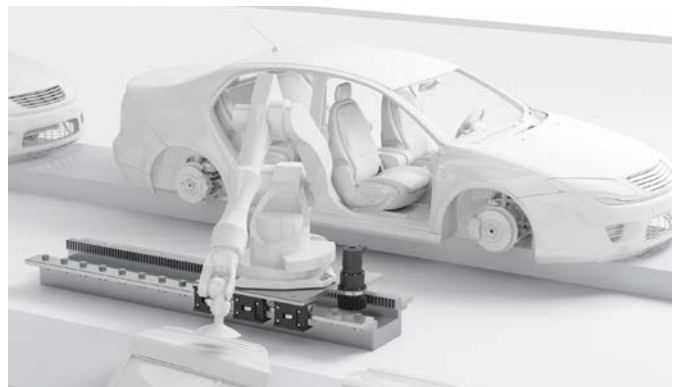


Zahnstangen: Die wirtschaftliche Lösung, wenn Maschinenbauteile mit hohen Axialkräften über lange Verfahrestrecken linear bewegt werden müssen

EINLEITUNG

Im Großmaschinenbau muss der Konstrukteur manchmal Bauteile mit sehr hohen Axialkräften über lange lineare Verfahrswege bewegen. Solche Anforderungen bestehen in der Regel in Anwendungen wie Automatisierungstechnik und Robotik, bei Werkzeugmaschinen und in der Verpackungstechnik.

Obwohl dem Konstrukteur mehrere Verfahroptionen zur Auswahl stehen – Kugelgewindespindeln, Linearmotoren und Antriebsriemen, um nur einige zu nennen – sind Zahnstangen äußerst wirtschaftlich, wenn der erforderliche Hub mehr als 4 Meter beträgt. Sie ermöglichen lineare Bewegungen, die sich über nahezu unbegrenzt lange Verfahrswege erstrecken können. Dadurch eignen sie sich gut für Großmaschinen und Großanlagen. Die Einfachheit und Robustheit von Zahnstangen ermöglichen eine einfache Anpassung, was dem Ingenieur attraktive Flexibilität bei der Gestaltung einer linearen Verfahranlage gibt.



Eine Robotikanwendung für die Automobilindustrie.

Was ist eine Zahnstange?

Zahnstangen gehören zu den kostengünstigeren Linearantriebselementen, die häufig zum Einsatz kommen, wenn Schienenstrecken länger als 4 Meter sind. Die Technologie verwendet eine Zahnstangenanlage, bei der eine Gleitbahn durch das Ritzel angetrieben wird, das auf einer festen Zahnstange läuft. Ein großer Vorteil ist die hohe Steifigkeit der Zahnstange, die über die gesamte Verfahrsstrecke konstant bleibt.

Aufgrund dieser Eigenschaft kann eine Zahnstange eine nahezu unbegrenzte Axialkraft über ihren gesamten Verfahrsbereich hinweg übertragen.

Die Zahnstange ist ein besonders wirtschaftliches Antriebs

element, insbesondere wenn lange Hübe erforderlich sind. Eine Kombination aus zwei Funktionen ist möglich: Führen und Antreiben. Die maximale einteilige Länge beträgt 3 Meter. Die Möglichkeit der Verbindung zweier Schienen an ihren Stumpfstoßen ermöglicht jedoch die einfache Herstellung größerer Längen.

Eine geradverzahnte Standard-Zahnstange.



Warum eine Zahnstange verwenden?

Es gibt vier Gründe, aus denen sich der Konstrukteur für eine Zahnstange für lineare Verfahrbewegungen in einer Maschine entscheidet.

