitsklasse

(Einzelheiten siehe LLT-Produktkatalog Seite 25)

P5 (standard)

P3 (mittel)

P1 (hoch)

19 Vorspannklasse

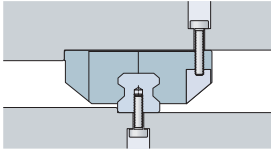
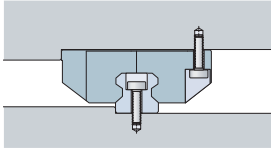
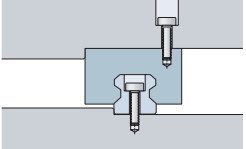



(Einzelheiten siehe LLT-Produktkatalog Seite 15)

T0 (ohne Vorspannung)

T1 (leichte Vorspannung 2% C)

T2 (mittlere Vorspannung 8% C)

20 Montage

Führungswagen	 <input type="checkbox"/> Flanschwagen, Montage von oben	 <input type="checkbox"/> Flanschwagen, Montage von unten	 <input type="checkbox"/> Kompaktwagen, Montage von oben
Führungsschienen	 <input type="checkbox"/> Montage von oben, Abdeckkappen aus Kunststoff	 <input type="checkbox"/> Montage von oben, Abdeckkappen aus Metall	
	 <input type="checkbox"/> Montage von unten	<input type="checkbox"/> Andere	

Anbindungs konstruktion

21 Umgebungsbedingungen

--

22 Anmerkungen / Sonderwünsche / Skizze

--

--



SKF – Kompetenz für Bewegungstechnik

Mit der Erfindung des Pendelkugellagers begann vor über 100 Jahren die Erfolgsgeschichte der SKF. Inzwischen hat sich die SKF Gruppe zu einem Kompetenzunternehmen für Bewegungstechnik mit fünf Plattformen weiterentwickelt. Die Verknüpfung dieser fünf Kompetenzplattformen ermöglicht besondere Lösungen für unsere Kunden. Zu diesen Plattformen gehören selbstverständlich Lager und Lagereinheiten sowie Dichtungen. Die weiteren Plattformen sind Schmiersysteme – in vielen Fällen die Grundvoraussetzung für eine lange Lagergebrauchsdauer –, außerdem Mechatronik-Bauteile – für integrierte Lösungen zur Erfassung und Steuerung von Bewegungsabläufen –, sowie umfassende Dienstleistungen, von der Beratung bis hin zu Komplettlösungen für Wartung und Instandhaltung oder Logistikunterstützung.

Obwohl das Betätigungsfeld größer geworden ist, ist die SKF Gruppe fest entschlossen, ihre führende Stellung bei Entwicklung, Herstellung und Vertrieb von Wälzlagern und verwandten Produkten wie z.B. Dichtungen weiter auszubauen. Darüber hinaus nimmt SKF eine zunehmend wichtigere Stellung ein bei Produkten für die Line-

artechnik, für die Luftfahrt oder für Werkzeugmaschinen sowie bei Instandhaltungsdienstleistungen.

Die SKF Gruppe ist weltweit nach ISO 14001 und OHSAS 18001 zertifiziert, den internationalen Standards für Umwelt- bzw. Arbeitsmanagementsysteme. Das Qualitätsmanagement der einzelnen Geschäftsbereiche ist zertifiziert und entspricht der Norm DIN EN ISO 9001 und anderen kundenspezifischen Anforderungen.

Mit über 100 Produktionsstätten weltweit und eigenen Verkaufsgesellschaften in über 70 Ländern ist SKF ein global tätiges Unternehmen. Rund 15 000 Vertragshändler und Wiederverkäufer, ein Internet-Marktplatz und ein weltweites Logistiksystem sind die Basis dafür, dass SKF mit Produkten und Dienstleistungen immer nah beim Kunden ist. Das bedeutet, Lösungen von SKF sind verfügbar, wann und wo auch immer sie gebraucht werden.

Die Marke SKF und die SKF Gruppe sind global stärker als je zuvor. Als Kompetenzunternehmen für Bewegungstechnik sind wir bereit, Ihnen mit Weltklasse-Produkten und dem zugrunde liegenden Fachwissen zu nachhaltigem Erfolg zu verhelfen.

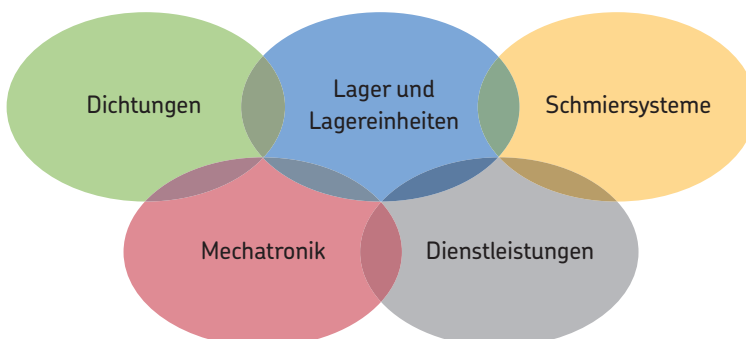


© Airbus – photo: e*rm company, H. Goussé

By-wire-Technik forcieren

SKF verfügt über umfangreiches Wissen und vielfältige Erfahrungen auf dem schnell wachsenden Gebiet der By-wire-Technik, insbesondere zur Steuerung von Flugbewegungen, zur Bedienung von Fahrzeugen und zur Steuerung von Arbeitsabläufen. SKF gehört zu den Ersten, die die By-wire-Technik im Flugzeugbau praktisch zum Einsatz gebracht haben und arbeitet seitdem eng mit allen führenden Herstellern in der Luft- und Raumfahrtindustrie zusammen. So sind z.B. praktisch alle Airbus-Flugzeuge mit By-wire-Systemen von SKF ausgerüstet.

