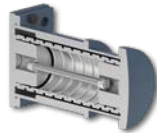


Menschen schützen, Strukturen sichern:

Erdbebenschutz



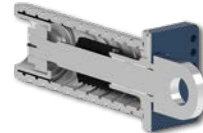
Reibungsfedern



Puffer



Zug-Druck-Einrichtungen



Zug-Einrichtungen

DE 04.2025

www.ringfeder.com



Funktionsweise von RINGFEDER® Reibungsfedern

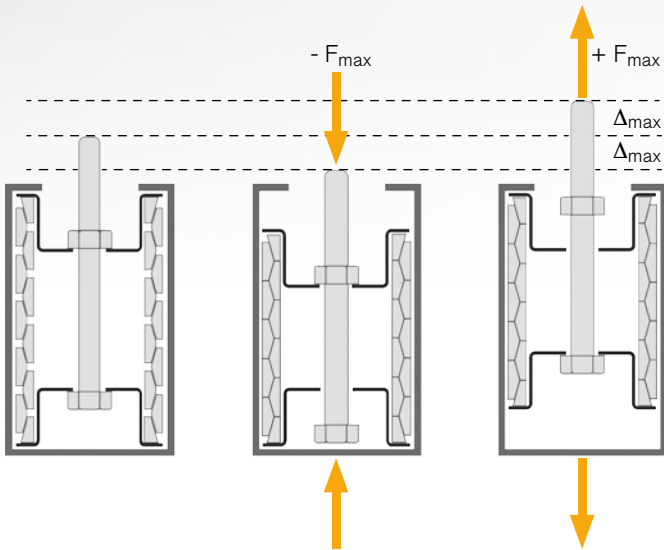


Abb. 1: Funktionsweise von RINGFEDER® Reibungsfedern

Reibungsfedern sind zyklisch belastbare Stahlfedern, die aus äußeren und inneren Ringen mit konischen Kontaktflächen bestehen. Sie werden nur axial belastet und erfahren rein elastische Verformungen. Die Energiedissipation wird durch die Reibung zwischen den Ringen erreicht. Die Rückstellkraft von Reibungsfedern ist deutlich niedriger als die Verformungskraft, üblicherweise mit einer Reduzierung von etwa 66%.

In Abbildung 1 ist die idealisierte flaggenförmige Kraft-Verformungskurve (Hysteresekurve) dargestellt. Die blau hinterlegte Fläche stellt die Hysteresedämpfung dar. Es besteht ein direkter funktionaler Zusammenhang zwischen der Endkraft F_{max} und der dazugehörigen Rückstellkraft F_R .

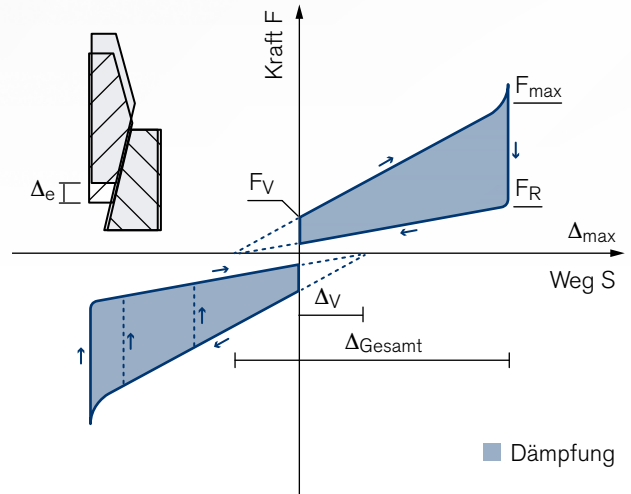
$$F_R = (1 - D_{rel}) F_{max}$$

Die Hysteresedämpfung D_{rel} hängt von der Schmierung ab, sodass neben dem typischen Wert von ca. 66 % auch relative Dämpfungen von z.B. 55 %, 45 % und 35 % möglich sind. Die Gleitflächen werden typischerweise ab Werk geschmiert und im Allgemeinen ist ein Nachschmieren im Betrieb nicht erforderlich (Lebensdauerschmierung).

Da die Ringe selbst nicht fixiert werden, muss die Feder zur Lagesicherung vorgespannt werden. Diese muss mindestens 5 bis 10 % der Endkraft betragen und kann bei Bedarf für Notfalleinrichtungen auch auf bis zu 60 % erhöht werden.