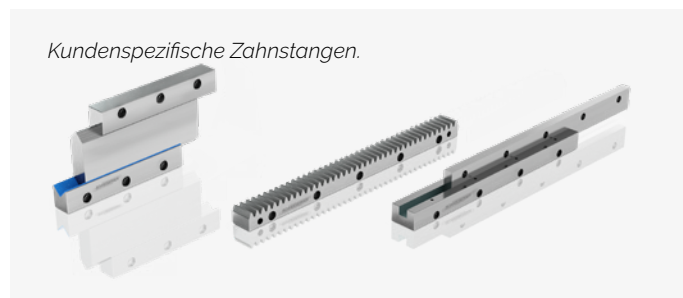
1. Zahnstangen werden bevorzugt für bewegliche Bauteile oder Anlagen mit hohen Axialkräften eingesetzt. Zahnstangen behalten an jeder Position der Verfahrestrecke den gleichen Steifigkeitsgrad. Der Grund: Das Ritzel hat immer Kontakt mit der festen Zahnstange!
2. Die Technologie bietet außergewöhnliche Bewegungsgenauigkeit über lange Verfahrswege.
3. Es besteht ein hohes Maß an Flexibilität und Anpassungsfähigkeit, das es einfach macht, eine bestimmte Konstruktion auszuführen. Die Zähne der Zahnstange können nach Kundenwunsch gefräst oder geschliffen werden. Verfügbar sind Oberflächengüten von Q11 bis Q4, wobei Q4 einer individuellen Teilungsabweichung von $3\ \mu\text{m}$ von Zahn zu Zahn entspricht. Unter den typischen Oberflächengüteneinstufungen für gängige Anwendungen finden sich Automatisierung – Q7, Werkzeugmaschinen – Q6 und hochwertige Werkzeugmaschinen – Q5. Es stehen verschiedene Härteprozesse zur Verfügung, darunter weich, vergütet, induktiv gehärtet, einsatzgehärtet, durchgehärtet und nitriert. Die Anforderungen an die Härtung werden durch die Lastgrenze der Anwendung bestimmt.
4. Zahnstangen sind die wirtschaftlichste Form der Maschinenbewegung, wenn weite Verfahrswege (jenseits von 4 Metern) bewältigt werden müssen.



Standard- oder kundenspezifische Zahnstangen: Was wird benötigt?

Je nach Anforderungen des Konstrukteurs sind Zahnstangen in Standard- oder kundenspezifischen Ausführungen erhältlich.

Standardprodukte sind in gerad- und schrägverzahnten Ausführungen sowie in Industriemaßen von Modul 2 bis Modul 12 erhältlich. Das Material, die Genauigkeit und die Härte (d. h. weich, induktiv gehärtet, einsatzgehärtet, nitriert usw.) können entsprechend den geforderten Belastungen spezifiziert werden. Optionen in besonders hoher Güte sind verfügbar. Zahnstangen mit einer Einstufung von Q4 weisen einen Einzelteilungsfehler von $3\ \mu\text{m}$ und einen kumulativen Teilungsfehler von $15\ \mu\text{m}$ pro 1000 mm auf. Die maximale Einzelstücklänge beträgt 3 Meter. Die Verbindung an den Stumpfstoßen der Schiene ermöglicht größere Verfahrswege.



Kundenspezifische Zahnstangen sind die logische Wahl, wenn ein Standardprodukt nicht für die Konstruktion des Maschinenbauers geeignet ist. Rund 70 % aller Zahnstangen werden speziell nach Kundenwunsch gefertigt. Die kundenspezifische Anpassung ist ein kollaborativer Prozess, der einen Lieferanten mit technischer Leistungsfähigkeit, Metallurgiekenntnissen, außergewöhnlichen Vergütungs- und Qualitätsprozessen sowie Zugang zu Rohstoffen erfordert. Ein Anbieter mit leistungsfähigen technischen Ressourcen und einer erfolgreichen Partnerschaftsgeschichte kann dem OEM helfen, Kosten zu senken und die Leistungsfähigkeit zu steigern, auch wenn es sich um kleine Produktmengen handelt. Maßgeschneiderte Zahnstangen können in Abmessungen bis Modul 20 und in Längen bis zu 3 Metern gefertigt werden. Der Konstrukteur kann zwischen verschiedenen Werkstoffen, Härtegraden und Befestigungsmöglichkeiten wählen (d. h. Quer-, Vertikal-, Stumpfstoß- und Flanschtyp).

Synchronisierte Zahnstangen (Portalmaschinen) sind ebenfalls erhältlich. Diese Geräte bestehen aus zwei Zahnstangenreihen, die gemeinsam parallel geschliffen werden. Die Toleranz zwischen den beiden Zahnstangen beträgt 1 bis 2 Mikron und gewährleistet gleichmäßige Verfahrbewegungen.

