

TREP®

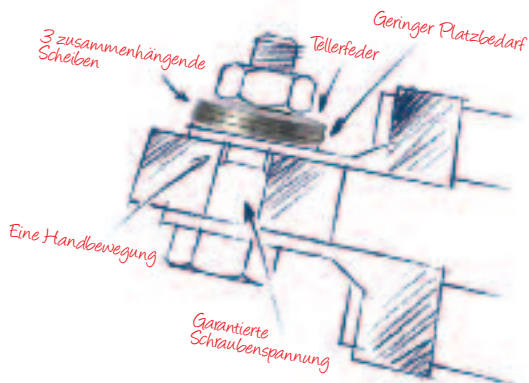
TELLERFEDER



Die Sicherheit der Schraubverbindung!

**TECHNISCHE
UNTERLAGEN**

KONISCHE TREP®



EIN EXKLUSIVES UND UNIVERSELLES PRODUKT

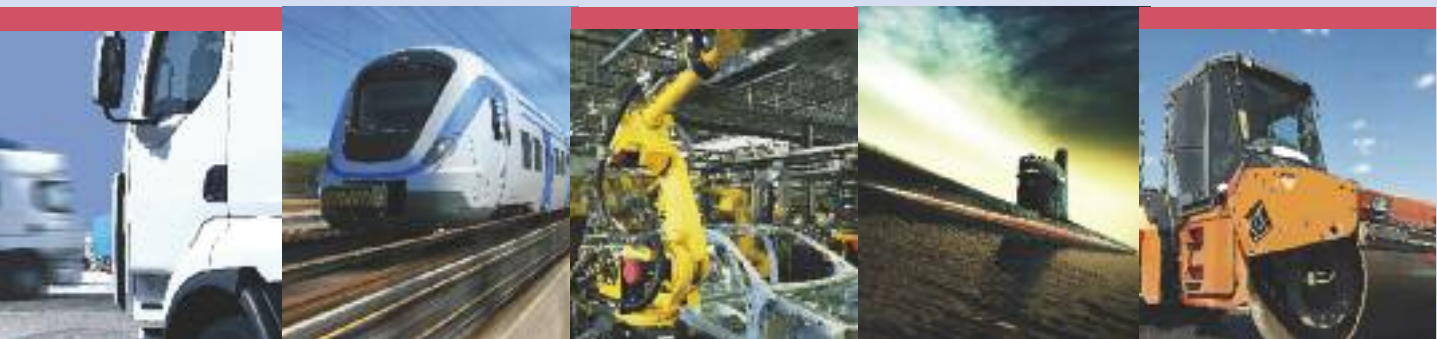
GRIS DECOUPAGE ist der EXKLUSIVE Eigentümer-Hersteller der Marke TREP®, einem Sicherungssystem, das die Unlösbarkeit aller Ihrer geschraubten bzw. verbolzten mechanischen oder elektrischen Verbindungen garantiert.

Die TREP® Tellerfeder besteht aus 3 oder 4 konischen, glatten, einzelnen Scheiben, die durch einen Metalleinsatz verbunden sind.

DIE HAUPTEIGENSCHAFTEN DIESER TELLERFEDERN MIT GERINGEM PLATZBEDARF UND GROSSER ENERGIEKONZENTRATION SIND:

- garantierte Unlösbarkeit,
- Aufrechterhaltung der Spannung zwischen den verbundenen Elementen,
- gleichmäßige Verteilung des Anpressdrucks,
- elastisches System mit großer Steifigkeit und reduzierter Verformbarkeit,
- ausreichender Federweg, der die Aufnahme thermischer Ausdehnungen ermöglicht,
- die Fähigkeit, Spiel (Ausdehnung, Verschleiß ...) zu kompensieren und/oder aufzufangen,
- einfache und sichere Montage durch die Falzverbindung (Handhabung eines einzigen Elements statt 3 oder 4),
- keine Einkerbungen der verschraubten Bauteile.

Durch alle diese Vorteile sind die TREP® Tellerfedern einzigartig und UNIVERSELL in den Anwendungsbereichen hoher Sicherheitsanforderungen.