Die Reibungsfedern selbst nehmen nur Druckkräfte auf, aber eine geeignete Konstruktion ermöglicht auch die Aufnahme von Zugkräften.

Nach einer Überschreitung des maximalen Federwegs befindet sich die Feder im Blockzustand. Es werden nun noch größere Lasten übertragen. Dadurch ergibt sich eine hohe Sicherheit, weil die größte übertragbare statische Kraft durch die Konstruktion begrenzt wird und nicht durch die Reibungsfedern.



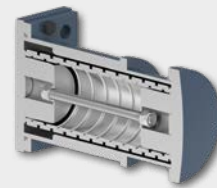
Reibungsfedern

Komplette Federsäulen bestehend aus präzise gefertigten Innen- und Außenringen

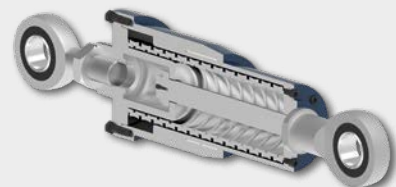
Industriedämpfer

Reibungsfedern als anwendungstechnische ausgelegte Dämpferausführungen. (Beispiele)

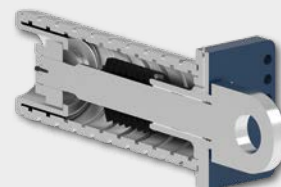
Puffer



Zug-Druck-Einrichtungen



Zug-Einrichtungen



Vorteile von Dämpfern mit RINGFEDER® Reibungsfedern

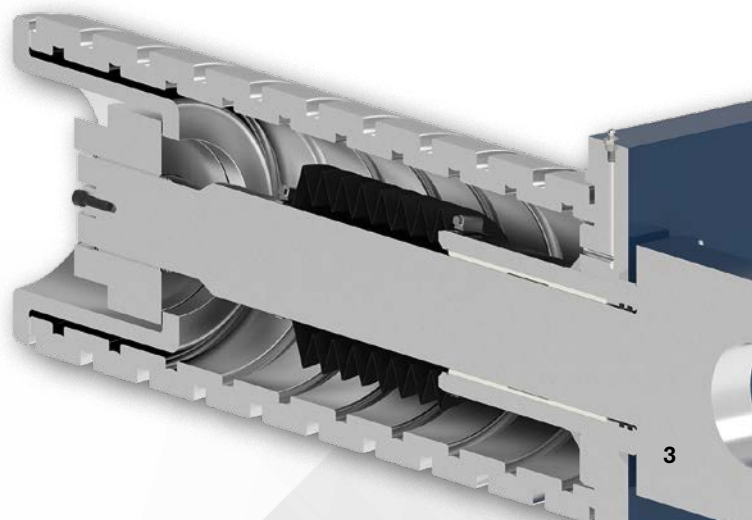
- 1. Langlebigkeit** – Dämpfer mit Reibungsfedern sind so konstruiert, dass sie viele Zyklen durchlaufen können und wiederverwendbar sind. Wenn einer der Ringe in einer der Reibungsfedern innerhalb des Dämpfers bricht, verliert dieser ein Stück Federweg und die Steifigkeit wird leicht ansteigen, aber er funktioniert weiterhin.
- 2. Dämpfung** – Mit RINGFEDER® Standardfett F-S1 werden 2/3 der eingeleiteten Energie absorbiert. Wird weniger Dämpfung benötigt, kann eine maßgeschneiderte Lösung eingesetzt werden, die eine reduzierte Dämpfung von bis zu ca. 1/3 der eingebrachten Energie erzielt. Dies ist eine einfache Lösung, um die Eigenschaften der Dämpfer gezielt zu beeinflussen.
- 3. Feuer und hohe Temperaturen** – Reibungsfedern werden aus Spezial-Federstahl gefertigt und mit Fett geschmiert. Im Falle eines Brandes, werden Gummiprodukte und viskose Dämpfer zerstört, aber Reibungsfedern werden dem Feuer standhalten. Sie müssen danach lediglich neu gefettet werden und der Dämpfer kann weiter verwendet werden.
- 4. Selbstzentrierung** – Dank stets einsatzspezifischer Auslegung der Dämpfer mit Reibungsfedern wird für eine bestimmte Anwendung die jeweils optimale Rückstellkraft erzielt. Dies kann bspw. durch die Verwendung eines anderen Fettes, die Erhöhung des Außendurchmessers oder die Änderung des Kegelwinkels erfolgen.
- 5. Umweltverträglichkeit** – Dämpfer mit Reibungsfedern halten seismischen Ereignissen stand. Sie sind dafür ausgelegt, viele Belastungszyklen zu durchlaufen und dabei ihre vorteilhafte Funktions- und Wirkungsweise beizubehalten. Durch die Verwendung von Spezialfett, kann es nicht zu umweltgefährdenden Leckagen kommen. Reibungsfedern sind wartungsfrei.
- 6. Geschwindigkeit** – Reibungsfedern arbeiten Geschwindigkeitsunabhängig und reagieren im Gegensatz zu Hydraulikdämpfern auf sehr langsame bzw. schnelle Ereignisse in gleicher Weise.
- 7. Einbauraum** – Für einen konkreten Durchmesser stellen Reibungsfedern im Vergleich die größten Federkräfte bereit.

