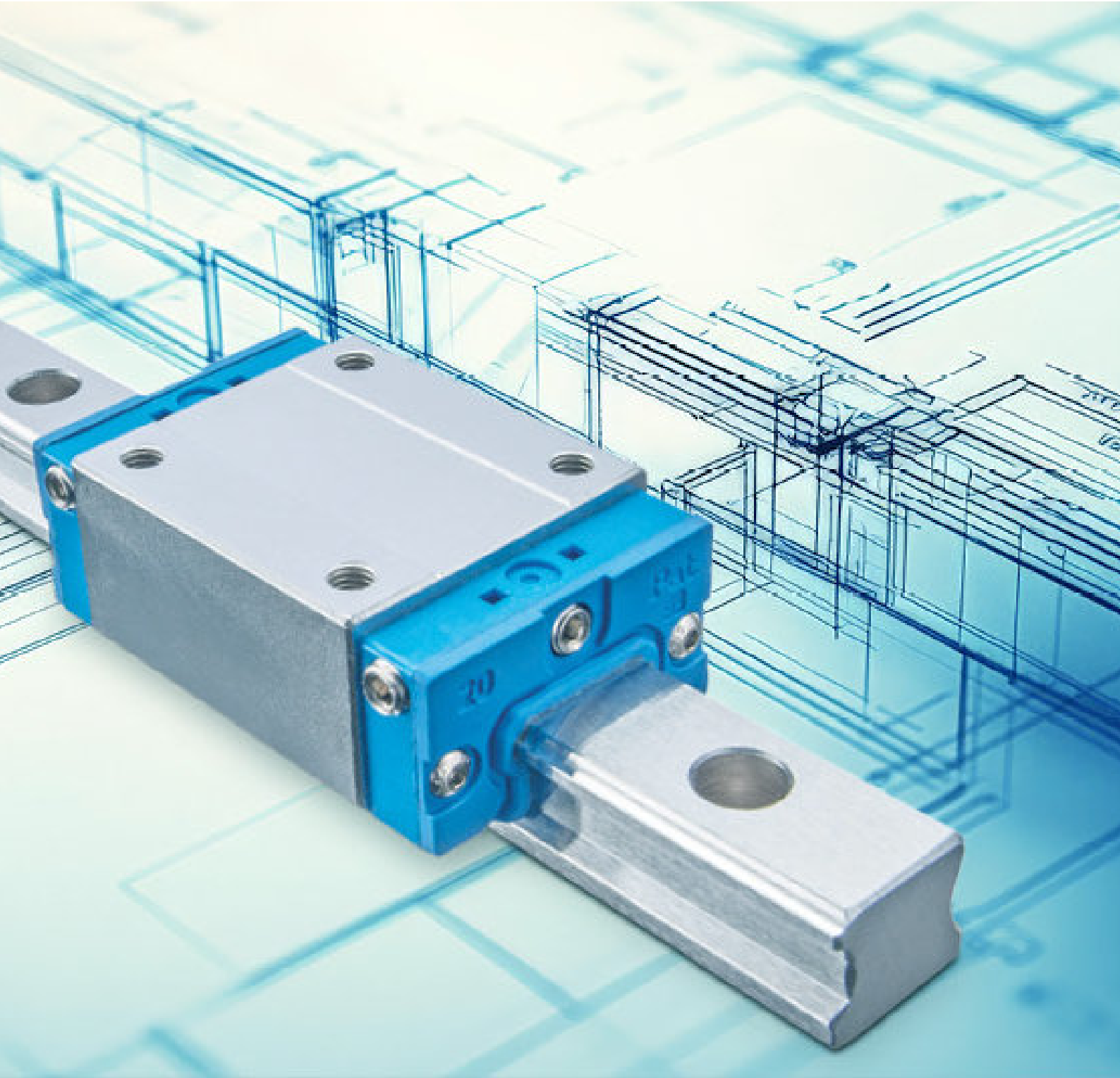


# NTN



# ALLES RUND UM Lineartechnik



[lineartechniklernen.de](http://lineartechniklernen.de)

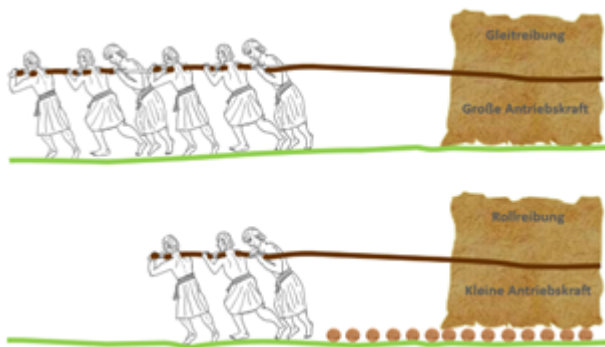
# Inhaltsverzeichnis

- [Geschichte der Lineartechnik](#)
- [Punkt-, Flächen- & Linienkontakt](#)
- [Werkstoffe](#)
- [Arten von Linearführungen](#)
- [Berechnungsgrundlagen \(Gewindetriebe\)](#)
- [Montage von Linearführungen](#)
- [Arten von Gewindetrieben](#)
- [Berechnungsgrundlagen \(Kugelbuchsen\)](#)
- [Montage von Gewindetrieben](#)
- [Arten von Linearachsen](#)
- [Antriebsvarianten](#)
- [Führungsvarianten](#)
- [Varianten von Kugelbuchsen](#)
- [Berechnungsgrundlagen \(Linearführungen\)](#)
- [Montage von Kugelbuchsen](#)
- [Grundlagen der Lineartechnik](#)

## Zusammenfassung

- Die Geschichte der Lineartechnik reicht bis in die Antike zurück
- Die Massenherstellung industrieller Maschinen seit der Industrialisierung erforderte einen vermehrten Einsatz von Linearführungssystemen sowie hohe Präzision und Effizienz
- Die Entwicklung einer Kugelbuchse – wie sie heute geläufig ist – mit Kugelumläufen auf einer Rundwelle im Jahr 1944 stellte den Grundstein für die Entwicklung moderner Linearführungssysteme dar
- Heute finden Linearführungssysteme in verschiedensten Anwendungen Gebrauch

Die Lineartechnik gibt es schon sehr lange – ihre Geschichte reicht sogar bis in die Antike! Im alten Ägypten war es notwendig, schwere Lasten von einem Ort zum anderen zu transportieren, um Paläste und Pyramiden errichten zu können. Bereits damals setzte man kreative Ideen in die Tat um, denn es war natürlich nicht möglich, die Lasten einfach über den Boden zu ziehen: Um große Lasten auf Gleitkufen zu bewegen, waren große Kräfte erforderlich. Zugleich rief diese Vorgehensweise jedoch Gleitreibung hervor, durch die wiederum eine große Antriebskraft erforderlich wurde. Zwischen der Transportfläche und dem Boden wurden dann Baumstämme in Form von länglichen Rollen gelegt, was den Transport insgesamt erheblich erleichterte.



Schwere Lasten wurden um 2500 vor Christus auf Hölzern abgerollt, um die Reibung während des Transports möglichst gering zu halten.

## Die Lineartechnik zu Zeiten der Industrialisierung

Raus aus dem alten Ägypten, rein in die Zeit der Industrialisierung: Ein vermehrter Einsatz von Linearführungssystemen wurde infolge der Massenherstellung industrieller Maschinen erforderlich, als die gestiegenen Anforderungen an Geschwindigkeit, Präzision, Leichtgängigkeit und Effizienz gedeckt werden mussten. Linearführungssysteme folgten auf [Wälzlager](#), die bei rotierenden Bewegungen zum Einsatz kommen. Zudem wurden in Linearsystemen kugelförmige [Wälzkörper](#) verbaut. Die Entwicklung der modernen Linearführungssysteme kann als Meilenstein bewertet werden.

1944 wurde in den USA eine Kugelbuchse – wie sie heute geläufig ist – mit Kugelumläufen auf einer Rundwelle entwickelt. Auf Grundlage dieser Buchse wurde an der Entwicklung einer Kugelumlaufführung, die eine an die Wälzkörper angepasste Laufbahn hat, gearbeitet. Die erste Linearführung wurde 1972 vorgestellt. Einen wichtigen Punkt stellt schließlich das Jahr 1993 dar, als man begann, Linearsysteme mit Wälzkörpern sowohl in Kugel- als auch in Rollenform herzustellen. Drei Jahre später, also 1996, wurde

dann eine [Linearführung](#) mit Kugelketten präsentiert.

## Die Lineartechnik heute

Seit der Antike hat sich die Art und Weise, schwere Lasten zu transportieren, signifikant verändert. Dennoch ist die moderne Lineartechnik immer noch von den ersten Ansätzen aus der Antike inspiriert. Die Wälzkörper, die zum Beispiel in [Linearführungen](#) verbaut sind, bewegen sich in heutigen Linearführungssystemen in einem geschlossenen Umlauf. Darüber hinaus gelten heute hohe Anforderungen an die Lineartechnik: Die Produkte müssen diverse Standards erfüllen, zum Beispiel hinsichtlich Präzision, [Steifigkeit](#) und Tragfähigkeit. Neben Linearführungen gibt es inzwischen weitere Arten von Linearführungssystemen, dazu zählen unter anderem [Linearachsen](#), [Kugelgewindetriebe](#) und [Kugelbuchsen](#). Die heutigen Linearführungssysteme finden zudem in verschiedensten Anwendungen wie Werkzeugmaschinen, Schiebetüren, Verpackungs- oder Holzbearbeitungsmaschinen [Verwendung](#): Heutzutage kann also nicht mehr auf sie verzichtet werden.

## Das könnte Dich auch interessieren

### [Grundlagen der Lineartechnik](#)

Ihr seid neu im Gebiet der Lineartechnik und wollt euch erstmal einen Überblick verschaffen, was man unter „Lineartechnik“ versteht und wodurch sich Linearsysteme charakterisieren? Dann ist dieser Beitrag perfekt für euch. Was ist ein Linearsystem? Ein Linearsystem ist ein Maschinenbauelement, das eine translatorische Bewegung ausführt. Um eine sichere Anwendung zu gewährleisten und Staubeintritt zu verhindern, muss das gesamte Linearsystem durch

[Weiterlesen »](#)

### [Varianten von Kugelbuchsen](#)

Kugelbuchsen, die alternativ auch als „Kugelhülsen“ oder „Linearkugellager“ bezeichnet werden, sind ein wichtiges Produkt in der Lineartechnik. Dieser Beitrag behandelt die verschiedenen Varianten von Kugelbuchsen sowie ihre Eigenschaften, gibt euch aber zuvor grundlegende Informationen hinsichtlich ihrer Geschichte, ihrer Merkmale und ihres Aufbaus. Die Geschichte der Kugelbuchsen gilt als das älteste Produkt mit Wälzkörperumlauf aus dem Bereich Lineartechnik und somit als das erste,

[Weiterlesen »](#)

### [Arten von Linearachsen](#)

Linearachsen sind neben Linearführungen, Gewindetrieben und Kugelbuchsen ein wichtiges Produkt im Bereich Lineartechnik. Obwohl schon Anfang der 1990er Jahre die ersten Linearachsen auf den Markt gekommen waren, haben sie sich erst mit Beginn des aktuellen Jahrhunderts als Standardbauteil für industrielle Anwendungen durchgesetzt. Hervorzuheben ist, dass kein einheitlicher Standard existiert, der die Abmessungen von Linearachsen festlegt und die Bestimmung ihrer Tragzahlen regelt.

[Weiterlesen »](#)

## [Arten von Gewindetrieben](#)

Vielleicht habt ihr schon mal etwas über Kugelgewindetriebe gehört. Diese sind sicherlich die bekanntesten unter den Gewindetrieben, aber nicht die einzigen, denn einen zweiten Typ stellen die Trapezgewindetriebe dar. Schwerpunktmäßig soll es in diesem Beitrag um erstere gehen, trotzdem findet ihr hier zu beiden Arten alles, was wichtig ist. Aufbau, Funktionsweise und Einsatzgebiete von Kugelgewindetrieben Aber erst einmal: Was sind

[Weiterlesen »](#)

## [Arten von Linearführungen](#)

Als eine Art der Linearsysteme werden euch im Folgenden die Linearführungen vorgestellt. Linearführungen zählen zu den wichtigsten Führungssystemen auf dem Markt, dies liegt insbesondere daran, dass sie universell eingesetzt werden können. Arten von Linearführungen Hauptsächlich wird zwischen zwei Arten von Linearführungen unterschieden: Wellen- und Schienenführungen. Beide lassen sich in verschiedene Typen unterteilen. Typen der Wellenführungen sind Kugelbuchsenführungen, Kugelkäfiführungen und Nutwellenführungen.

[Weiterlesen »](#)

## [Werkstoffe](#)

Dieser Beitrag ist die passende Adresse für euch, wenn ihr mehr über die Werkstoffe, die in Linearsystemen verbaut werden, erfahren wollt. Dabei gilt als allererstes: Alle Bauteile, die eine gewisse Robustheit aufweisen müssen, bestehen aus Stahl, dazu gehören die Wälzkörper, die Führungsschienen sowie die [Führungswagen](#). Allgemeines zu den Werkstoffen Neben Stahl kommen in Linearführungssystemen verschiedene weitere Werkstoffe zum Einsatz. Hierbei

[Weiterlesen »](#)

# Punkt-, Flächen- & Linienkontakt



## Zusammenfassung

- Punkt-, Flächen- und Linienkontakt beschreiben die Kontaktfläche von Wälzkörpern und Laufbahnoberfläche
- Punktkontakt: Berührung von Kugeln mit einer ebenen oder stark konvex gewölbten Fläche in einem Punkt
- Flächenkontakt: Flächige Berührung von Kugeln mit der konkaven Laufbahn
- Linienkontakt: Berührung von zylindrischen Wälzkörpern mit der ebenen Laufbahn in einer Linie

Falls ihr euch schon mit dem [Punkt- und Linienkontakt](#) von Wälzlagern befasst habt, wird euch einiges bekannt vorkommen. Wie bei Wälzlagern besitzen die [Wälzkörper](#) von Linearführungssystemen nämlich entweder eine Kugel- oder eine Rollenform. Dabei fällt der Kontakt mit einer Laufbahn (Wälzkontakt) bei Kugeln und Rollen durch ihre runde bzw. längliche Form unterschiedlich aus. Beim Wälzkontakt wird, ebenso wie bei Wälzlagern, in der Lineartechnik zwischen Punkt-, Flächen- und Linienkontakt unterschieden.

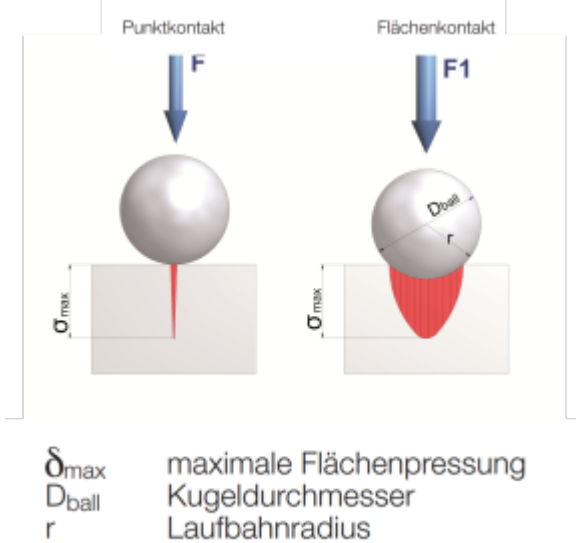
## Punktkontakt

Der Punktkontakt charakterisiert sich durch eine kleine Kontaktfläche zwischen Kugeln als Wälzkörper und einer ebenen oder stark konvex gewölbten Fläche, dabei weist diese Kontaktfläche eine kreisförmige Struktur auf. Er kommt demnach in Linearführungssystemen vor, die keine Profilierung haben. Dies gilt zum Beispiel für [Kugelbuchsen](#) oder Kugelhülsen, bei denen die Kugeln auf einem großen Wellendurchmesser abrollen. Vorteile, die der Punktkontakt mit sich bringt, sind eine minimale Reibung sowie ein vergleichsweise geringer Schmierstoffbedarf. Die logische Folge des kleinen Wälzkontakts ist allerdings eine hohe [Flächenpressung](#) im Vergleich zum Flächen- und Linienkontakt bei gleicher Last. Deshalb können in Anwendungen mit Punktkontakt nur relativ kleine Lasten aufgenommen werden, bei vergleichsweise geringer [Steifigkeit](#). Der Punktkontakt ist die konventionelle Art des Wälzkontakts von Kugeln als Wälzkörpern.

## Flächenkontakt

Der Flächenkontakt ist – abstrakt formuliert – ein modifizierter, großer Punktkontakt und stellt eine Alternative zu diesem dar. Mit dem Ziel, die Auflagefläche zu erhöhen, werden die Laufbahnen bestimmter Linearführungssysteme, beispielsweise von Linearführungen, in einem bestimmten Radius gefertigt. Das Verhältnis von Kugeldurchmesser zum Radius der Laufbahn wird als „[Schmiegun](#)g“ bezeichnet. Das bedeutet mit anderen Worten: Es werden Laufbahnen mit definierter Schmiegun

Schmiegung ergibt eine 13-mal größere Kontaktfläche verglichen mit dem Punktkontakt, die es ermöglicht, dass sich auf jede Kugel 13-mal mehr Last aufbringen lässt. Weitere Vorteile im Vergleich zum Punktkontakt sind neben der höheren Tragfähigkeit die höhere Steifigkeit der Kugeln und die Reduzierung der Flächenpressung. Nicht zuletzt dient die bessere Kraftverteilung beim Flächenkontakt einer längeren [Lebensdauer](#) der Wälzkörper sowie des Linearführungssystems selbst.

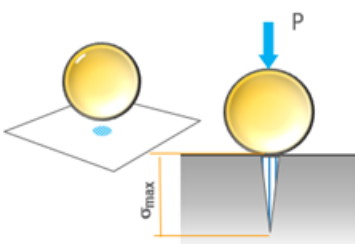


Der Flächenkontakt als modifizierter Punktkontakt: Bei gleicher zulässiger Flächenpressung ergibt sich für den Flächenkontakt eine deutlich höhere mögliche Belastung  $F_1$  im Vergleich zum Punktkontakt.

## Linienkontakt

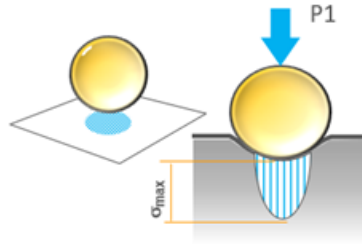
Der Name ist Programm: Anders als bei Punkt- und Flächenkontakt ist die Kontaktfläche beim Linienkontakt linienförmig. Der Linienkontakt kommt in allen [Linearführungen](#) mit zylindrischen Wälzkörpern vor, zum Beispiel in Rollenführungen, Rollenumlaufschuhen und Flachkäfigführungen. Charakteristisch für den Linienkontakt sind die Fähigkeit zur Aufnahme höherer Belastungen als beim Punkt- und Flächenkontakt. Außerdem zeichnet er sich durch eine höhere Steifigkeit aus, hier könnt ihr euch den Wälzkörper als steife Feder vorstellen: Die Rollenführungen weisen eine deutlich höhere Steifigkeit auf als die Kugelführungen. Gleichzeitig verteilt sich die Last beim Linienkontakt auf einer größeren Fläche, weshalb die Flächenpressung bei gleicher Last kleiner als beim Punkt- oder Flächenkontakt ist.

### Kugel auf Laufbahn ohne Schmiegung



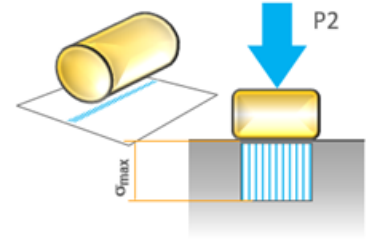
**Punktkontakt**

### Kugel auf Laufbahn mit Schmiegung



**Flächenkontakt**

### Rolle auf ebener Fläche



**Linienkontakt**

Bei Kugeln als Wälzkörpern gibt es mit Punkt- und Flächenkontakt zwei Arten des Wälzkontakts, wohingegen Rollen immer einen Linienkontakt besitzen.

## Profile der Rollen

Das Profil der Rollen kann als zylindrisch beschrieben werden. Zwar sind die Rollen in einem ganz geringen Maße ballig geschliffen, allerdings ist der Radius so groß, dass dies kaum ins Gewicht fällt. Weil Rollenführungen – anders als [Wälzlager](#) – keinen festen Käfig haben, der verhindert, dass sich die Rollen schräg stellen, wird diese ballige Form hier verwendet, um den Effekt der Kantenpressungen zu minimieren.

Neben der Steifigkeit sind höhere Tragzahlen der entscheidende Grund für die Wahl eines Linearführungssystems mit zylindrischen Wälzkörpern. Nachteil dieser Wälzkörper im Vergleich zu Kugeln sind eine geringere zulässige Verfahrgeschwindigkeit und deutlich geringere zulässige Montagetoleranzen der Linearführungssysteme.

## Das könnte Dich auch interessieren

### [Grundlagen der Lineartechnik](#)

Ihr seid neu im Gebiet der Lineartechnik und wollt euch erstmal einen Überblick verschaffen, was man unter „Lineartechnik“ versteht und wodurch sich Linearsysteme charakterisieren? Dann ist dieser Beitrag perfekt für euch. Was ist ein Linearsystem? Ein Linearsystem ist ein Maschinenbauelement, das eine translatorische Bewegung ausführt. Um eine sichere Anwendung zu gewährleisten und Staubeintritt zu verhindern, muss das gesamte Linearsystem durch

[Weiterlesen »](#)

### [Varianten von Kugelbuchsen](#)

Kugelbuchsen, die alternativ auch als „Kugelbüchsen“ oder „Linearkugellager“ bezeichnet werden, sind ein wichtiges Produkt in der Lineartechnik. Dieser Beitrag behandelt die verschiedenen Varianten von Kugelbuchsen sowie ihre Eigenschaften, gibt euch aber zuvor grundlegende Informationen hinsichtlich ihrer Geschichte, ihrer Merkmale und ihres Aufbaus. Geschichte Kugelbuchsen gelten als das älteste Produkt mit Wälzkörperumlauf aus dem Bereich Lineartechnik und somit als das erste,

[Weiterlesen »](#)

### [Montage von Gewindetrieben](#)

Im folgenden Beitrag erfahrt ihr alles Wichtige zur Montage von Gewindetrieben. Neben einem allgemeinen Überblick findet ihr zentrale Infos zum Thema Montagetoleranzen. Auf eine Montageanleitung stoßt ihr im abschließenden Teil dieses Beitrags. Allgemeines Vor und während der Montage von Kugelgewindetrieben sollte man sich einer Sache besonders bewusst sein: Kugelgewindetriebe sind ausschließlich für die Übertragung von Axialkräften geeignet. Radialkräfte und Momente

[Weiterlesen »](#)

### [Arten von Linearführungen](#)

Als eine Art der Linearsysteme werden euch im Folgenden die Linearführungen vorgestellt. Linearführungen zählen zu den wichtigsten Führungssystemen auf dem Markt, dies liegt insbesondere daran, dass sie universell

eingesetzt werden können. Arten von Linearführungen Hauptsächlich wird zwischen zwei Arten von Linearführungen unterschieden: Wellen- und Schienenführungen. Beide lassen sich in verschiedene Typen unterteilen. Typen der Wellenführungen sind Kugelbuchsenführungen, Kugelkäfigführungen und Nutwellenführungen.

[Weiterlesen »](#)

## [Werkstoffe](#)

Dieser Beitrag ist die passende Adresse für euch, wenn ihr mehr über die Werkstoffe, die in Linearsystemen verbaut werden, erfahren wollt. Dabei gilt als allererstes: Alle Bauteile, die eine gewisse Robustheit aufweisen müssen, bestehen aus Stahl, dazu gehören die Wälzkörper, die Führungsschienen sowie die [Führungswagen](#). Allgemeines zu den Werkstoffen Neben Stahl kommen in Linearführungssystemen verschiedene weitere Werkstoffe zum Einsatz. Hierbei

[Weiterlesen »](#)

## [Geschichte der Lineartechnik](#)

Die Lineartechnik gibt es schon sehr lange – ihre Geschichte reicht sogar bis in die Antike! Im alten Ägypten war es notwendig, schwere Lasten von einem Ort zum anderen zu transportieren, um Paläste und Pyramiden errichten zu können. Bereits damals setzte man kreative Ideen in die Tat um, denn es war natürlich nicht möglich, die Lasten einfach über den Boden

[Weiterlesen »](#)

## Zusammenfassung

- Die wichtigsten Werkstoffe in Linearführungssystemen sind Stahl, Kunststoff und synthetisches Gummi (NBR)
- Wälzkörper, Führungsschienen, Führungswagen und Schrauben bestehen aus Stahl
- Endkappen und Kugelkäfige bestehen aus Kunststoff
- In den Schienenkontakten von Dichtungen werden synthetische Gummis eingesetzt

Dieser Beitrag ist die passende Adresse für euch, wenn ihr mehr über die Werkstoffe, die in [Linearsystemen](#) verbaut werden, erfahren wollt. Dabei gilt als allererstes: Alle Bauteile, die eine gewisse Robustheit aufweisen müssen, bestehen aus Stahl, dazu gehören die [Wälzkörper](#), die Führungsschienen sowie die [Führungswagen](#).

## Allgemeines zu den Werkstoffen

Neben Stahl kommen in Linearführungssystemen verschiedene weitere Werkstoffe zum Einsatz. Hierbei sind unter anderem Kunststoff und synthetisches Gummi zu nennen. Die Tabelle fasst die wichtigsten Werkstoffe und ihre Verwendung zusammen.

Werkstoff	Bauteile
Stahl	Wälzkörper, Führungsschienen, Führungswagen, Schrauben, <a href="#">Schmiernippel</a> (zur Nachschmierung) und Sonder- <a href="#">Endkappen</a>
Kunststoff	Endkappen, Käfigteile und Kugelketten
Synthetisches Gummi	Dichtungen/Abstreifer

*Super wichtig: Hochwertige Stähle stellen unter den Werkstoffen der Lineartechnik das A und O dar.* Wie im Rotativbereich hat die geeignete [Schmierung](#) von Linearführungssystemen eine existenzielle Funktion. Zudem gilt, dass alle verwendeten Werkstoffe, insbesondere Kunststoffe und Schmierstoffe, an die zulässigen Betriebstemperaturen und Anwendungsparameter angepasst sein müssen. Die spezifischen Betriebsbedingungen sind beim Einsatz der jeweiligen Werkstoffe zu berücksichtigen. In Bezug auf die Temperaturen und Komponenten sollte im Zweifel Rücksprache mit dem jeweiligen Hersteller genommen werden.

## Stahl in Wälzkörpern, Führungsschienen, Führungswagen und Schrauben

In den Wälzkörpern von Linearsystemen werden nach [ISO](#) oder [JIS](#) genormte Kohlenstoffstähle zum Beispiel mit der Bezeichnung 100Cr6 (nach JIS: SUJ2) verwendet, die ursprünglich für [Wälzlager](#) entwickelt wurden. Der Stahl 100Cr6 ist der weltweite Standardwerkstoff für Wälzlager ebenso wie für Wälzkörper

und wird auch in ähnlicher Form in der Lineartechnik eingesetzt.

Die Führungsschienen in Linearführungssystemen besitzen eine profilierte quadratische oder rechteckige Querschnittsform. Ihre Laufbahnen werden in der Regel unter einem Hochfrequenzstrom (induktiv) randschichtgehärtet. Das bedeutet, die Schienen werden linear am Induktor vorbeigeführt und dabei gehärtet – nicht durchgehärtet! Kleine Baugrößen können aber auch durchgehärtet sein.

Die Führungswagen bestehen aus kohlenstoffarmem Chromstahl, der relativ einfach bearbeitbar ist. Nach der Bearbeitung folgt das Aufkohlen, darunter versteht man, dass der Stahl unter Hitze gehärtet wird. Kleinere Bauformen von Führungswagen werden aus fertigungstechnischen Gründen durchgehärtet. In Umgebungen mit erhöhtem Korrosionsrisiko wird gehärteter, rostbeständiger Stahl verwendet; dies gilt im Übrigen auch für Wälzkörper und Führungsschienen.

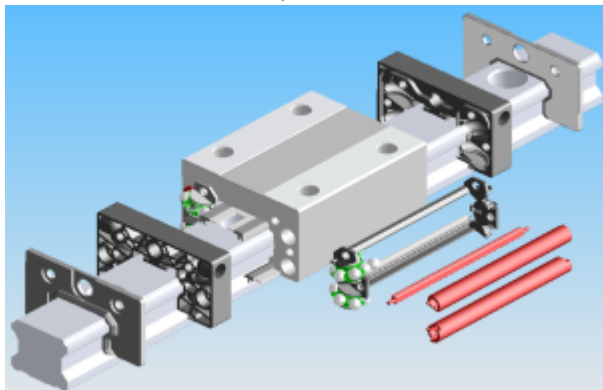
In Linearführungssystemen können zahlreiche Schraubentypen und -größen eingesetzt werden. Häufig werden die Schrauben aus legiertem Stahl hergestellt. Falls Korrosionsschutz erforderlich ist, kommen auch beschichtete Stahlschrauben zum Einsatz. Aufgrund ihrer Robustheit werden zum Befestigen von Schienen und Wagen Inbusschrauben verwendet. In der Mitte ihres zylindrischen Kopfs befindet sich eine sechseckige Säulenbohrung.

## Kunststoffe für Endkappen, Käfigteile und Kugelketten

Kunststoffe in Linearsystemen werden für die Endkappen, Kugelketten und Schienenverschlussstopfen (alternativ gibt es auch Messingverschlussstopfen) verwendet. Kunststoffe bieten die Möglichkeit, in Metallformen gespritzt werden zu können, sodass selbst komplexe Formen relativ schnell hergestellt werden können. Man muss jedoch beachten, dass manche Kunststoffarten bei hohen Temperaturen schmelzen.

## Dichtungen aus synthetischem Gummi

Synthetische Gummis sind elastisch, um einen guten Kontakt zur Schiene zu gewährleisten und bieten eine vergleichsweise hohe Öl- und Verschleißfestigkeit. Darüber hinaus besitzen sie eine lange [Lebensdauer](#), jedoch eine begrenzte Einsatztemperatur. Die drei relevanten Werkstoffe für synthetische Gummis sind: NBR, ACM und Viton. Neben der Standardversion existieren Dichtungen für besondere Bedingungen, zum Beispiel gibt es solche, die sich durch eine hervorragende Chemikalien- und Hitzebeständigkeit charakterisieren (trifft insbesondere auf das Material Viton zu).



Anders als bei Wälzlagern hat in der Lineartechnik jedes Bauteil einen festgelegten Werkstoff, der nicht variiert. Infos zu den Werkstoffen von Wälzlagern findet ihr übrigens [hier](#). Möchtet ihr mehr zu den verschiedenen

Linearführungssystemen erfahren, klickt euch gerne auf [lineartechniklernen.de](http://lineartechniklernen.de) durch die Beiträge, die die Arten von [Linearführungen](#), [Gewindetrieben](#), [Linearachsen](#) und [Kugelbuchsen](#) behandeln.