ANWENDUNGSBEREICHE

- Eisenbahnen
- Elektrische Geräte
- Baumaschinen
- Lastwagen
- Schiffbau
- Spezialmaschinen, die starken Schwingungen ausgesetzt sind

TELLERFEDER

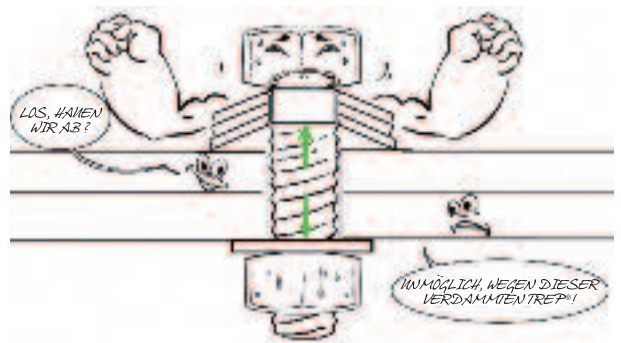


UNLÖSBARKEIT UNTER HOHER SPANNUNG!

Bei Verbindungen mit Schrauben hoher Festigkeitsklassen wird die Unlösbarkeit durch die Elastizität und die Konizität der TREP® Tellerfedern gewährleistet, die eine gleichmäßige Verteilung der Klemmkraft erlauben und einen konstanten Druck auf die verbundenen Elemente sicherstellen.

Bei einer mit der nominellen Vorspannkraft angezogenen Verbindung liegt eine der Hauptmerkmale der TREP® Tellerfeder darin, **dass sie die hohe Spannung auf die Schraube aufrechterhält**, da sie über eine sehr hohe, auf geringem Raum gespeicherte elastische Energie verfügt.

Ihr Funktionsprinzip ist einfach: durch eine Mutter oder einen Schraubenkopf zwischen zwei Teile gespannt, werden die miteinander verbundenen Einzeltellerfedern flach gedrückt und wirken wie eine zwischen zwei Elementen komprimierte Spiralfeder.



Selbst wenn die Spannung nachlässt verbleibt der Druck dank der Elastizität und Federwirkung der Tellerfeder. Daher stammt ihre Zuverlässigkeit und hohe Sicherheit!

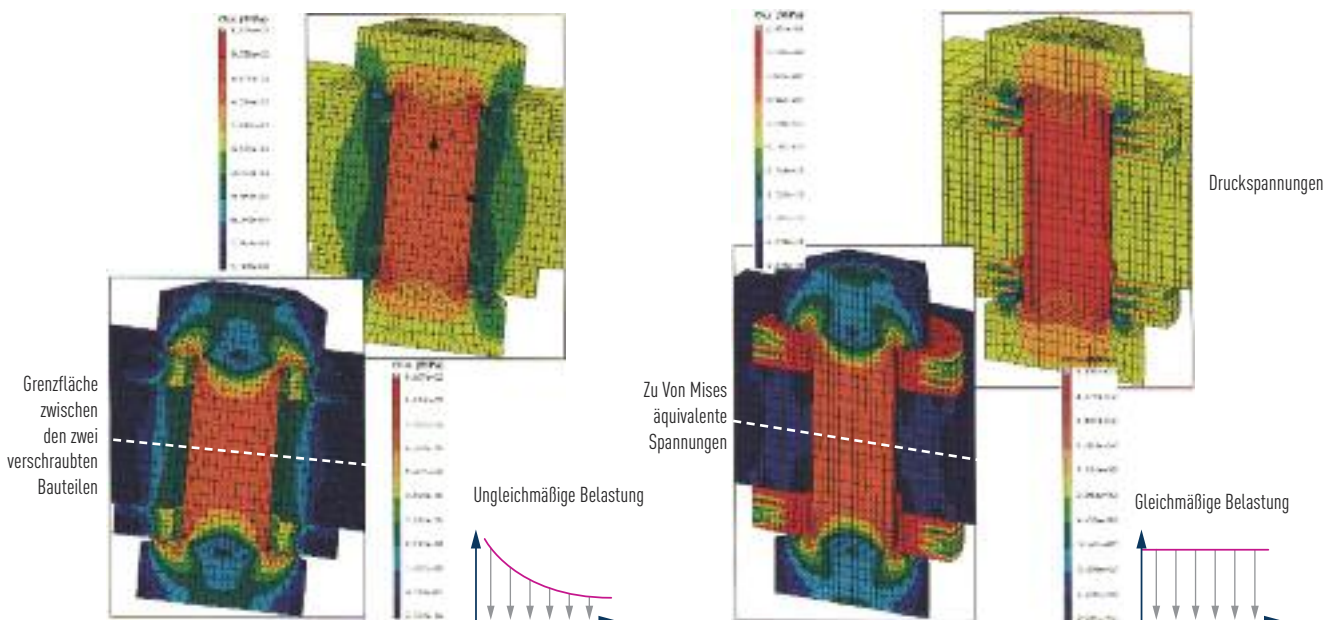
Außerdem gewährleistet ihre Konizität **eine gleichmäßige Verteilung der Vorspannkraft** auf die verbundenen Bauteile, wie auf den unten gezeigten Darstellungen zu sehen ist. An der Grenzfläche zwischen den Bauteilen zeigt der Farbgradient sehr gut die gleichmäßige Verteilung des Drucks.