Erdbebensicheres Bauen – Low Damage Design

Bei der üblichen Erdbebenbemessung wird das Ziel verfolgt Fluchtwege offen zu halten und eine Gefährdung von Personen auszuschließen. Dabei wird das duktile Tragverhalten aktiviert, wodurch die Erdbebenenergie über plastische Verformungen im Gebäude aufgenommen wird. Die dabei entstehenden Schäden müssen anschließend ertüchtigt werden oder es kommt sogar zu einem vollständigen wirtschaftlichen Verlust.

Es gibt aber auch die Möglichkeit den Funktionserhalt unmittelbar nach dem Erdbeben zu sichern. In diesem Fall wird zur Zielsicherung nur das elastische Tragwerksverhalten ausgenutzt und die Schäden an einem Gebäude während eines Erdbebens minimiert. Besonders bei sicherheitsrelevanten Gebäuden und Infrastruktureinrichtungen, wie z.B. Krankenhäuser, Feuerwehr, Elektrizität und die Wasserversorgung, ist die Ausfallsicherheit wichtig. Bei dem Low Damage Design werden die Vorteile der Reibungsfeder optimal genutzt und die ansonsten teure Bauweise wird mit Reibungsfedern zu einem wirtschaftlichen Konzept:

- 1. Erhöhte Sicherheit:** Durch die Konstruktion von Gebäuden mit geringem Schadenspotenzial wird das Risiko von Verletzungen oder Todesfällen während eines Erdbebens minimiert. Erst bei auslegungsüberschreitenden Erdbeben werden zusätzliche Sicherheiten durch das duktile Tragverhalten aktiviert.
- 2. Geringere Instandhaltungskosten:** Da die Schäden an Gebäuden minimiert werden, sind weniger Reparaturen oder Renovierungen nach einem Erdbeben erforderlich. Dadurch werden die Instandhaltungskosten reduziert und die Investition geschützt.
- 3. Kontinuität des Betriebs:** Gebäude, die gemäß dem Low Damage Design gebaut sind, können nach einem Erdbeben schneller in Betrieb genommen werden, da weniger Zeit für Reparaturen und Wiederaufbau benötigt wird.



Konstruktionsprinzipien

Reibungsfedern werden in nahezu jeder beliebigen Steifigkeit bei gleichzeitig hoher Dämpfung geliefert. Dadurch ergeben sich vielfältige Einsatzmöglichkeiten für das erdbebensichere Bauen.

Verstrebung

Verstreibungen werden üblicherweise im Stahl- oder Holzbau zur Aufnahme horizontaler Kräfte und zur Aussteifung verwendet. Wird am Ende der Verstrebung eine Reibungsfeder installiert, erhöhen sich Verformbarkeit und Dämpfung der Struktur. Beides ist vorteilhaft für die Erdbebenauslegung. Die Verstreibungen nehmen entweder nur Zug- oder Druck- und Zugkräfte auf.

Auch bestehende Stahlbetonstrukturen werden mit nachträglichen Verstreibungen ertüchtigt.