## Das könnte Dich auch interessieren

### [Grundlagen der Lineartechnik](#)

Ihr seid neu im Gebiet der Lineartechnik und wollt euch erstmal einen Überblick verschaffen, was man unter „Lineartechnik“ versteht und wodurch sich Linearsysteme charakterisieren? Dann ist dieser Beitrag perfekt für euch. Was ist ein Linearsystem? Ein Linearsystem ist ein Maschinenbauelement, das eine translatorische Bewegung ausführt. Um eine sichere Anwendung zu gewährleisten und Staubeintritt zu verhindern, muss das gesamte Linearsystem durch

[Weiterlesen »](#)

### [Montage von Kugelbuchsen](#)

Montage von Kugelbuchsen Die Montage von Kugelbuchsen ist allgemein nicht kompliziert, sondern lässt sich – im Gegenteil – glücklicherweise relativ einfach durchführen. Während ihrer Montage gibt es daher nicht super viel zu beachten: Wichtig ist lediglich, die Montagetoleranzen und Umgebungsbedingungen zu berücksichtigen. Detaillierte Infos dazu ebenso wie eine Montageanleitung findet ihr in diesem Beitrag. Montagetoleranzen Im Zusammenhang mit der Montage

[Weiterlesen »](#)

### [Arten von Gewindetrieben](#)

Vielleicht habt ihr schon mal etwas über Kugelgewindetriebe gehört. Diese sind sicherlich die bekanntesten unter den Gewindetrieben, aber nicht die einzigen, denn einen zweiten Typ stellen die Trapezgewindetriebe dar. Schwerpunktmäßig soll es in diesem Beitrag um erstere gehen, trotzdem findet ihr hier zu beiden Arten alles, was wichtig ist. Aufbau, Funktionsweise und Einsatzgebiete von Kugelgewindetrieben Aber erst einmal: Was sind

[Weiterlesen »](#)

### [Montage von Linearführungen](#)

Habt ihr vor, zum ersten Mal eine Linearführung zu montieren und noch keinen klaren Überblick über den Ablauf? Oder habt ihr schon jemandem bei der Montage über die Schulter geschaut und möchtet euch vergewissern, wie dieser Prozess abläuft? In diesem Beitrag stehen die Montage sowie die Gestaltung der Montageflächen von Linearführungen im Vordergrund – und eine Montageanleitung darf selbstverständlich nicht

[Weiterlesen »](#)

### [Punkt-, Flächen- & Linienkontakt](#)

Falls ihr euch schon mit dem Punkt- und Linienkontakt von Wälzlagern befasst habt, wird euch einiges bekannt vorkommen. Wie bei Wälzlagern besitzen die Wälzkörper von Linearführungssystemen nämlich entweder eine Kugel- oder eine Rollenform. Dabei fällt der Kontakt mit einer Laufbahn (Wälzkontakt) bei Kugeln und Rollen durch ihre runde bzw. längliche Form unterschiedlich aus. Beim Wälzkontakt wird, ebenso wie bei Wälzlagern,

[Weiterlesen »](#)

## [Geschichte der Lineartechnik](#)

Die Lineartechnik gibt es schon sehr lange – ihre Geschichte reicht sogar bis in die Antike! Im alten Ägypten war es notwendig, schwere Lasten von einem Ort zum anderen zu transportieren, um Paläste und Pyramiden errichten zu können. Bereits damals setzte man kreative Ideen in die Tat um, denn es war natürlich nicht möglich, die Lasten einfach über den Boden

[Weiterlesen »](#)

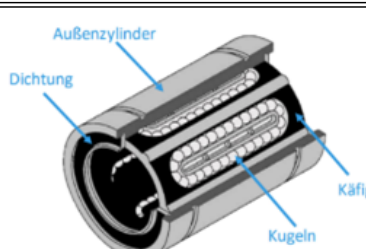
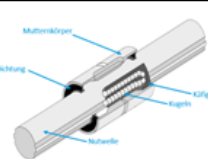
## Zusammenfassung

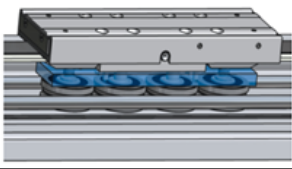
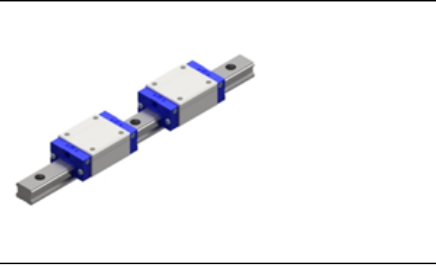
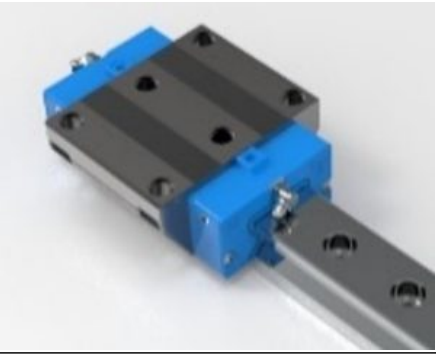
- Arten von Linearführungen sind Wellen- und Schienenführungen, die sich wiederum jeweils in weitere Typen unterteilen lassen
- Wellenführungen haben Kugeln als Wälzkörper und können ausschließlich axial bewegt werden
- Schienenführungen bewegen sich auf einer Schiene und lassen sich zum Teil bezüglich ihrer Laufbahnanzahl und -anordnung differenzieren
- Die Einsatzgebiete von Linearführungen sind allgemein vielfältig: Sie kommen beispielsweise in Werkzeugmaschinen, im Automobil- und Flugzeugbau sowie in der Medizintechnik zum Einsatz

Als eine Art der [Linearsysteme](#) werden euch im Folgenden die Linearführungen vorgestellt. Linearführungen zählen zu den wichtigsten Führungssystemen auf dem Markt, dies liegt insbesondere daran, dass sie universell eingesetzt werden können.

## Arten von Linearführungen

Hauptsächlich wird zwischen zwei Arten von Linearführungen unterschieden: Wellen- und Schienenführungen. Beide lassen sich in verschiedene Typen unterteilen. Typen der Wellenführungen sind [Kugelmutterführungen](#), Kugelmutterführungen und Nutwellenführungen. Für die Schienenführungen, die auch als *Profilschienenführungen* bezeichnet werden, lassen sich vier zentrale Typen aufzählen, dazu gehören die Laufrollenführungen, die Flachschieneführungen, die Kugelführungen und die Rollenführungen. Diese können zum Teil noch weiter differenziert werden, die nachfolgende Tabelle dient dabei einem allgemeinen Überblick.

Art	Typen	Bild	Untertypen
Wellenführungen	Kugelmutterführungen		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Standard-Kugelmutter</li> <li>• Super-Kugelmutter</li> <li>• Kugelmutterhülse</li> </ul>
	Kugelmutterführungen		
	Nutwellenführungen		

Schienenführungen	Laufrollenführungen		
	Flachschielenführungen		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rollenumlaufschuhe</li> </ul>
	Kugelführungen		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kugel-, Rollen- oder Nadelkäfige</li> <li>• Kugelführungen ohne/mit Kugelumlauf oder</li> <li>• Anzahl der Laufbahnen (2, 4, 6 oder 8) oder</li> <li>• Anordnung der Laufbahnen (X oder O) oder</li> <li>• mit/ohne Kugelfolge</li> </ul> <p>Die Unterscheidungen sind jeweils für sich anwendbar. Es können auch mehrere Kriterien zutreffen.</p>
	Rollenführungen		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rollenführungen ohne/mit Rollenumlauf oder</li> <li>• Anordnung der Laufbahnen (X oder O) oder</li> <li>• mit/ohne Rollenfolge</li> </ul> <p>Die Unterscheidungen sind jeweils für sich anwendbar. Es können auch mehrere Kriterien zutreffen.</p>

Wenn euch nicht nur die Arten von Linearführungen interessieren, sondern auch, welche [Berechnungsgrundlagen](#) beachtet werden müssen und wie die [Montage](#) abläuft, werdet ihr in den entsprechenden Beiträgen auf [lineartechniklernen.de](http://lineartechniklernen.de) dazu fündig.

## Wellenführungen

Alle Wellenführungen besitzen kugelförmige [Wälzkörper](#) und haben [Punktkontakt](#) zu Rundwellen oder [Flächenkontakt](#) mit der Laufbahn von Nutwellen. Sie dienen in der Regel für axiale Bewegungen.

### Kugelbuchsenführungen

[Kugelbuchsenführungen](#) werden umgangssprachlich auch als „Kugelbuchsen“, „Kugelbüchsen“ oder „Linearkugellager“ bezeichnet. Da sie keine Laufbahn in den dazugehörigen Wellen besitzen, ist der Wälzkontakt ein [Punktkontakt](#). Standard-Kugelbuchsen bestehen aus einem massiven Außenzylinder, hinter dem sich Kugeln und Käfig befinden und Super-Kugelbuchsen aus einem Kunststoffgrundkörper, in den Stahlteile mit den Laufbahnen eingelegt sind. Es kann zudem eine (inkorporierte) [Dichtung](#) verwendet werden. Kugelbuchsenführungen werden zum Beispiel häufig in Computern, (3D-)Druckern sowie in der Verpackungsindustrie verwendet.



Kugelbuchsen gibt es in zahlreichen Ausführungen, Bauformen und Längen, unter anderem geschlossen (Bild), offen, einstellbar, zudem stehen Superkugelbuchsen zur Auswahl.

Eine ähnliche Systematik wie die Standard-Kugelbuchsen besitzen die Kugelhülsen, insbesondere in Bezug auf Aufbau und Funktionsweise. Während erstere einen massiven Außenkörper besitzen, werden Kugelhülsen aus einem tiefgezogenen Blech hergestellt, weshalb sie als kostengünstiger als Kugelbuchsen betrachtet werden können.

#### Kugelkäfigführungen

Auch Kugelkäfigführungen besitzen Kugeln als Wälzkörper. Sie zeichnen sich durch Präzision in der Bewegung aus und sind dazu fähig, hohe Lasten aufzunehmen. Da Kugelkäfigführungen keinen [Kugelumlauf](#) besitzen, sind die Bewegungen absolut gleichmäßig und ruckfrei. Zu den Einsatzgebieten von Kugelkäfigführungen gehören unter anderem Säulenführungen von Pressen, aber auch Anwendungen in der Messtechnik.

#### Nutwellenführungen



Namensgebend für die Nutwellenführungen ist die Nutwelle, auf der sie montiert sind.

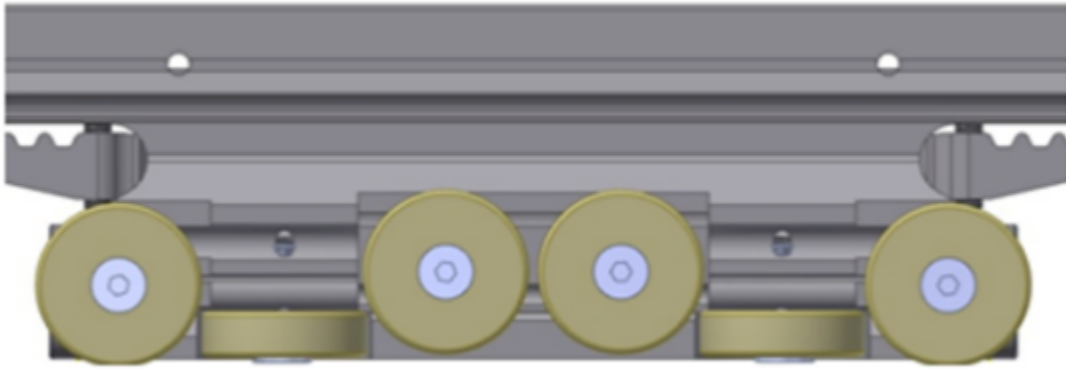
Muttern von Nutwellenführungen sind auf einer Welle montiert, welche Kugellaufbahnen besitzt. Neben der Nutwelle ist ein weiterer wichtiger Bestandteil ein Mutterkörper, in dem sich Kugeln und Käfig befinden. Optional kann eine Dichtung verwendet werden. Nutwellen besitzen in eine Rundwelle geschliffene Laufbahnen. Dadurch haben die Wälzkörper der Nutwellenführungen [Flächenkontakt](#) zur Laufbahn. Einsatzgebiete von Nutwellen sind beispielsweise die Verpackungs- oder Druckmaschinenindustrie.

## Schienenführungen

Schienenführungen lassen sich in vier zentrale Typen (Laufrollenführungen, Flachschielenführungen, Kugelführungen und Rollenführungen) unterscheiden, die teilweise noch in sich genauer differenziert werden.

#### Laufrollenführungen

Die [Führungswagen](#) von Laufrollenführungen enthalten speziell geformte Laufrollen. Die Laufrolle ist vergleichbar mit [Wälzlagern](#), jedoch mit profiliertem [Außenring](#). In eine Aluminiumschiene eingepresste geschliffene Wellen oder massive Stahlschienen können die Laufbahn der Laufrolle sein. Vorteile der Laufrollenführungen gegenüber Linearführungen sind sehr hohe Geschwindigkeiten bei relativ geringer Reibung sowie die Tatsache, dass sie allgemein als kostengünstig gelten. Verwendet werden Laufrollenführungen in der Automationstechnik (Roboter, Förderbänder), in Schutztüren von Werkzeugmaschinen sowie in medizinischen Geräten.



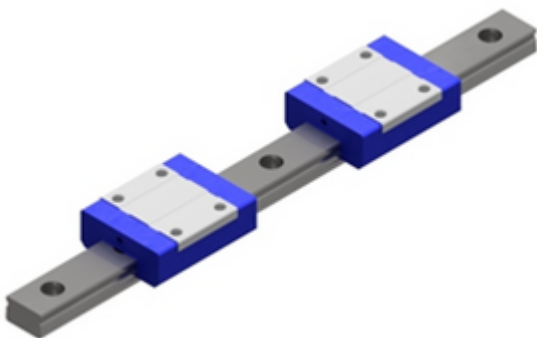
Eine der Alternativen zur Standard-Ausführung ist die Polymer-Laufrollenführung, die hier abgebildet ist.

#### Flachschieneführungen

Zu Flachschieneführungen gehören die heute kaum noch verwendeten Rollenumlaufschuhe sowie Kugel-, Rollen- oder Nadelkäfige. Rollenumlaufschuhe besitzen einen zylindrischen Wälzkörper, es gibt somit [Linienkontakt](#) zur Laufbahn. Die Rollen bewegen sich um einen Tragkörper, der einen Führungssteg in Laufrichtung hat. Rollenumlaufschuhe besitzen einen theoretisch unbegrenzten [Hub](#). Sie sind hochtragfähig und hochsteif, können aber nur in radialer Richtung Kräfte aufnehmen. Rollenumlaufschuhe wurden in der Vergangenheit in Anwendungen, in denen höchste Tragfähigkeit und [Steifigkeit](#) gefordert sind, wie zum Beispiel in Werkzeugmaschinen, eingesetzt. Kugel-, Rollen- und Nadelkäfige halten die Wälzkörper auf Abstand zueinander und verhindern somit eine gegenseitige Berührung, dazu haben sie die Aufgabe, die Wälzkörper achsparallel zu führen und damit Schräkungseffekte zu minimieren. Nadelkäfige bieten sich für Anwendungen mit hohen Belastungen an. Zentraler Vorteil ist, dass sie leicht und kompakt sind, das heißt, sie benötigen wenig Bauraum. Käfigführungen haben konstruktionsbedingt einen begrenzten Hub. Alle Käfigführungen haben zudem eine relativ geringe Reibung und bewegen sich absolut ruckfrei. Sie werden in Laborgeräten, Mikroskopen oder der Messtechnik eingesetzt.

#### Kugelführungen

Die Wälzkörper der Kugelführungen sind Kugeln und haben [Flächenkontakt](#) mit der Laufbahn. Bezüglich ihrer Merkmale lassen sie sich, anders als die meisten zuvor erwähnten Arten von Linearführungen, nicht in verschiedene Untertypen unterteilen. Versionen der Kugelführungen werden anhand ihres Aufbaus kategorisiert, dabei sind eine oder mehrere folgende Unterscheidungen anwendbar. Kugelführungen gibt es in Ausführung ohne und mit Kugelumlauf. Besitzen sie keinen Kugelumlauf, legen die Wälzkörper den halben Weg des Tisches zurück, wenn sie hingegen einen Kugelumlauf haben, bewegen sich die Wälzkörper in einem geschlossenen Umlauf im Führungswagen. Von Kugelführung zu Kugelführung gibt es Unterschiede in Hinblick auf ihre Laufbahnen, so können sie zwei, vier, sechs oder acht Laufbahnen besitzen. Darüber hinaus können die Laufbahnen in [X- oder O-Anordnung](#) arrangiert sein (NTN bietet ausschließlich Kugelführungen mit Laufbahnanordnung in X-Anordnung an). Außerdem ist es möglich, die Kugelführungen mit oder ohne [Kugelmutter](#) anzuwenden. Einsatzgebiete gibt es in fast allen Industriezweigen, ganz besonders im Werkzeugmaschinenbau, der Automatisierungstechnik, der Holzverarbeitenden Industrie sowie der Halbleiter- und Elektronikfertigung.



Hier ist eine Linearführung mit Kugelmutter abgebildet.

## Rollenführungen

Wie ihr Name verrät, besitzen Rollenführungen Rollen als Wälzkörper. Der Wälzkontakt ist dementsprechend ein [Linienkontakt](#), somit sind Rollenführungen im Vergleich zu Kugelführungen hochbelastbar und weisen eine hohe Steifigkeit auf. Eine Verwendung ohne und mit Rollenumlauf ist möglich (vergleichbar mit dem Kugelumlauf, siehe vorheriger Absatz für weitere Infos). Wie bei den Kugelführungen sind Laufbahnanordnungen in [X- oder O-Anordnung](#) möglich, zudem können Rollenführungen entweder mit oder ohne [Rollenkette](#) ausgeführt werden. In Anwendungen, die eine hohe Belastbarkeit und zugleich hohe Steifigkeit erfordern, bietet sich an, Rollenführungen zu nutzen, so zum Beispiel in Werkzeugmaschinen.

## Das könnte Dich auch interessieren

### [Grundlagen der Lineartechnik](#)

Ihr seid neu im Gebiet der Lineartechnik und wollt euch erstmal einen Überblick verschaffen, was man unter „Lineartechnik“ versteht und wodurch sich Linearsysteme charakterisieren? Dann ist dieser Beitrag perfekt für euch. Was ist ein Linearsystem? Ein Linearsystem ist ein Maschinenbauelement, das eine translatorische Bewegung ausführt. Um eine sichere Anwendung zu gewährleisten und Staubeintritt zu verhindern, muss das gesamte Linearsystem durch

[Weiterlesen »](#)

### [Montage von Kugelbuchsen](#)

Montage von Kugelbuchsen Die Montage von Kugelbuchsen ist allgemein nicht kompliziert, sondern lässt sich – im Gegenteil – glücklicherweise relativ einfach durchführen. Während ihrer Montage gibt es daher nicht super viel zu beachten: Wichtig ist lediglich, die Montagetoleranzen und Umgebungsbedingungen zu berücksichtigen. Detaillierte Infos dazu ebenso wie eine Montageanleitung findet ihr in diesem Beitrag. Montagetoleranzen Im Zusammenhang mit der Montage

[Weiterlesen »](#)

### [Berechnungsgrundlagen \(Linearführungen\)](#)

Wie bei Wälzlagern müssen auch in der Lineartechnik bestimmte Berechnungsgrundlagen beherrscht werden, um die Linearführungen nicht zu hohen Belastungen auszusetzen und um Ausfällen, einer verkürzten [Lebensdauer](#), aber auch einer Überdimensionierung von Linearführungen vorzubeugen. Daher ist es beispielsweise zwingend erforderlich, die Lebensdauer von Linearführungen zu berechnen. Weitere Berechnungen betreffen den statischen Sicherheitsfaktor oder Steifigkeiten. Die nominelle Lebensdauer L10 Unter der Lebensdauer

[Weiterlesen »](#)

### [Varianten von Kugelbuchsen](#)

Kugelbuchsen, die alternativ auch als „Kugelbüchsen“ oder „Linearkugellager“ bezeichnet werden, sind ein wichtiges Produkt in der Lineartechnik. Dieser Beitrag behandelt die verschiedenen Varianten von Kugelbuchsen sowie ihre Eigenschaften, gibt euch aber zuvor grundlegende Informationen hinsichtlich ihrer Geschichte, ihrer Merkmale und ihres Aufbaus. Geschichte Kugelbuchsen gelten als das älteste Produkt mit Wälzkörperumlauf aus dem Bereich Lineartechnik und somit als das erste,

[Weiterlesen »](#)

## [Montage von Linearführungen](#)

Habt ihr vor, zum ersten Mal eine Linearführung zu montieren und noch keinen klaren Überblick über den Ablauf? Oder habt ihr schon jemandem bei der Montage über die Schulter geschaut und möchtet euch vergewissern, wie dieser Prozess abläuft? In diesem Beitrag stehen die Montage sowie die Gestaltung der Montageflächen von Linearführungen im Vordergrund – und eine Montageanleitung darf selbstverständlich nicht

[Weiterlesen »](#)

## [Punkt-, Flächen- & Linienkontakt](#)

Falls ihr euch schon mit dem Punkt- und Linienkontakt von Wälzlagern befasst habt, wird euch einiges bekannt vorkommen. Wie bei Wälzlagern besitzen die Wälzkörper von Linearführungssystemen nämlich entweder eine Kugel- oder eine Rollenform. Dabei fällt der Kontakt mit einer Laufbahn (Wälzkontakt) bei Kugeln und Rollen durch ihre runde bzw. längliche Form unterschiedlich aus. Beim Wälzkontakt wird, ebenso wie bei Wälzlagern,

[Weiterlesen »](#)

## Zusammenfassung

- Gewindetriebe definieren sich über den Nenndurchmesser, Spindelaußendurchmesser, Spindelkerndurchmesser und Kugelmittendurchmesser
- Wirkungsgrad: Wirkleistung eines Kugelgewindetriebs anteilig an der Energie, die während der Anwendung aufgebracht wird
- Axiale statische Tragzahl  $C_{0a}$ : konstante axiale Belastung, die eine plastische Gesamtverformung des 0,00001-fachen des Kugeldurchmessers erzeugt
- Axiale dynamische Tragzahl  $C_0$ : axiale Belastung, die in Größe und Richtung nicht veränderlich ist und bei der ein Kugelgewinde eine nominelle Lebensdauer von  $10^6$  Umdrehungen erreicht
- Statischer Sicherheitsfaktor  $f_s$ : Verhältnis von axialer statischer Tragzahl  $C_{0a}$  zur maximalen axialen Belastung  $F_{amax}$ ; hiermit wird sichergestellt, dass plastische Verformungen vermeiden werden und die Stabilität sowie Funktionalität der jeweiligen Anwendung gegeben ist
- Nominelle Lebensdauer  $L_{10}$ : mit 90 % Überlebenswahrscheinlichkeit erreichbare rechnerische Lebensdauer

Die Berechnungsgrundlagen für [Gewindetriebe](#) sind umfangreich und reichen von der Berechnung des statischen Sicherheitsfaktors über die biegekritische [Drehzahl](#), die Knickbelastung bis hin zur nominellen [Lebensdauer](#). All das erwartet euch im Folgenden. Wenn ihr auf der Suche nach weiteren Berechnungsgrundlagen seid, werdet ihr in unserem [Katalog](#) fündig.

## Definition von Gewindetrieben

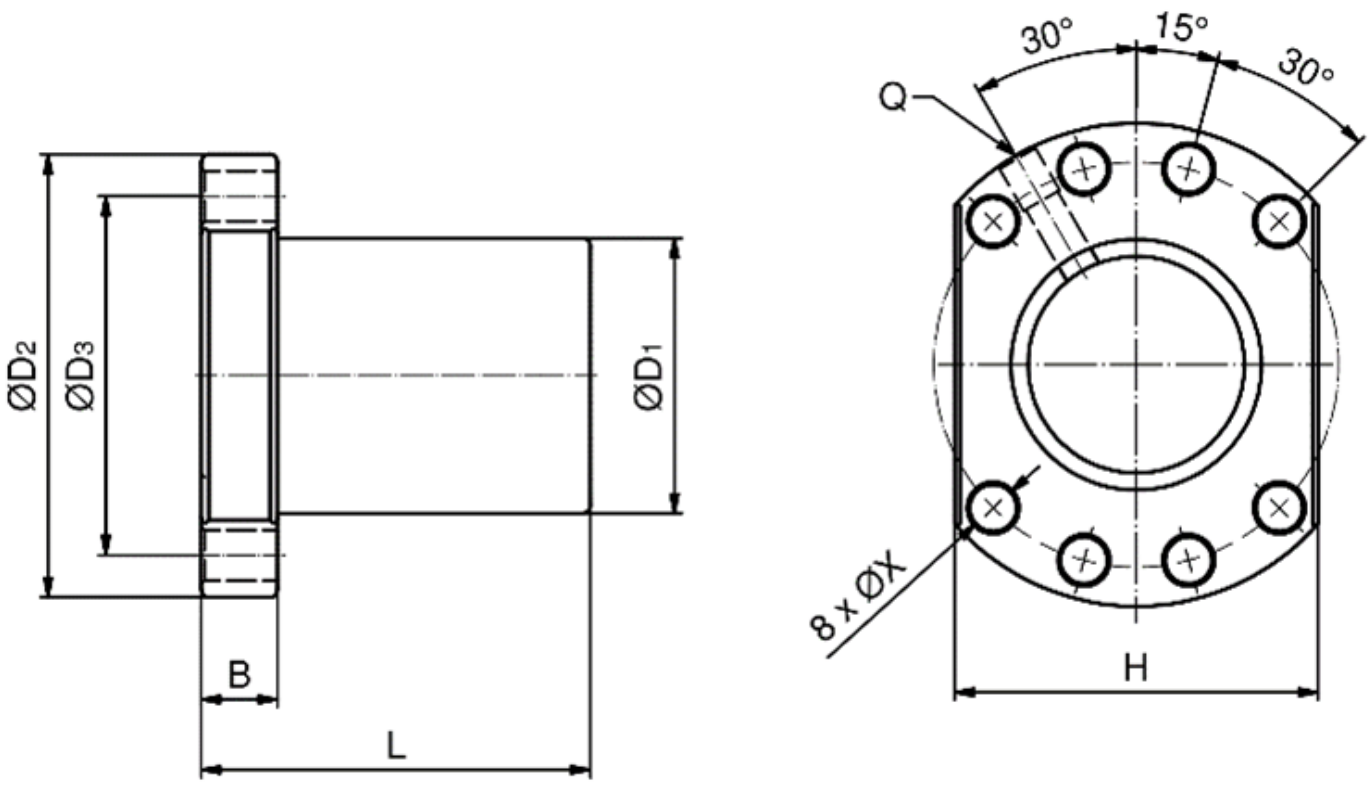
Aus rechnerischer Sicht müssen mehrere Faktoren für die Definition von [Gewindetrieben](#) hinzugezogen werden. Gewindetriebe besitzen einen Nenndurchmesser  $d_0$ , der ein runder Wert ist und jedoch nicht bei jedem Produkt direkt nachgemessen werden kann. Messbar ist hingegen der Spindelaußendurchmesser  $d_1$ , der in vielen Fällen – aber nicht immer – von  $d_0$  abweicht. Zur Berechnung bestimmter dynamischer Parameter dienen der Spindelkerndurchmesser  $d_2$  und der Kugelmittendurchmesser  $D_{pw}$ .

Letztgenannter Durchmesser wird vom Mittelpunkt der Kugel auf der einen Seite ausgehend bis zum Mittelpunkt der Kugel auf der anderen Seite gemessen. Von wesentlicher Bedeutung ist auch die Steigung  $P$ , während die Verwendung des Steigungswinkels  $\beta$  selten erforderlich ist.

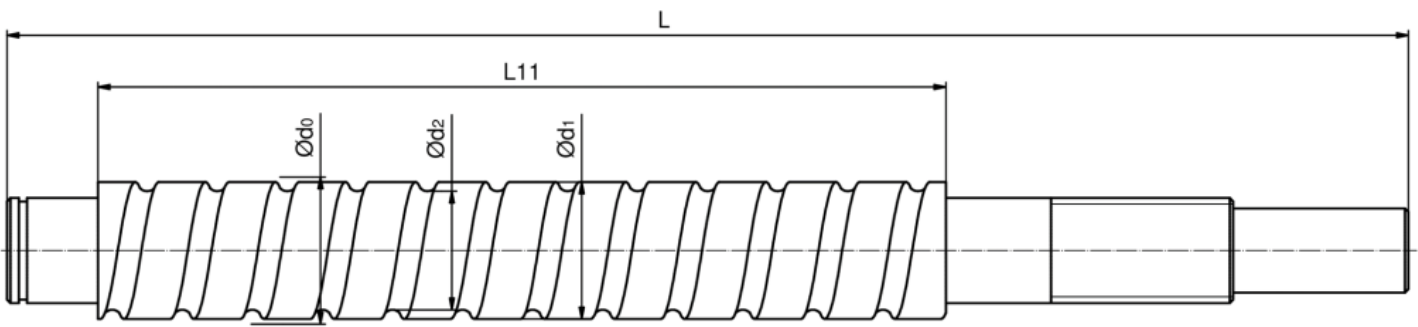
Für die Mutter gibt es hauptsächlich drei Werte zu beachten: den Außendurchmesser des Mutterkörpers  $D_1$ , den Flanschdurchmesser  $D_2$  und den Teilkreisdurchmesser des Flansches  $D_3$ . Weitere Parameter sind der Kugel-Nenndurchmesser  $D_w$ , die statische axiale Tragzahl  $C_{0a}$  sowie die dynamische axiale Tragzahl  $C_0$ . Zudem muss die Mutterlänge berücksichtigt werden.

<p><b>Kugelgewindetrieb</b></p> <p><math>\varnothing d_0</math> = Nenndurchmesser  <math>\varnothing d_1</math> = Spindelaußendurchmesser  <math>\varnothing d_2</math> = Spindelkerndurchmesser  <math>\varnothing D_{pw}</math> = Kugelmittendurchmesser  <math>P</math> = Steigung  <math>\beta</math> = Steigungswinkel</p>	<p><b>Mutter</b></p> <p><math>\varnothing D_1</math> = Außendurchmesser des Mutterkörpers  <math>\varnothing D_2</math> = Flanschdurchmesser  <math>\varnothing D_3</math> = Teilkreisdurchmesser des Flansches</p> <p><b>Kugel</b></p> <p><math>\varnothing D_w</math> = Nenndurchmesser der Kugel  <math>C_{0a}</math> = statische axiale Tragzahl  <math>C_a</math> = dynamische axiale Tragzahl</p>
---	---

In dieser Übersicht findet ihr alle rechnerischen Definitionskriterien für Kugelgewindetriebe, Mutter und Kugel auf einen Blick.



Anhand dieser Maßblätter könnt ihr die Werte  $D_1, D_2, D_3$  ...



...sowie  $d_0, d_1$  und  $d_2$  nachvollziehen.

## Berechnung des Antriebsdrehmoments

Der [Wirkungsgrad](#) ist der prozentuale Anteil der aufgebrauchten Energie, die in Wirkleistung umgesetzt wird. Die Formeln und dafür notwendigen Parameter sehen wie folgt aus.

<b>Formel 4: Berechnung des Antriebsdrehmoments <math>T</math></b> $T = \frac{F_a \times P}{2 \times \pi \times \eta}$		<b>Formel 5: Berechnung der Axialkraft <math>F_a</math></b> $F_a = m \times a \times \mu$	
$T$	Antriebsdrehmoment	$m$	Masse
$F_a$	Axialkraft	$a$	Beschleunigung
$P$	Steigung	$\mu$	Reibkoeffizient des Antriebssystems
$\eta$	Wirkungsgrad bei Umwandlung von Rotation in Linear		

Sowohl der Wirkungsgrad  $\eta$  als auch die [Axialkraft](#)  $F_a$  sind für die Ermittlung des Antriebsdrehmomentes  $T$  von Bedeutung.

## Tragzahlen: die axiale [statische Tragzahl](#) $C_{0a}$ und axiale [dynamische Tragzahl](#) $C_a$

Die axiale statische Tragzahl  $C_{0a}$  beschreibt die konstante axiale Belastung, die eine plastische Gesamtverformung des 0,00001-fachen des Kugeldurchmessers erzeugt. Die axialen Tragzahlen – sowohl die axiale statische als auch die axiale dynamische – basieren nach [DIN](#) stets auf der Toleranzklasse 5. Die Berechnung der axialen statischen Tragzahl  $C_{0a}$  erfolgt auf Basis der DIN 69051-4.

Neben der Berechnung der axialen statischen Tragzahl  $C_{0a}$  ist auch die der axialen dynamischen Tragzahl  $C_a$  relevant. Unter der axialen dynamischen Tragzahl  $C_a$  wird die in Größe und Richtung unveränderliche axiale Belastung definiert, unter der ein Kugelgewindetrieb theoretisch eine Lebensdauer von  $10^6$  Umdrehungen erreicht. Die Ermittlung der axialen dynamischen Tragzahl  $C_a$  bei Kugelgewindetrieben erfolgt ebenfalls nach DIN 69051-4.

Mit Blick auf die axialen Tragzahlen ist wichtig zu erwähnen, dass sich diesbezügliche Angaben im [NTN-Katalog](#) auf eine optimale Lastverteilung auf alle tragenden Kugeln für Kugelgewindetriebe der Toleranzklasse 5 beziehen. Für von Toleranzklasse 5 abweichende Toleranzklassen muss ein Korrekturfaktor  $f_{ac}$  berücksichtigt werden, der aus der Tabelle abgelesen werden kann.

Je größer der Steigungsfehler einer Spindel ist, desto geringer ist die Garantie, dass alle Kugeln gleichmäßig tragen. Demzufolge, wenn nicht alle Kugeln gleichmäßig tragen, sinkt die axiale Tragzahl. Daher ist es notwendig, die axiale Tragzahl mit Berücksichtigung der Toleranzklasse zu korrigieren.

	Toleranzklasse		
	0, 1, 3, 5	7	10
Korrekturfaktor $f_{ac}$	1,0	0,9	0,7

Korrekturfaktoren für die unterschiedlichen Toleranzklassen nach DIN [ISO 3408-5](#).

## Statischer Sicherheitsfaktor $f_s$

In Betracht gezogen werden muss zudem der statische Sicherheitsfaktor  $f_s$ . Dieser berücksichtigt, dass [Kugelgewindetriebe](#) unvorhergesehenen Belastungen ausgesetzt sein können. Diese können verschiedene Ursachen haben, beispielsweise Vibrationen, Stöße oder kurze Start-Stopp-Fahrzyklen. Der statische Sicherheitsfaktor  $f_s$  dient dazu, unzulässige, bleibende [plastische Verformungen](#) sowohl an Laufbahnen als auch an Wälzkörpern des Kugelgewindetriebs zu vermeiden. Es ist entscheidend, dass dieser Faktor angemessen beachtet wird, um die Stabilität und Funktionalität der jeweiligen Anwendung mit Kugelgewindetrieben sicherzustellen und den zuverlässigen Betrieb unter verschiedenen Belastungsbedingungen zu gewährleisten. Der statische Sicherheitsfaktor  $f_s$  muss immer  $\geq 1$  sein. Sollten die angenommenen Belastungen stark schwanken und tendenziell unvorhersehbar sein, sollte ein höherer Sicherheitsfaktor  $f_s$  hinzugezogen werden.

Die Berechnung des statischen Sicherheitsfaktors bei Kugelgewindetrieben gestaltet sich zwar nicht gleich, aber ähnlich wie bei [Linearführungen](#). Bei Kugelgewindetrieben werden die zwei Einflussfaktoren (der Härtefaktor  $f_H$  und der Temperaturfaktor  $f_T$ ) mit der statischen Tragzahl  $C_{0a}$  multipliziert und durch die maximale Axiallast  $F_{\max}$  geteilt.