Wer braucht Zahnstangen?

Zahnstangen bieten Maschinenbauern Wettbewerbsvorteile bei der Konstruktion von Anlagen, in denen Bauteile über lange Verfahrswege bewegt werden müssen. Zu diesen Anwendungen gehören Automatisierung und Robotik (7. Achse), Werkzeugmaschinen wie Drehmaschinen, Pressen und Stanzen, Bearbeitungszentren, medizinische Geräte, Materialtransport- und Durchflussanlagen oder Verpackungsmaschinen und Druckpressen. Bei diesen Produkten wünschen sich OEMs eine kostengünstige Lösung mit hoher Bewegungsgenauigkeit.

Endbenutzer, bei denen vorhandene Maschinen schneller beschleunigen und höhere Lasten bewältigen sollen, können ihre Bewegungsanlagen durch einsatzgehärtete Zahnstangen ersetzen und den Kauf einer Neukonstruktion vermeiden.



Fazit

Maschinenbauer konstruieren häufig Produkte, die Bauteile oder Anlagen mit hohen Axialkräften über große Verfahrswege bewegen müssen. Obwohl es mehrere Linearbewegungsoptionen gibt, bietet die Zahnstangentechnologie die beste Kombination aus präziser Bewegung und Wirtschaftlichkeit. Ihre Steifigkeit bleibt über die gesamte Verfahrsstrecke hinweg gleich, und dies bei einer Einzelteilungsabweichung von bis zu 3 µm von Zahn zu Zahn. Mit Standard- und kundenspezifischen Produkten und einem breiten Spektrum an Längen, Güteklassen und Materialhärten können OEMs Bewegungsanlagen entwickeln, welche die Leistung ihrer Produkte maximieren.

SCHNEEBERGER GESELLSCHAFTEN

SCHWEIZ

SCHNEEBERGER AG
Lineartechnik
St. Urbanstrasse 12
4914 Roggwil/BE

+41 62 918 41 11
+41 62 918 41 00

info-ch@schneeberger.com

DEUTSCHLAND

SCHNEEBERGER GmbH
Gräfenau
75339 Höfen/Enz

+49 7081 782 0
+49 7081 782 124

info-d@schneeberger.com

ITALIEN

SCHNEEBERGER S.r.l.
Via Soldani 10
21021 Angera (VA)

+39 0331 93 20 10
+39 0331 93 16 55

info-i@schneeberger.com

USA

SCHNEEBERGER Inc.
44 Sixth Road,
Woburn, MA 01801-1759

+1 781 271 0140
+1 781 932 4127

info-usa@schneeberger.com

INDIEN

SCHNEEBERGER India Pvt. Ltd.
406, Satra Plaza,
Palm Beach Road, Sector 19D
Vashi,

+91 73 0454 0119

info-in@schneeberger.com

JAPAN

Nippon SCHNEEBERGER K.K.
Crane Toranomon Bldg 7F
3-20-5 Toranomon, Minato-ku
Tokyo 105-0001

日本シュネーベルガー株式会社
〒105-0001
東京都港区虎ノ門3-20-5
クレイン虎ノ門ビル7階

+81 3 6435 7474
+81 3 6435 7475

info-j@schneeberger.com

CHINA

SCHNEEBERGER
(Shanghai) Co., Ltd.
Rm 606, Shang Gao International
Building
No. 137 XianXia Road
200051 Shanghai

施耐博格 (上海) 传动技术有限公司
上海市长宁区
仙霞路137号盛高国际
大厦606室, 上海 200051

+86 21 6209 0027
+86 21 6209 0102

info-cn@schneeberger.com

KOREA

SCHNEEBERGER Korea Ltd.
Garden5 Tool
10, Chungmin-ro,
Songpa-gu, Seoul,
Korea 05840

슈니베르코리아 유통회사
05840 서울시 송파구 중민로 10
가든파인브 플관 10층

+82 2 554 2971
+82 2 554 3971

info-kr@schneeberger.com

SINGAPORE

SCHNEEBERGER Linear
Technology Pte. Ltd.
38 Ang Mo Kio Industrial Park 2
#01-04, Singapur 569511

+65 6841 2385
+65 6841 3408

info-sg@schneeberger.com



www.schneeberger.com