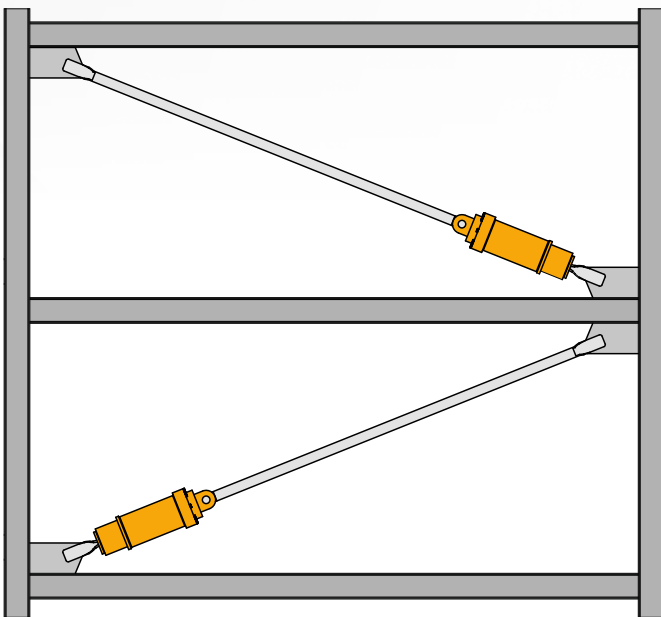


Abb. 2: Einsatz von RINGFEDER® Zug-Druck-Einrichtungen

„Rocking“

Beim „Rocking“ ermöglichen Reibungsfedern eine Schaukelbewegung der zur schützenden Struktur. Horizontale Kräfte werden durch vertikale Dämpfer abgefangen und die einwirkenden Kräfte und Beschleunigungen reduziert. Diese Methode hat sich bei dem Einsatz von Schaltanlagen und Umspannstationen bereits bewährt.

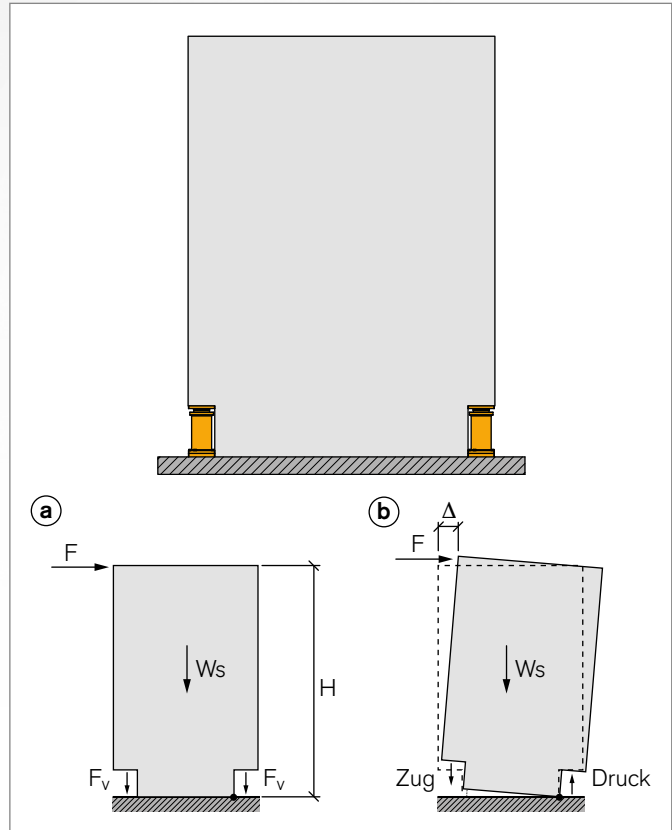
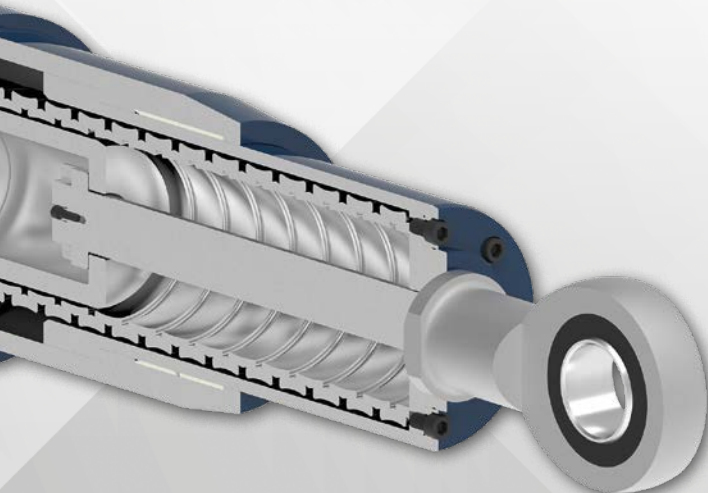


Abb. 3: „Rocking“ Shear Wall

Mit „Rocking“ Shear Walls in Stahlbeton- oder Holzbauweise werden die Erdbebenkräfte des Gebäudes in die Reibungsfeder umgeleitet. Die Reibungsfedern erlauben zudem ein kontrolliertes Abheben der Wand, wodurch die Verformbarkeit erhöht wird, ohne dass Risse und Schäden entstehen.