### Formel 6

$f_s = \frac{f_H \times f_T \times C_{0a}}{F_{\max}}$	
$f_s$	statischer Sicherheitsfaktor
$f_H$	Härtefaktor
$f_T$	Temperaturfaktor
$C_{0a}$	axiale statische Tragzahl [kN]
$F_{\max}$	maximale Axiallast [kN]

Wie bei [Linearführungen](#) ist auch bei Kugelgewindetrieben die Überprüfung des statischen Sicherheitsfaktors von Bedeutung.

Auch wenn es keine eindeutige Regel gibt, existieren bestimmte Richtwerte bzw. Empfehlungen, wie hoch dieser Faktor mindestens sein soll. Dabei hängt der Faktor davon ab, welche Bewegungsgeschwindigkeiten auf den Kugelgewindetrieb einwirken und wie stark die Lasten und wie intensiv die Vibrationen und Stöße sind.

Einsatzbedingungen	Statischer Sicherheitsfaktor $f_s$
<ul style="list-style-type: none"> <li>• langsame Bewegungen</li> <li>• geringe Lasten</li> <li>• keine Vibrationen und Stöße</li> </ul>	1,0 ... 1,3
<ul style="list-style-type: none"> <li>• langsame Bewegungen</li> <li>• geringe Lasten</li> <li>• leichte Vibrationen und Stöße</li> </ul>	1,2 ... 1,7

<ul style="list-style-type: none"> <li>• langsame Bewegungen</li> <li>• mittlere Lasten</li> <li>• Vibrationen und Stöße</li> </ul>	1,5 ... 2,5
<ul style="list-style-type: none"> <li>• schnelle Bewegungen</li> <li>• hohe Lasten</li> <li>• Vibrationen und Stöße</li> </ul>	2,0 ... 4,0
<ul style="list-style-type: none"> <li>• schnelle Bewegungen</li> <li>• hohe Lasten</li> <li>• starke Vibrationen und Stöße</li> </ul>	3,0 ... 8,0

Im Idealfall benötigt man einen niedrigen statischen Sicherheitsfaktor  $f_s$ , bei extremen Bedingungen bzw. hochbelasteten Anwendungen hingegen kann dieser 3,0 (weit) überschreiten.

## Die nominelle Lebensdauer $L_{10}$

Die nominelle Lebensdauer  $L_{10}$  ist die mit 90 % Erlebenswahrscheinlichkeit erreichbare rechnerische Lebensdauer für [Kugelgewindetriebe](#) unter üblichen Betriebsbedingungen. Damit die nominelle Lebensdauer von Kugelgewindetrieben berechnet werden kann, werden mehrere Einflussfaktoren benötigt. Dazu zählen der Belastungsfaktor  $f_w$ , der Härtefaktor  $f_H$  und der Temperaturfaktor  $f_T$ . Weiterhin benötigt man die axiale dynamische Tragzahl  $C_a$  und die mittlere Axiallast  $F_m$ .

Formel 7	
$L = \left( \frac{f_T \times f_H}{f_w} \times \frac{C_a}{F_m} \right)^3 \times 10^6$	
$L$	nominelle Lebensdauer [ $\text{min}^{-1}$ ]
$C_a$	axiale dynamische Tragzahl [kN]
$f_w$	Belastungsfaktor
$f_H$	Härtefaktor
$f_T$	Temperaturfaktor
$F_m$	mittlere Axiallast [kN]

Auf [lineartechniklernen.de](http://lineartechniklernen.de) findet ihr auch Infos zur Lebensdauerberechnung von [Linearführungen](#) und [Kugelbuchsen](#).

In Bezug auf den Belastungsfaktor  $f_w$  gibt es Empfehlungen, die von den Einsatzbedingungen, genauer gesagt von der Stärke der Vibrationen und Stöße, die in der einzelnen Anwendung auf die Gewindetriebe einwirken, abhängig sind. Sind die Bedingungen im Vorhinein nicht präzise vorhersehbar, sollte man den Belastungsfaktor mit einer gewissen Sicherheit berücksichtigen oder sich auf Erfahrungswerte mit vergleichbaren Anwendungen beziehen.

Einsatzbedingungen	Geschwindigkeit [m/s]	Belastungsfaktor $f_w$
keine oder sehr geringe Vibrationen und Stöße	$\leq 0,25$	1,0 ... 1,2

leichte Vibrationen und Stöße	0,25...≤1,0	1,2 ... 1,5
mittlere Vibrationen und Stöße	1,0...≤2,0	1,5 ... 2,0
starke Vibrationen und Stöße	>2,0	2,0 ... 3,5
Kurzhubanwendungen		3,5 ... 5,0

Der Belastungsfaktor ergibt sich aus den Einsatzbedingungen.

Die nominelle Lebensdauer  $L_{10}$  kann auch in anderen Einheiten als Umdrehungen angegeben werden. Abhängig von der Anforderung ist eine Angabe in Kilometern  $L_s$ , in Stunden  $L_h$  oder in Zyklen  $L_{\#}$  möglich.

Formel 8

Formel 12

$L_s = \frac{L \times P}{10^6}$		$L_h = \frac{L}{n_m \times 60 \times ED}$		$L_{\#} = \frac{L \times P}{2 \times s}$	
$L$	nominelle Lebensdauer [ $\text{min}^{-1}$ ]	$L$	nominelle Lebensdauer [ $\text{min}^{-1}$ ]	$L$	nominelle Lebensdauer [ $\text{min}^{-1}$ ]
$L_s$	nominelle Lebensdauer [km]	$L_h$	nominelle Lebensdauer [h]	$L_{\#}$	nominelle Lebensdauer [Zyklen]
$P$	Spindelsteigung [mm]	$n_m$	Mittlere Betriebsdrehzahl [ $\text{min}^{-1}$ ]	$P$	Spindelsteigung [mm]
		$ED$	Einschaltdauer [%]	$s$	Verfahrweg

$$L_s = \frac{L \times P}{10^6}$$

$L$   
nominelle Lebensdauer [ $\text{min}^{-1}$ ]

$L_s$   
nominelle Lebensdauer [km]

$P$   
Spindelsteigung [mm]

$$L_h = \frac{L}{n_m \times 60 \times ED}$$

$L$   
nominelle Lebensdauer [ $\text{min}^{-1}$ ]

$L_h$   
nominelle Lebensdauer [h]

$n_m$   
Mittlere Betriebsdrehzahl [ $\text{min}^{-1}$ ]

$ED$   
Einschaltdauer [%]

$$L_{\#} = \frac{L \times P}{2 \times s}$$

$L$   
nominelle Lebensdauer [ $\text{min}^{-1}$ ]

$L_{\#}$   
nominelle Lebensdauer [Zyklen]

$P$   
Spindelsteigung [mm]

$s$   
Verfahrweg

*Hier findet ihr die Formeln zur Umrechnung der Lebensdauer in Kilometern, Stunden oder Zyklen.*

Weitere Berechnungsgrundlagen findet ihr im [NTN-Katalog](#) zu den Kugelgewindetrieben. Informationen zur [Montage](#) von Gewindetrieben erhaltet ihr im entsprechenden Beitrag.

## Das könnte Dich auch interessieren

### [Berechnungsgrundlagen \(Linearführungen\)](#)

Wie bei Wälzlagern müssen auch in der Lineartechnik bestimmte Berechnungsgrundlagen beherrscht werden, um die Linearführungen nicht zu hohen Belastungen auszusetzen und um Ausfällen, einer verkürzten Lebensdauer, aber auch einer Überdimensionierung von Linearführungen vorzubeugen. Daher ist es beispielsweise zwingend erforderlich, die Lebensdauer von Linearführungen zu berechnen. Weitere Berechnungen betreffen den statischen Sicherheitsfaktor oder Steifigkeiten. Die nominelle Lebensdauer  $L_{10}$  Unter der Lebensdauer

[Weiterlesen »](#)

### [Führungsvarianten](#)

Im Bereich der Linearachsen werden drei verschiedene Arten von Führungsvarianten eingesetzt, die für jeweilig spezifische Anwendungen ausgelegt sind. Es kann zwischen Linearführungen, Laufrollenführungen und Polymer-Laufrollenführungen gewählt werden, die jeweils an bestimmte Anwendungsanforderungen angepasst sind. Die Parameter und Anforderungen, die in diesem Beitrag genannt werden, beziehen sich auf NTN-Linearachsen der Marke SNR. Linearführungen Hinsichtlich der Linearführungen lässt sich sagen, dass ausschließlich

[Weiterlesen »](#)

### [Antriebsvarianten](#)

In diesem Beitrag werden die Linearachsen nach ihren Antriebsvarianten unterteilt behandelt, dabei handelt es sich mit den Zahnriemenantrieben, Spindelantrieben, Zahnstangenantrieben und Linearmotorantrieben um vier relevante Arten. Ihr solltet jedoch beachten, dass die Differenzierung variieren kann, was bedeutet, dass sie sich nicht nur hinsichtlich ihrer Antriebsvarianten einteilen lassen, sondern auch anhand der in der Tabelle aufgelisteten weiteren Unterscheidungsmerkmale. Unterscheidung

[Weiterlesen »](#)

### [Montage von Gewindetrieben](#)

Im folgenden Beitrag erfahrt ihr alles Wichtige zur Montage von Gewindetrieben. Neben einem allgemeinen Überblick findet ihr zentrale Infos zum Thema Montagetoleranzen. Auf eine Montageanleitung stoßt ihr im abschließenden Teil dieses Beitrags. Allgemeines Vor und während der Montage von Kugelgewindetrieben sollte man sich einer Sache besonders bewusst sein: Kugelgewindetriebe sind ausschließlich für die Übertragung von Axialkräften geeignet. Radialkräfte und Momente

[Weiterlesen »](#)

## [Berechnungsgrundlagen \(Kugelbuchsen\)](#)

Falls ihr euch auf [lineartechniklernen.de](http://lineartechniklernen.de) schon durch die Texte zu den Berechnungsgrundlagen der Linearführungen und Gewindetribe geklickt habt, wisst ihr bereits, dass bei der Auslegung von Linearsystemen verschiedene Faktoren bzw. Formeln beachtet werden müssen. Dies ist bei Kugelbuchsen nicht anders, weshalb ihr in diesem Beitrag alles, was für deren Berechnung wichtig ist, findet. Die Themengebiete reichen von Toleranzen, Tragzahlen, dem

[Weiterlesen »](#)

## [Arten von Gewindetrieben](#)

Vielleicht habt ihr schon mal etwas über Kugelgewindetribe gehört. Diese sind sicherlich die bekanntesten unter den Gewindetrieben, aber nicht die einzigen, denn einen zweiten Typ stellen die Trapezgewindetribe dar. Schwerpunktmäßig soll es in diesem Beitrag um erstere gehen, trotzdem findet ihr hier zu beiden Arten alles, was wichtig ist. Aufbau, Funktionsweise und Einsatzgebiete von Kugelgewindetrieben Aber erst einmal: Was sind

[Weiterlesen »](#)

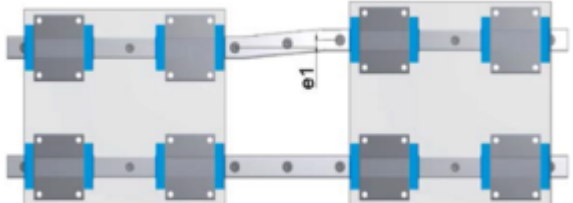
## Zusammenfassung

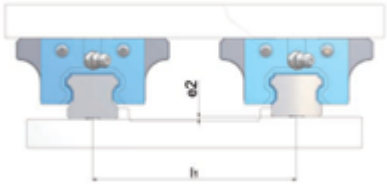
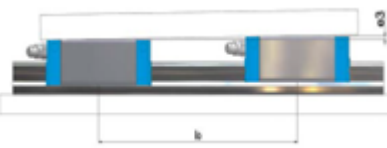
- Drei Montagetoleranzen werden unterschieden: die Parallelitätstoleranz  $e_1$ , die Höhentoleranz zwischen zwei Schienen  $e_2$  und die Höhentoleranz in Schienenrichtung  $e_3$
- Für die Montage ist wichtig, das Kennzeichnungssystem von Linearführungen zu kennen
- Bei der Gestaltung der Montageflächen müssen bestimmte Radien eingehalten werden
- Anlegekanten dürfen festgelegte Maße nicht über- oder unterschreiten, um eine passgenaue Anlage der Führungswagen und -schienen zu gewährleisten
- Für Anwendungen wie Werkzeugmaschinen bestehen die höchsten Ansprüche an die Geradheit und Ebenheit der Montageflächen
- Oft gestaltet sich die Montage in der Praxis nicht kompliziert, sofern die Montagevorgaben des Herstellers beachtet werden
- Die perfekte Montage von Linearführungen besteht aus acht Schritten, die im Beitrag erklärt werden

Habt ihr vor, zum ersten Mal eine [Linearführung](#) zu montieren und noch keinen klaren Überblick über den Ablauf? Oder habt ihr schon jemandem bei der Montage über die Schulter geschaut und möchtet euch vergewissern, wie dieser Prozess abläuft? In diesem Beitrag stehen die Montage sowie die Gestaltung der Montageflächen von Linearführungen im Vordergrund – und eine Montageanleitung darf selbstverständlich nicht fehlen!

## Montagetoleranzen

Es werden drei Montagetoleranzen voneinander unterschieden: die Parallelitätstoleranz  $e_1$ , die Höhentoleranz zwischen zwei Schienen  $e_2$  und die Höhentoleranz in Schienenrichtung  $e_3$ . Diese sind von verschiedenen Kriterien abhängig, die in der Tabelle genauer angeführt sind. Im Übrigen bieten [Linearführungen](#) mit Wälzkörpern in [X-Anordnung](#) mehr Montagetoleranzen als solche mit Wälzkörpern in [O-Anordnung](#), da erstere mehr Verformung ermöglichen.

Montagetoleranz	abhängig von	Bild
Parallelitätstoleranz $e_1$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baugröße</li> <li>• Vorspannklasse</li> </ul>	

Höhentoleranz zwischen zwei Schienen e2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baugröße</li> <li>• Vorspannklasse</li> <li>• Schienenabstand</li> </ul>	
Höhentoleranz in Schienenrichtung e3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baugröße</li> <li>• Führungswagenlänge</li> <li>• Vorspannklasse</li> <li>• Führungswagenabstand</li> </ul>	

Von der Baugröße und Vorspannklasse sind alle drei Montagetoleranzen abhängig, bei e2 und e3 kommen weitere Faktoren hinzu.

## Kennzeichnung der Linearführungen

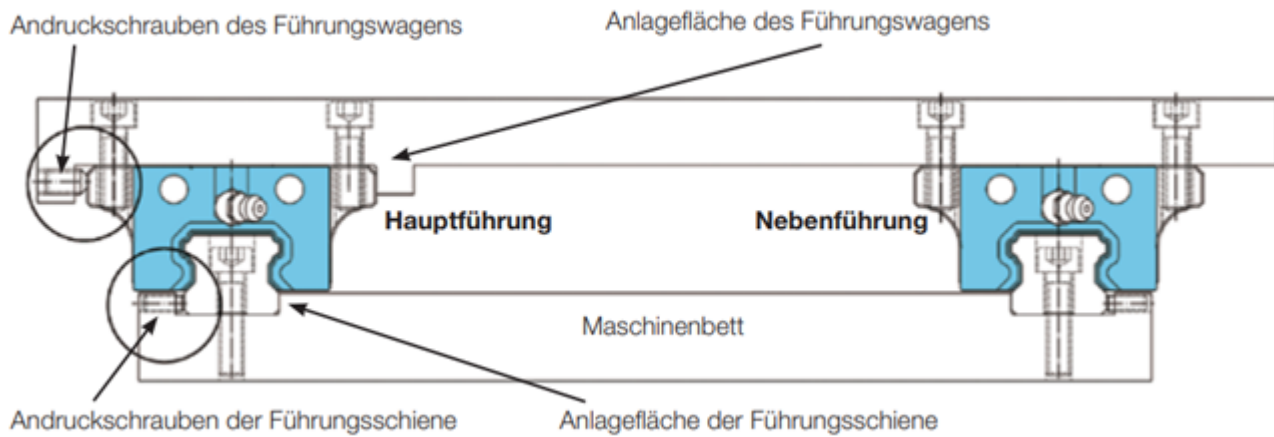
SNR-Linearführungen besitzen zwei Seiten, wobei auf einer Seite wichtige Kennzeichnungen zugunsten der Identifizierung zu finden sind. Auf dieser sind die Typenbezeichnung und der Traceability-Code angegeben, wohingegen die zweite Seite, die Bezugsseite, eine geschliffene Fläche besitzt.

Bei Schienen sind am Boden eine oder zwei Rillen vorhanden, wenn es eine Rille gibt, ist das die Bezugsseite, bei zwei Rillen ist die Seite mit der schmalen Rille die Bezugsseite.

Bei unsymmetrischen Schienen existieren je nach Schienenanordnung verschiedene Definitionen in Bezug auf die Lage des Bohrbilds. Geteilte Schienen sind mit „J“ an den Schienenenden gekennzeichnet. Bei der Montage ist hier besonders wichtig, dass ein ruckelfreies Überfahren der Stoßstelle der Führungsschienen gewährleistet ist. Da diese Schienen an den Stoßstellen von den Toleranzen aufeinander abgestimmt sind, sind auf jeden Fall die klaren Markierungen der Schienensegmente mit „J“ zu beachten, um Verwechslungen zu vermeiden. Alle mit „J“ gekennzeichneten Schienensegmente sind beliebig kombinierbar. Es gibt keine festgelegte Reihenfolge der Segmente.

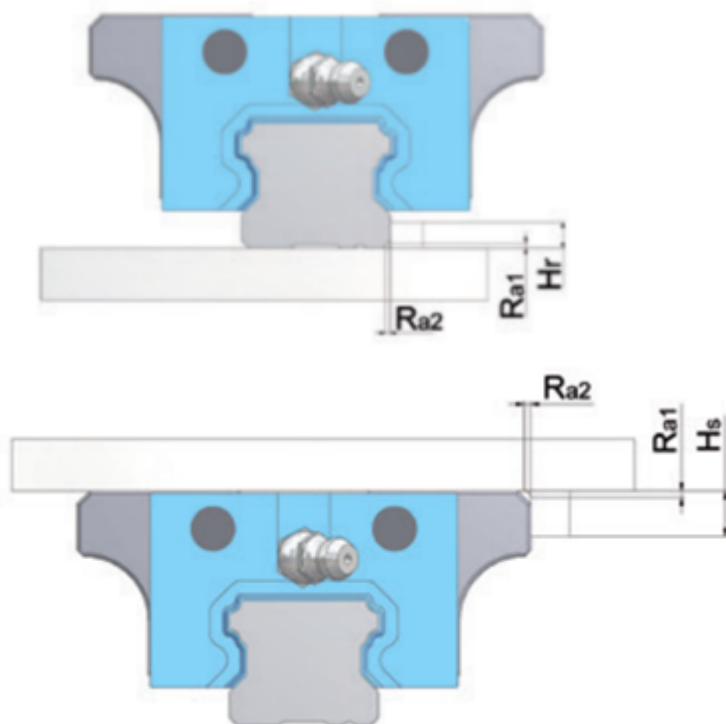
## Was gilt es bei der Gestaltung der Montageflächen zu beachten?

Am häufigsten werden Linearführungen mit zwei parallel angeordneten Führungsschienen eingebaut; auf jeder [Führungsschiene](#) sind ein oder mehrere [Führungswagen](#) montiert. Im Bild werden die Führungsschienen auf einer ebenen Unterlage wie beispielsweise einem Maschinenbett nebeneinander befestigt. Zudem wird der [Tisch](#) auf den Führungswagen fixiert.



In diesem Beispiel ist die Montage bei der Anwendung zweier parallel angeordneter Linearführungssysteme abgebildet

Wenn eine Montagefläche gefertigt wird, muss ein bestimmter Radius eingehalten werden. Dabei dürfen die Anlagekanten die vom Hersteller vorgegebene Anschlussgeometrie nicht über- oder unterschreiten: Diese Maße sind auf jeden Fall zu berücksichtigen, damit man mit dem Führungswagen nicht aufsetzt (verklemt). Die Funktion der Anlagekanten besteht primär darin, das [Linearführungssystem](#) bei der Montage exakt zu positionieren. Dass die Montage durch die Nutzung der Anlagekanten allgemein vereinfacht wird, ist ebenfalls positiv hervorzuheben. Für die Montage sind Angaben hinsichtlich der Höhe der Anlagekante  $H_r$  für die Führungsschiene sowie jene zur Höhe der Anlagekante  $H_s$  für den Führungswagen (in den Bildern dargestellt) erforderlich. Beide sind wichtige Maße, um eine formschlüssige Verbindung an Führungswagen und Führungsschiene zu gewährleisten. Neben den Anlagekanten  $H_r$  und  $H_s$  sind auch die Werte der Längenmaße  $R_{a1}$  und  $R_{a2}$  von Bedeutung.



Anhand dieser Abbildungen könnt ihr die wichtigen Maße für die Anschlusskonstruktion ablesen.

Die konkreten Montagetoleranzen sind den Katalogen der Hersteller zu entnehmen, zum Beispiel hier. Diese sind vom jeweiligen Hersteller abhängig und daher individuell. Die oben genannten Anlageflächen sind auf jeden Fall gemäß Herstellerangaben einzuhalten, um einen homogenen, ruhigen Lauf zu gewährleisten, unzulässige Verformungen der Führungswagen auszuschließen und die [Lebensdauer](#) nicht zu reduzieren. Zudem ist aufgrund klarer Präzisionsanforderungen bei vielen Anwendungen, wie zum Beispiel Werkzeugmaschinen, die Geradheit und Ebenheit der Montageflächen unabdingbar.

## Beispiel eines Montageablaufs

Für die Montage von [Linearführungen](#) müssen geeignete Werkzeuge und Hilfsmittel verwendet werden. Dabei gilt es, bestimmte Hinweise der Hersteller zu beachten: Für die Montage von Linearführungen sind Schrauben der Festigkeitsklassen 10.9 oder 12.9 zu verwenden. Alle Schrauben sind mit dem vorgegebenen Drehmoment anzuziehen. Vor Beginn der Montage müssen Konservierungsmittel von den Montageflächen und Linearführungen entfernt werden. Temperaturunterschiede zwischen den zu montierenden Komponenten müssen vermieden werden, dazu wird zugunsten des Korrosionsschutzes empfohlen, saubere Handschuhe zu tragen – aufgrund einer Übertragung von Salzen durch schwitzige Hände sollte auf einen direkten Kontakt mit der Linearführung verzichtet werden. Nicht zuletzt sollten Bauteile erst am Montageplatz aus der Verpackung entnommen werden, sodass es nicht zu möglichen Verschmutzungen der Komponenten kommt. Der Montageplatz muss zudem staub- und schmutzfrei sein, denn kleinste Partikel im  $\mu$ -Bereich können, wenn sie in den Innenraum der Führungswagen gelangen, deutliche Schäden an der Linearführung hervorrufen. In der aufgelisteten Reihenfolge findet die Montage statt:

### Montageanleitung

- 1) Vorbereitung und Reinigung der Montagefläche
- 2) Ausrichten der Hauptführungsschiene
- 3) Vormontage der Führungsschiene
- 4) Positionieren der Führungsschienen (Anziehen der Führungsschrauben)
- 5) Befestigen der Führungsschienen (Anziehen der Befestigungsschrauben)
- 6) Befestigen weiterer Führungsschienen (die Arbeitsschritte 1 bis 5 werden wiederholt)
- 7) Montage des Tisches
- 8) Abschluss der Montage (Überprüfung des Laufverhaltens, um Montagefehler vor der Inbetriebnahme zu erkennen)

Mehr Informationen sind im [Katalog](#) in Kapitel 3.5 zu finden.

*Neben der Anleitung im Katalog bietet NTN Schulungen und Montagebegleitungen für Linearführungssysteme an.*

Die Art der Montage hängt von der Konfiguration der [Linearführung](#) ab. Im vorliegenden praxisnahen Beispiel wird von einer Linearführung, die lediglich eine Anlagekante und keine Druckschrauben besitzt, ausgegangen. In einem solchen Fall sind vier Schritte zu beachten.

### Praxisbeispiel: Beispielhafte Montage

- 1) Die Führungsschiene wird per Hand gegen die Anlagekante gedrückt und festgeschraubt. Das Festschrauben beginnt in der Schienenmitte und geht Schraube für Schraube zu den beiden Schienenenden. Es muss zuvor sichergestellt werden, dass die Anlagekante und die Kontaktflächen staub- und schmutzfrei sind.
- 2) Anschließend erfolgt die Montage der zweiten Führungsschiene; diese wird leicht angezogen.
- 3) Der Tisch wird auf den Führungswagen positioniert und festgeschraubt.
- 4) Der Tisch wird jetzt über die gesamte Länge verschoben und die zweite Schiene nach der ersten ausgerichtet und gleichzeitig festgeschraubt. Hier ist auf höchste Präzision und Genauigkeit zu achten, um ein homogenes Laufverhalten der Führungswagen auf der Schiene zu gewährleisten.

*In der Praxis gestaltet sich die Montage in vielen Fällen relativ unkompliziert.*

Jetzt seid ihr bestens vorbereitet für die Montage von [Linearführungen](#). Wenn ihr zudem mehr über die Berechnungsgrundlagen zu diesen Produkten erfahren möchtet, klickt [hier](#).

## Das könnte Dich auch interessieren

### [Grundlagen der Lineartechnik](#)

Ihr seid neu im Gebiet der Lineartechnik und wollt euch erstmal einen Überblick verschaffen, was man unter „Lineartechnik“ versteht und wodurch sich Linearsysteme charakterisieren? Dann ist dieser Beitrag perfekt für euch. Was ist ein Linearsystem? Ein Linearsystem ist ein Maschinenbauelement, das eine translatorische Bewegung ausführt. Um eine sichere Anwendung zu gewährleisten und Staubeintritt zu verhindern, muss das gesamte Linearsystem durch

[Weiterlesen »](#)

### [Montage von Kugelbuchsen](#)

Montage von Kugelbuchsen Die Montage von Kugelbuchsen ist allgemein nicht kompliziert, sondern lässt sich – im Gegenteil – glücklicherweise relativ einfach durchführen. Während ihrer Montage gibt es daher nicht super viel zu beachten: Wichtig ist lediglich, die Montagetoleranzen und Umgebungsbedingungen zu berücksichtigen. Detaillierte Infos dazu ebenso wie eine Montageanleitung findet ihr in diesem Beitrag. Montagetoleranzen Im Zusammenhang mit der Montage

[Weiterlesen »](#)

### [Berechnungsgrundlagen \(Linearführungen\)](#)

Wie bei Wälzlagern müssen auch in der Lineartechnik bestimmte Berechnungsgrundlagen beherrscht werden, um die Linearführungen nicht zu hohen Belastungen auszusetzen und um Ausfällen, einer verkürzten Lebensdauer, aber auch einer Überdimensionierung von Linearführungen vorzubeugen. Daher ist es beispielsweise zwingend erforderlich, die Lebensdauer von Linearführungen zu berechnen. Weitere Berechnungen betreffen den statischen Sicherheitsfaktor oder Steifigkeiten. Die nominelle Lebensdauer L10 Unter der Lebensdauer

[Weiterlesen »](#)

### [Varianten von Kugelbuchsen](#)

Kugelbuchsen, die alternativ auch als „Kugelbüchsen“ oder „Linearkugellager“ bezeichnet werden, sind ein wichtiges Produkt in der Lineartechnik. Dieser Beitrag behandelt die verschiedenen Varianten von Kugelbuchsen sowie ihre Eigenschaften, gibt euch aber zuvor grundlegende Informationen hinsichtlich ihrer Geschichte, ihrer Merkmale und ihres Aufbaus. Geschichte Kugelbuchsen gelten als das älteste Produkt mit Wälzkörperumlauf aus dem Bereich Lineartechnik und somit als das erste,

[Weiterlesen »](#)

### [Arten von Linearachsen](#)

Linearachsen sind neben Linearführungen, Gewindetrieben und Kugelbuchsen ein wichtiges Produkt im Bereich Lineartechnik. Obwohl schon Anfang der 1990er Jahre die ersten Linearachsen auf den Markt gekommen waren, haben sie sich erst mit Beginn des aktuellen Jahrhunderts als Standardbauteil für industrielle Anwendungen durchgesetzt. Hervorzuheben ist, dass kein einheitlicher Standard existiert, der Abmessungen von Linearachsen festlegt und die Bestimmung ihrer Tragzahlen regelt.

[Weiterlesen »](#)

## [Arten von Linearführungen](#)

Als eine Art der Linearsysteme werden euch im Folgenden die Linearführungen vorgestellt. Linearführungen zählen zu den wichtigsten Führungssystemen auf dem Markt, dies liegt insbesondere daran, dass sie universell eingesetzt werden können. Arten von Linearführungen hauptsächlich wird zwischen zwei Arten von Linearführungen unterschieden: Wellen- und Schienenführungen. Beide lassen sich in verschiedene Typen unterteilen. Typen der Wellenführungen sind Kugelbuchsenführungen, Kugelkäfigführungen und Nutwellenführungen.

[Weiterlesen »](#)

## Zusammenfassung

- Es gibt verschiedene Arten: Die häufigsten Varianten sind Kugelgewindetriebe und Trapezgewindetriebe, darüber hinaus gibt es noch zum Beispiel Rollengewindetriebe und Planetenrollengewindetriebe
- Gewindetriebe dienen hauptsächlich der Umsetzung von einer Drehbewegung in eine Längsbewegung
- Kugelgewindetriebe dürfen nur axial belastet werden, zur Aufnahme radialer Lasten oder Momente sind sie nicht geeignet
- Trapezgewindetriebe kommen als Vorläufer der Kugelgewindetriebe heutzutage eher selten zum Einsatz
- Charakteristisch für Trapezgewindetriebe ist ihre Selbsthemmung
- Als entscheidender Vorteil von Kugelgewindetrieben verglichen mit Trapezgewindetrieben lässt sich ein besserer Wirkungsgrad durch den erheblich geringeren Reibwert nennen

Vielleicht habt ihr schon mal etwas über Kugelgewindetriebe gehört. Diese sind sicherlich die bekanntesten unter den Gewindetrieben, aber nicht die einzigen, denn einen zweiten Typ stellen die Trapezgewindetriebe dar. Schwerpunktmäßig soll es in diesem Beitrag um erstere gehen, trotzdem findet ihr hier zu beiden Arten alles, was wichtig ist.

## Aufbau, Funktionsweise und Einsatzgebiete von Kugelgewindetrieben

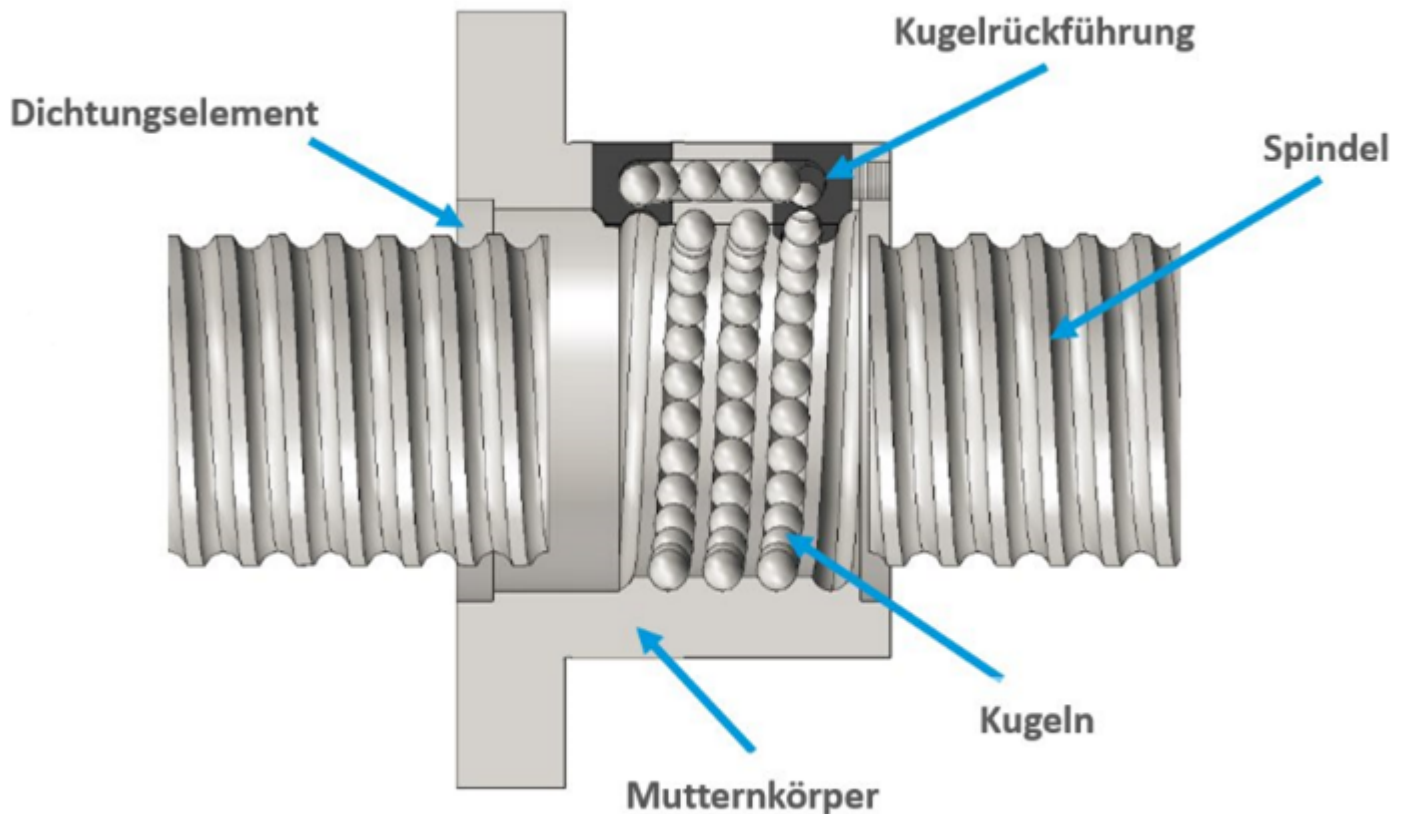
Aber erst einmal: Was sind überhaupt Kugelgewindetriebe? Kugelgewindetriebe bestehen aus einer Spindel mit einem Gewindeprofil, einer Mutter, die ebenfalls ein Gewindeprofil im Inneren enthält und sich auf der Gewindespindel bewegt, sowie Kugeln als [Wälzkörper](#) zwischen der Spindel und der Mutter. Optional ist der Einsatz von [Dichtungen](#) möglich. Erhältlich sind Kugelgewindetriebe in gerollter, gewirbelter und geschliffener Ausführung (mehr Infos zu den drei Herstellungsverfahren sind [hier](#) zu finden). Gewinderollen hat verfahrensbedingt Grenzen in der erreichbaren Präzision. Durch Schleifen können die höchsten Genauigkeiten und Präzisionsanforderungen erreicht werden, allerdings ist das Schleifen das Verfahren, das am teuersten ist und am längsten dauert. In der Praxis stellt Gewindewirbeln von Kugelgewindetrieben eine effektive und kostengünstige Alternative zu geschliffenen Varianten dar, mit der ebenfalls sehr hohe Genauigkeitsklassen erreicht werden können.