Aus den Darstellungen unten geht sehr deutlich hervor, dass auf Bauteile, die mit nicht konischen Unterlegscheiben verspannt sind, Kräfte herrschen, die an manchen Stellen sehr viel größer und schlechter verteilt sind, als bei Bauteilen, die mit einer TREP® Tellerfeder verbunden sind.

SCHEMATISCHE DARSTELLUNGEN DER DRUCKSPANNUNGEN

Mit einer nicht konischen Scheibe
(flach, gerippt, gefächert oder gezahnt)

Mit einer TREP® Federscheibe



DIE UNLÖSBARKEIT: Beweisführung

Das elastische Verhalten der TREP® garantiert die Unlösbarkeit bei Anwendungen mit starker Beanspruchung, bei denen die Restspannung in der Schraube entscheidend ist.

Eine mit der nominellen Vorspannkraft angezogene **mechanische Verbindung** kann verschiedenen Stauchungs- und Ermüdungsbeanspruchungen ausgesetzt sein. Es kann auch in seltenen Fällen zum Lösen der Schraubverbindung und ebenfalls zu Einkerbungen kommen.

Bei einer **elektrischen Verbindung** sind das Markieren und Eindrücken der Bauteile umso häufiger und problematischer, wie die Härte der Auflageelemente klein ist. In gleicher Weise zeigt sich, dass die Anwendung einer TREP® Tellerfeder die wirksamste Lösung auf dem Markt gegen die ungünstigen Beanspruchungen durch thermische Ausdehnungen ist.

→ In jedem dieser Fälle wurde die Überlegenheit unserer TREP® Tellerfedern eindeutig bewiesen!

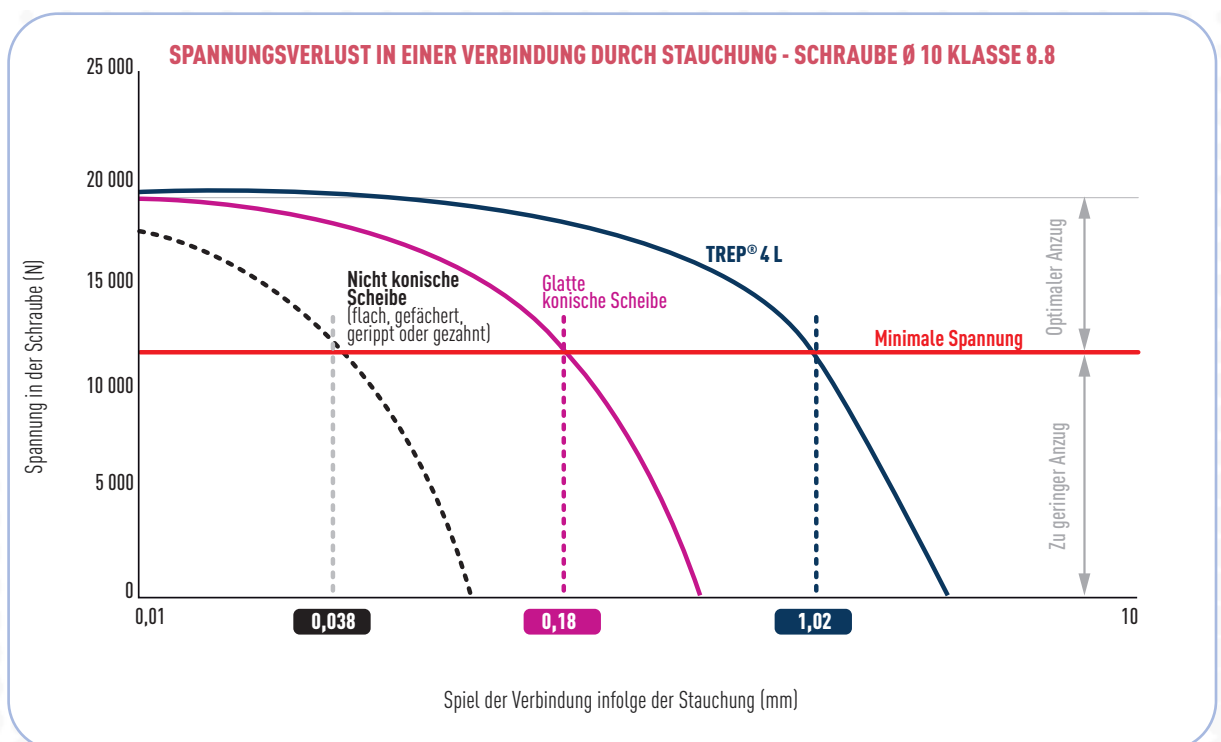
>>> 1. Beanspruchungsfall: Stauchung in einer mechanischen Verbindung