Abb. 4: Zug-Druck-Einrichtung zum Schutz gegen erdbebeninduzierten Schaden über Entkopplung der Ableiter vom Fundament

Für einen sicheren Schutz vor Erdbebenschäden verfügt der Stahltragrahmen des Studentenwohnheims Te Puni Village in der neuseeländischen Hauptstadt Wellington über RINGFEDER® Reibungsfedern. Diese wirken in Verbindung mit speziellen Gleitgelenken, welche sich zwischen den Stützen und Traversen des Rahmens befinden. Durch Einsatz der Reibungsfeder-Technologie entsteht ein selbstzentrierendes Gleitgelenk, das dem Gebäude Flexibilität verleiht und im Falle eines Erdbebens auftretende Bodenbeschleunigungen zuverlässig ausgleicht. Die eingeleitete Energie wird absorbiert und das Gebäude zudem zurück in seine Ursprungslage gebracht.



RINGFEDER® Standard Zug-Einrichtungen

Die Standarddämpfer werden als Zugeinheit ausgeführt, wobei die Vorspannung 20 % beträgt. Der Anschluss erfolgt beidseitig über Kopfplatten. Andere Verbindungen, wie z.B. Gelenkköpfe oder Gabelköpfe sind auch möglich.

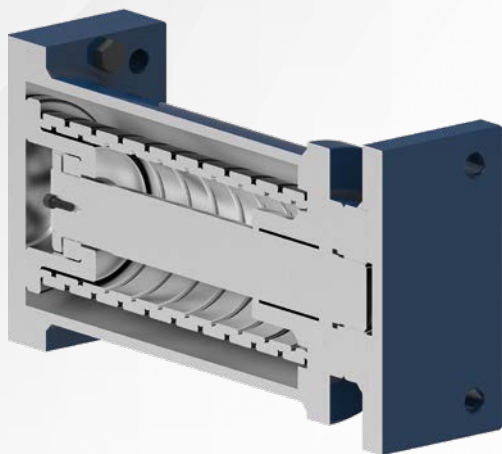


Abb. 5: RINGFEDER® Standard Zug-Einrichtung.

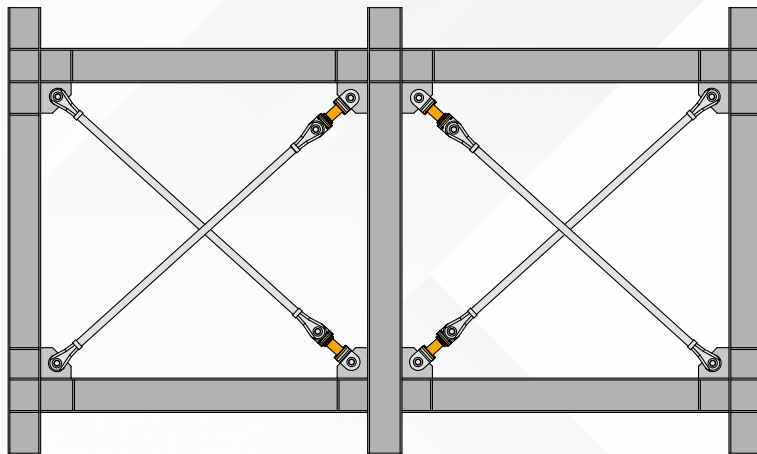


Abb. 6: Zug-Einrichtung in X-Anordnung

Federend- kraft $F_{\max}$	Vorspann- kraft F_V	Rückstoß- kraft F_R	Federweg $\Delta_{\max}$	Länge l	Breite/Höhe b
kN	kN	kN	mm	mm	mm
26	5,2	8,8	16	150	100
54	10,8	18,4	22,4	215	120
100	20	34	32	290	150
200	40	68	41,6	410	220
510	102	173	62,4	605	300
1000	200	340	84,8	940	480

Neben den Standardeinheiten lassen sich Reibungsfedern individuell als Zug-, Druck- oder Zug- und Druckeinheiten konfigurieren. Der Kräftebereich einzelner Dämpfer liegt zwischen 5 und 1800 kN, wobei sich der maximale Federweg und die Steifigkeit durch die Anzahl der Ringe flexibel steuern lässt. In der blau markierten Fläche in Abbildung 7 ist der mögliche maximale Federweg eingezeichnet. Zusätzlich sind durch die Kombination mehrerer Federn höhere Kräfte und Federwege möglich.