Kugelgewindetriebe dienen in der Regel der Umsetzung von einer Drehbewegung in eine Längsbewegung. Genauso möglich ist allerdings auch eine Umsetzung in die andere Richtung, sodass die Mutter zum Drehen gebracht wird, wenn eine axiale Kraft auf die Spindel aufgebracht wird.

Kugelgewindetriebe können zudem spielfrei oder vorgespannt ausgeführt werden. Besonders wichtig: Kugelgewindetriebe sind ausschließlich zur Aufnahme axialer Lasten fähig und dürfen niemals radial oder mit Momenten belastet werden. Radiale Belastungen oder Momente führen in kürzester Zeit zum Ausfall der Kugelgewindetriebe! Vibrationen, Stöße und Kurzhubanwendungen sollten bei der Verwendung von Gewindetrieben vermieden oder zumindest geringgehalten werden. In diesen Fällen ist eine Dimensionierung mit ausreichend hoher statischer Sicherheit notwendig. Zudem sollten die richtige Vorspannklasse und ein adäquater Schmierstoff gewählt werden – diesbezügliche Empfehlungen des Herstellers sollten jederzeit eingehalten werden. Durch [Vorspannung](#) kann [Steifigkeit](#) erhöht oder Präzision erreicht werden, außerdem dient sie zum Beispiel bei Vibrationen dazu, dass die Kugeln im Wälzkontakt

gehalten werden.

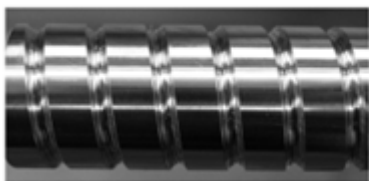
Die Einsatzgebiete von Kugelgewindetrieiben sind vergleichbar mit denen der [Linearführungen](#) und [Linearachsen](#) und daher ähnlich vielfältig, dazu zählen unter anderem der Werkzeugmaschinenbereich, die Medizintechnik, die Luftfahrt, die Lebensmittel- und Verpackungsindustrie, Halbleiter sowie Photovoltaik. Auch in Glasformmaschinen und Messmaschinen kommen Kugelgewindetrieibe zum Einsatz.



Die Kugeln rollen auf der Gewindelaufbahn ab.



gerollt



gewirbelt

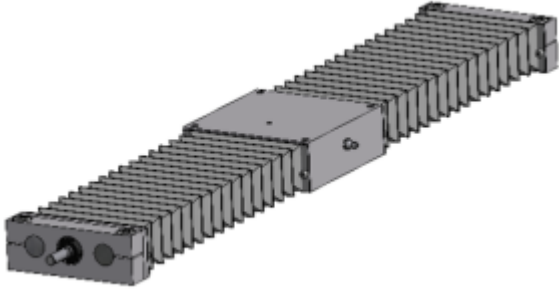
geschliffen

Optisch sind Unterschiede zwischen gerollten und gewirbelten bzw. geschliffenen Kugelgewindetrieiben erkennbar.

## Trapezgewindetrieibe als Vorläufer der Kugelgewindetrieibe

Trapezgewindetrieibe sind schon deutlich länger auf dem Markt als Kugelgewindetrieibe und kommen heute weitaus seltener zum Einsatz als letztgenannte. In ihrem Aufbau unterscheiden sie sich von den Kugelgewindetrieiben dadurch, dass sie ebene Laufflächen und keine Wälzkörper besitzen. Stattdessen

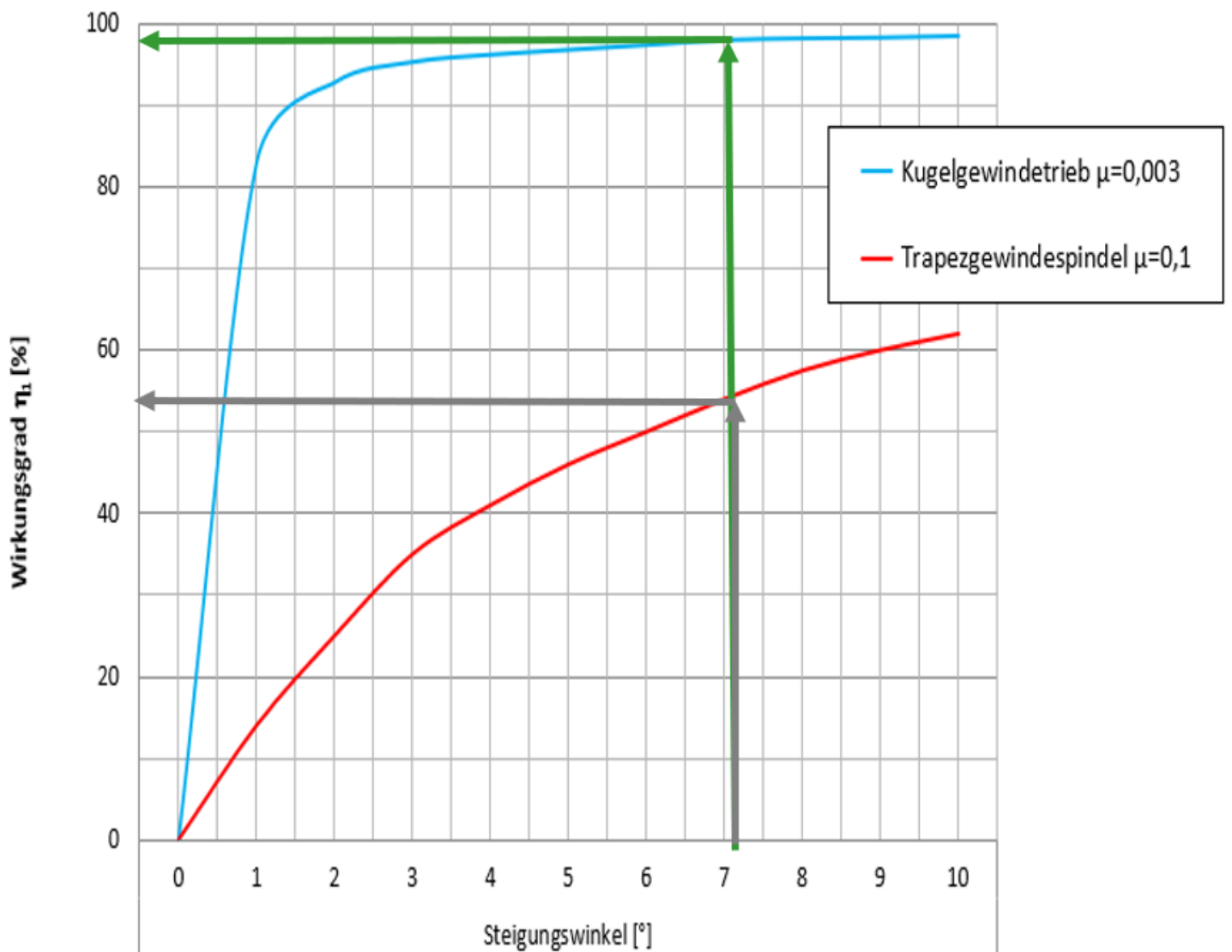
realisieren sie eine Gleitbewegung zwischen zwei Flächen mit trapezförmigem Profil. Durch diese Gleitbewegung entsteht Reibung, die zu einer vergleichsweise kürzeren [Lebensdauer](#) führt. Charakteristisch für Trapezgewindetribe ist darüber hinaus, dass sie stets ein [Spiel](#) haben müssen, denn wenn ein Trapezgewindetrieb spielfrei ausgeführt wird, klemmt er. Aufgrund der [Selbsthemmung](#), die Trapezgewindetribe aufweisen, sind sie für vertikale Anwendungen mit Antrieben ohne Bremse geeignet. Weiterhin sind sie für Anwendungen, die hauptsächlich statisch belastet werden bzw. ohne viel Bewegung auskommen, sehr gut einsetzbar.



In dieser Abbildung seht ihr einen Kugelbuchsentisch.

## Kugelgewindetribe und Trapezgewindetribe im Vergleich

Wie im vorigen Abschnitt bereits angeklungen ist, kommt Kugelgewindetriben im praktischen Alltag, verglichen mit Trapezgewindetriben, eine größere Bedeutung zu. Dies liegt nicht nur an ihrer allgemein moderneren Konstruktion und am – wegen der Kugeln – reibungsarmen, nahezu verschleißfreien Lauf. Bedingt durch ebendiesen reibungsarmen Lauf liegt der entscheidende Vorteil darin, dass Kugelgewindetribe einen erheblich besseren [Wirkungsgrad](#) besitzen.



Mithilfe dieses Diagramms können die zuvor thematisierten Wirkungsgrade ermittelt werden.

Vergleicht man zum Beispiel einen Kugelgewindetrieb BSH02510 mit einem Trapezgewindetrieb TR02410 (beide mit einem [Steigungswinkel](#) von 7,1°), fällt auf, dass der Reibungskoeffizient beim Trapezgewindetrieb 0,1  $\mu$  beträgt. Der Reibungskoeffizient des Kugelgewindetriebs liegt in der Regel bei lediglich 0,003  $\mu$ . Am Beispiel des Steigungswinkels von 7,1° bedeutet dies für den Wirkungsgrad, dass dieser beim Trapezgewindetrieb bei rund 55 % liegt, wohingegen er beim Kugelgewindetrieb 98 % beträgt. Durch die verhältnismäßig große Reibung wird bei ersterem somit knapp die Hälfte der aufgebrauchten Energie in Wärme transformiert, beim Kugelgewindetrieb wiederum kann fast die komplette Energie in Wirkleistung umgewandelt werden.

Neben dem Wirkungsgrad gibt es weitere Vorteile, die Kugel- und Trapezgewindetriebe im direkten Vergleich mit der jeweilig anderen Art von Gewindetrieben aufweisen. Alle Infos dazu sind in der Tabelle angegeben.

	Vorteile
Kugelgewindetriebe	<ul style="list-style-type: none"> <li>• höherer Wirkungsgrad</li> <li>• höhere Lebensdauer durch nahezu verschleißfreien Lauf</li> <li>• geringere Antriebsleistung</li> <li>• kein <a href="#">Stick-Slip-Effekt</a></li> <li>• genauere Positionierung</li> <li>• größere Verfahrgeschwindigkeit</li> <li>• geringere Erwärmung</li> </ul>

## Trapezgewindetriebe

- Selbsthemmung (relevant für vertikale Anwendungen mit Antrieb ohne Bremse)
- kostengünstigere Lösung

*In den meisten Anwendungen stellen Kugelgewindetriebe die bessere Wahl als Trapezgewindetriebe dar.* Mehr Informationen zu den [Berechnungsgrundlagen](#) und der [Montage](#) von Gewindetrieben findet ihr ebenfalls auf dieser Website.

## Konfigurator für Kugelgewindetriebe

NTN stellt ein neues [Online-Tool](#) zur Verfügung, das Typenschlüssel von Kugelgewindetrieben generiert, um das jeweilige Produkt effizient auswählen zu können. Infolge einer schrittweisen Auswahl aller möglichen Optionen konfiguriert das Tool den korrekten Typenschlüssel. Daneben können Produkte anderer Hersteller nach Eingabe der Marke, des Muttertyps, des Nenndurchmessers oder der Steigung umgeschlüsselt werden. Alternativ ist dies auch einfach durch Eingabe des Typenschlüssels des Wettbewerbsprodukts möglich. Ein Login ist nicht erforderlich, der Konfigurator kann direkt bedient werden.

## Das könnte Dich auch interessieren

### [Varianten von Kugelbuchsen](#)

Kugelbuchsen, die alternativ auch als „Kugelbüchsen“ oder „Linearkugellager“ bezeichnet werden, sind ein wichtiges Produkt in der Lineartechnik. Dieser Beitrag behandelt die verschiedenen Varianten von Kugelbuchsen sowie ihre Eigenschaften, gibt euch aber zuvor grundlegende Informationen hinsichtlich ihrer Geschichte, ihrer Merkmale und ihres Aufbaus. Geschichte Kugelbuchsen gelten als das älteste Produkt mit Wälzkörperumlauf aus dem Bereich Lineartechnik und somit als das erste,

[Weiterlesen »](#)

### [Arten von Linearachsen](#)

Linearachsen sind neben Linearführungen, Gewindetrieben und Kugelbuchsen ein wichtiges Produkt im Bereich Lineartechnik. Obwohl schon Anfang der 1990er Jahre die ersten Linearachsen auf den Markt gekommen waren, haben sie sich erst mit Beginn des aktuellen Jahrhunderts als Standardbauteil für industrielle Anwendungen durchgesetzt. Hervorzuheben ist, dass kein einheitlicher Standard existiert, der Abmessungen von Linearachsen festlegt und die Bestimmung ihrer Tragzahlen regelt.

[Weiterlesen »](#)

### [Montage von Gewindetrieben](#)

Im folgenden Beitrag erfahrt ihr alles Wichtige zur Montage von Gewindetrieben. Neben einem allgemeinen Überblick findet ihr zentrale Infos zum Thema Montagetoleranzen. Auf eine Montageanleitung stoßt ihr im abschließenden Teil dieses Beitrags. Allgemeines Vor und während der Montage von Kugelgewindetrieben sollte man sich einer Sache besonders bewusst sein: Kugelgewindetriebe sind ausschließlich für die Übertragung von Axialkräften geeignet. Radialkräfte und Momente

[Weiterlesen »](#)

## [Berechnungsgrundlagen \(Gewindetriebe\)](#)

Die Berechnungsgrundlagen für Gewindetriebe sind umfangreich und reichen von der Berechnung des statischen Sicherheitsfaktors über die biegekritische [Drehzahl](#), die Knickbelastung bis hin zur nominellen Lebensdauer. All das erwartet euch im Folgenden. Wenn ihr auf der Suche nach weiteren Berechnungsgrundlagen seid, werdet ihr in unserem Katalog fündig. Definition von Gewindetrieben Aus rechnerischer Sicht müssen mehrere Faktoren für die Definition von Gewindetrieben

[Weiterlesen »](#)

## [Arten von Linearführungen](#)

Als eine Art der Linearsysteme werden euch im Folgenden die Linearführungen vorgestellt. Linearführungen zählen zu den wichtigsten Führungssystemen auf dem Markt, dies liegt insbesondere daran, dass sie universell eingesetzt werden können. Arten von Linearführungen Hauptsächlich wird zwischen zwei Arten von Linearführungen unterschieden: Wellen- und Schienenführungen. Beide lassen sich in verschiedene Typen unterteilen. Typen der Wellenführungen sind Kugelbuchsenführungen, Kugelkäfigführungen und Nutwellenführungen.

[Weiterlesen »](#)

## [Geschichte der Lineartechnik](#)

Die Lineartechnik gibt es schon sehr lange – ihre Geschichte reicht sogar bis in die Antike! Im alten Ägypten war es notwendig, schwere Lasten von einem Ort zum anderen zu transportieren, um Paläste und Pyramiden errichten zu können. Bereits damals setzte man kreative Ideen in die Tat um, denn es war natürlich nicht möglich, die Lasten einfach über den Boden

[Weiterlesen »](#)

# Berechnungsgrundlagen (Kugelbuchsen)



## Zusammenfassung

- Toleranzen können je nach Norm (ISO oder JIS) der Kugelbuchse abweichen
- Statische Tragzahl  $C_0$ : konstante axiale Belastung, die eine plastische Gesamtverformung des 0,00001-fachen des Kugeldurchmessers erzeugt
- Dynamische Tragzahl  $C_0$ : axiale Belastung, die in Größe und Richtung nicht veränderlich ist und bei der eine Kugelbuchse eine nominelle Lebensdauer von  $5 \times 10^4$  Meter erreicht
- Statischer Sicherheitsfaktor  $f_s$ : mit diesem Faktor werden maximal auftretende Belastungen auf die Kugelbuchsen berücksichtigt
- Nominelle Lebensdauer  $L$ : ist die Laufleistung, die eine Kugelbuchse zurücklegt, bevor erste Anzeichen von Materialermüdung auftreten und wird grundsätzlich in Meter angegeben
- Nachschmierungen von Kugelbuchsen sind oft nicht notwendig; wenn doch, dann können diese mittels einer Fettpresse oder einem Zentralschmiersystem erfolgen

Falls ihr euch auf [lineartechniklernen.de](http://lineartechniklernen.de) schon durch die Texte zu den Berechnungsgrundlagen der [Linearführungen](#) und [Gewindetribe](#) geklickt habt, wisst ihr bereits, dass bei der Auslegung von Linearsystemen verschiedene Faktoren bzw. Formeln beachtet werden müssen. Dies ist bei [Kugelbuchsen](#) nicht anders, weshalb ihr in diesem Beitrag alles, was für deren Berechnung wichtig ist, findet. Die Themengebiete reichen von Toleranzen, Tragzahlen, dem statischen Sicherheitsfaktor über Wartung sowie [Schmierung](#) bis hin zur Berechnung der nominellen [Lebensdauer](#).

## Toleranzen

Bei [Kugelbuchsen](#) muss stets die Größe des Spiels auf der Welle berücksichtigt werden. Je nachdem, nach welcher Norm die Kugelbuchsen entsprechen ([ISO](#) oder [JIS](#)), variiert die [Hüllkristoleranz](#) der Kugelbuchse. Bei derselben Wellenpassung, wie in der Tabelle am Beispiel einer Kugelbuchse  $\square 20$  ersichtlich wird, variiert das Radialspiel. Aufgrund der verschiedenen Normen, auf denen Kugelbuchsen basieren können, sind [Vorspannung](#) und Spiel auf derselben Welle möglich. Daher kann es beispielsweise dazu kommen, dass eine Kugelbuchse durch Spiel verkippen kann, während eine andere vollkommen spielfrei oder mit [Vorspannung](#) läuft. Zu beachten gilt zudem: Im Allgemeinen sind Kugelbuchsen weniger für Anwendungen, die eine Vorspannung erfordern, geeignet; in solchen Fällen bieten sich [Schienenführungen](#) als bessere Alternative an.

	Kugelbuchse $\square 20$			Welle $\square 20$ h6
	ISO - Kugelbuchsen	JIS - Kugelbuchsen		
Hüllkristoleranz	-1...+9 $\mu\text{m}$	-10...0 $\mu\text{m}$	Außendurchmesser	-13...0 $\mu\text{m}$
	19,999...20,009 mm	19,990...20,000 mm		19,987...20,000 mm

Der Innendurchmesser von JIS-Kugelbuchsen ist im gegebenen Beispiel um wenige  $\mu\text{m}$  kleiner als der von ISO-Kugelbuchsen.

	ISO - Kugelbuchsen		JIS - Kugelbuchsen	
Minimaler Hüllkreis	19,999 mm	1 µm Vorspannung	19,990 mm	10 µm Vorspannung
Maximaler Wellen ø	20,000 mm		20,000 mm	
Maximaler Hüllkreis	20,009 mm	22 µm Spiel	20,000 mm	13 µm Spiel
Minimaler Wellen ø	19,987 mm		19,987 mm	

Wie in dieser Tabelle ersichtlich wird, sind aufgrund der Toleranzen hinsichtlich [Hüllkreis](#) und Wellendurchmesser sowohl Vorspannung als auch Spiel bei ISO- und JIS-Kugelbuchsen möglich.

## Tragzahlen

Sowohl die statische als auch die [dynamische Tragzahl](#) von [Kugelbuchsen](#) wird nach [DIN ISO 14728-2](#) berechnet. Die [statische Tragzahl](#)  $C_0$  beschreibt die konstante axiale Belastung, die eine plastische Gesamtverformung des 0,00001-fachen des Kugeldurchmessers erzeugt.

Unter der dynamischen Tragzahl  $C$  wird eine axiale Belastung, die in Größe und Richtung nicht veränderlich ist und bei der eine Kugelbuchse eine nominelle Lebensdauer von  $5 \times 10^4$  Metern erreicht, verstanden.

## Statischer Sicherheitsfaktor $f_s$

Bei [Kugelbuchsen](#) ist zudem die Berechnung des statischen Sicherheitsfaktors  $f_s$  wichtig, um unzulässige [plastische Verformungen](#) durch Lastspitzen zu vermeiden. Zu diesen schwierig vorhersagbaren Ereignissen kommt es beispielsweise aufgrund von Stößen und Schlägen auf die Kugelbuchsen. Unter dem statischen Sicherheitsfaktor  $f_s$  wird das Verhältnis der statischen Tragzahl  $C_0$  zur maximal auftretenden Belastung  $F_{\text{max}}$  verstanden. Hierbei geht es um die höchste Amplitude; bereits sehr kurzfristige Amplituden werden berücksichtigt. Die Funktion des statischen Sicherheitsfaktors  $f_s$  liegt darin, unzulässige plastische Verformungen der Laufbahnen ebenso wie der [Wälzkörper](#) zu vermeiden. Um den statischen Sicherheitsfaktor  $f_s$  zu berechnen, muss die statische Tragzahl durch die maximale [äquivalente Belastung](#) geteilt werden. Der Wert der statischen Tragzahl kann dazu durch drei zusätzliche Faktoren, den Kontaktfaktor  $f_c$ , den Härtefaktor  $f_H$  sowie den Temperaturfaktor  $f_T$ , beeinflusst sein.

Formel 9

$$f_s = \frac{f_H \times f_T \times f_C \times C_0}{F_{\text{max}}}$$

$f_s$	statischer Sicherheitsfaktor
$f_c$	Kontaktfaktor
$f_H$	Härtefaktor
$f_T$	Temperaturfaktor
$C_0$	statische Tragzahl [kN]

$F_{\max}$	maximale äquivalente Last [kN]
------------	--------------------------------

Die Formel für den statischen Sicherheitsfaktor  $f_s$  ist identisch, unabhängig davon, ob ihr ihn für Kugelbuchsen oder [Linearführungen](#) berechnet.

Der Kontaktfaktor  $f_c$  wird hinzugezogen, wenn mehrere Kugelbuchsen auf geringem Abstand zueinander sitzen. In diesem Fall wird angenommen, dass nicht alle Kugelbuchsen die gleiche Last aufnehmen können, weil es zu [Montagetoleranzen](#) kommt. Es muss also davon ausgegangen werden, dass die Lastaufnahme generell geringer als theoretisch möglich ist.

Der Härtefaktor  $f_H$  verändert die statische Tragzahl, wenn Kugelbuchsen aus einem Werkstoff bestehen, der nicht dieselbe Härte wie Wälzlagerstahl erreicht. Dies gilt zum Beispiel für rostfreien Stahl.

Der Temperaturfaktor  $f_T$  wiederum kommt bei Betriebstemperaturen oberhalb von 100 °C zum Einsatz. Bei Temperaturen über der genannten Grenze nimmt die Härte des Stahls der Kugelbuchsen ab.

## Die nominelle Lebensdauer $L$

Die nominelle Lebensdauer  $L$  beschreibt die Laufleistung, die eine Kugelbuchse zurücklegt, bevor erste Anzeichen von Materialermüdung auftreten. Sie wird grundsätzlich in Meter berechnet. Hierbei kommt dieselbe Formel wie bei der Berechnung der Lebensdauer von [Linearführungen](#) zum Einsatz; diese basiert auf einer Rechnung von  $5 \times 10^4$  Meter. In der Praxis wird die Lebensdauer von Kugelbuchsen allerdings eher selten berechnet.

Formel 10

$$L = \left( \left( \frac{f_H \times f_c \times f_T}{f_w} \times \frac{C}{F_m} \right)^3 \times 5 \times 10^4 \right)$$

$L$	nominelle Lebensdauer (m)
$C$	dynamische Tragzahl (kN)
$f_H$	Härtefaktor
$f_c$	Kontaktfaktor
$f_T$	Temperaturfaktor
$f_w$	Belastungsfaktor
$F_m$	mittlere äquivalente Belastung

Zwei Fliegen mit einer Klappe: Für die Lebensdauerberechnung von [Linearführungen](#) und Kugelbuchsen müsst ihr lediglich eine Formel kennen.

Es ist wichtig zu beachten, dass die Betriebsbedingungen hinsichtlich der Auslegung des Faktors  $f_w$  eine zentrale Rolle einnehmen. Von besonderer Bedeutung ist die Intensität von Vibrationen und Stößen. Dabei gilt: Fünf Stufen werden unterschieden und je herausfordernder die Umgebungsbedingungen sind, desto höher muss dieser Belastungsfaktor sein.

Betriebsbedingungen	Geschwindigkeit (m/s)	Belastungsfaktor
---------------------	-----------------------	------------------

keine oder sehr geringe Vibrationen und Stöße	$\leq 0,25$	1,0 ... 1,2
geringe Vibrationen und Stöße	$0,25 \dots \leq 1,0$	1,2 ... 1,5
mittlere Vibrationen und Stöße	$1,0 \dots \leq 2,0$	1,5 ... 2,0
starke Vibrationen und Stöße	$>2$	2,0 ... 3,5
Kurzhubanwendungen		3,5 ... 5,0

Der Faktor  $f_w$  berücksichtigt das Vorhandensein von Schwingungen und Vibrationen und deren negativen Einfluss auf die Lebensdauer von Kugelbuchsen.

Alternativ zur Einheit „Meter“ ist eine Umrechnung der nominellen Lebensdauer  $L_{10}$  zudem in Stunden ( $L_h$ ) und Zyklen ( $L_{\#}$ ) möglich. Diese beiden Einheiten werden wie angegeben berechnet.

#### Formel 11

$L_h = \frac{L}{2 \times s \times n \times 60}$		$L_{\#} = \frac{L}{2 \times s}$	
$L_h$	nominelle Lebensdauer (m)	$L_{\#}$	nominelle Lebensdauer (Zyklen)
s	<a href="#">Hub</a> (m)	s	Hub (m)
n	Anzahl der Hübe ( $min\Delta'$ )		

Flexibel: Je nach Anforderung wird L in Kilometern, Stunden oder Zyklen angegeben.

## Wartung und Schmierung

Wie ihr vielleicht bereits im Beitrag zu den [Varianten](#) von Kugelbuchsen gelesen habt, bieten die meisten Kugelbuchsen keine Option zur Nachschmierung. Wenn dies hingegen notwendig ist, stehen drei Schmierungsarten zur Auswahl; die Schmierung ist dann entweder über eine Fettpresse, einen automatischen Schmierstoffgeber bzw. Zentralschmierungen oder eine Ölnebelschmierung möglich, wobei Zentralschmierer oder Ölnebelschmierung aufgrund des sehr geringen Schmierstoffbedarfs äußerst selten zum Einsatz kommen. Abhängig von den Umgebungsbedingungen müssen zudem die Nachschmierintervalle und Nachschmiermenge festgelegt werden. Die Wahl des richtigen Schmiermittels ist dabei ebenfalls von großer Bedeutung – dabei muss beachtet werden, dass Kugelbuchsen auf gar keinen Fall mit einem Schmierstoff, der Festschmierstoffanteile enthält, geschmiert werden dürfen, da dies sehr schnell zum Blockieren des Kugelumlaufs und somit zum Ausfall der Kugelbuchsen führt!

## Das könnte Dich auch interessieren

### [Montage von Kugelbuchsen](#)

Montage von Kugelbuchsen Die Montage von Kugelbuchsen ist allgemein nicht kompliziert, sondern lässt sich – im Gegenteil – glücklicherweise relativ einfach durchführen. Während ihrer Montage gibt es daher nicht super viel zu beachten: Wichtig ist lediglich, die Montagetoleranzen und Umgebungsbedingungen zu berücksichtigen. Detaillierte Infos dazu ebenso wie eine Montageanleitung findet ihr in diesem Beitrag. Montagetoleranzen Im

Zusammenhang mit der Montage

[Weiterlesen »](#)

## [Berechnungsgrundlagen \(Linearführungen\)](#)

Wie bei Wälzlagern müssen auch in der Lineartechnik bestimmte Berechnungsgrundlagen beherrscht werden, um die Linearführungen nicht zu hohen Belastungen auszusetzen und um Ausfällen, einer verkürzten Lebensdauer, aber auch einer Überdimensionierung von Linearführungen vorzubeugen. Daher ist es beispielsweise zwingend erforderlich, die Lebensdauer von Linearführungen zu berechnen. Weitere Berechnungen betreffen den statischen Sicherheitsfaktor oder Steifigkeiten. Die nominelle Lebensdauer L10 Unter der Lebensdauer

[Weiterlesen »](#)

## [Varianten von Kugelbuchsen](#)

Kugelbuchsen, die alternativ auch als „Kugelbüchsen“ oder „Linearkugellager“ bezeichnet werden, sind ein wichtiges Produkt in der Lineartechnik. Dieser Beitrag behandelt die verschiedenen Varianten von Kugelbuchsen sowie ihre Eigenschaften, gibt euch aber zuvor grundlegende Informationen hinsichtlich ihrer Geschichte, ihrer Merkmale und ihres Aufbaus. Geschichte Kugelbuchsen gelten als das älteste Produkt mit Wälzkörperumlauf aus dem Bereich Lineartechnik und somit als das erste,

[Weiterlesen »](#)

## [Antriebsvarianten](#)

In diesem Beitrag werden die Linearachsen nach ihren Antriebsvarianten unterteilt behandelt, dabei handelt es sich mit den Zahnriemenantrieben, Spindelantrieben, Zahnstangenantrieben und Linearmotorantrieben um vier relevante Arten. Ihr solltet jedoch beachten, dass die Differenzierung variieren kann, was bedeutet, dass sie sich nicht nur hinsichtlich ihrer Antriebsvarianten einteilen lassen, sondern auch anhand der in der Tabelle aufgelisteten weiteren Unterscheidungsmerkmale. Unterscheidung

[Weiterlesen »](#)

## [Berechnungsgrundlagen \(Gewindetriebe\)](#)

Die Berechnungsgrundlagen für Gewindetriebe sind umfangreich und reichen von der Berechnung des statischen Sicherheitsfaktors über die biegekritische [Drehzahl](#), die Knickbelastung bis hin zur nominellen Lebensdauer. All das erwartet euch im Folgenden. Wenn ihr auf der Suche nach weiteren Berechnungsgrundlagen seid, werdet ihr in unserem Katalog fündig. Definition von Gewindetrieben Aus rechnerischer Sicht müssen mehrere Faktoren für die Definition von Gewindetrieben

[Weiterlesen »](#)

## [Arten von Linearführungen](#)

Als eine Art der Linearsysteme werden euch im Folgenden die Linearführungen vorgestellt. Linearführungen zählen zu den wichtigsten Führungssystemen auf dem Markt, dies liegt insbesondere daran, dass sie universell eingesetzt werden können. Arten von Linearführungen Hauptsächlich wird zwischen zwei Arten von Linearführungen unterschieden: Wellen- und Schienenführungen. Beide lassen sich in verschiedene Typen unterteilen. Typen der Wellenführungen sind Kugelbuchsenführungen, Kugelkäfigführungen und Nutwellenführungen.

[Weiterlesen »](#)

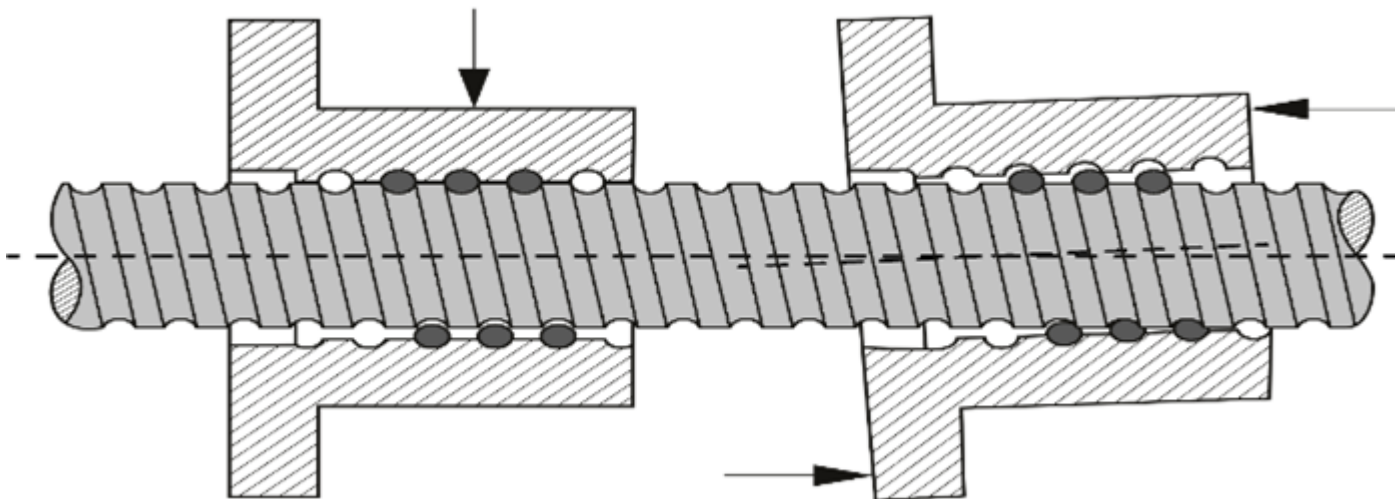
## Zusammenfassung

- Kugelgewindetriebe sind ausschließlich für die Übertragung axialer Kräfte geeignet, radiale Kräfte oder Momente können sie nicht aufnehmen
- Die Hauptfehlerquelle bei der Montage von Kugelgewindetriebmutter ist ein zu frühes Abziehen der Montagehülsen, was dazu führen kann, dass Kugeln verloren gehen oder in den „toten Gang“ gelangen
- Bei den Montagetoleranzen müssen drei Richtungen einbezogen werden: die Rechtwinkligkeit der Anschlusskonstruktion zur Spindelachse, der Höhenversatz sowie der Seitenversatz
- Die Montage von Kugelgewindetrieben ist allgemein unkompliziert; eine Montageanleitung findet ihr in diesem Beitrag

Im folgenden Beitrag erfahrt ihr alles Wichtige zur Montage von [Gewindetrieben](#). Neben einem allgemeinen Überblick findet ihr zentrale Infos zum Thema Montagetoleranzen. Auf eine Montageanleitung stoßt ihr im abschließenden Teil dieses Beitrags.