Im Fall von Stauchung durch Ausdehnung oder Abnutzung der Werkstoffe bzw. durch Schwingungen fängt die TREP® Tellerfeder das Spiel auf und erhält durch ihre elastischen Eigenschaften eine optimale Spannung in der Verbindung aufrecht.

Sehen wir uns das Beispiel einer Montage mit einer Schraube vom Durchmesser 10 mm der Festigkeitsklasse 8.8 an.

- Mit einer nicht konischen Unterlegscheibe, wie beispielsweise einer Flach-, Fächer-, Ripp- oder Zahnscheibe, tritt ein Unterschreiten der notwendigen Vorspannung bereits bei einer Stauchung der Verbindung von 0,038 mm auf.
- Mit einer konischen Unterlegscheibe tritt dies bei 0,18 mm auf.
- Wohingegen mit einer TREP® Unterlegscheibe dieser Verlust der Vorspannkraft stark verzögert ist und erst nach einer Stauchung von mehr als 1 mm auftritt.

→ Bei einer Verbindung mit einer TREP® Tellerfeder bleibt die Spannung optimal.



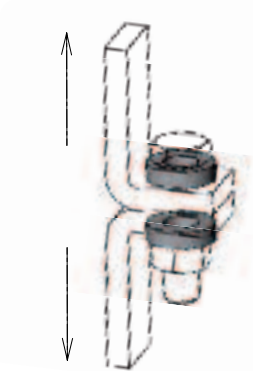
DIE BEWEISE: Berechnung und Versuch

>>> 2. Beanspruchungsfall: Ermüdungsbeanspruchung

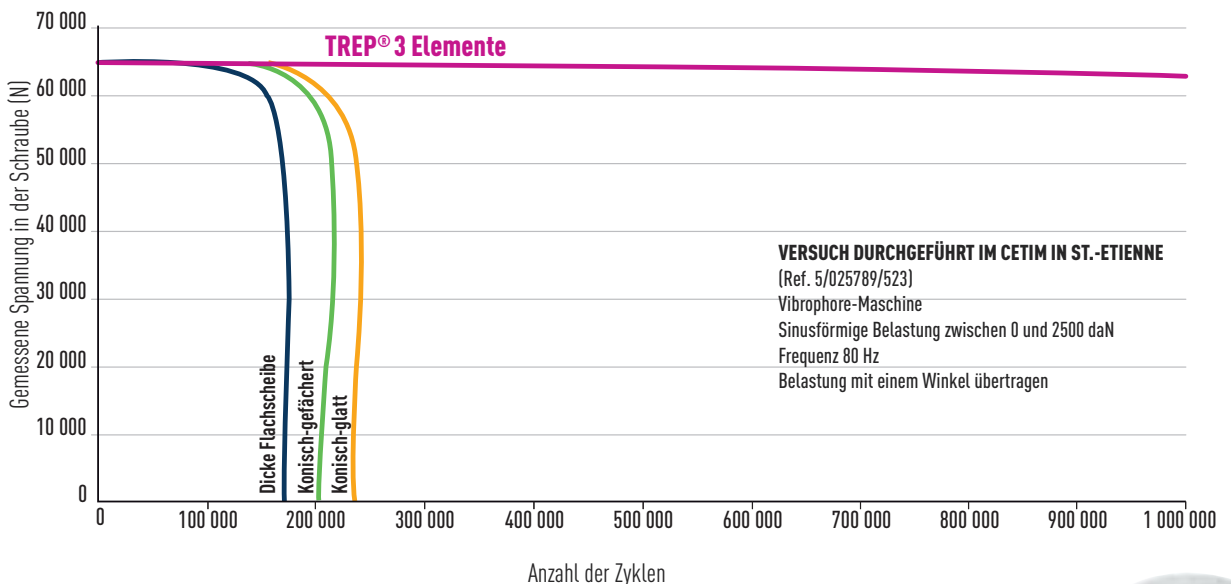
Der Ermüdungsversuch ist ein stichhaltiger Test, da er die Messung des Produktqualitätsniveaus über einen langen Zeitraum erlaubt.