Bei einer Parallelschaltung wird die Endkraft bei gleichbleibenden Federweg weiter erhöht. Werden die Reibungsfedern hingegen in Reihe geschaltet wird der Federweg bei gleichbleibender Endkraft erhöht. Die Anschlüsse an die Konstruktion werden nach Absprache an die Anforderungen des Projekts angepasst. Bei auf Druck belasteten Verstrebungen muss die Sicherheit gegen Stabilitätsversagen nachgewiesen werden.

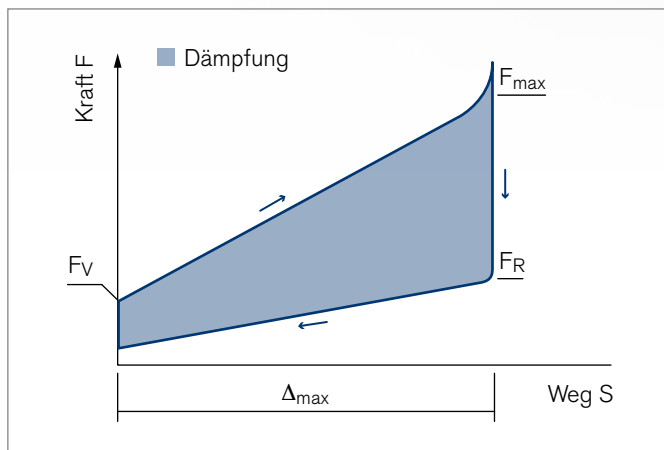


Diagramm 1: Standard Zug-Einrichtung

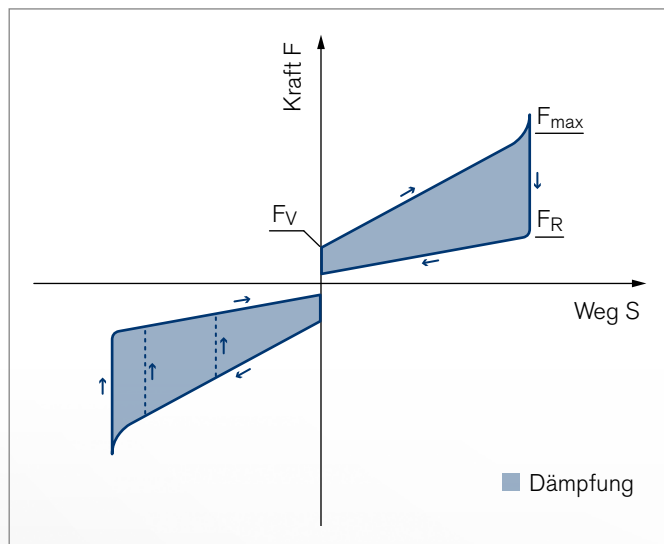
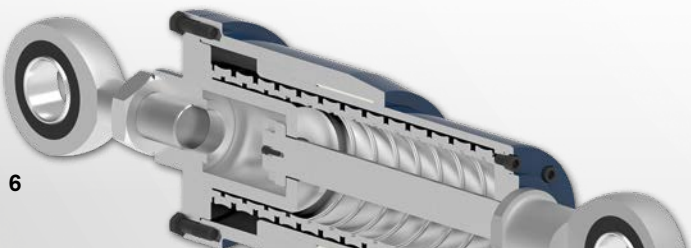