## Allgemeines

Vor und während der Montage von [Kugelgewindetrieben](#) sollte man sich einer Sache besonders bewusst sein: Kugelgewindetriebe sind ausschließlich für die Übertragung von Axialkräften geeignet. Radialkräfte und Momente hingegen dürfen in keinem Fall auf sie einwirken. Sie stellen, beispielsweise durch verkanteten Einbau, undefinierte Belastungen dar und führen frühzeitig zum Ausfall des Produkts.



Bei Kugelgewindetrieben gilt: Radialkräfte sind ein No-Go.

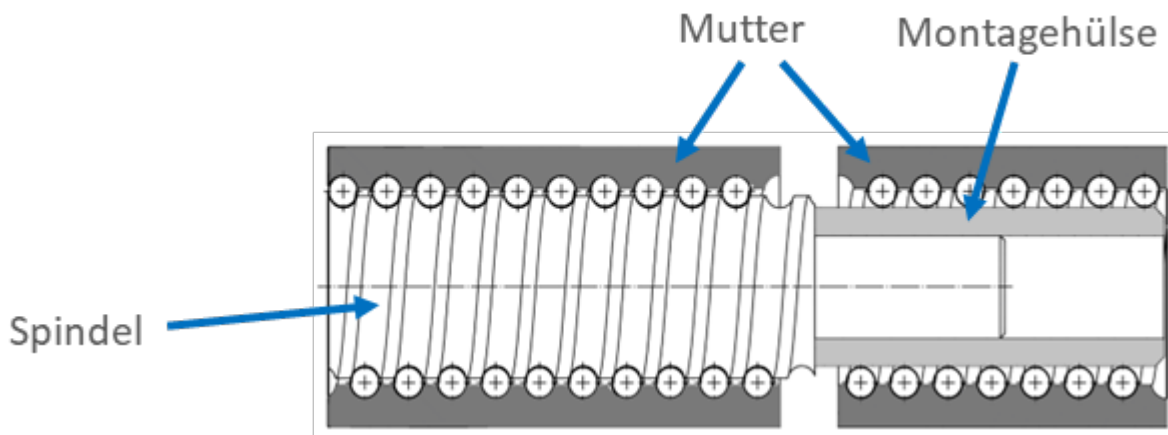
Die Montage von Kugelgewindetrieiben gestaltet sich im Allgemeinen unkompliziert. Im Folgenden sind die zentralen Montageschritte aufgelistet.

### Montageanleitung der Mutter

- 1) Den Gummiring auf der einen Seite der Montagefläche oder Kabelbinder entfernen.
- 2) Die Mutter mit der Montagehülse über das Wellenende schieben.
- 3) Die Hülse gegen den Gewindeanfang drücken.
- 4) Die Mutter mit leichtem axialem Druck auf das Gewinde drehen.
- 5) Die Mutter muss mit ihrer ganzen Länge auf die Spindel gedreht werden.
- 6) Die Montagehülse erst abnehmen, wenn sich die Mutter vollständig auf dem Spindelgewinde befindet.
- 7) Die Mutter gegen Herunterlaufen von der Spindel sichern (mit Gummiring oder Axialsicherung der Hülse).

Mehr Informationen zur Montage erhaltet ihr [hier](#) in Kapitel 3.

Zwar ist die Montage relativ einfach durchführbar, dennoch sollte auf typische Fehlerquellen hingewiesen werden. Da separate Muttern von Kugelgewindetrieiben auf Montagehülsen geliefert werden, ist der Hauptfehler, die Montagehülse zu früh abzuziehen oder sie fälschlicherweise abzuziehen, wenn die Mutter hakt. Die Montagehülse darf erst abgezogen werden, wenn die Mutter komplett auf die Spindel geschraubt wurde. Anderenfalls können Kugeln verlorengehen oder in den „toten Gang“ gelangen. Unter einem „toten Gang“ versteht man ein Stück des Gewindeprofils der Mutter, das zwischen zwei Umlenkungen liegt und nicht mit Kugeln befüllt ist. Gelangen Kugeln in den „toten Gang“, können diese nicht zirkulieren, was schließlich zum Blockieren der Mutter führt.

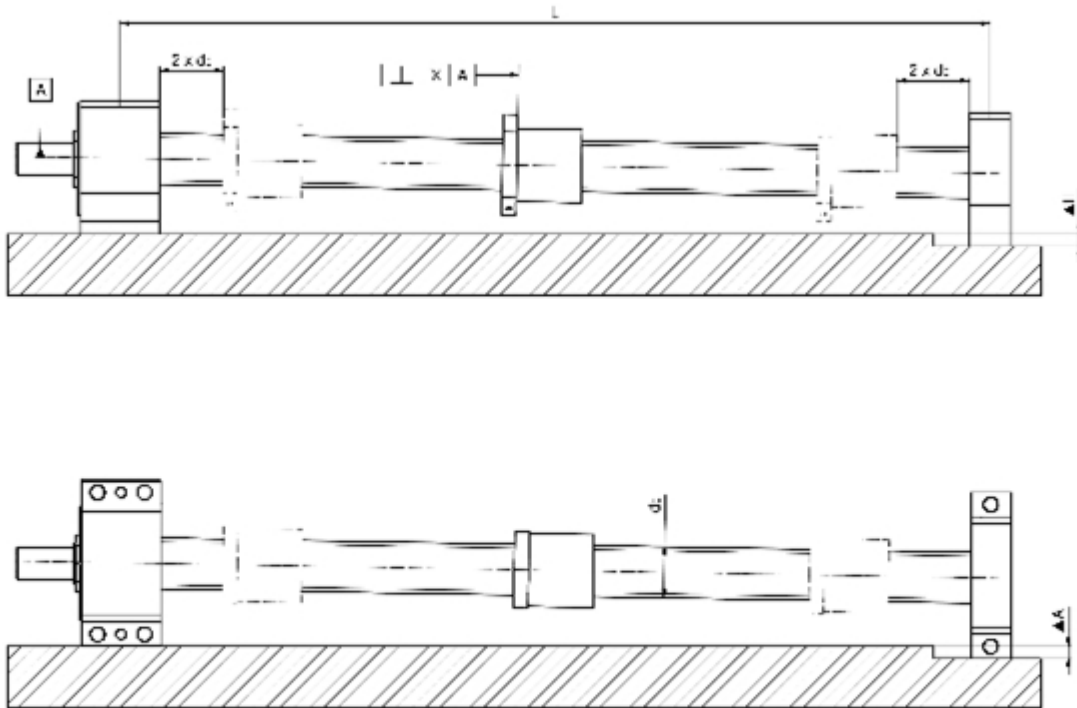


Die Mutter wird mithilfe einer Montagehülse auf die Spindel geschraubt.

Beim Transport und der Handhabung von langen [Kugelgewindetrieiben](#) muss auf geeignetes Hebezeug zurückgegriffen werden. Über die Spindellänge sollten mehrere Stützstellen vorhanden sein, damit es nicht zu einem Durchhängen bzw. Verformen der Spindel kommt. Darüber hinaus müssen alle Montageflächen der Anschlusskonstruktion gratfrei und sauber sein. Um Kontaktkorrosion durch Handschweiß zu verhindern, müssen stets trockene und saubere Handschuhe während des Montageprozesses getragen werden.

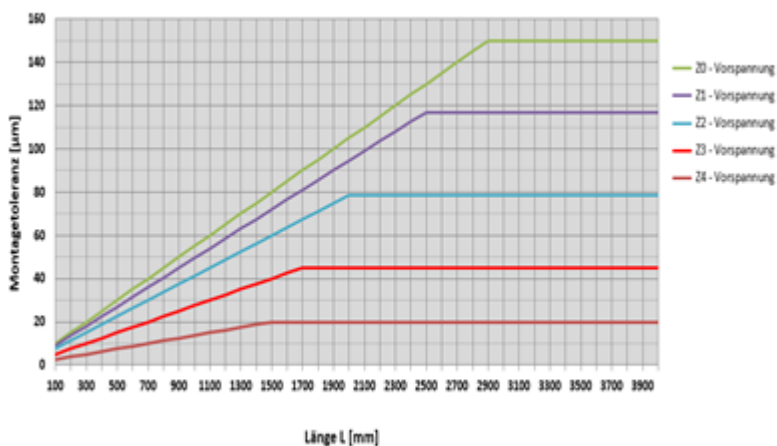
## Montagetoleranzen

Bei den Montagetoleranzen müssen drei Richtungen berücksichtigt werden. Dazu gehören die Rechtwinkligkeit der Anschlusskonstruktion zur Spindelachse, der Höhenversatz  $\Delta H$  der Lagerungen zueinander sowie der Seitenversatz  $\Delta A$  der Lagerungen zueinander.



Dieses Maßblatt zeigt die drei Richtungen, die hinsichtlich der Montagetoleranzen relevant sind.

Die Toleranz ist einerseits von der [Vorspannung](#) abhängig, denn je mehr [Vorspannung](#) es gibt, desto weniger Toleranzen stehen zur Verfügung. Bei erhöhter Vorspannung steigt das Reibmoment und es ist eine höhere Antriebsleistung notwendig. Ein weiterer Faktor ist die Länge der Spindel. Mithilfe eines Diagramms kann daraufhin für den Einzelfall ermittelt werden, wie viele  $\mu\text{m}$  Montagetoleranz in Abhängigkeit von Vorspannung und Spindellänge eingehalten werden müssen.



Dieses Diagramm gibt die Montagetoleranz unter Berücksichtigung von Vorspannung und Spindellänge an.

Nicht zuletzt sind folgende Hinweise bei der Montage von [Kugelgewindetrieben](#) zu beachten. Der

Kugelgewindetrieb muss parallel zu den vorhandenen Führungen ausgerichtet werden. Die Spindel ist exakt ausgerichtet, wenn nach der Montage das Drehmoment über den gesamten [Hub](#) innerhalb der zulässigen Grenzwerte liegt. Im Fall eventueller Abweichungen ist eine Optimierung möglich, indem ein nachträgliches Ausrichten in den Endlagen erfolgt. In diesem Fall darf keineswegs versucht werden, die Mutter mit erhöhtem Kraftaufwand zu bewegen. Des Weiteren ist bei allen Schraubverbindungen darauf zu achten, die zulässigen Anzugsdrehmomente exakt einzuhalten und nicht zu überschreiten. Zudem gilt zu berücksichtigen, dass Muttern, die nicht erstbefettet sind, vor den ersten Bewegungen der Einheit ausreichend geschmiert werden müssen.

Neben allgemeinen Informationen zu [Gewindetrieben](#) könnt ihr auf [lineartechniklernen.de](#) auch alles Wichtige zu deren [Berechnungsgrundlagen](#) erfahren.

## Das könnte Dich auch interessieren

### [Montage von Kugelbuchsen](#)

Montage von Kugelbuchsen Die Montage von Kugelbuchsen ist allgemein nicht kompliziert, sondern lässt sich – im Gegenteil – glücklicherweise relativ einfach durchführen. Während ihrer Montage gibt es daher nicht super viel zu beachten: Wichtig ist lediglich, die Montagetoleranzen und Umgebungsbedingungen zu berücksichtigen.

Detaillierte Infos dazu ebenso wie eine Montageanleitung findet ihr in diesem Beitrag. Montagetoleranzen Im Zusammenhang mit der Montage

[Weiterlesen »](#)

### [Führungsvarianten](#)

Im Bereich der Linearachsen werden drei verschiedene Arten von Führungsvarianten eingesetzt, die für jeweilig spezifische Anwendungen ausgelegt sind. Es kann zwischen Linearführungen, Laufrollenführungen und Polymer-Laufrollenführungen gewählt werden, die jeweils an bestimmte Anwendungsanforderungen angepasst sind. Die Parameter und Anforderungen, die in diesem Beitrag genannt werden, beziehen sich auf NTN-Linearachsen der Marke SNR. Linearführungen Hinsichtlich der Linearführungen lässt sich sagen, dass ausschließlich

[Weiterlesen »](#)

### [Arten von Gewindetrieben](#)

Vielleicht habt ihr schon mal etwas über Kugelgewindetriebe gehört. Diese sind sicherlich die bekanntesten unter den Gewindetrieben, aber nicht die einzigen, denn einen zweiten Typ stellen die Trapezgewindetriebe dar.

Schwerpunktmäßig soll es in diesem Beitrag um erstere gehen, trotzdem findet ihr hier zu beiden Arten alles, was wichtig ist. Aufbau, Funktionsweise und Einsatzgebiete von Kugelgewindetrieben Aber erst einmal: Was sind

[Weiterlesen »](#)

### [Montage von Linearführungen](#)

Habt ihr vor, zum ersten Mal eine Linearführung zu montieren und noch keinen klaren Überblick über den Ablauf? Oder habt ihr schon jemandem bei der Montage über die Schulter geschaut und möchtet euch vergewissern, wie dieser Prozess abläuft? In diesem Beitrag stehen die Montage sowie die Gestaltung der Montageflächen von Linearführungen im Vordergrund – und eine Montageanleitung darf selbstverständlich nicht

[Weiterlesen »](#)

## [Berechnungsgrundlagen \(Gewindetriebe\)](#)

Die Berechnungsgrundlagen für Gewindetriebe sind umfangreich und reichen von der Berechnung des statischen Sicherheitsfaktors über die biegekritische [Drehzahl](#), die Knickbelastung bis hin zur nominellen [Lebensdauer](#). All das erwartet euch im Folgenden. Wenn ihr auf der Suche nach weiteren Berechnungsgrundlagen seid, werdet ihr in unserem Katalog fündig. Definition von Gewindetrieben Aus rechnerischer Sicht müssen mehrere Faktoren für die Definition von Gewindetrieben

[Weiterlesen »](#)

## [Werkstoffe](#)

Dieser Beitrag ist die passende Adresse für euch, wenn ihr mehr über die Werkstoffe, die in Linearsystemen verbaut werden, erfahren wollt. Dabei gilt als allererstes: Alle Bauteile, die eine gewisse Robustheit aufweisen müssen, bestehen aus Stahl, dazu gehören die [Wälzkörper](#), die Führungsschienen sowie die [Führungswagen](#). Allgemeines zu den Werkstoffen Neben Stahl kommen in Linearführungssystemen verschiedene weitere Werkstoffe zum Einsatz. Hierbei

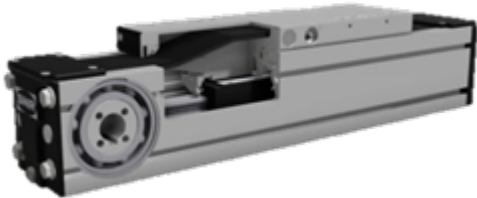
[Weiterlesen »](#)

## Zusammenfassung

- Da es kein einheitliches Bezeichnungsschema gibt, variieren die Typenbezeichnungen von Linearachsen zwischen den Herstellern
- Das Einsatzgebiet ist vielfältig und reicht von einfachen Handlingsaufgaben über Hightech-Anwendungen bis hin zu Schwerlastanwendungen
- Kundenspezifische Linearachsen sind flexibel und können an die individuellen und in der jeweiligen Anwendung erforderlichen Anforderungen angepasst werden
- Sonderlösungen können ebenfalls individuell nach Kundenanforderung ausgelegt werden
- Standard-Linearachsen zeichnen sich durch ein modulares Design aus und sind mit Zahnriemen- oder Zahnriemen- $\square$ -Antrieb ausgestattet
- Bei Standard-Achs-Systemen kann zwischen 2-Achs-Systemen und 3-Achs-Systemen gewählt werden

Linearachsen sind neben [Linearführungen](#), [Gewindetrieben](#) und [Kugelbuchsen](#) ein wichtiges Produkt im Bereich Lineartechnik. Obwohl schon Anfang der 1990er Jahre die ersten Linearachsen auf den Markt gekommen waren, haben sie sich erst mit Beginn des aktuellen Jahrhunderts als Standardbauteil für industrielle Anwendungen durchgesetzt.

Hervorzuheben ist, dass kein einheitlicher Standard existiert, der Abmessungen von Linearachsen festlegt und die Bestimmung ihrer Tragzahlen regelt. So richtet sich NTN mit seinen Linearachsen der Marke SNR nach der EU-Maschinenrichtlinie und den damit verbundenen Normen. Bei den im Folgenden vorgestellten Linearachsen handelt es sich um SNR-Produkte, daher sollte darauf verwiesen sein, dass die angeführten Typenbezeichnungen nicht auf andere Hersteller übertragbar sind.



Linearachsen gibt es in unzähligen Formen und Größen.

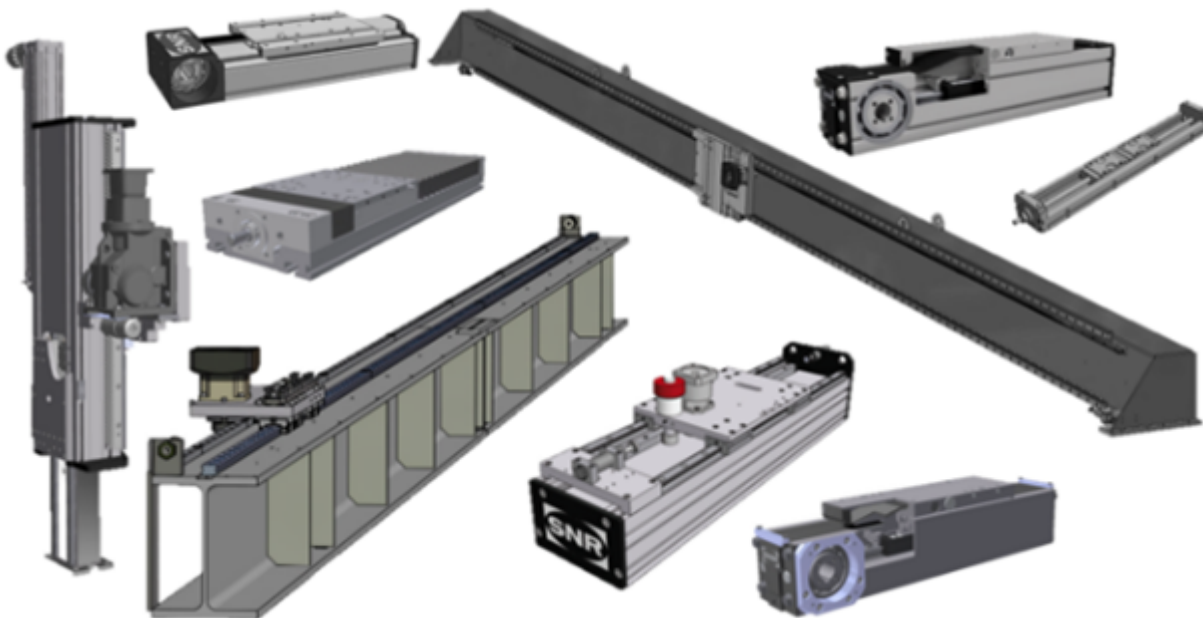
## Einsatzgebiete

Die Einsatzgebiete von Linearachsen sind vielfältig: Verwendet werden sie unter anderem in der Batteriezellenfertigung, in Montageanlagen der Automobilindustrie, im Handling von Auto- und Lastwagenmotoren, in Verpackungsmaschinen, in der Lebensmittelindustrie und bei Verfahren von Robotern. Schwerlastachsen sind beispielsweise in der Holzverarbeitungsindustrie oder Montagelinien in der Motorenfertigung zu finden. Kurzum eignen sich Linearachsen zur Bewältigung einfacher Handlingsaufgaben genauso wie für den Einsatz in Hightech-Anwendungen.

## Kundenspezifische Linearachsen

Anders als die Standardversion werden kundenspezifische Linearachsen stets an die anwendungsspezifischen Gegebenheiten und Anforderungen adaptiert. Das bedeutet konkret, dass bei der Auslegung einer kundenspezifischen Linearachse alle [Antriebssysteme](#), also Zahnriemenantriebe bzw. Zahnriemen- $\square$ -Antriebe, [Kugelgewindetriebe](#) bzw. Trapezgewindespindeln, Zahnstangenantriebe sowie Linearmotorantriebe gewählt werden können. Genauso ist die Verwendung aller [Führungssysteme](#), sprich von [Linearführungen](#), Laufrollenführungen und Polymer-Laufrollenführungen, möglich. Demnach zeichnen sich die kundenspezifischen Linearachsen durch eine große Flexibilität aus.

Flexibel ist darüber hinaus, dass Verfahrenweg und Konfiguration vollständig kundenspezifisch und millimetergenau mit den gewünschten Anbauteilen ausgewählt werden. Auch sind verschiedene Ausstattungsvarianten für spezielle Umgebungsbedingungen konfigurierbar. Das Produktprogramm der SNR-Linearachsen ermöglicht es, Handlingmassen sowohl von wenigen Gramm als auch von mehreren Tonnen zu bewältigen. Kundenspezifische Linearachsen gelten außerdem als servicefreundlich und wartungsarm. Die Nachschmierung erfolgt über von außen leicht zugängliche [Schmiernippel](#) im [Schlittenteil](#). Bei Kombinationen aus Portalachsen mit [Hub-](#) oder Teleskopachsen werden oft alle Schmierstellen über Leitungen zu einem zentralen und leicht zugänglichen Punkt zusammengeführt. Zudem ermöglicht der Einsatz von Linearführungen mit Kugelketten einen langzeitwartungsfreien Betrieb. Im Unterschied zu den Standardlinearachsen besitzen die kundenspezifischen Achsen ein durchgehendes Basisprofil, in das die Antriebs- und Umlenkelemente integriert sind, was zu einem optimalen [Hub-Gesamtlängen-Verhältnis](#) führt. Sie weisen eine optimale Abdichtung, typenabhängig zum Beispiel durch Filz- oder Lippenabstreifer oder ein speziell geformtes Abdeckband, auf. Eine Verwendung von Seitendichtungen, Faltenbälgen oder Abdeckblechen ist zudem auch typenabhängig optional möglich.



Dadurch, dass kundenspezifische Linearachsen nach individuellen Anforderungen ausgelegt werden, gibt es deutliche Unterschiede hinsichtlich ihres Aussehens.

Die kundenspezifischen Linearachsen gibt es in verschiedenen Baureihen, dazu zählen die Kompaktachsen (AXC, AXF), Parallelachsen (AXDL), Lineartische (AXLT), Präzisionsachsen (AXBG), Linearmotorachsen (AXLM) und Schwerlastachsen (AXS). Erst- und letztgenannte Achsentypern werden in diesem Beitrag genauer ausgeführt.

## AXC-Linearachsen

Die AXC-Linearachsen sind Kompaktachsen basierend auf leichten, steifen Aluminiumprofilen. Es können fünf Baugrößen unterschieden werden, zudem stehen mit Zahnriemenantrieb, Zahnriemen- $\square$ -Antrieb und Spindeltrieb drei verschiedene [Antriebsvarianten](#) zur Auswahl. Als [Führungssystem](#) kann entweder eine [Linearführung](#) oder eine Laufrollenführung verwendet werden. Da sie innen im Profil liegen, sind alle Führungs- und Antriebskomponenten sehr gut geschützt.

Die Merkmale bzw. Eigenschaften, die den drei Antriebsvarianten der AXC-Linearachsen jeweils zugeschrieben werden können, sind in der Tabelle einsehbar.

Zahnriemenantrieb AXC_Z	Spindeltrieb AXC_S/T	Zahnriemen- $\square$ -Antrieb ACX_A
<ul style="list-style-type: none"> <li>hohe Dynamik</li> <li>Standardausführung mit Hohlwelle</li> <li>kompakte Bauweise mit teilintegrierten Planetengetrieben möglich</li> <li>Verbindung paralleler Achsen über Verbindungswellen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ausstattung mit spielfreien <a href="#">Kugelgewindetrieben</a> oder Trapezgewindespindeln</li> <li>unterschiedliche Spindelsteigungen wählbar</li> <li>verstärkte Spindellagerung optional möglich</li> <li>Umlenkriementrieb für begrenzten Einbau-raum</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>gut geeignet als Z-Achse für vertikale Bewegungen leichter und mittlerer Lasten</li> <li>hohe Dynamik durch geringe bewegte Eigenmasse</li> <li>Riemenscheibe und Umlenkräder im Antriebskopf integriert</li> </ul>
		

Je nach Anwendung bietet sich die Verwendung eines Zahnriemen-, Spindel- oder Zahnriemen- $\square$ -Antriebs an.

## AXS-Linearachsen

Es gibt vier Typen der Schwerlastachsen AXS, darunter werden die Portalachsen, Hubachsen, Trägerachsen und Teleskopachsen gefasst.

	Portalachsen	Hubachsen	Trägerachsen	Teleskopachsen
<b>Basis</b>	Aluminium- oder Stahlprofile	Aluminiumprofile (Sonderausführung mit Stahlprofilen)	Aluminium- oder Stahlprofile	Aluminiumprofile
<b>Baugrößen</b>	4	3	2	5
<b>Antriebsvarianten</b>	Zahnriemenantrieb Zahnstangenantrieb	Zahnstangenantrieb	Zahnstangenantrieb	Zahnriemen- $\square$ -Antrieb kombiniert mit Zahnriemenantrieb Zahnstangenantrieb kombiniert mit Zahnriemenantrieb

<b>Führungssystem</b>	zwei Linearführungen parallel*	zwei Linearführungen parallel, unterschiedliche <a href="#">Tischlängen</a>	eine Linearführung, unterschiedliche Tischlängen	zwei Linearführungen parallel, unterschiedliche Tischlängen
<b>geeignet für</b>	hochsteife Profile für freitragenden Einsatz über große Distanzen	hohe dynamische Betriebskräfte Massen über 2.000 kg möglich	Einsatz zweier paralleler Trägerachsen mit großem Abstand inklusive Tischen mit Toleranzausgleichssystem	begrenzte Platzverhältnisse horizontalen und vertikalen Einsatz hohe Verfahrgeschwindigkeiten bis 10 m/s
<b>Merkmale</b>	Längen bis 12 m (einteilig) Montage mehrerer unabhängig verfahrender Schlitteneinheiten auf einer Achse mit Zahnstangenantrieb möglich	Vertikalhandling in Linien- und Flächenportalen optional Ausgleichszylinder bei sehr hohen Lasten und/oder Sicherheitsbremsen möglich	Längen bis 12 m (einteilig) Montage mehrerer unabhängig verfahrender Schlitteneinheiten auf einer Achse möglich	optional Ausgleichszylinder bei sehr hohen Lasten und/oder Sicherheitsbremsen möglich

\* Portalachsen können mit Tischplatte in unterschiedlicher Länge sowie ohne Tischplatte zur direkten Kombination mit Hub- oder Teleskopachsen ausgeführt werden.

*Portal- und Trägerachsen können bereits einteilig Längen bis zu zwölf Metern erreichen.*

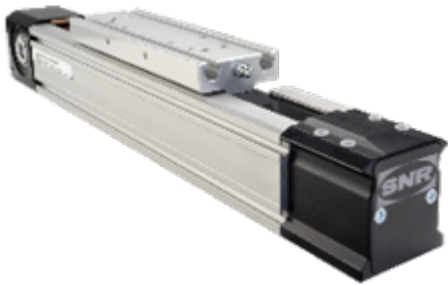
## Sonderlösungen

Es gibt zahlreiche Möglichkeiten, auf Sonderlösungen von Linearachsen zurückzugreifen. So gibt es Achsen mit mehreren Tischen (zum Beispiel: Zahnriemenachsen mit mehreren Tischeinheiten), die miteinander verbunden sind oder unabhängig angetrieben werden. Ein weiteres Beispiel für eine Sonderachse ist ein Kugelbuchsentisch. Allgemein kann eine Sonderachse aber auch individuell nach Kundenanforderung gefertigt werden.

## Standard-Linearachsen (AXE)

Die Standard-Linearachsen (AXE) besitzen einen [Zahnriemen- oder Zahnriemen- \$\square\$ -Antrieb](#) und gelten in der Anwendung als servicefreundlich und wartungsarm. Letzteres bedeutet, dass die Nachschmierung mithilfe von leicht zugänglichen Schmiernippeln im Schlittenteil der Linearachse erfolgt. Zudem ermöglicht der Einsatz von Kugelketten einen langzeitwartungsfreien Betrieb der Linearachsen. Vorteile dieser Standard-Linearachsen sind ihre innenliegenden Führungskomponenten: Die Führungen sind dementsprechend im Inneren vor direkten Verschmutzungen geschützt, zudem wird das Profil bei kleineren Größen vom Zahnriemen und bei größeren Ausführungen durch Abdeckband nach oben hin geschlossen. Charakteristisch ist auch ihr modulares Design, das Flexibilität in Bezug auf Herstellung bzw. Herstellungsorte bietet und daher schneller für die Kunden zur Verfügung steht, da nur Standardkomponenten verwendet werden. AXE-Achsen können des Weiteren horizontal ebenso wie vertikal eingesetzt werden.

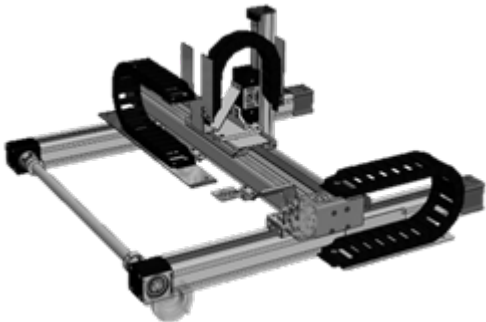
Standard-Linearführungen sind in mehreren Baugrößen (von 40 als kleinste bis 160 als größte Ausführung), Führungssystemen und je nach Produkt mit Abdeckbändern erhältlich.



Standard-Linearachsen können, wenn gewünscht, mit zahlreichen Standard-Zubehörteilen ausgestattet sein. Für Standard-Linearachsen steht eine breite Auswahl an Zubehör zur Verfügung. Zum Zubehör zählen – ohne hier alle Teile aufzuzählen – Standardverbindungselemente wie Nutensteine oder Befestigungsleisten, darüber hinaus einstufige Planetengetriebe, Motoradapter, Kupplungen, Steckwellen und Endschalter.

## Standard-Achs-Systeme

Standard-Achs-Systeme gibt es in den Varianten A und B, dabei bezeichnet die Variante B das größere System. Sie können als 3-Achs- oder 2-Achs-Systeme (in den Anordnungen XY oder YZ) ausgewählt werden. Ein Standard-Achs-System enthält alle Verbindungselemente, zum Beispiel zum Verbinden der Linearachsen miteinander und zur Befestigung der Energieketten. Zudem sind alle Standardhublängen auswählbar und auch Energieketten gehören bereits standardmäßig zum Lieferumfang eines Standard-Achs-Systems. Lediglich die Auswahl von Kupplungsglocken und Getrieben erfolgt separat.



Standard-Achs-Systeme der Variante A kombinieren die Linearachsen AXE60Z, AXE110Z und AXE40A, jene der Variante B die Linearachsen AXE80Z, AXE160Z und AXE60A.

## Konfigurator für Linearachsen

Ein praktisches Hilfsmittel stellen die NTN-Online-Konfiguratoren für Standard-Linearachsen dar. Es können sowohl AXE-Einzelachsen als auch AXE-Achssysteme konfiguriert werden. Zum Generieren einer Einzelachse benötigt das Tool unter anderem die Eingabe von Faktoren wie Baugröße, Antriebsart und Verfahrensweg. Um ein Achssystem zu modellieren, sind Angaben beispielsweise zu den Verfahrenswegen und Tischpositionen von X, Y- und Z-Achse erforderlich. Die Online-Konfiguratoren zu den [AXE-Einzelachsen](#) und den [AXE-Achssystemen](#) sind jeweils auf der NTN-Website zu finden.