So konnten Ermüdungsversuche zeigen, dass eine Verbindung, die eine TREP® Tellerfeder enthält, eine längere Lebensdauer bei Ermüdung hat, als jede andere Montage.

Wir haben im CETIM (einem zugelassenen nationalen Labor) Versuche auf einer Vibrophore-Maschine durchgeführt, die speziell für die Messung der Ermüdungslebensdauer der Montage entwickelt wurde. Die Verbindungsschrauben wurden mit Dehnungsmessstreifen ausgestattet, um die Spannung zu verfolgen.



ERMÜDUNGSVERHALTEN VON 4 VERBINDUNGEN MIT EINEM DURCHMESSER VON 12 MM BEI EXZENTRISCHER DYNAMISCHER BELASTUNG



→ Durch diesen Versuch haben wir gezeigt, dass Verbindungen mit TREP® Tellerfedern ihre Eigenschaften selbst nach 1 000 000 Zyklen beibehalten, was bei Verwendung von flachen, konisch-gefächerten oder konisch-glaten Unterlegscheiben nicht der Fall ist, die im Gegensatz dazu weniger als 300 000 Zyklen durchstehen.

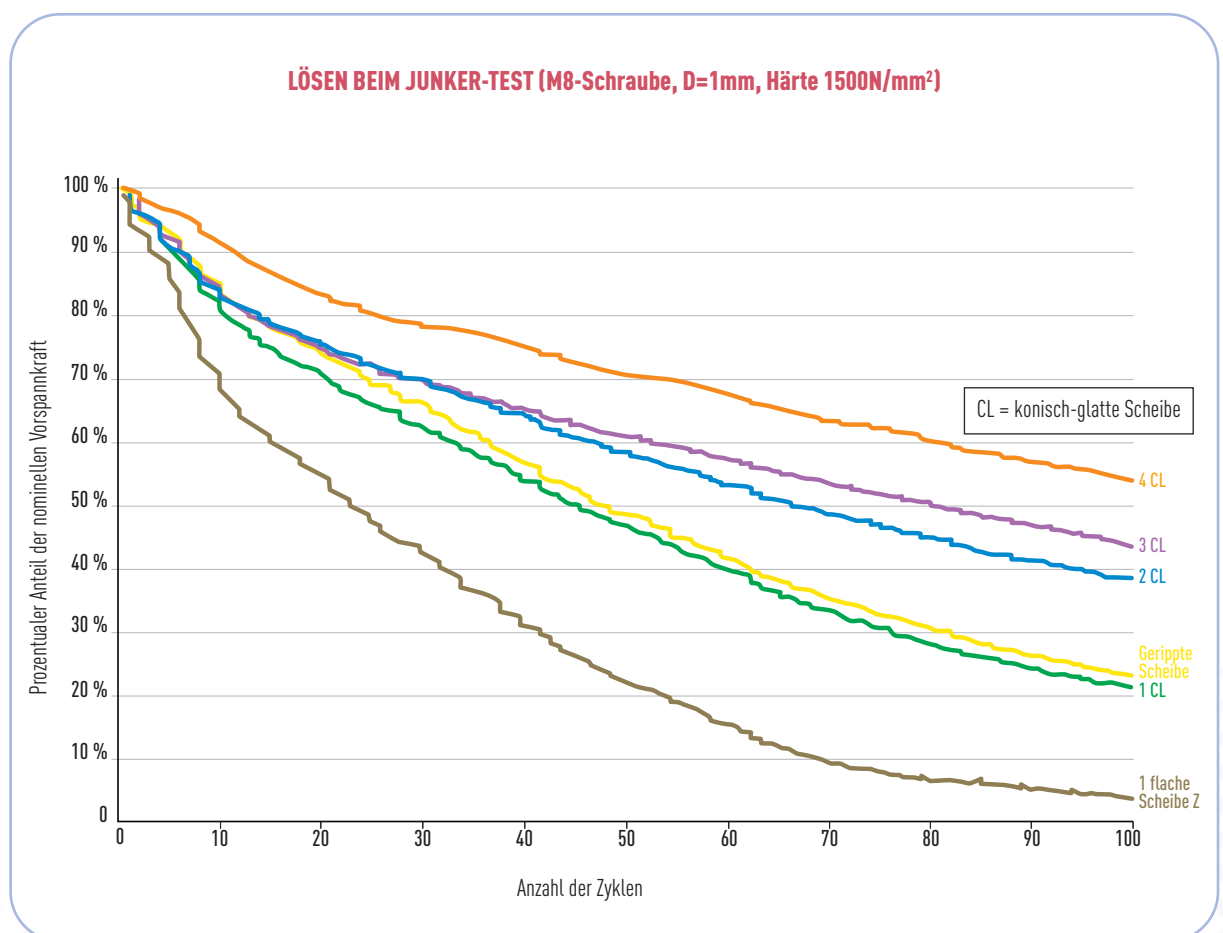


DIE UNLÖSBARKEIT: Beweisführung

>>> 3. Beanspruchungsfall: Versuch zum Lösen der Schraubverbindung

Die TREP® Tellerfeder ist ebenfalls dafür bekannt, dass sie einen großen Lösewiderstand aufweist, ohne die Auflageflächen zu verändern, auf denen sie sich befindet.

In Wirklichkeit ist das Lösen eine seltene Erscheinung, die zum Losdrehen führt. Dennoch verwenden wir zur Simulation den Junker-Vibrationstest, der ein zerstörender aber stichhaltiger Test ist.



→ Der an M8-Schrauben durchgeführte Versuch zeigt, dass sich das Lösen der Verbindung mit steigender Anzahl an konischen Unterlegscheiben verringert.