Diagramm 2: Standard Zug-Druck-Einrichtung



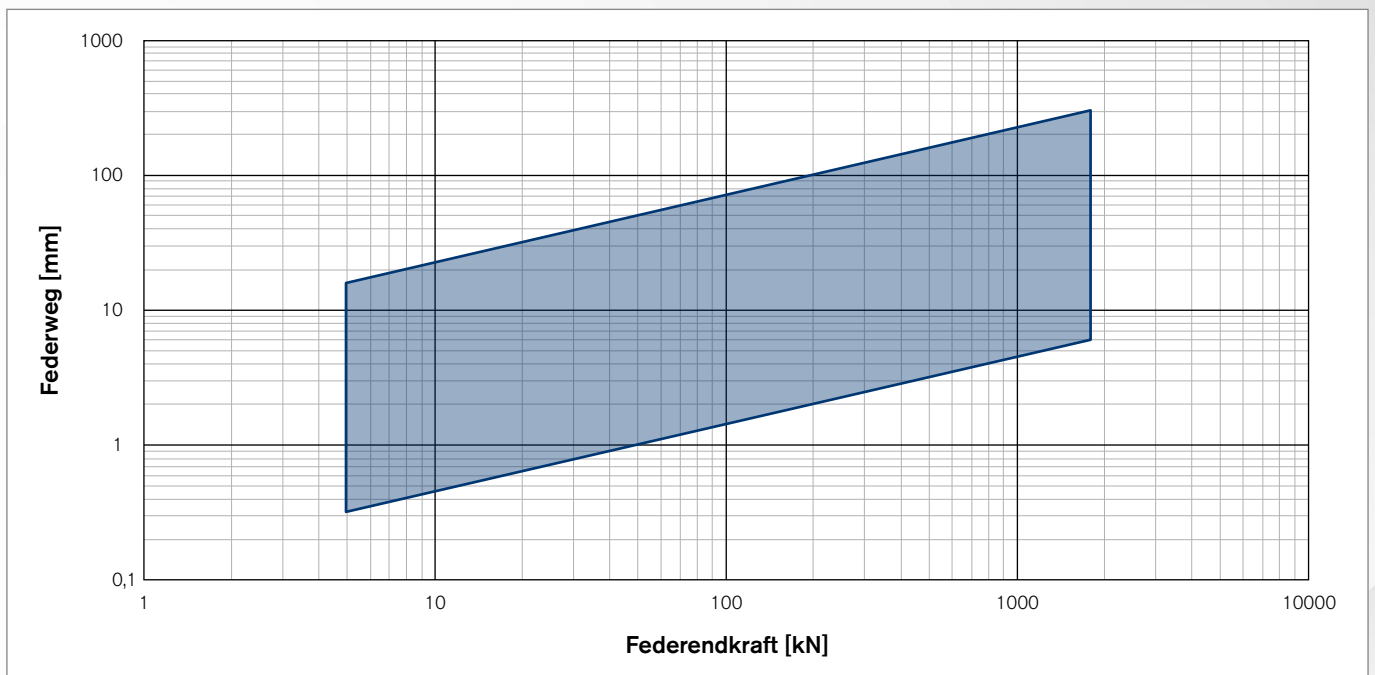
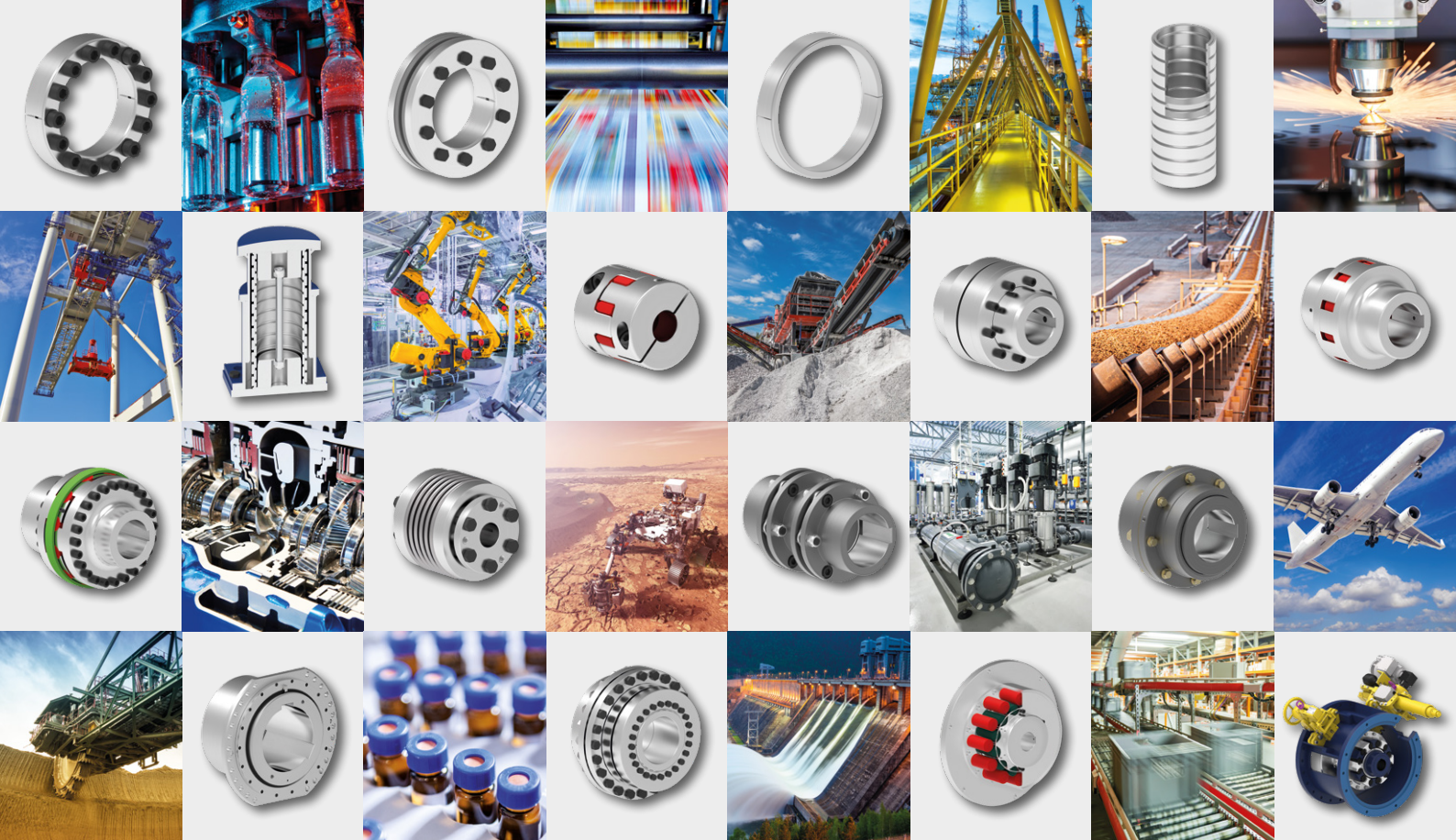