SKF ist auch führend bei der Umsetzung der By-wire-Technik im Automobilbau. Zusammen mit Partnern aus der Automobilindustrie entstanden zwei Konzeptfahrzeuge, bei denen SKF Mechatronik-Bauteile zum Lenken und Bremsen im Einsatz sind. Weiterentwicklungen der By-wire-Technik haben SKF außerdem veranlasst, einen vollelektrischen Gabelstapler zu bauen, in dem ausschließlich Mechatronik-Bauteile zum Steuern der Bewegungsabläufe eingesetzt werden – anstelle der Hydraulik.





Die Kraft des Windes nutzen

Windenergieanlagen liefern saubere, umweltfreundliche elektrische Energie. SKF arbeitet eng mit weltweit führenden Herstellern an der Entwicklung leistungsfähiger und vor allem störungsresistenter Anlagen zusammen. Ein breites Sortiment auf den Einsatzfall abgestimmter Lager und Zustandsüberwachungssysteme hilft, die Verfügbarkeit der Anlagen zu verbessern und ihre Instandhaltung zu optimieren – auch in einem extremen und oft unzugänglichen Umfeld.



Extremen Temperaturen trotzen

In sehr kalten Wintern, vor allem in nördlichen Ländern, mit Temperaturen weit unter null Grad, können Radsatzlagerungen von Schienenfahrzeugen aufgrund von Mangelschmierung ausfallen. Deshalb entwickelte SKF eine neue Familie von Schmierfetten mit synthetischem Grundöl, die auch bei extrem tiefen Temperaturen ihre Schmierfähigkeit behalten. Die Kompetenz von SKF hilft Herstellern und Anwendern Probleme mit extremen Temperaturen zu lösen – egal, ob heiß oder kalt. SKF Produkte arbeiten in sehr unterschiedlichen Umgebungen, wie zum Beispiel in Backöfen oder Gefrieranlagen der Lebensmittelindustrie.



Alltägliches verbessern

Der Elektromotor und seine Lagerung sind das Herz vieler Haushaltsmaschinen. SKF arbeitet deshalb eng mit den Herstellern dieser Maschinen zusammen, um deren Leistungsfähigkeit zu erhöhen, Kosten zu senken, Gewicht einzusparen und den Energieverbrauch zu senken. Eine der letzten Entwicklungen, bei denen SKF beteiligt war, betrifft eine neue Generation von Staubsaugern mit höherer Saugleistung. Aber auch die Hersteller von motorgetriebenen Handwerkzeugen und Büromaschinen profitieren von den einschlägigen Erfahrungen von SKF auf diesen Gebieten.



Mit 350 km/h forschen

Zusätzlich zu den namhaften SKF Forschungs- und Entwicklungszentren in Europa und den USA, bieten die Formel 1 Rennen hervorragende Möglichkeiten, die Grenzen in der Lagerungstechnik zu erweitern. Seit über 50 Jahren haben Produkte, Ingenieurleistungen und das Wissen von SKF mit dazu beigetragen, dass die Scuderia Ferrari eine dominierende Stellung in der Formel 1 einnehmen konnte. In jedem Ferrari Rennwagen leisten mehr als 150 SKF Bauteile Schwerstarbeit. Die hier gewonnenen Erkenntnisse werden wenig später in verbesserte Produkte umgesetzt – insbesondere für die Automobilindustrie, aber auch für den Ersatzteilmarkt.



Die Anlageneffizienz optimieren

Über SKF Reliability Systems bietet SKF ein umfangreiches Sortiment an Produkten und Dienstleistungen für mehr Anlageneffizienz an. Es beinhaltet unter anderem Hard- und Softwarelösungen für die Zustandsüberwachung, technische Unterstützung, Beratung hinsichtlich Instandhaltungsstrategien oder auch komplette Programme für mehr Anlagenverfügbarkeit. Um die Anlageneffizienz zu optimieren und die Produktivität zu steigern, lassen einige Unternehmen alle anfallenden Instandhaltungsarbeiten durch SKF ausführen – vertraglich – mit festen Preis- und Leistungsvereinbarungen.



Für Nachhaltigkeit sorgen

Von ihren Eigenschaften her sind Wälzlager von großem Nutzen für unsere Umwelt: verringerte Reibung erhöht die Effektivität von Maschinen, senkt den Energieverbrauch und reduziert den Bedarf an Schmierstoffen. SKF legt die Messlatte immer höher und schafft durch stetige Verbesserungen immer neue Generationen von noch leistungsfähigeren Produkten und Geräten. Der Zukunft verpflichtet, legt SKF besonderen Wert darauf, nur Fertigungsverfahren einzusetzen, die die Umwelt nicht belasten und sorgsam mit den begrenzten Ressourcen dieser Welt umgehen. Dieser Verpflichtung ist sich SKF bewusst und handelt danach.



© SKF ist eine eingetragene Marke der SKF Gruppe.

© SKF Gruppe 2012

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit unserer vorherigen schriftlichen Genehmigung gestattet.
Die Angaben in dieser Druckschrift wurden mit größter Sorgfalt auf ihre Richtigkeit hin überprüft.
Trotzdem kann keine Haftung für Verluste oder Schäden irgendwelcher Art übernommen werden,
die sich mittelbar oder unmittelbar aus der Verwendung der hier enthaltenen Informationen ergeben.

PUB MT/P1 12942 DE · September 2012