Die TREP® Tellerfedern, die aus 3 oder 4 konischen Scheiben bestehen, sind deshalb sehr zuverlässig in einer Verbindung, in der es notwendig ist, ihr Lösen auf ein Minimum zu beschränken. Außerdem sind sie praktisch in der Anwendung, da die Einzelscheiben miteinander verbunden sind.

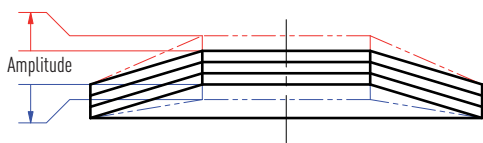


Maschine, auf der der Junker-Vibrationstest durchgeführt wird

DIE BEWEISE: Berechnung und Versuch

>>> 4. Beanspruchungsfall: Thermische Ausdehnung in einer elektrischen Verbindung

In elektrischen Verbindungen wird nach einem Element gesucht, das zugleich STEIF ist und einen FEDERWEG hat: zwei Bedingungen, welche die TREP® Tellerfedern erfüllen.



- Die TREP® ist hinreichend steif, um nicht beim Vorspannen oder bei der nominellen Vorspannkraft flach gedrückt zu werden.
- Die TREP® hat einen hinreichenden Federweg, um die thermischen Ausdehnungen bei unvorhergesehenen Zwischenfällen während der Lebensdauer der Verbindung aufzufangen.

Um die Spannungsvariationen in einer Schraube infolge von thermischen Ausdehnungen abzuschätzen, kann die folgendermaßen definierte Formel verwendet werden:

In einer Verbindung mit einem Schraubenbolzen B, der die Bauelemente P miteinander verklemmt, ausgehend von einer nominellen Spannkraft der vorspannenden Eigenschaft Q in der Schraube, wenn die Gesamtheit einer Temperaturvariation ΔT unterliegt, dann entspricht dies dem Hinzufügen der Komponente Q_t zur Vorspannung Q. Diese schreibt sich folgendermaßen:

$$Q_t \approx \left[\frac{l_P}{\frac{1}{K_B} + \frac{1}{K_P}} \right] \times (\alpha_P - \alpha_B) \Delta T$$

Wobei :
K = Steifigkeit
 α = linearer thermischer Ausdehnungskoeffizient
l = Höhe im gespannten Zustand