Abb. 7: Bereich von Kraft- und Hubbereich von RINGFEDER® Standard-Reibungsfedern



Ob als Kreuzverstrebung zur Maximierung der Traglasten, als Basisisolierung zur Entkopplung vom Fundament oder für Scherwände: RINGFEDER® Reibungsfedern dienen in Gebäuden und anderen kritischen Infrastrukturen als hocheffektives, wartungs- und verschleißfreies Schutzsystem vor Erdbebenschäden. Im Falle eines Erdbebenereignisses absorbieren sie die auftretende Energie und sorgen durch ihre Rückstellkraft für ein sicheres „Re-Centering“ der Struktur zurück ihre ursprüngliche Ausgangsposition.



RINGFEDER POWER TRANSMISSION GMBH

Werner-Heisenberg-Straße 18, 64823 Groß-Umstadt, Germany · Phone: +49 6078 9385-0 · Fax: +49 6078 9385-100
E-Mail: sales.international@ringfeder.com

RINGFEDER POWER TRANSMISSION SP. Z O. O.

Ul. Szyby Rycerskie 6, 41-909 Bytom, Poland · Phone: +48 32 301 53 00 · Fax: +48 32 722 44 44 · E-Mail: sales.poland@ringfeder.com

RINGFEDER POWER TRANSMISSION USA CORP.

291 Boston Turnpike, Bolton, CT 06043, USA · Toll Free: +1 888 746-4333 · Phone: +1 201 666-3320 · Fax: +1 860 646-2645
E-Mail: sales.usa@ringfeder.com

CARLYLE JOHNSON MACHINE COMPANY, LLC.

291 Boston Turnpike, Bolton, CT 06043, USA · Phone: +1 860 643-1531 · Fax: +1 860 646-2645 · E-Mail: info@cjmco.com

HENFEL INDÚSTRIA METALÚRGICA LTDA.

Av. Maj. Hilário Tavares Pinheiro 3447, Pq. Ind. Carlos Tonanni, CEP 14871-300, Jaboticabal, SP, Brazil · Phone: +55 (16) 3209-3422
E-Mail: vendas@henfel.com.br

RINGFEDER POWER TRANSMISSION INDIA PVT. LTD.

Falcon Heights, 4th Floor, Plot No. 30, Industrial Estate, Perungudi, Chennai, 600 096, India · Phone: +91 44 2679-1411
E-Mail: sales.india@ringfeder.com

KUNSHAN RINGFEDER POWER TRANSMISSION CO. LTD.

No. 406 Jiande Road, Zhangpu 215321, Kunshan, Jiangsu Province, China · Phone: +86 512 5745-3960 · Fax: +86 512 5745-3961
E-Mail: sales.china@ringfeder.com

Partner for Performance

www.ringfeder.com



RINGFEDER
POWER TRANSMISSION