## Das könnte Dich auch interessieren

### [Grundlagen der Lineartechnik](#)

Ihr seid neu im Gebiet der Lineartechnik und wollt euch erstmal einen Überblick verschaffen, was man unter „Lineartechnik“ versteht und wodurch sich Linearsysteme charakterisieren? Dann ist dieser Beitrag perfekt für euch. Was ist ein Linearsystem? Ein Linearsystem ist ein Maschinenbauelement, das eine translatorische Bewegung ausführt. Um eine sichere Anwendung zu gewährleisten und Staubeintritt zu verhindern, muss das gesamte Linearsystem durch

[Weiterlesen »](#)

### [Varianten von Kugelbuchsen](#)

Kugelbuchsen, die alternativ auch als „Kugelbüchsen“ oder „Linearkugellager“ bezeichnet werden, sind ein wichtiges Produkt in der Lineartechnik. Dieser Beitrag behandelt die verschiedenen Varianten von Kugelbuchsen sowie ihre Eigenschaften, gibt euch aber zuvor grundlegende Informationen hinsichtlich ihrer Geschichte, ihrer Merkmale und ihres Aufbaus. Geschichte Kugelbuchsen gelten als das älteste Produkt mit Wälzkörperumlauf aus dem Bereich Lineartechnik und somit als das erste,

[Weiterlesen »](#)

### [Führungsvarianten](#)

Im Bereich der Linearachsen werden drei verschiedene Arten von Führungsvarianten eingesetzt, die für jeweilig spezifische Anwendungen ausgelegt sind. Es kann zwischen Linearführungen, Laufrollenführungen und Polymer-Laufrollenführungen gewählt werden, die jeweils an bestimmte Anwendungsanforderungen angepasst sind. Die Parameter und Anforderungen, die in diesem Beitrag genannt werden, beziehen sich auf NTN-Linearachsen der Marke SNR. Linearführungen Hinsichtlich der Linearführungen lässt sich sagen, dass ausschließlich

[Weiterlesen »](#)

### [Antriebsvarianten](#)

In diesem Beitrag werden die Linearachsen nach ihren Antriebsvarianten unterteilt behandelt, dabei handelt es sich mit den Zahnriemenantrieben, Spindelantrieben, Zahnstangenantrieben und Linearmotorantrieben um vier relevante Arten. Ihr solltet jedoch beachten, dass die Differenzierung variieren kann, was bedeutet, dass sie sich nicht nur hinsichtlich ihrer Antriebsvarianten einteilen lassen, sondern auch anhand der in der Tabelle aufgelisteten weiteren Unterscheidungsmerkmale. Unterscheidung

[Weiterlesen »](#)

### [Arten von Gewindetrieben](#)

Vielleicht habt ihr schon mal etwas über Kugelgewindetriebe gehört. Diese sind sicherlich die bekanntesten unter den Gewindetrieben, aber nicht die einzigen, denn einen zweiten Typ stellen die Trapezgewindetriebe dar. Schwerpunktmäßig soll es in diesem Beitrag um erstere gehen, trotzdem findet ihr hier zu beiden Arten alles, was wichtig ist. Aufbau, Funktionsweise und Einsatzgebiete von Kugelgewindetrieben Aber erst einmal: Was sind

[Weiterlesen »](#)

## [Arten von Linearführungen](#)

Als eine Art der Linearsysteme werden euch im Folgenden die Linearführungen vorgestellt. Linearführungen zählen zu den wichtigsten Führungssystemen auf dem Markt, dies liegt insbesondere daran, dass sie universell eingesetzt werden können. Arten von Linearführungen hauptsächlich wird zwischen zwei Arten von Linearführungen unterschieden: Wellen- und Schienenführungen. Beide lassen sich in verschiedene Typen unterteilen. Typen der Wellenführungen sind Kugelbuchsenführungen, Kugelkäfigführungen und Nutwellenführungen.

[Weiterlesen »](#)

## Zusammenfassung

- Linearachsen lassen sich nach vier Antriebsvarianten unterscheiden: Zahnriemenantriebe, Spindelantriebe, Zahnstangenantriebe und Linearmotorantriebe
- Zahnriemenantriebe bieten sich unter anderem in Anwendungen an, in denen schnelle Handlings- und Positionieraufgaben bewältigt werden müssen
- Spindelantriebe werden bei Positionier- und Wiederholungsgenauigkeiten in Kombination mit hoher Steifigkeit des Antriebselements eingesetzt
- Zahnstangenantriebe gewährleisten eine hohe Betriebssicherheit und eignen sich für vertikale Fahrwege
- Linearmotorantriebe können flexibel mit Geschwindigkeiten umgehen und werden in Anwendungen mit höchsten Anforderungen an die Positionier- und Wiederholungsgenauigkeiten verwendet

In diesem Beitrag werden die [Linearachsen](#) nach ihren Antriebsvarianten unterteilt behandelt, dabei handelt es sich mit den Zahnriemenantrieben, Spindelantrieben, Zahnstangenantrieben und Linearmotorantrieben um vier relevante Arten. Ihr solltet jedoch beachten, dass die Differenzierung variieren kann, was bedeutet, dass sie sich nicht nur hinsichtlich ihrer Antriebsvarianten einteilen lassen, sondern auch anhand der in der Tabelle aufgelisteten weiteren Unterscheidungsmerkmale.

### Unterscheidung von Linearachsen nach:

- Arten der [Führungssysteme](#)
- innen- oder außenliegenden Führungssystemen
- Antriebsvarianten
- Basismaterial
- Herstellung von kundenspezifischen Längen oder Standardlängen

*Die Differenzierung nach Arten der Antriebssysteme ist nur eine von fünf Unterscheidungsmöglichkeiten bei Linearachsen.*

Da wenig allgemeingültige Aussagen hinsichtlich der Linearachsen getroffen werden können, wird im Folgenden schwerpunktmäßig auf NTN-Linearachsen der Marke SNR eingegangen.

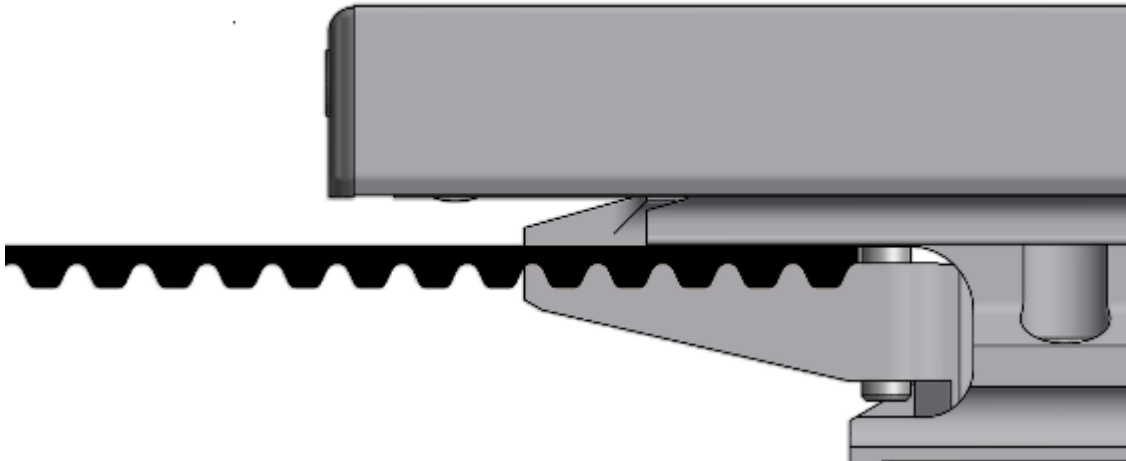
## Zahnriemenantriebe

[Linearachsen](#) mit Zahnriemenantrieb eignen sich zum Erfüllen schneller Handlings- und Positionieraufgaben. Alle Achsen sind mit einem AT- oder STD-Zahnriemen ausgerüstet, dabei ermöglicht die Zahnriemenklemmung über das Zahnsegment in Zahnriemenbreite eine ungeschwächte Klemmung. Dank einer radial verschiebbaren Lagerung der Umlenkscheibe kann zudem die Zahnriemenspannung exakt mittels der SNR-Zahnriemenspannvorrichtung, die aus einem Kraftmessgerät und Adapturvorrichtungen für die jeweilige Achstypen besteht, eingestellt werden.

Die Vorteile dieser Methode zur Spannung des Zahnriemens sind:

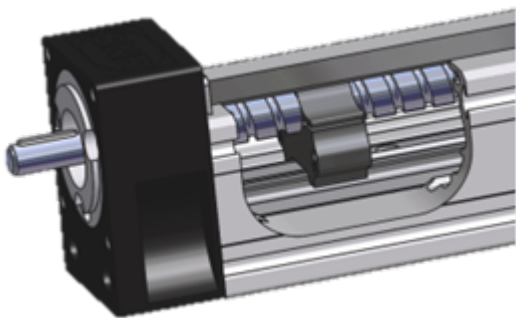
- keine Gefahr der Überlastung des Zahnriemens bei Montage

- kein vorzeitiger Ausfall der Riemenscheibenlagerung durch zu hohe Riemenspannung
- optimale Laufeigenschaften durch zentrierte Ausrichtung des Zahnriemens bei der Montage
- geringer [Verschleiß](#)



Zahnriemenantriebe zeichnen sich unter anderem durch geringen Verschleiß aus.

## Spindelantriebe



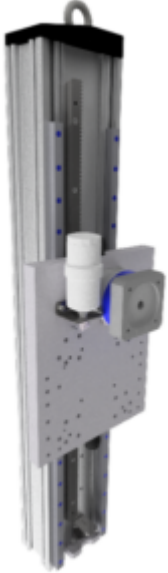
In dieser Abbildung könnt ihr die Spindel, die sich in der Linearachse befindet, sehr gut erkennen.

Charakteristisch für [Linearachsen](#) mit Spindelantrieb ist, dass sie mit [Kugelgewindetrieben](#) oder Trapezgewindespindeln ausgerüstet sein können. Besondere Eignung haben sie, wenn hohe Anforderungen an die Positionier- und Wiederholungsgenauigkeiten in Kombination mit hoher [Steifigkeit](#) des Antriebselements bestehen. Darüber hinaus ist eine direkte Antriebsadaption über Kupplung und Kupplungsglocke oder mithilfe eines Umlenkriementriebs möglich. Außerdem kann mit Spindelantrieben eine hohe Positioniergenauigkeit über große Verfahrswege erzielt werden. In Anwendungen, die größere Verfahrswege und höhere Geschwindigkeiten erfordern, können Spindelantriebe mit Spindelabstützungen ausgerüstet werden. Neben der Tatsache, dass damit relativ hohe Geschwindigkeiten möglich sind, dienen diese Spindelabstützungen darüber hinaus dazu, die freie Länge der Spindeln – das heißt, den Abstand der Mutter zum Loslager – um beispielsweise die Hälfte oder zwei Drittel zu verkürzen und somit die kritische [Drehzahl](#) zu erhöhen.

## Zahnstangenantriebe

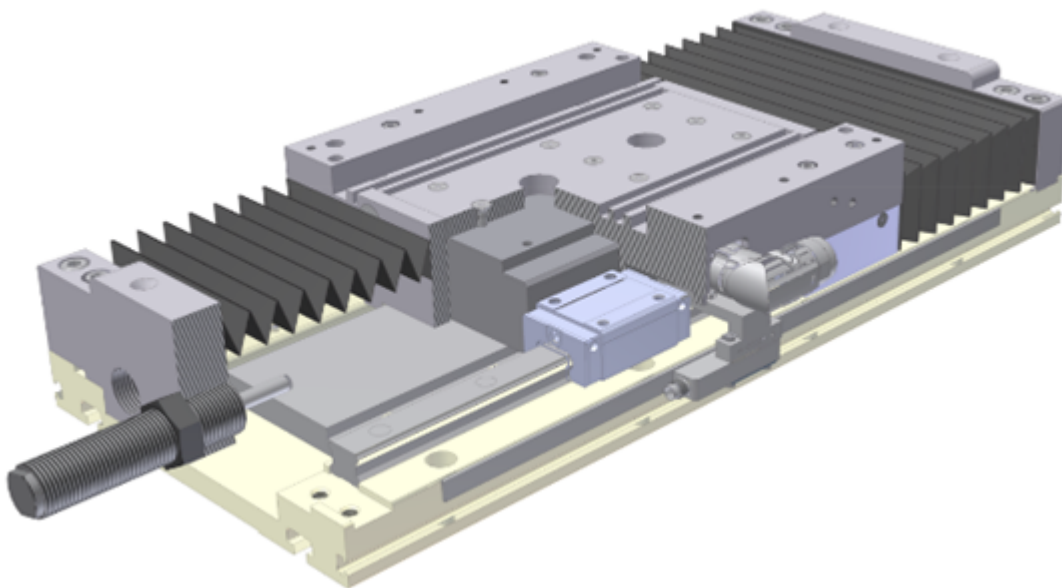
Eine weitere Antriebsvariante von [Linearachsen](#) sind Zahnstangenantriebe. Diese stehen für eine hohe

Betriebssicherheit und sind demzufolge für vertikale Anwendungen geeignet. Da die Zahnstange aus Zahnstangensegmenten besteht, sind theoretisch unbegrenzte Verfahrswege möglich, was bedeutet, dass beliebig lange Linearachsen gebaut werden können. Aus diesem Grund bietet sich ein Einsatz der Zahnstangenantriebe beispielsweise in großen Flächenportalen an. Die induktiv gehärteten Zahnstangen und Zahnräder dieser Antriebsvariante gewährleisten eine hohe [Lebensdauer](#); nicht unerwähnt sein sollte außerdem, dass Zahnstangenantriebe – selbst bei großen Lasten – höchste Steifigkeiten im Antriebssystem besitzen.



Der Einsatz von Linearachsen mit Zahnstangenantrieben bietet sich insbesondere bei vertikalen Anwendungen an.

## Linearmotorantriebe



Linearmotorantriebe können ohne Probleme bei sehr langsamen Geschwindigkeiten eingesetzt werden; selbiges ist auch mit rotativen Antrieben möglich, allerdings werden dafür Getriebe mit extrem großen Übersetzungen benötigt.

Der Einsatz von Linearmotorantrieben bietet sich insbesondere bei Anwendungen an, bei denen höchste

Anforderungen an die Positionier- und Wiederholgenauigkeiten gestellt werden. Ein großer Vorteil ist ihre Flexibilität, denn sie sind für extrem langsame (zum Beispiel 1 cm pro Stunde) ebenso wie sehr schnelle Bewegungen geeignet. Linearmotorantriebe sind wartungsfreie Antriebselemente und können theoretisch bei unbegrenzten Verfahrwegen Gebrauch finden. Ein Nachteil der Linearmotorantriebe ist, dass sie im stromlosen Zustand keinerlei Bremswirkung haben, was bei vertikalen Anwendungen kritisch sein kann.

## Überblick zu den Vor- und Nachteilen der Antriebssysteme

In der folgenden Übersicht sind die wichtigsten Vor- und Nachteile der zuvor erwähnten Antriebssysteme im direkten Vergleich dargelegt.

	Vorteile	Nachteile
<b>Zahnriemenantrieb</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• hohe Dynamik</li> <li>• große Längen</li> <li>• kostengünstig</li> <li>• wartungsfrei</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• geringere dynamische Betriebslast</li> <li>• geringere Antriebssteifigkeit</li> <li>• normalerweise ein Getriebe notwendig</li> <li>• geringere Wiederholgenauigkeit</li> </ul>
<b>Spindeltrieb</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• hohe Positionier- und Wiederholgenauigkeiten</li> <li>• große Vorschubkräfte</li> <li>• hohe Antriebssteifigkeit</li> <li>• meistens kein Getriebe notwendig</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geschwindigkeiten durch kritische Drehzahl und DN-Wert begrenzt</li> <li>• geringere Maximallängen</li> <li>• Nachschmierung notwendig</li> </ul>
<b>Zahnstangenantrieb</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• theoretisch unbegrenzte Längen möglich</li> <li>• mehrere unabhängig verfahren- de Antriebseinheiten möglich</li> <li>• große Vorschubkräfte</li> <li>• höchste Antriebssteifigkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nachschmierung notwendig</li> <li>• geringere Positionier- und Wiederholgenauigkeiten</li> </ul>
<b>Linearmotorantrieb</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sehr hohe Positionier- und Wiederholgenauigkeiten</li> <li>• sehr hohe Dynamik</li> <li>• verschleiß- und wartungsfreier Antrieb</li> <li>• theoretisch unbegrenzte Längen möglich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• keine Bremsung des Systems im stromlosen Zustand (vertikaler Einsatz kritisch)</li> <li>• relativ hohe Kosten</li> </ul>

*Es sollte stets von der jeweiligen Anwendung abhängig gemacht werden, auf welche Antriebsvariante zurückgegriffen wird.*

## Das könnte Dich auch interessieren

### [Montage von Kugelbuchsen](#)

Montage von Kugelbuchsen Die Montage von Kugelbuchsen ist allgemein nicht kompliziert, sondern lässt sich – im Gegenteil – glücklicherweise relativ einfach durchführen. Während ihrer Montage gibt es daher nicht super viel

zu beachten: Wichtig ist lediglich, die Montagetoleranzen und Umgebungsbedingungen zu berücksichtigen. Detaillierte Infos dazu ebenso wie eine Montageanleitung findet ihr in diesem Beitrag. Montagetoleranzen Im Zusammenhang mit der Montage

[Weiterlesen »](#)

## [Berechnungsgrundlagen \(Linearführungen\)](#)

Wie bei Wälzlagern müssen auch in der Lineartechnik bestimmte Berechnungsgrundlagen beherrscht werden, um die Linearführungen nicht zu hohen Belastungen auszusetzen und um Ausfällen, einer verkürzten Lebensdauer, aber auch einer Überdimensionierung von Linearführungen vorzubeugen. Daher ist es beispielsweise zwingend erforderlich, die Lebensdauer von Linearführungen zu berechnen. Weitere Berechnungen betreffen den statischen Sicherheitsfaktor oder Steifigkeiten. Die nominelle Lebensdauer L10 Unter der Lebensdauer

[Weiterlesen »](#)

## [Führungsvarianten](#)

Im Bereich der Linearachsen werden drei verschiedene Arten von Führungsvarianten eingesetzt, die für jeweilig spezifische Anwendungen ausgelegt sind. Es kann zwischen Linearführungen, Laufrollenführungen und Polymer-Laufrollenführungen gewählt werden, die jeweils an bestimmte Anwendungsanforderungen angepasst sind. Die Parameter und Anforderungen, die in diesem Beitrag genannt werden, beziehen sich auf NTN-Linearachsen der Marke SNR. Linearführungen Hinsichtlich der Linearführungen lässt sich sagen, dass ausschließlich

[Weiterlesen »](#)

## [Arten von Linearachsen](#)

Linearachsen sind neben Linearführungen, Gewindetrieben und Kugelbuchsen ein wichtiges Produkt im Bereich Lineartechnik. Obwohl schon Anfang der 1990er Jahre die ersten Linearachsen auf den Markt gekommen waren, haben sie sich erst mit Beginn des aktuellen Jahrhunderts als Standardbauteil für industrielle Anwendungen durchgesetzt. Hervorzuheben ist, dass kein einheitlicher Standard existiert, der Abmessungen von Linearachsen festlegt und die Bestimmung ihrer Tragzahlen regelt.

[Weiterlesen »](#)

## [Arten von Gewindetrieben](#)

Vielleicht habt ihr schon mal etwas über Kugelgewindetriebe gehört. Diese sind sicherlich die bekanntesten unter den Gewindetrieben, aber nicht die einzigen, denn einen zweiten Typ stellen die Trapezgewindetriebe dar. Schwerpunktmäßig soll es in diesem Beitrag um erstere gehen, trotzdem findet ihr hier zu beiden Arten alles, was wichtig ist. Aufbau, Funktionsweise und Einsatzgebiete von Kugelgewindetrieben Aber erst einmal: Was sind

[Weiterlesen »](#)

## [Berechnungsgrundlagen \(Gewindetriebe\)](#)

Die Berechnungsgrundlagen für Gewindetriebe sind umfangreich und reichen von der Berechnung des statischen Sicherheitsfaktors über die biegekritische Drehzahl, die Knickbelastung bis hin zur nominellen Lebensdauer. All das erwartet euch im Folgenden. Wenn ihr auf der Suche nach weiteren Berechnungsgrundlagen seid, werdet ihr in unserem Katalog fündig. Definition von Gewindetrieben Aus rechnerischer Sicht müssen mehrere Faktoren für die Definition von Gewindetrieben

[Weiterlesen »](#)

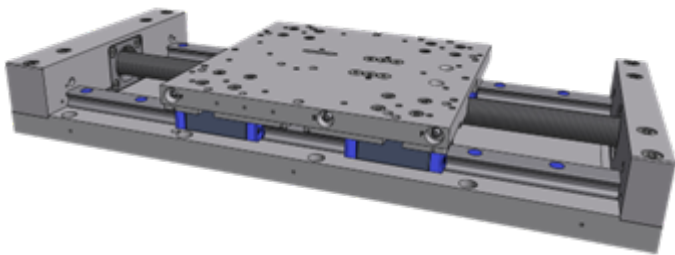
## Zusammenfassung

- Es gibt drei Arten von Führungsvarianten: Linearführungen, Laufrollenführungen und Polymer-Laufrollenführungen
- Linearführungen haben Führungswagen mit integrierter Kugelschleife und sind für den Einsatz bei Geschwindigkeiten bis zu 5 m/s geeignet
- Laufrollenführungen charakterisieren sich durch ein in ein Aluminiumprofil integriertes, staubgeschütztes Laufrollensystem und kommen bei Geschwindigkeiten bis zu 15 m/s zum Einsatz
- Polymer-Laufrollenführungen sind speziell für Anwendungen in der Lebensmittelindustrie oder im Nassbereich konzipiert und werden bei Geschwindigkeiten von maximal 7 m/s verwendet

Im Bereich der [Linearachsen](#) werden drei verschiedene Arten von Führungsvarianten eingesetzt, die für jeweilig spezifische Anwendungen ausgelegt sind. Es kann zwischen [Linearführungen](#), Laufrollenführungen und Polymer-Laufrollenführungen gewählt werden, die jeweils an bestimmte Anwendungsanforderungen angepasst sind. Die Parameter und Anforderungen, die in diesem Beitrag genannt werden, beziehen sich auf NTN-Linearachsen der Marke SNR.

## Linearführungen

Hinsichtlich der [Linearführungen](#) lässt sich sagen, dass ausschließlich [Führungswagen](#) mit integrierter [Kugelschleife](#) verwendet werden. Eine Linearführung mit Kugelschleife gilt zudem als langzeitwartungsfrei, bietet optimales Laufverhalten sowie ein sehr hohes Toleranzausgleichsvermögen, das insbesondere bei der Verwendung von parallelen Achsen erforderlich ist. Linearführungen sind für den Einsatz bei Geschwindigkeiten bis zu 5 m/s geeignet. Im Allgemeinen besitzen sie außerdem, verglichen mit der konventionellen Ausführung, ein niedriges Geräuschniveau.

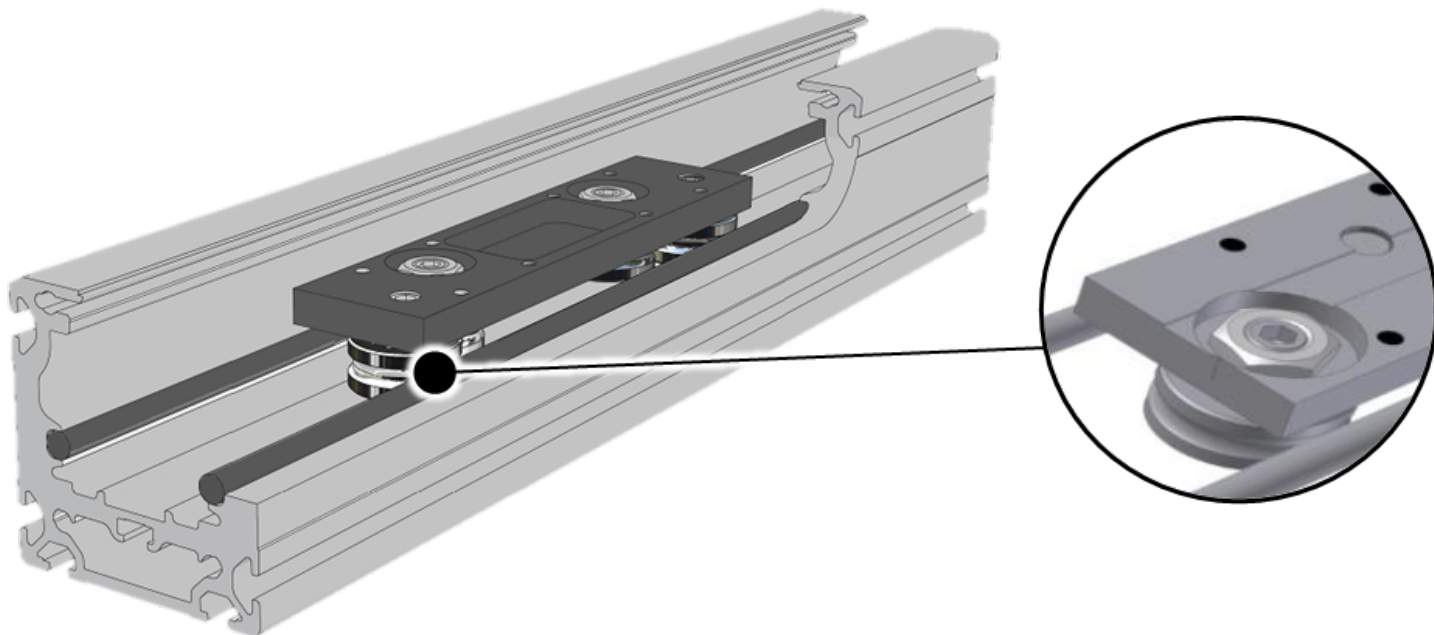


In der Regel werden bei den Linearführungen immer Führungswagen mit integrierten Kugelschleifen eingesetzt; lediglich in sehr seltenen Sonderanwendungen wird von diesem Grundsatz abgewichen.

## Laufrollenführungen

Bei den [Laufrollenführungen](#) handelt es sich um ein staubgeschütztes Laufrollensystem, das im Aluminiumprofil der [Linearachsen](#) integriert ist. In diesem Fall gibt es geschliffene und gehärtete

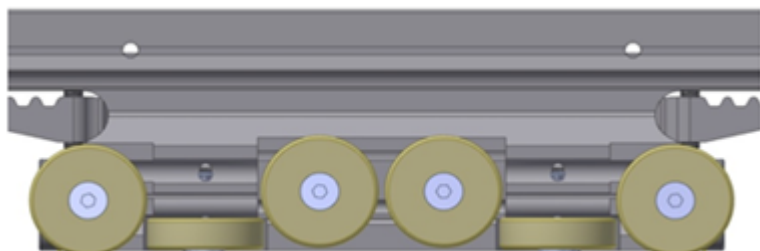
Stahlwellen, die in das Aluminiumprofil gepresst sind und als Laufbahnen dienen. Die Laufrollen sind zweireihige [Schrägkugellager](#) mit einem profilierten [Außenring](#), die für maximale Geschwindigkeiten bis zu 15 m/s geeignet sind. Dabei besitzt jedes Führungssystem vier, sechs oder acht Laufrollen, wovon jeweils die Hälfte über Exzenter einstellbar sind, um ein spielfreies System zu erzielen. Die Anzahl der Laufrollen hängt von Baugröße und Typ der Linearachse ab.



Charakteristisch für Laufrollenführungen ist das speziell geformte Aluminiumprofil, das die geschliffenen Stahlwellen, die die Funktion der Laufbahnen haben, aufnimmt.

## Polymer-Laufrollenführungen

Die [Polymer-Laufrollenführungen](#) sind spezielle Ausführungen, die für Anwendungen in der Lebensmittelindustrie oder im Nassbereich konzipiert sind. Da es sich hierbei um Kunststoffrollen handelt, befinden sich ihre Laufbahnen direkt auf den Innenflächen des Aluminiumprofils. Darüber hinaus wird die Spielfreiheit bei diesem Typ durch ein Federelement, das in der zweiteiligen Schlitteneinheit integriert ist, erzielt. Polymer-Laufrollenführungen sind für Anwendungen geeignet, bei denen Geschwindigkeiten von höchstens 7 m/s auftreten. Das Führungssystem besteht immer aus zwölf Laufrollen, um Kräfte in alle Richtungen aufnehmen zu können.



Die Polymer-Laufrollenführungen kommen in besonders sensiblen Anwendungsgebieten zum Einsatz, zum Beispiel im Lebensmittelbereich.

## Die drei Führungssysteme im Vergleich

Wie bereits in den vorigen Absätzen angeklungen ist, bringen alle Führungssysteme selbstverständlich ihre Vor- und Nachteile mit sich. In der Tabelle sind die wichtigsten Aspekte nochmal detailliert und im direkten Vergleich aufgelistet.

	Vorteile	Nachteile
Linearführung	<ul style="list-style-type: none"><li>• sehr hohe Tragfähigkeit</li><li>• hohe Steifigkeit</li><li>• hohes Toleranzausgleichsvermögen</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• höhere Kosten</li><li>• maximale Geschwindigkeit von 5 m/s</li></ul>
Laufrollenführung	<ul style="list-style-type: none"><li>• sehr kostengünstig, besonders bei großen Hübten</li><li>• Maximalgeschwindigkeit von 15 m/s</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• geringe Tragfähigkeit</li></ul>
Polymer-Laufrollenführung	<ul style="list-style-type: none"><li>• sehr gut geeignet für den Einsatz im Nassbereich</li><li>• Maximalgeschwindigkeit von 7 m/s</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• sehr geringe Tragfähigkeit</li></ul>

*Laufrollenführungen können mit 15 m/s bei den vergleichsweise höchsten Maximalgeschwindigkeiten verwendet werden.*

## Das könnte Dich auch interessieren

### [Berechnungsgrundlagen \(Linearführungen\)](#)

Wie bei Wälzlagern müssen auch in der Lineartechnik bestimmte Berechnungsgrundlagen beherrscht werden, um die Linearführungen nicht zu hohen Belastungen auszusetzen und um Ausfällen, einer verkürzten [Lebensdauer](#), aber auch einer Überdimensionierung von Linearführungen vorzubeugen. Daher ist es beispielsweise zwingend erforderlich, die Lebensdauer von Linearführungen zu berechnen. Weitere Berechnungen betreffen den statischen Sicherheitsfaktor oder Steifigkeiten. Die nominelle Lebensdauer L10 Unter der Lebensdauer

[Weiterlesen »](#)

### [Varianten von Kugelbuchsen](#)

Kugelbuchsen, die alternativ auch als „Kugelbüchsen“ oder „Linearkugellager“ bezeichnet werden, sind ein wichtiges Produkt in der Lineartechnik. Dieser Beitrag behandelt die verschiedenen Varianten von Kugelbuchsen sowie ihre Eigenschaften, gibt euch aber zuvor grundlegende Informationen hinsichtlich ihrer Geschichte, ihrer Merkmale und ihres Aufbaus. Geschichte Kugelbuchsen gelten als das älteste Produkt mit Wälzkörperumlauf aus dem Bereich Lineartechnik und somit als das erste,

[Weiterlesen »](#)

## [Antriebsvarianten](#)

In diesem Beitrag werden die Linearachsen nach ihren Antriebsvarianten unterteilt behandelt, dabei handelt es sich mit den Zahnriemenantrieben, Spindeltrieben, Zahnstangenantrieben und Linearmotorantrieben um vier relevante Arten. Ihr solltet jedoch beachten, dass die Differenzierung variieren kann, was bedeutet, dass sie sich nicht nur hinsichtlich ihrer Antriebsvarianten einteilen lassen, sondern auch anhand der in der Tabelle aufgelisteten weiteren Unterscheidungsmerkmale. Unterscheidung

[Weiterlesen »](#)

## [Arten von Linearachsen](#)

Linearachsen sind neben Linearführungen, Gewindetrieben und Kugelbuchsen ein wichtiges Produkt im Bereich Lineartechnik. Obwohl schon Anfang der 1990er Jahre die ersten Linearachsen auf den Markt gekommen waren, haben sie sich erst mit Beginn des aktuellen Jahrhunderts als Standardbauteil für industrielle Anwendungen durchgesetzt. Hervorzuheben ist, dass kein einheitlicher Standard existiert, der die Abmessungen von Linearachsen festlegt und die Bestimmung ihrer Tragzahlen regelt.

[Weiterlesen »](#)

## [Montage von Gewindetrieben](#)

Im folgenden Beitrag erfahrt ihr alles Wichtige zur Montage von Gewindetrieben. Neben einem allgemeinen Überblick findet ihr zentrale Infos zum Thema Montagetoleranzen. Auf eine Montageanleitung stoßt ihr im abschließenden Teil dieses Beitrags. Allgemeines Vor und während der Montage von Kugelgewindetrieben sollte man sich einer Sache besonders bewusst sein: Kugelgewindetribe sind ausschließlich für die Übertragung von Axialkräften geeignet. Radialkräfte und Momente

[Weiterlesen »](#)

## [Arten von Linearführungen](#)

Als eine Art der Linearsysteme werden euch im Folgenden die Linearführungen vorgestellt. Linearführungen zählen zu den wichtigsten Führungssystemen auf dem Markt, dies liegt insbesondere daran, dass sie universell eingesetzt werden können. Arten von Linearführungen hauptsächlich wird zwischen zwei Arten von Linearführungen unterschieden: Wellen- und Schienenführungen. Beide lassen sich in verschiedene Typen unterteilen. Typen der Wellenführungen sind Kugelbuchsenführungen, Kugelkäfigführungen und Nutwellenführungen.