**BEISPIEL EINER NUMERISCHEN ANWENDUNG
FÜR DEN DURCHMESSER 10 MM UND ALUMINIUMVERBINDUNGEN,
DIE EINER TEMPERATURSCHWANKUNG VON 40°C UNTERLIEGEN.**

• Für die TREP® Tellerfedern

ergibt sich eine zusätzliche Spannkraft, die auf 300 N beschränkt ist:

$$Q_t \approx \left[\frac{20}{\frac{28,8}{210\,000 \times 58} + \frac{20}{75\,000 \times 150} + \frac{4}{210\,000 \times 150} + \frac{1}{40\,000}} \right] \times (23,8 - 12) \times 10^{-6} \times 40 \approx 300\text{N}$$

• Für konisch-gefächerte Scheiben

ist diese Spannkraft mit 2400 N deutlich größer:

$$Q_t \approx \left[\frac{20}{\frac{25,6}{210\,000 \times 58} + \frac{20}{75\,000 \times 150} + \frac{4}{210\,000 \times 150} + \frac{1,6}{210\,000 \times 150}} \right] \times (23,8 - 12) \times 10^{-6} \times 40 \approx 2400\text{N}$$

→ Somit sind die Auswirkungen der Wärmedehnung auf die Verbindung durch die Benutzung von TREP® Tellerfedern 8 Mal geringer. Diese Ergebnisse erklären ebenfalls, warum die Anwendung der TREP® Sicherheits-Tellerfedern in der Norm NFF 61-021 zur Kompensation von thermischen Ausdehnungen empfohlen wird.



>>> 5. Beanspruchungsfall: Das Phänomen des Eindrückens

Die TREP® Tellerfedern bieten völlig unabhängig von der Härte des Werkstoffs einen großen Energiespeicher zur Vermeidung des Lösens einer Schraube, denn sie brauchen sich nicht im Material zu verankern, um ihre Funktion zu erfüllen.

Im Gegensatz zu Fächer- oder Rippscheiben, die in jedem Fall die Auflage einkerben und damit eine mechanisch unwirksame Verbindung bewirken, führt die TREP® Tellerfeder aufgrund ihrer Geometrie nicht zu diesem Phänomen.

Trotzdem sollte im Falle einer Verbindung auf weichen Werkstoffen vorsichtshalber eine Flachscheibe eingefügt werden, deren richtige Dimensionierung wir garantieren können.

DIE TREP^{plus} TELLERFEDER, DIE LÖSUNG AUF WEICHEM WERKSTOFF

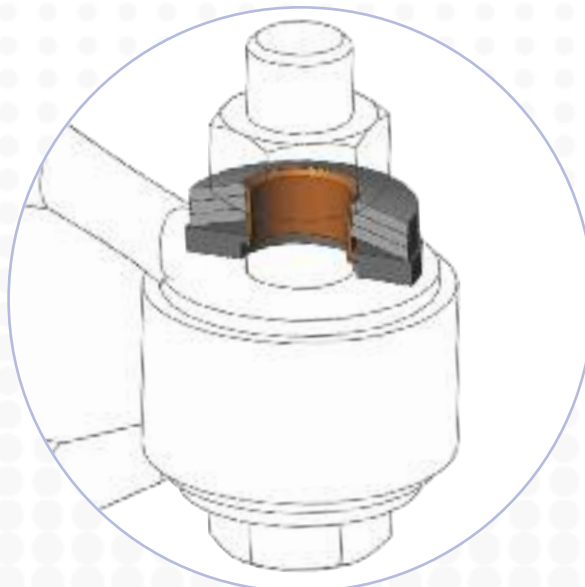
Deshalb haben wir zusätzlich zu den TREP® Tellerfedern die Tellerfeder TREP^{plus}® entwickelt, die sich insbesondere an weiche Werkstoffe wie Kupfer, Aluminium oder Messing anpasst.

Es handelt sich um ein System, das aus 3 oder 4 konischen, glatten, federnden Scheiben mit zusätzlich einer Flachscheibe mit einem größeren Außendurchmesser besteht, die durch einen Metalleinsatz miteinander verbunden sind.



DIE HAUPTZEIGENSCHAFTEN SIND:

- Verteilung der Klemmkraft über eine größere Oberfläche,
- einfache und sichere Montage durch Falzverbindung (Handhabung eines einzigen Elements statt 3 oder 4),
- kein Gleiten.