[Weiterlesen »](#)

## Zusammenfassung

- Kugelbuchsen sind das älteste Produkt im Bereich Lineartechnik
- Es werden heute zwei Bauarten unterteilt: Standard- und Super-Kugelbuchsen, die sich hinsichtlich ihres Aufbaus voneinander unterscheiden
- Die Tragfähigkeit von Kugelbuchsen ist aufgrund des Punktkontakts zwischen Wälzkörpern und den Stahlwellen relativ gering
- Kugelbuchsen gelten als wartungsarm; ab Werk werden Kugelbuchsen nur mit Konservierungsöl ausgeliefert, sodass sie vor Inbetriebnahme eine Erstbefettung bekommen müssen
- Kugelbuchsen weisen einen relativ geringen Reibwert zwischen Wälzkörpern und Wellen auf
- Es gibt zwei Umlenkarten: die tangentielle und radiale Umlenkung, wobei heutzutage ausschließlich die tangentielle Umlenkung zum Einsatz kommt
- Kugelbuchsen der Marke SNR sind als Standard in ISO- als auch JIS-Abmessung erhältlich, aber auch INCH-Abmessungen können hergestellt werden
- Typische Einsatzgebiete von Kugelbuchsen sind Büro- und Verpackungsmaschinen

Kugelbuchsen, die alternativ auch als „Kugelbüchsen“ oder „Linearkugellager“ bezeichnet werden, sind ein wichtiges Produkt in der Lineartechnik. Dieser Beitrag behandelt die verschiedenen Varianten von Kugelbuchsen sowie ihre Eigenschaften, gibt euch aber zuvor grundlegende Informationen hinsichtlich ihrer Geschichte, ihrer Merkmale und ihres Aufbaus.

## Geschichte

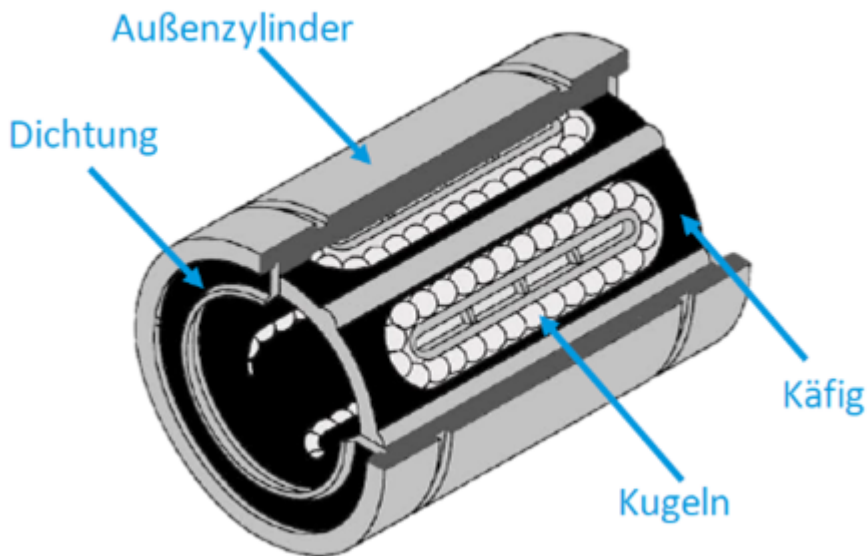
Kugelbuchsen gelten als das älteste Produkt mit Wälzkörperumlauf aus dem Bereich Lineartechnik und somit als das erste, das unter den Begriff „Linearführung“ gefasst werden konnte. Die Anfänge der Kugelbuchsen lassen sich im Ersten Weltkrieg datieren. Damals wurden sie entwickelt, um die Klappen der Leitwerke von Militärmaschinen der USA zu bewegen, die auf Drahtseilen liefen. Die ersten Kugelbuchsen, wie man sie in heutiger Form kennt, wurden dann jedoch erst einige Dekaden später, nämlich in den 1940er Jahren, entwickelt. Heutzutage sind Kugelbuchsen nach [DIN ISO 10285](#) und [DIN ISO 14728](#) genormt.

## Merkmale und Aufbau

Bei Kugelbuchsen lassen sich zwei grundsätzliche Bauarten unterscheiden: Standard- und Super-Kugelbuchsen.

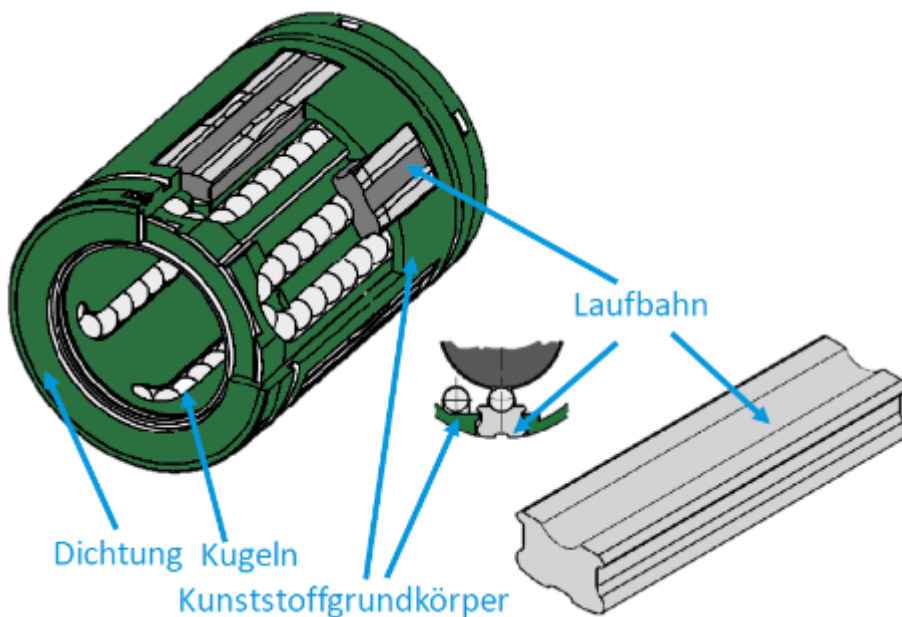
Standard-Kugelbuchsen bestehen aus einem Metall-Außenzylinder, Kugeln als Wälzkörpern, die von

einem Käfig geführt werden, sowie optional Dichtungen.



Der Käfig von Standard-Kugelbuchsen besteht entweder aus Kunststoff oder aus Metall.

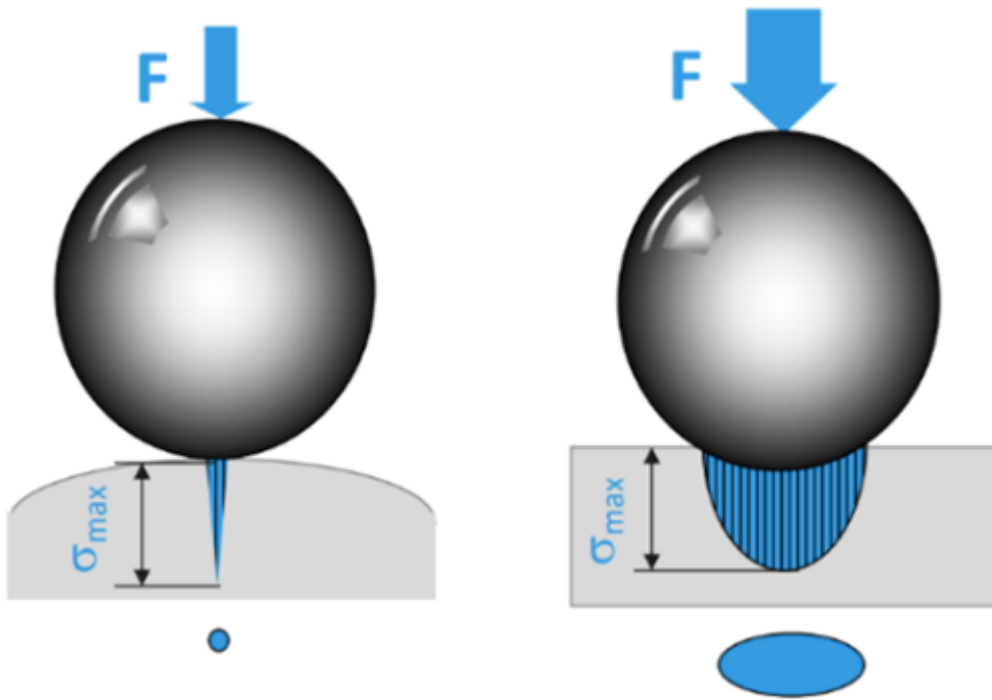
Der Aufbau der Super-Kugelbuchsen ähnelt im Allgemeinen dem der Standardversion; ihre [Wälzkörper](#) sind ebenfalls Kugeln und auch hier können, wenn erforderlich, Dichtungen eingesetzt werden. Anders als Standard-Kugelbuchsen besitzen sie jedoch einen Kunststoff-Körper, in den die Laufbahnen, die aus Stahl bestehen, eingelegt sind.



Ihr solltet beachten, dass für Super-Kugelbuchsen, abhängig vom Hersteller, verschiedene Namen gebräuchlich sind.

## Tragfähigkeit

Im Vergleich zu [Linearführungen](#) und Nutwellenführungen weisen Kugelbuchsen eine deutlich geringere Tragfähigkeit auf. Die Wälzkörper laufen auf einer Welle und besitzen einen minimalen [Punktkontakt](#) zur Welle, weshalb es für Kugelbuchsen nicht möglich ist, relativ schwere Lasten aufzunehmen. Mehr Informationen zum Thema Tragzahlen sind [hier](#) auf lineartechniklernen.de zu finden.



Die Kontaktfläche ist beim [Punktkontakt](#) (links) relativ klein. In der rechten Abbildung ist zum Vergleich ein Flächenkontakt einer [Profilschiene](#) zu sehen.

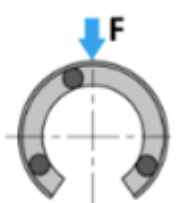
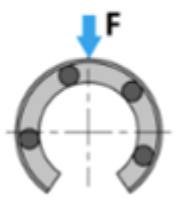
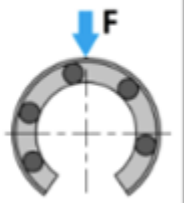
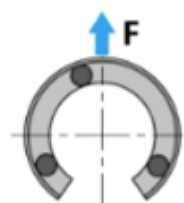
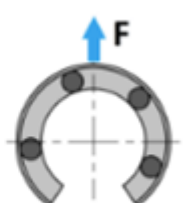
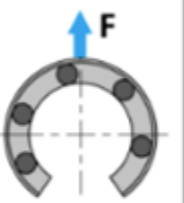
Dazu variiert die Tragfähigkeit von Kugellagern je nach Anordnung der Laufbahnen bzw. Anzahl von Umläufen. Dabei gilt: je mehr Umläufe und je größer der Durchmesser der Kugellager, desto höher ist die Tragfähigkeit. Mit Blick auf geschlossene und einstellbare Kugellager wird, abhängig davon, wie die Kraft auf die Wälzkörperreihe trifft, von einem „gerichteten“ oder „ungerichteten Einbau“ gesprochen. Wenn eine Kugellager gerichtet eingebaut wird, werden die Kugellagerumläufe so ausgerichtet, dass sich die Kraft optimal auf die Umläufe verteilt, sodass die maximale Tragfähigkeit erreicht werden kann; zugleich erhöht sich die nominelle [Lebensdauer](#). Die Tragzahlen aus den Datentabellen erhöhen sich um einen Faktor, der in Abhängigkeit von der Anzahl der Kugellagerumläufe im Katalog angegeben ist. Beim ungerichteten Einbau wird die Lage der Kugellagerumläufe bei der Montage nicht weiter berücksichtigt. Die in den Datentabellen angegebenen Tragzahlen sind die Minimalwerte, die für die ungünstigste Lage der Kugellagerumläufe bei ungerichtetem Einbau gelten.

Anzahl der Kugellagerreihen	4	5	6
C (Katalogwert)			
C <sub>max</sub> (maximale Tragzahl)			
Belastungskoeffizient C <sub>max</sub> /C	1,414	1,463	1,280

Der Katalogwert C bezieht sich auf den ungerichteten Einbau, die maximale Tragzahl C<sub>max</sub> auf den

### gerichteten Einbau.

Bei offenen Kugelbuchsen ist ein gerichteter bzw. ungerichteter Einbau nicht möglich. Hier wird zwischen der Belastung in Radial- bzw. in Gegenradialrichtung unterschieden. Wenn die Kugeln in Zugrichtung belastet werden, ist die Tragzahl schließlich geringer, da die Kugelbuchsen dazu neigen, aufzubiegen.

Anzahl der Kugelreihen	3	4	5
Radiale Belastung	 $C_{max}$ $CO_{max}$	 $C_{max}$ $CO_{max}$	 $C_{max}$ $CO_{max}$
Gegenradiale Belastung	 $C=0,64C_{max}$ $CO=0,64CO_{max}$	 $C=0,54C_{max}$ $CO=0,54CO_{max}$	 $C=0,57C_{max}$ $CO=0,57CO_{max}$

Die Abbildung zeigt die Kräfteinwirkung in Radialrichtung (oben) und in Gegenradialrichtung (unten).

## Schmierstoffbedarf

Durch den [Punktkontakt](#) benötigen Kugelbuchsen wenig [Schmierstoff](#). Zwar verlieren sie im laufenden Betrieb Fett, da es sich dabei jedoch lediglich um geringe Mengen handelt und Kugelbuchsen in keinen hochdynamischen Einsatzgebieten verwendet werden, ist dies in der Praxis kein ausschlaggebender Faktor. Aufgrund dieses geringen Schmierstoffbedarfs sind Kugelbuchsen in vielen Anwendungen nach der Erstbefettung wartungsfrei. Es ist eher eine Ausnahme als Regel, dass Kugelbuchsen im Außenkörper eine Schmierbohrung zur Nachbefettung besitzen. Außerdem hängt der Schmierstoffbedarf selbstverständlich von der einzelnen Anwendung ab.

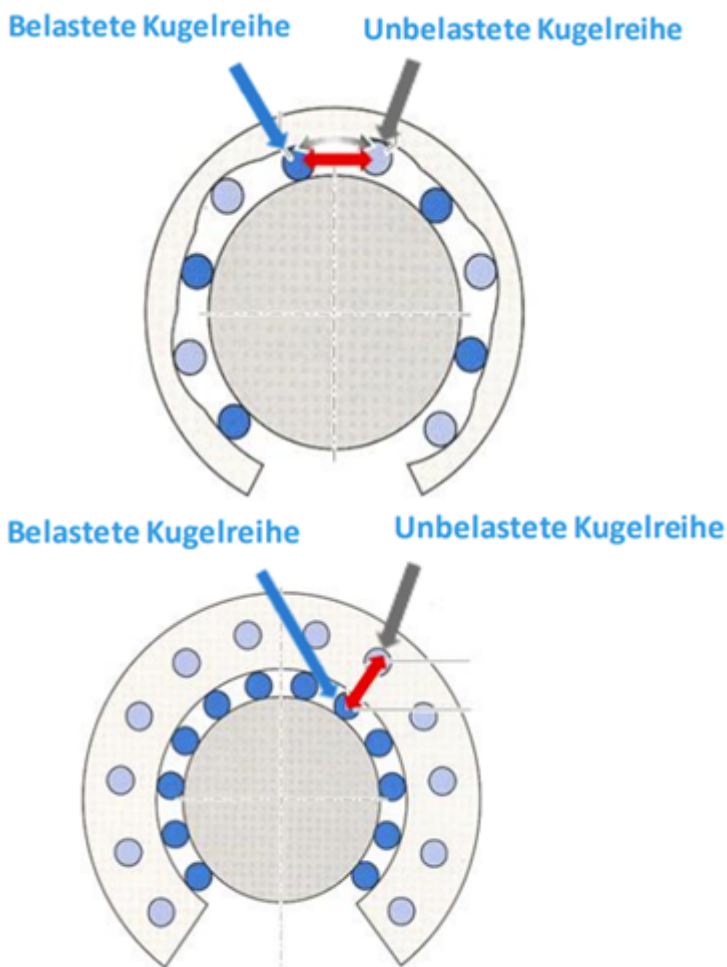
## Reibwert

Die minimale Kontaktfläche aufgrund des Punktkontakts führt außerdem – im Vergleich zu [Kugelgewindetrieben](#) und [Linearführungen](#) – zu einem noch geringeren Reibwert zwischen Wälzkörpern und Laufbahn. Kugelbuchsenführungen gelten als sehr leichtgängig.

## Umlenkarten

Es gibt mit der tangentialen und radialen Umlenkung zwei verschiedene Umlenkarten für Kugelbuchsen. Die heute zumeist verwendete Art ist die tangentielle Umlenkung: Die belasteten Kugeln werden in den Käfig geführt, bevor sie anschließend unbelastet und ohne Kontakt zur Welle rückgeführt werden. Die tangentielle Umlenkung ist die kompakte Bauart.

Als Alternative lässt sich die radiale Umlenkung nennen, bei der es eine Vielzahl von Kugelumläufen gibt, die – wie bei einer [Schienenführung](#) – in einer Endkappe in eine Rücklaufbohrung im Mutterkörper oberhalb der Laufbahnen zurückgeführt werden. Zwar können mit dieser Umlenkungsart höhere Tragzahlen als mit der tangentialen Umlenkung erreicht werden, doch wegen zu hoher Kosten wird diese radiale Umlenkung in heutigen Kugelbuchsen nicht mehr eingesetzt. Insbesondere seit Entwicklung der relativ preisgünstigen Profilschienenführungen rentiert sich ihre Herstellung nicht mehr, weshalb die radiale Umlenkung inzwischen auch kaum mehr auf dem Markt zu finden ist.



Die tangentielle Umlenkung (links) kommt heute sowohl in Standard- als auch Super-Kugelbuchsen zum Einsatz, während die radiale Umlenkung (rechts) in neuen Produkten nicht mehr zu finden ist.

## Einsatzgebiete

Kugelbuchsen eignen sich für Anwendungen, bei denen wenig Last bewegt wird und keine hohen Genauigkeiten eingehalten werden müssen. Als typische Anwendungsbereiche lassen sich Büro- und

Verpackungsmaschinen nennen, aber auch in der Medizintechnik kommen sie üblicherweise zum Einsatz.

## Kugelbuchsen der Marke SNR

Da sich die Produkte einzelner Hersteller voneinander unterscheiden, wird im Folgenden schwerpunktmäßig und auszugsweise auf ein paar Produkte der Marke SNR eingegangen. Standard-Kugelbuchsen in ISO-Abmessung sind hierbei als Einzel-, oder Tandemausführung in geschlossener, einstellbarer und offener Bauform konzipiert. Superkugelbuchsen gibt es nur in Einzelausführung in offener und geschlossener Bauform. Daneben sind zylindrische Standard-Einzel-Kugelbuchsen in [JIS](#)-Abmessung und geschlossener Ausführung erhältlich. Gleiches gilt auch für Kugelhülsen, einer weiteren Bauform der Kugelbuchsen. Kugelbuchsen können ebenfalls in Lineareinheiten integriert sein, die es in Einzel-, Tandem- und Quattro-Bauform gibt und sowohl mit Standard- als auch Super-Kugelbuchsen kombinierbar sind. Diese sind in offener, einstellbarer und geschlossener Form sowie in einigen anderen Ausführungen verfügbar. Für Kugelbuchsen steht zudem Zubehör verschiedener Art zur Verfügung, dazu zählen unter anderem Wellen und Klemmelemente. Detailliertere Informationen zu den Produkten der Marke SNR sind [hier](#) zu finden. Wenn ihr euch fragt, welche [Berechnungen](#) für Kugelbuchsen erforderlich sind oder wie ihre [Montage](#) funktioniert, könnt ihr einen Blick auf die anderen Beiträge auf [lineartechniklernen.de](#) werfen.

## Das könnte Dich auch interessieren

### [Montage von Kugelbuchsen](#)

Montage von Kugelbuchsen Die Montage von Kugelbuchsen ist allgemein nicht kompliziert, sondern lässt sich – im Gegenteil – glücklicherweise relativ einfach durchführen. Während ihrer Montage gibt es daher nicht super viel zu beachten: Wichtig ist lediglich, die Montagetoleranzen und Umgebungsbedingungen zu berücksichtigen. Detaillierte Infos dazu ebenso wie eine Montageanleitung findet ihr in diesem Beitrag. Montagetoleranzen Im Zusammenhang mit der Montage

[Weiterlesen »](#)

### [Berechnungsgrundlagen \(Kugelbuchsen\)](#)

Falls ihr euch auf [lineartechniklernen.de](#) schon durch die Texte zu den Berechnungsgrundlagen der Linearführungen und Gewindetribe geklickt habt, wisst ihr bereits, dass bei der Auslegung von Linearsystemen verschiedene Faktoren bzw. Formeln beachtet werden müssen. Dies ist bei Kugelbuchsen nicht anders, weshalb ihr in diesem Beitrag alles, was für deren Berechnung wichtig ist, findet. Die Themengebiete reichen von Toleranzen, Tragzahlen, dem

[Weiterlesen »](#)

### [Arten von Gewindetrieben](#)

Vielleicht habt ihr schon mal etwas über Kugelgewindetribe gehört. Diese sind sicherlich die bekanntesten unter den Gewindetrieben, aber nicht die einzigen, denn einen zweiten Typ stellen die Trapezgewindetribe dar. Schwerpunktmäßig soll es in diesem Beitrag um erstere gehen, trotzdem findet ihr hier zu beiden Arten alles, was

wichtig ist. Aufbau, Funktionsweise und Einsatzgebiete von Kugelgewindetrieben Aber erst einmal: Was sind [Weiterlesen »](#)

## [Berechnungsgrundlagen \(Gewindetriebe\)](#)

Die Berechnungsgrundlagen für Gewindetriebe sind umfangreich und reichen von der Berechnung des statischen Sicherheitsfaktors über die biegekritische [Drehzahl](#), die Knickbelastung bis hin zur nominellen Lebensdauer. All das erwartet euch im Folgenden. Wenn ihr auf der Suche nach weiteren Berechnungsgrundlagen seid, werdet ihr in unserem Katalog fündig. Definition von Gewindetrieben Aus rechnerischer Sicht müssen mehrere Faktoren für die Definition von Gewindetrieben [Weiterlesen »](#)

## [Arten von Linearführungen](#)

Als eine Art der Linearsysteme werden euch im Folgenden die Linearführungen vorgestellt. Linearführungen zählen zu den wichtigsten Führungssystemen auf dem Markt, dies liegt insbesondere daran, dass sie universell eingesetzt werden können. Arten von Linearführungen Hauptsächlich wird zwischen zwei Arten von Linearführungen unterschieden: Wellen- und Schienenführungen. Beide lassen sich in verschiedene Typen unterteilen. Typen der Wellenführungen sind Kugelbuchsenführungen, Kugelkäfigführungen und Nutwellenführungen.

[Weiterlesen »](#)

## [Punkt-, Flächen- & Linienkontakt](#)

Falls ihr euch schon mit dem Punkt- und Linienkontakt von Wälzlagern befasst habt, wird euch einiges bekannt vorkommen. Wie bei Wälzlagern besitzen die Wälzkörper von Linearführungssystemen nämlich entweder eine Kugel- oder eine Rollenform. Dabei fällt der Kontakt mit einer Laufbahn (Wälzkontakt) bei Kugeln und Rollen durch ihre runde bzw. längliche Form unterschiedlich aus. Beim Wälzkontakt wird, ebenso wie bei Wälzlagern, [Weiterlesen »](#)

## Zusammenfassung

- Die Lebensdauer  $L$  ist die Laufleistung in Kilometern, die ein Bauteil zurücklegen kann, bevor erste Anzeichen von Materialermüdung erkennbar sind
- nominelle Lebensdauer  $L_{10}$ : auf Statistik basierende Formel; die die Lebensdauer einer Linearführung angibt
- Dynamische Tragzahl  $C$ : ist die in Größe und Richtung unveränderliche radiale Belastung, die eine Linearführung theoretisch für die nominelle Lebensdauer aufnehmen kann
- Statische Tragzahl  $C_0$ : ist die statische radiale Belastung in der Mitte der am höchsten belasteten Berührungsfläche zwischen Wälzkörper und Laufbahn, die einer rechnerischen Hertzschen Pressung entspricht
- Statischer Sicherheitsfaktor  $f_s$ : gibt an, um welchen Faktor eine Linearführung über ihrer Versagensgrenze ausgelegt ist

Wie bei [Wälzlagern](#) müssen auch in der Lineartechnik bestimmte Berechnungsgrundlagen beherrscht werden, um die [Linearführungen](#) nicht zu hohen Belastungen auszusetzen und um Ausfällen, einer verkürzten [Lebensdauer](#), aber auch einer Überdimensionierung von Linearführungen vorzubeugen. Daher ist es beispielsweise zwingend erforderlich, die Lebensdauer von Linearführungen zu berechnen. Weitere Berechnungen betreffen den statischen Sicherheitsfaktor oder Steifigkeiten.

## Die nominelle Lebensdauer $L_{10}$

Unter der Lebensdauer  $L$  wird die Laufleistung verstanden, die ein Bauteil zurücklegen kann, bevor erste Anzeichen von Materialermüdung, die in der Regel an den Laufbahnen oder den Wälzkörpern ersichtlich werden, auftreten.

Die nominelle Lebensdauer  $L_{10}$  kennt ihr möglicherweise schon von der [Lebensdauerberechnung](#) von Wälzlagern. Sie beruht auf einer statistischen Berechnung.  $L_{10}$  beschreibt die rechnerische Lebensdauer, sie bezieht sich auf ein einziges Linearführungssystem oder eine Gruppe gleicher Linearführungssysteme, die unter gleichen Betriebsbedingungen laufen und mit 90%iger Erlebenswahrscheinlichkeit die berechnete Lebensdauer erreichen können. Möchte man die Ausfallwahrscheinlichkeit von 10 % reduzieren, kann man dieses Ziel durch eine andere Dimensionierung erreichen. Tendenziell kann es dann allerdings leicht zu einer Überdimensionierung der Linearführungssysteme kommen. Um eine solche Überdimensionierung und Auslegungsfehler zu vermeiden, ist es sinnvoll, bei Unsicherheiten mit dem Hersteller Rücksprache zu halten.

Die nominelle Lebensdauer  $L_{10}$  von Linearführungen wird in Kilometern angegeben. Die Lebensdauer von Kugelführungen wird leicht anders berechnet als jene von Rollenführungen, es muss stets – je nach Art der Linearführung – auf eine der beiden Formeln zurückgegriffen werden.

### Formel 1

für Kugelführungen:

$$L = \left( \frac{f_h \times f_c \times f_t}{f_w} \times \frac{C_{50}}{F_m} \right)^3 \times 5 \times 10^4$$

oder

$$L = \left( \frac{f_h \times f_c \times f_t}{f_w} \times \frac{C_{100}}{F_m} \right)^3 \times 10^5$$

$$C_{100} = 1,26 \times C_{50}$$

für Rollenführungen:

$$L = \left( \frac{f_h \times f_c \times f_t}{f_w} \times \frac{C_{100}}{F_m} \right)^{10/3} \times 10^5$$

$L$	nominelle Lebensdauer (m)
$C_{50}$	<a href="#">dynamische Tragzahl</a> auf Basis 50 km (kN)
$C_{100}$	dynamische Tragzahl auf Basis 100 km (kN)
$f_h$	Härtefaktor
$f_c$	Kontaktfaktor
$f_t$	Temperaturfaktor
$f_w$	Belastungsfaktor
$F_m$	mittlere <a href="#">äquivalente Belastung</a>

Bei der Lebensdauerberechnung müssen abhängig von der [Art der Linearführung](#) unterschiedliche Formeln herangezogen werden.

Wie zuvor angedeutet, stellen die Betriebsbedingungen bei der Berechnung der Lebensdauer einen nicht zu vernachlässigenden Faktor dar. Von besonderer Bedeutung ist die Intensität von Vibrationen und Stößen, dabei werden fünf Stufen unterschieden.

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

Wie auch im Rotativbereich können Schwingungen und Vibrationen negative Auswirkungen auf die Kontaktfläche zwischen [Wälzkörper](#) und Laufbahn haben.

Abhängig von den Anforderungen kann die nominelle Lebensdauer  $L_{10}$  auch in anderen Einheiten als Kilometern angegeben werden. Es ist möglich, die Einheit zum einen in Stunden  $L_h$  oder zum anderen in Zyklen  $L_{\#}$  umzuwandeln.

Formel 2

$L_h = \frac{L \times 10^3}{2 \times s \times n \times 60}$		$L_{\#} = \frac{L}{2 \times s}$	
$L_h$	nominelle Lebensdauer (h)	$L_{\#}$	nominelle Lebensdauer (Zyklen)
$s$	Hub (m)	$s$	Hub (m)
$n$	Anzahl der Hübe ( $min^{-1}$ )		

Anders als bei  $L_{\#}$  gilt es, bei der Umrechnung zu  $L_h$  die Anzahl der Doppelhübe oder auch Zyklen ( $min^{-1}$ ) zu berücksichtigen.

## Die dynamische Tragzahl C

Nach DIN [ISO 14728-1](#) beschreibt die dynamische Tragzahl  $C$  eine radiale Belastung, die in Größe und Richtung nicht veränderlich ist und die eine Linearführung theoretisch für eine nominelle Lebensdauer von  $5 \times 10^{10}$  m zurückgelegte Strecke aufnehmen kann. Dabei gilt: Wenn eine nominelle Lebensdauer von  $10^5$  vorausgesetzt wird, wird die dynamische Tragzahl für eine nominelle Lebensdauer von  $5 \times 10^{10}$  m mit einem Umrechnungsfaktor 1,26 multipliziert. Dieser Umrechnungsfaktor dient gleichzeitig einem Vergleich der Tragzahlen. Die Formel zur Berechnung der dynamischen Tragzahl  $C$  basiert auf DIN ISO 14728-2.

## Die statische Tragzahl $C_0$

Unter der statischen Tragzahl  $C_0$  wird die statische radiale Belastung in der Mitte der am höchsten belasteten Berührungsfläche zwischen Wälzkörper und Laufbahn bezeichnet. Dabei entspricht die statische Tragzahl  $C_0$  einer rechnerischen Hertzchen Pressung. Nach DIN ISO 14728-1 beträgt diese [Hertzche Pressung](#) für die Linearführungen zwischen 4 200 MPa und 4 600 MPa. Bei dieser Beanspruchung kommt es zu einer bleibenden Gesamtverformung an der Laufbahn. Diese Verformung entspricht etwa dem 0,0001-fachen des Wälzkörperdurchmessers (deshalb muss der statische Sicherheitsfaktor  $f_s$  immer  $> 1$  sein). Auch die Formel zur Berechnung der statischen Tragzahl  $C_0$  ist nach DIN ISO festgelegt.

## Statischer Sicherheitsfaktor $f_s$

Ein weiterer Faktor, dessen Berechnung erforderlich ist, ist der statische Sicherheitsfaktor  $f_s$ . Dieser muss beachtet werden, da bei der Auslegung von Linearführungen unerwartete bzw. unvorhergesehene Belastungen und/oder Momente auf das Linearführungssystem einwirken können. Diese können auf verschiedene Entstehungsgründe zurückzuführen sein, in erster Linie auf Vibrationen, Stöße, kurze Start-Stopp-Fahrzyklen (Hübe) oder überhängende Lasten.

Unter dem statischen Sicherheitsfaktor  $f_s$  wird das Verhältnis der statischen Tragzahl zur maximal auftretenden Belastung  $F_{\text{omax}}$  verstanden. Hierbei geht es um die höchste Amplitude; bereits sehr kurzfristige Amplituden werden berücksichtigt. Die Funktion des statischen Sicherheitsfaktors  $f_s$  liegt darin, unzulässige [plastische Verformungen](#) der Laufbahnen ebenso wie der Wälzkörper zu vermeiden. Auch

Risse und Brüche der Laufbahnen sollen durch diesen Faktor möglichst verhindert werden.

### Formel 3

$$f_s = \frac{f_H \times f_T \times f_C \times C_0}{F_{\max}}$$

$f_s$	statischer Sicherheitsfaktor
$f_c$	Kontaktfaktor
$f_H$	Härtefaktor
$f_T$	Temperaturfaktor
$C_0$	statische Tragzahl [kN]
$F_{\max}$	maximale äquivalente Last [kN]

Der statische Sicherheitsfaktor  $f_s$  darf nicht kleiner als 1 sein, ist aber in der Praxis bei normalen Einsatzbedingungen meist größer als 2. Auch bei [Kugelbuchsen](#) wird die Formel des statischen Sicherheitsfaktors  $f_s$  verwendet.

Abschließend folgen noch kurze Ausführungen zu den drei Einflussfaktoren, dem Kontakt-, Härte- und Temperaturfaktor. Der Kontaktfaktor  $f_c$  berücksichtigt die Tatsache, dass bei in sehr geringem Abstand oder auf Block angeordneten [Führungswagen](#) aufgrund von Toleranzen nicht die volle Tragfähigkeit ausgenutzt werden kann. Ab einem Abstand der Führungswagen von zwei Wagenlängen hat der Kontaktfaktor keinen Einfluss mehr und beträgt 1.

Der Härtefaktor  $f_H$  beträgt bei NTN immer 1. Würde allerdings eine Führung nicht aus einem Kohlenstoffstahl ähnlich 100Cr6 hergestellt werden, sondern aus einem Werkstoff, der eine geringere Härte besitzt, müsste mit einem anderen Wert gerechnet werden.

Dass sich die Schienenhärte in einem Temperaturbereich von über 100 °C reduziert, wird mit dem Temperaturfaktor  $f_T$  berücksichtigt. Bei Anwendungen mit den entsprechenden Temperaturbereichen muss der Temperaturfaktor daher stets in die Berechnung des statischen Sicherheitsfaktors  $f_s$  einbezogen werden.

## Das könnte Dich auch interessieren

### [Antriebsvarianten](#)

In diesem Beitrag werden die Linearachsen nach ihren Antriebsvarianten unterteilt behandelt, dabei handelt es sich mit den Zahnriemenantrieben, Spindelantrieben, Zahnstangenantrieben und Linearmotorantrieben um vier relevante Arten. Ihr solltet jedoch beachten, dass die Differenzierung variieren kann, was bedeutet, dass sie sich nicht nur hinsichtlich ihrer Antriebsvarianten einteilen lassen, sondern auch anhand der in der Tabelle aufgelisteten weiteren Unterscheidungsmerkmale. Unterscheidung

[Weiterlesen »](#)

### [Berechnungsgrundlagen \(Kugelbuchsen\)](#)

Falls ihr euch auf [lineartechniklernen.de](http://lineartechniklernen.de) schon durch die Texte zu den Berechnungsgrundlagen der Linearführungen und Gewindetriebe geklickt habt, wisst ihr bereits, dass bei der Auslegung von Linearsystemen

verschiedene Faktoren bzw. Formeln beachtet werden müssen. Dies ist bei Kugelbuchsen nicht anders, weshalb ihr in diesem Beitrag alles, was für deren Berechnung wichtig ist, findet. Die Themengebiete reichen von Toleranzen, Tragzahlen, dem

[Weiterlesen »](#)

## [Montage von Linearführungen](#)

Habt ihr vor, zum ersten Mal eine Linearführung zu montieren und noch keinen klaren Überblick über den Ablauf? Oder habt ihr schon jemandem bei der Montage über die Schulter geschaut und möchtet euch vergewissern, wie dieser Prozess abläuft? In diesem Beitrag stehen die Montage sowie die Gestaltung der Montageflächen von Linearführungen im Vordergrund – und eine Montageanleitung darf selbstverständlich nicht

[Weiterlesen »](#)

## [Berechnungsgrundlagen \(Gewindetriebe\)](#)

Die Berechnungsgrundlagen für Gewindetriebe sind umfangreich und reichen von der Berechnung des statischen Sicherheitsfaktors über die biegekritische [Drehzahl](#), die Knickbelastung bis hin zur nominellen Lebensdauer. All das erwartet euch im Folgenden. Wenn ihr auf der Suche nach weiteren Berechnungsgrundlagen seid, werdet ihr in unserem Katalog fündig. Definition von Gewindetrieben Aus rechnerischer Sicht müssen mehrere Faktoren für die Definition von Gewindetrieben

[Weiterlesen »](#)

## [Arten von Linearführungen](#)

Als eine Art der Linearsysteme werden euch im Folgenden die Linearführungen vorgestellt. Linearführungen zählen zu den wichtigsten Führungssystemen auf dem Markt, dies liegt insbesondere daran, dass sie universell eingesetzt werden können. Arten von Linearführungen Hauptsächlich wird zwischen zwei Arten von Linearführungen unterschieden: Wellen- und Schienenführungen. Beide lassen sich in verschiedene Typen unterteilen. Typen der Wellenführungen sind Kugelbuchsenführungen, Kugelkäfigführungen und Nutwellenführungen.

[Weiterlesen »](#)

## [Punkt-, Flächen- & Linienkontakt](#)

Falls ihr euch schon mit dem Punkt- und Linienkontakt von Wälzlagern befasst habt, wird euch einiges bekannt vorkommen. Wie bei Wälzlagern besitzen die Wälzkörper von Linearführungssystemen nämlich entweder eine Kugel- oder eine Rollenform. Dabei fällt der Kontakt mit einer Laufbahn (Wälzkontakt) bei Kugeln und Rollen durch ihre runde bzw. längliche Form unterschiedlich aus. Beim Wälzkontakt wird, ebenso wie bei Wälzlagern,

[Weiterlesen »](#)



## Zusammenfassung

- Bei der Montage von Kugelbuchsen sind Empfehlungen hinsichtlich Toleranzen von Wellen- und Gehäusebohrungsdurchmesser zu beachten
- Es muss auf das Risiko von Wellendurchbiegung geachtet werden, da das Vorhandensein hoher Spitzenlasten an den Enden der Kugelbuchsen zu Lebensdauerreduzierung führen kann
- Die Montage zylindrischer Kugelbuchsen erfolgt mit einem Hilfswerkzeug, mit dem die Buchse vorsichtig ins Gehäuse hineingeschoben wird
- Flansch-Kugelbuchsen werden ebenfalls vorsichtig ins Gehäuse eingesetzt; bei der Montage muss immer auf die richtige Einbaurichtung geachtet werden
- Es muss auf die Gegebenheiten hinsichtlich Einbauraum, Befestigungsmöglichkeiten und Umgebungsbedingungen geachtet werden, um das für die Montage richtige Produkt konfigurieren zu können

## Montage von Kugelbuchsen

Die Montage von [Kugelbuchsen](#) ist allgemein nicht kompliziert, sondern lässt sich – im Gegenteil – glücklicherweise relativ einfach durchführen. Während ihrer Montage gibt es daher nicht super viel zu beachten: Wichtig ist lediglich, die Montagetoleranzen und Umgebungsbedingungen zu berücksichtigen. Detaillierte Infos dazu ebenso wie eine Montageanleitung findet ihr in diesem Beitrag.

## Montagetoleranzen

Im Zusammenhang mit der Montage von Kugelbuchsen müssen ein paar Toleranzen berücksichtigt werden, die sich zuerst einmal nach der [Art](#) der Kugelbuchsen richten, das heißt nach [ISO](#)-, [JIS](#)-, Super-Kugelbuchsen sowie Kugelhülsen. Die Toleranzen beziehen sich einerseits auf den Wellen- und andererseits auf den Gehäusebohrungsdurchmesser.

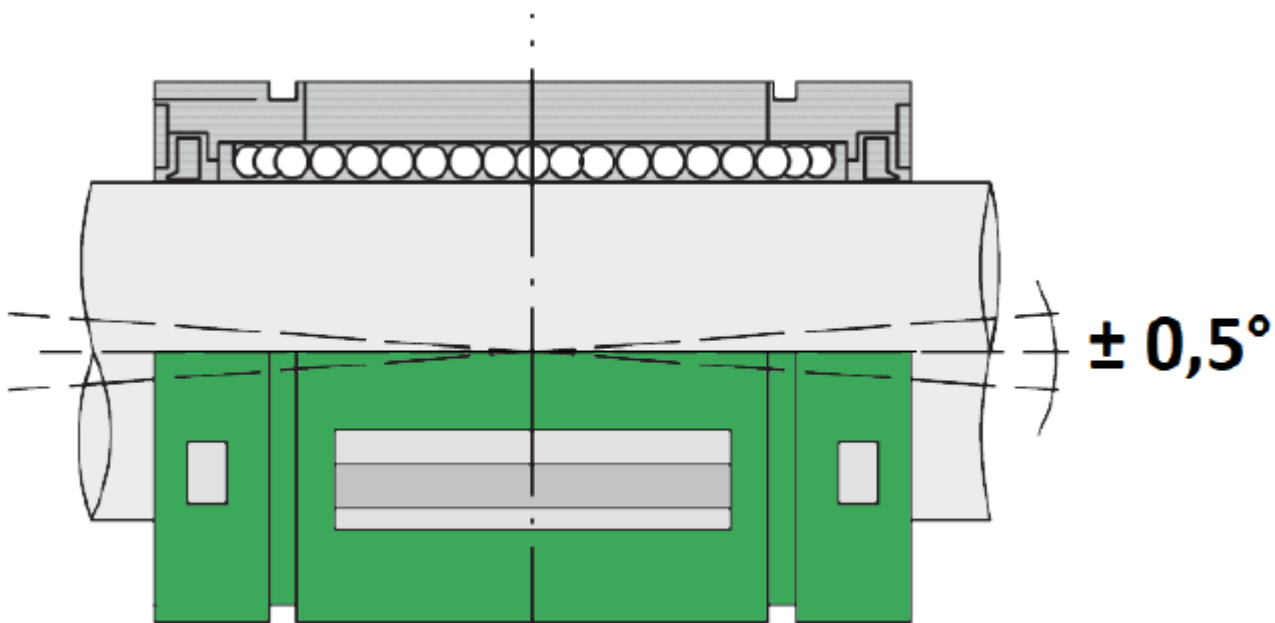
**Beim Wellendurchmesser gibt es zwar verschiedene Empfehlungen, in den meisten Fällen wird jedoch zu einer h6-Welle geraten: Genau gesagt gilt diese bei JIS- und Super-Kugelbuchsen sowie bei Kugelhülsen als Standard-Empfehlung, während die h6-Welle bei ISO-Kugelbuchsen im Allgemeinen bei Anwendungen mit keinem oder wenig Spiel zum Einsatz kommt.**

Mit Blick auf den Gehäusebohrungsdurchmesser, das bedeutet, das Gehäuse, in das die Kugelbuchse selbst hineinmontiert wird, lässt sich als klassische Toleranz bei einer Spielpassung eine H7-Bohrung nennen. In Anwendungen mit reduziertem Spiel wird eine Bohrung der Größe J7 empfohlen.

	Wellendurchmesser		Gehäusebohrungsdurchmesser	
	Spielpassung	Übergangspassung	Spielpassung	Übergangspassung
ISO - Kugelbuchsen	g6	h6	H7	J7
JIS - Kugelbuchsen	h6	j6	H7	J7
Super - Kugelbuchsen	h6	-	H7	-
Kugelhülsen	h6	-	H7	-

In dieser Übersicht sehen Sie die jeweiligen Empfehlungen hinsichtlich Wellen- und Gehäusebohrungsdurchmesser unter Berücksichtigung der [Varianten](#) von Kugelbuchsen.

## Durchbiegung der Wellen

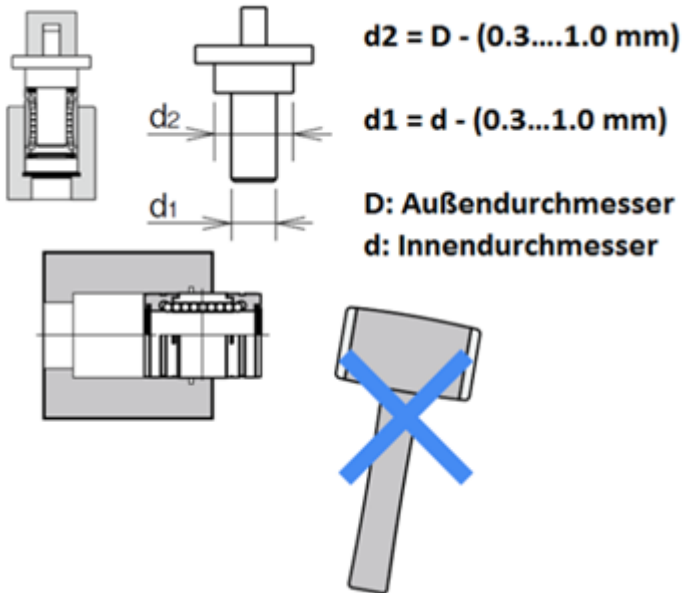


Viele Super-Kugelbuchsen besitzen den Vorteil, dass sie gewisse Winkelfehler kompensieren können.

Wenn lange Stahlwellen als freitragende Wellen mit geschlossenen Kugelbuchsen eingesetzt werden oder eine Welle zu viel Last ausgesetzt ist, besteht das Risiko einer Durchbiegung der Stahlwellen. Sobald diese Durchbiegungen zulässige Grenzen überschreiten, kann eine zuverlässige Funktion nicht mehr gewährleistet werden, da es zu hohen Spitzenlasten an den Enden der Kugelbuchsen kommt. Zum einen läuft die Kugelbuchse dann unruhig, zum anderen verringert sich die [Lebensdauer](#) erheblich. Um dieser Tendenz entgegenzuwirken, gibt es eine Variante der Super-Kugelbuchsen mit Toleranzausgleich, die in der Lage sind, Winkelfehler bis zu  $\pm 0,5^\circ$  auszugleichen.

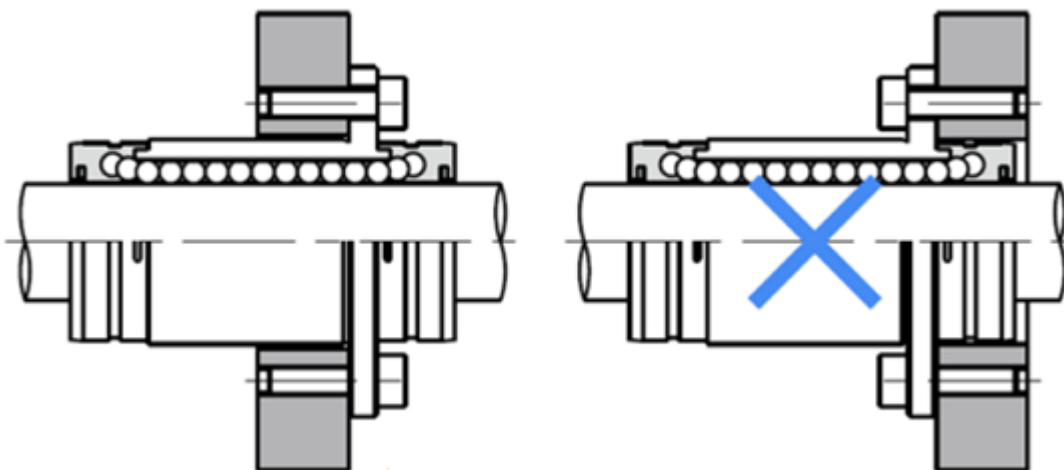
## Montageanleitung

Für die Montage zylindrischer [Kugellagerbuchsen](#) in Gehäusen ist Hilfswerkzeug empfehlenswert, das an den Durchmesser der Kugellagerbuchse angepasst ist. Dieses Werkzeug wird benötigt, um die Buchse vorsichtig in das Gehäuse hineinzuschieben. Dabei ist besonders wichtig darauf hinzuweisen, dass lediglich geeignete Hilfswerkzeuge zum Einsatz kommen dürfen.



Achtung! Hammer zählen nicht zu den geeigneten Montagewerkzeugen für Kugellagerbuchsen.

Wenn Flansch-Kugellagerbuchsen montiert werden sollen, ist ebenfalls zu berücksichtigen, dass diese vorsichtig in das Gehäuse eingesetzt werden. Dabei gilt es, die Kugellagerbuchse nur mit der Bezugsfläche zum Gehäuse zu befestigen, das bedeutet, es ist zwingend auf die richtige Einbaurichtung zu achten: Wird sie falsch herum montiert, besteht das Risiko, dass ein Kippmoment auf die Kugellagerbuchse wirkt, was wiederum zum Beispiel dazu führen kann, dass der Flansch an der Kugellagerbuchse abbricht. Wenn man Kugellagerbuchsen in die unübliche Richtung einbauen möchte, ist dies mit sogenannten Kehrflanschbuchsen möglich; diese gibt es allerdings sehr selten auf dem Markt und werden nur in spezifischen Anwendungen verwendet.



In der linken Skizze sehen Sie die korrekte Einbaurichtung – bitte nicht in die umgekehrte Richtung montieren.

Außerdem ist es wichtig, bei der Montage von Kugellagerbuchsen auf den Wellen auf ein paar grundlegende Aspekte zu achten. Zunächst gilt es, dass ausschließlich entgratete Wellen verwendet werden dürfen. Kugellagerbuchsen müssen vorsichtig auf die Welle geschoben werden und sollten nicht verkantet werden. Werden parallele Wellen verwendet, müssen diese so ausgerichtet sein, dass keine [Fluchtungsfehler](#) zwischen den beiden Wellen entstehen.

## Produktauswahl

Um diesen Beitrag abzurunden, folgen noch ein paar Worte zur Produktauswahl, die wichtig ist, um das für die Montage richtige Produkt zu konfigurieren. Von besonderer Bedeutung sind hierbei die Kriterien *Einbauraum*, *Befestigungsmöglichkeiten* und *Umgebungsbedingungen*, die in diesem Zusammenhang stets zu berücksichtigen sind. Um welche Bedingungen es hierbei genau geht, kann in der Tabelle nachvollzogen werden.

Einbauraum	Befestigungsmöglichkeiten	Umgebungsbedingungen
<ul style="list-style-type: none"><li>• mögliche Systemhöhe</li><li>• mögliche Systembreite</li><li>• Anzahl der parallelen Wellen</li><li>• Anzahl der Kugelbuchsen pro Welle</li><li>• Zugänglichkeit für Wartung</li></ul>	<p><u>der Wellen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• freitragend, mit Wellenböcken oder mit Traversen</li><li>• mit Wellenunterstützung</li></ul> <p><u>der Kugelbuchsen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• zylindrische Kugelbuchse in einem Gehäuse</li><li>• Befestigung über Flansch</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• falls Verschmutzungen: Kugelbuchsen mit geeignetem Dichtungssystem verwenden</li><li>• falls aggressive Substanzen: korrosionsbeständige Versionen verwenden</li><li>• falls spezielle Umgebungsbedingungen z. B. Reinraum: Auswahl der optimalen Ausstattung (Schmiermittel, Dichtungen)</li></ul>

*In Bezug auf Einbauraum, Befestigungsmöglichkeiten und Umgebungsbedingungen sind ein paar Dinge während der Produktauswahl zu beachten.*

## Das könnte Dich auch interessieren

### [Varianten von Kugelbuchsen](#)

Kugelbuchsen, die alternativ auch als „Kugelbüchsen“ oder „Linearkugellager“ bezeichnet werden, sind ein wichtiges Produkt in der Lineartechnik. Dieser Beitrag behandelt die verschiedenen Varianten von Kugelbuchsen sowie ihre Eigenschaften, gibt euch aber zuvor grundlegende Informationen hinsichtlich ihrer Geschichte, ihrer Merkmale und ihres Aufbaus. Geschichte Kugelbuchsen gelten als das älteste Produkt mit Wälzkörperumlauf aus dem Bereich Lineartechnik und somit als das erste,

[Weiterlesen »](#)

### [Arten von Linearachsen](#)

Linearachsen sind neben Linearführungen, Gewindetrieben und Kugelbuchsen ein wichtiges Produkt im Bereich Lineartechnik. Obwohl schon Anfang der 1990er Jahre die ersten Linearachsen auf den Markt gekommen waren, haben sie sich erst mit Beginn des aktuellen Jahrhunderts als Standardbauteil für industrielle Anwendungen durchgesetzt. Hervorzuheben ist, dass kein einheitlicher Standard existiert, der Abmessungen von Linearachsen festlegt und die Bestimmung ihrer Tragzahlen regelt.

[Weiterlesen »](#)

## [Montage von Gewindetrieben](#)

Im folgenden Beitrag erfahrt ihr alles Wichtige zur Montage von Gewindetrieben. Neben einem allgemeinen Überblick findet ihr zentrale Infos zum Thema Montagetoleranzen. Auf eine Montageanleitung stoßt ihr im abschließenden Teil dieses Beitrags. Allgemeines Vor und während der Montage von Kugelgewindetrieben sollte man sich einer Sache besonders bewusst sein: Kugelgewindetriebe sind ausschließlich für die Übertragung von Axialkräften geeignet. Radialkräfte und Momente

[Weiterlesen »](#)

## [Berechnungsgrundlagen \(Kugelbuchsen\)](#)

Falls ihr euch auf lineartechniklernen.de schon durch die Texte zu den Berechnungsgrundlagen der Linearführungen und Gewindetriebe geklickt habt, wisst ihr bereits, dass bei der Auslegung von Linearsystemen verschiedene Faktoren bzw. Formeln beachtet werden müssen. Dies ist bei Kugelbuchsen nicht anders, weshalb ihr in diesem Beitrag alles, was für deren Berechnung wichtig ist, findet. Die Themengebiete reichen von Toleranzen, Tragzahlen, dem

[Weiterlesen »](#)

## [Montage von Linearführungen](#)

Habt ihr vor, zum ersten Mal eine Linearführung zu montieren und noch keinen klaren Überblick über den Ablauf? Oder habt ihr schon jemandem bei der Montage über die Schulter geschaut und möchtet euch vergewissern, wie dieser Prozess abläuft? In diesem Beitrag stehen die Montage sowie die Gestaltung der Montageflächen von Linearführungen im Vordergrund – und eine Montageanleitung darf selbstverständlich nicht

[Weiterlesen »](#)

## [Werkstoffe](#)

Dieser Beitrag ist die passende Adresse für euch, wenn ihr mehr über die Werkstoffe, die in Linearsystemen verbaut werden, erfahren wollt. Dabei gilt als allererstes: Alle Bauteile, die eine gewisse Robustheit aufweisen müssen, bestehen aus Stahl, dazu gehören die [Wälzkörper](#), die Führungsschienen sowie die [Führungswagen](#). Allgemeines zu den Werkstoffen Neben Stahl kommen in Linearführungssystemen verschiedene weitere Werkstoffe zum Einsatz. Hierbei

[Weiterlesen »](#)

## Zusammenfassung

- Linearsysteme führen eine translatorische Bewegung in Achsrichtung
- Die Lineartechnik umfasst verschiedene Produkte wie Linearführungen, Kugelbuchsen, Kugelgewindetriebe, Nutwellen und Linearachsen
- Die Einsatzgebiete finden sich in allen Industriezweigen, zum Beispiel in der Robotik, Automation und Werkzeugmaschinen
- Hauptkomponenten: Führungswagen, Führungsschiene mit Laufbahnen, Wälzkörper, Kugel- oder Rollenketten als Käfigsystem

Ihr seid neu im Gebiet der Lineartechnik und wollt euch erstmal einen Überblick verschaffen, was man unter „Lineartechnik“ versteht und wodurch sich Linearsysteme charakterisieren? Dann ist dieser Beitrag perfekt für euch.

## Was ist ein Linearsystem?

Ein Linearsystem ist ein Maschinenbauelement, das eine translatorische Bewegung ausführt. Um eine sichere Anwendung zu gewährleisten und Staubeintritt zu verhindern, muss das gesamte Linearsystem durch eine Abdeckung und geeignete Abstreifer geschützt sein. Ein Linearführungssystem ist – ähnlich wie ein [Wälzlager](#) – mit Wälzkörpern in Kugel- oder Rollenform ausgestattet.

Die Lineartechnik umfasst verschiedene Produkte, dazu gehören [Linearführungen](#), [Linearachsen](#), [Kugelgewindetriebe](#), [Kugelbuchsen](#) sowie Nutwellen. Heutige Linearsysteme zeichnen sich dadurch aus, dass sie reibungsarm, energiesparend und geräuscharm genutzt werden können.



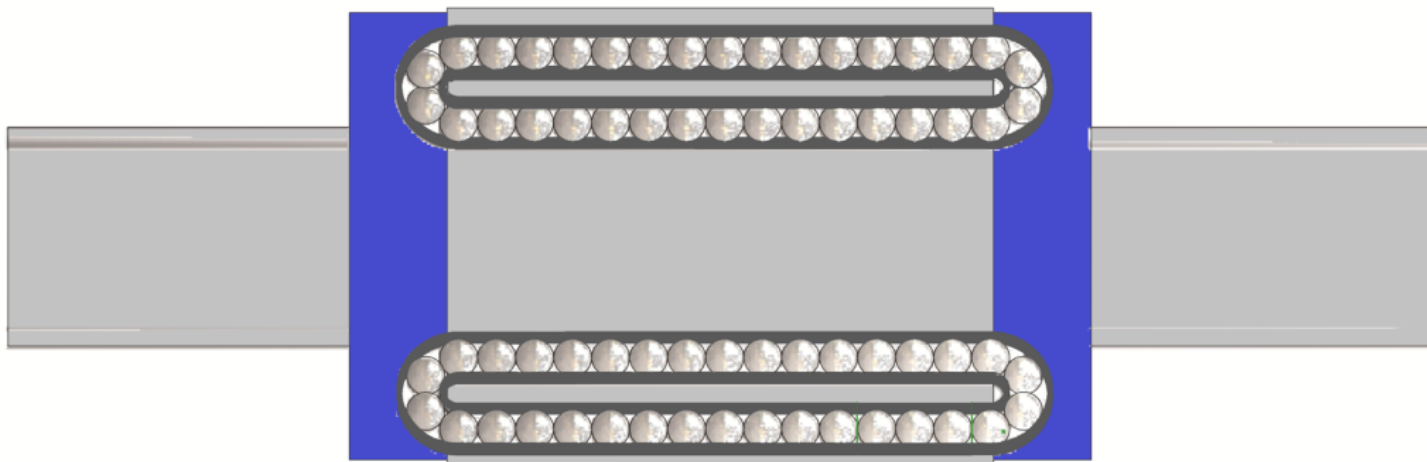
[Linearführungen](#) sind heute die wichtigsten Linearführungssysteme am Markt.

## Aufbau und Funktionsweise

Die Theorien der Lineartechnik sind mit denen der rotativen Technik vergleichbar. Man muss sich nur vorstellen, dass eine [Linearführung](#) im Vergleich zum [Wälzlager](#) aufgeklappt ist. Es gibt – wie im Rotativbereich – [Wälzkörper](#), Laufbahnen in der [Führungsschiene](#), [Führungswagen](#) und optional Kugel-

oder Rollenketten, wobei letztere funktional mit Käfigen im Rotativbereich vergleichbar sind. Dazu bestehen Linearführungssysteme in Kugel- oder Rollenumlaufführung aus Führungswagen, die sich entlang von Führungsschienen bewegen. Neben diesen elementaren Bestandteilen lassen sich als weitere Komponenten stirnseitige Dichtungen, Abdichtungen an der Unter- und Innenseite sowie Zubehörteile wie zum Beispiel Abdeckbänder, Verschlussstopfen und [Schmiernippel](#) anführen.

Die Wälzkörper einer Kugel- bzw. Rollenumlaufführung wälzen auf den Laufbahnen der Profilschienen und des Führungswagens ab und werden im Führungswagen umgelenkt. Die Führungswagen laufen auf der Schiene sehr reibungsarm. Durch [Linearführungen](#) lassen sich sehr hohe Lasten mit wenig Kraftaufwand und nahezu ohne [Stick-Slip-Effekt](#) bewegen. Das beruht auf dem sehr geringen Reibungskoeffizienten  $\mu$  von ca. 0,003. Wenn ein Wälzkörper die Endkappe eines Wagens erreicht, wird dieser dort umgelenkt und in Rückführungsbohrungen innerhalb des Führungswagens zurückgeführt. Somit kann ein Wälzkörper in diesem Rhythmus unendliche Male abrollen – ein einziger Kreislauf! Auf einer Führungsschiene lassen sich mehrere (und theoretisch unbegrenzt viele) Laufwagen montieren. Die Wälzkörper können durch die Kugelketten auf Abstand zueinander gehalten werden.



Im Übrigen besteht der Wälzkörperumlauf des Führungswagens aus Vorlauf und Rücklauf. Die Wälzkörper im Vorlauf sind belastet, während auf jene im Rücklauf keine Belastung einwirkt. Aus diesem Grund nennt man den Vorlauf auch „Lastzone“.

## Einsatzgebiete von Linearsystemen

Die Anwendungsfelder der Lineartechnik sind ebenso vielfältig wie im Rotativbereich. Heute werden Linearführungssysteme in unzähligen Industrieanwendungen verwendet, hierbei lassen sich die Elektronik- und Halbleiterindustrie, Werkzeugmaschinenbau, Automatisierungstechnik, Verpackungsmaschinen und Holzbearbeitungsmaschinen aufzählen. Weitere Einsatzgebiete sind Fertigungsmaschinen, die Robotik sowie die Flugzeug- und Automobilherstellung. Dabei begünstigen Linearführungssysteme eine hohe Geschwindigkeit und Präzision in den genannten Anwendungen. In der jüngeren Geschichte kamen weitere Bereiche hinzu, in denen auf Linearsysteme vertraut wird, unter anderem die Batterie- und Solarzellenherstellung. Auch in der Gebäudetechnik finden Linearführungssysteme Verwendung, dazu gehören (automatische) Schiebetüren und Lüftungsklappen. Im allgemeinen Maschinenbau werden vornehmlich Zustell- und Vorschubbewegungen durch Linearführungssysteme realisiert. Einige Einsatzgebiete werden im Folgenden im Detail vorgestellt.

In der Robotik ist die Lineartechnik unverzichtbar. Roboter werden zum Beispiel in Betrieben eingesetzt, um Produkte zu transportieren und/oder eine Pick-and-Place-Bewegung durchzuführen. Roboter bewegen sich oft auf [Linearführungen](#). Sie müssen dabei nicht selten an hohe Anforderungen angepasst

sein, unter anderem, wenn sie starken Verschmutzungen ausgesetzt sind oder schwere Lasten befördern. Roboter, in denen Linearführungssysteme verbaut sind, kommen nicht nur in der Automation zum Einsatz: Weitere Anwendungsbeispiele sind Bestückungsautomaten, Stapelanlagen oder automatisierte Nähmaschinen. Außerdem kommt Lineartechnik bei Robotern mit einer siebten Achse zum Einsatz – also einer Achse, auf der der gesamte Roboter verfährt. Dank der siebten Achse kann dieser seinen Aktionsbereich nahezu beliebig erweitern.





Ein weiteres Beispiel sind Werkzeugmaschinen. So werden [Linearführungen](#) in verschiedenen Arten von Werkzeugmaschinen wie Bearbeitungszentren, Dreh- und Fräsmaschinen gebraucht. Hier sind eine hohe Präzision und [Steifigkeit](#) der Linearführungssysteme zentrale Voraussetzungen. Linearführungssysteme ermöglichen die kompakte Bauweise einer Werkzeugmaschine, eine hohe Leistungsfähigkeit sowie eine relativ lange [Lebensdauer](#). Die Maschinen – und somit auch die Linearführungssysteme – müssen leistungsfähig genug sein, um den reaktiven Kräften bei der Bearbeitung von Metallwerkstücken Stand halten zu können.

## Das könnte Dich auch interessieren

### [Varianten von Kugelnbuchsen](#)

Kugelnbuchsen, die alternativ auch als „Kugelnbuchsen“ oder „Linearkugellager“ bezeichnet werden, sind ein wichtiges Produkt in der Lineartechnik. Dieser Beitrag behandelt die verschiedenen Varianten von Kugelnbuchsen sowie ihre Eigenschaften, gibt euch aber zuvor grundlegende Informationen hinsichtlich ihrer Geschichte, ihrer Merkmale und ihres Aufbaus. Geschichte Kugelnbuchsen gelten als das älteste Produkt mit Wälzkörperumlauf aus dem Bereich Lineartechnik und somit als das erste,

[Weiterlesen »](#)

### [Arten von Linearachsen](#)

Linearachsen sind neben Linearführungen, Gewindetrieben und Kugelnbuchsen ein wichtiges Produkt im Bereich Lineartechnik. Obwohl schon Anfang der 1990er Jahre die ersten Linearachsen auf den Markt gekommen waren,

haben sie sich erst mit Beginn des aktuellen Jahrhunderts als Standardbauteil für industrielle Anwendungen durchgesetzt. Hervorzuheben ist, dass kein einheitlicher Standard existiert, der Abmessungen von Linearachsen festlegt und die Bestimmung ihrer Tragzahlen regelt.

[Weiterlesen »](#)

## [Arten von Gewindetrieben](#)

Vielleicht habt ihr schon mal etwas über Kugelgewindetriebe gehört. Diese sind sicherlich die bekanntesten unter den Gewindetrieben, aber nicht die einzigen, denn einen zweiten Typ stellen die Trapezgewindetriebe dar. Schwerpunktmäßig soll es in diesem Beitrag um erstere gehen, trotzdem findet ihr hier zu beiden Arten alles, was wichtig ist. Aufbau, Funktionsweise und Einsatzgebiete von Kugelgewindetrieben Aber erst einmal: Was sind

[Weiterlesen »](#)

## [Arten von Linearführungen](#)

Als eine Art der Linearsysteme werden euch im Folgenden die Linearführungen vorgestellt. Linearführungen zählen zu den wichtigsten Führungssystemen auf dem Markt, dies liegt insbesondere daran, dass sie universell eingesetzt werden können. Arten von Linearführungen Hauptsächlich wird zwischen zwei Arten von Linearführungen unterschieden: Wellen- und Schienenführungen. Beide lassen sich in verschiedene Typen unterteilen. Typen der Wellenführungen sind Kugelbuchsenführungen, Kugelkäfigführungen und Nutwellenführungen.

[Weiterlesen »](#)

## [Punkt-, Flächen- & Linienkontakt](#)

Falls ihr euch schon mit dem Punkt- und Linienkontakt von Wälzlagern befasst habt, wird euch einiges bekannt vorkommen. Wie bei Wälzlagern besitzen die Wälzkörper von Linearführungssystemen nämlich entweder eine Kugel- oder eine Rollenform. Dabei fällt der Kontakt mit einer Laufbahn (Wälzkontakt) bei Kugeln und Rollen durch ihre runde bzw. längliche Form unterschiedlich aus. Beim Wälzkontakt wird, ebenso wie bei Wälzlagern,

[Weiterlesen »](#)

## [Geschichte der Lineartechnik](#)

Die Lineartechnik gibt es schon sehr lange – ihre Geschichte reicht sogar bis in die Antike! Im alten Ägypten war es notwendig, schwere Lasten von einem Ort zum anderen zu transportieren, um Paläste und Pyramiden errichten zu können. Bereits damals setzte man kreative Ideen in die Tat um, denn es war natürlich nicht möglich, die Lasten einfach über den Boden

[Weiterlesen »](#)

# NTN

Make the world **NAMERAKA**

QR-CODE  
SCANNEN UND  
WÄLZLAGERWISSEN  
ENTDECKEN



Die SNR Wälzlager GmbH erstellt die Informationen für dieses Internetangebot mit großer Sorgfalt und ist darum bemüht, Aktualität, Korrektheit und Vollständigkeit sicher zu stellen. Die SNR Wälzlager GmbH übernimmt keine Gewähr und haftet nicht für etwaige Schäden materieller oder ideeller Art, die durch Nutzung des Dienstes verursacht werden, soweit sie nicht nachweislich durch Vorsatz oder grobe Fahrlässigkeit verschuldet sind.

© SNR Wälzlager GmbH  
Max-Planck-Straße 23, 40699 Erkrath  
[www.nten-snr.com](http://www.nten-snr.com)