Werkstoffe & Verarbeitung

Die TREP® und TREP INOX® Tellerfedern werden unter Einhaltung der Richtlinien RoHS und ELV hergestellt.

- DIE TREP® TELLERFEDERN werden aus Stahl mit einem Kohlenstoffanteil von $C > 0,75\%$ gefertigt. Ihre Federeigenschaften werden durch eine Durchhärtung erhalten.
- DIE TREP INOX® TELLERFEDERN werden aus gehärtetem Edelstahl X8 CrNiMo Al gefertigt. Ihre Federeigenschaften werden durch eine Wärmebehandlung zur Ausscheidungshärtung erhalten.

Unabhängig von der gewählten Version haben unsere TREP® und TREP INOX® Tellerfedern garantiert die gleiche Funktion und die gleiche Leistungsfähigkeit auf geringem Raum.

Härte

Familie	Serie	Allein ohne Schutz
TREP®	3L4 - 3L20 4L6 - 4L60	40 - 48 HRC
TREP INOX®	3L4 - 3L16 4L6 - 4L20	40 - 48 HRC



Wärmebeständigkeit

Die TREP® und TREP INOX® Tellerfedern haben die gleiche Wärmebeständigkeit wie Schrauben und Muttern aus gleichartigem Werkstoff. Ihre mechanischen Eigenschaften sind bis 200°C garantiert. Wenden Sie sich bitte für Anwendungen bis 700°C an uns.

Korrosionsbeständigkeit / Beständigkeit gegen Salznebel

Die TREP® und TREP INOX® Tellerfedern werden in unterschiedlichen Fertigstellungen angeboten, die Umfeld und Anforderungen berücksichtigen. Je nach Anforderungsniveau können sie zwischen 96 bis 1000 Stunden im Salznebel nach Norm ISO 9227 bestehen.

Schmierung unnötig!

Bei Verwendung von TREP® Tellerfedern in Ihren Verbindungen ist die Schraubenspannung unabhängig von den Reibungskoeffizienten gewährleistet. Schmierung egal welcher Art ist nicht notwendig und das Hinzufügen irgendeines chemischen Produkts ist überflüssig.

Qualitätstests

Die Konformität der TREP® und TREP INOX® Tellerfedern mit allen ihren mechanischen Eigenschaften wird garantiert. 100% der Packungen mit elektrolytisch beschichteten Tellerfedern werden im Einklang mit der Norm NFE 25 510 auf Brüchigkeit hin kontrolliert.



TECHNISCHE DATEN

Anwendungsbereiche der TREP® Tellerfedern

	Verbindung MECHANISCHER Bauteile	Verbindung ELEKTRISCHER Bauteile
ANFORDERUNGEN	<ul style="list-style-type: none">• Die Bauteile der Montage verbinden.• Jegliches Gleiten oder Ablösen der Bauteile vermeiden.	<ul style="list-style-type: none">• Klemmkraft für eine ausreichende Kontaktfläche beherrschen (Erwärmung vermeiden und einen guten elektrischen Kontakt bewirken)• Auffangen des durch thermische Ausdehnung und Kriechen entstandenen Spiels
NORMEN FÜR ANZUGSMOMENT	<ul style="list-style-type: none">• 85% der Streckgrenze R_e je nach Festigkeitsklasse der Schrauben (NFE 25-030)	<ul style="list-style-type: none">• NFF 61-011 (Kupferverbindung)• NFF 61-021 (Aluminiumverbindung)
HAUPTSÄCHLICHE BEANSPRUCHUNGEN	<ul style="list-style-type: none">• Äußere Last (in axialer oder transversaler Schraubenrichtung)• Schwingungen• Ermüdung	<ul style="list-style-type: none">• Unterschiedliche Wärmedehnung der Werkstoffe (Stahl, Kupfer, Aluminium)• Kriechen der Werkstoffe (z.B. Kupfer nach Stromfluss – Auftreten von Stauchung)• KAUM äußere Last
FESTIGKEITSKLASSE DER SCHRAUBE	8.8 / 10.9 / 12.9	5.8 / 6.8 / 8.8
TREP® LÖSUNG	Flach gedrückte TREP® Tellerfeder: <ul style="list-style-type: none">• Große Last auf kleinem Raum• Erhalt der Spannung zwischen den Bauelementen• Verteilt die Last	TREP® Tellerfeder bei etwa 50% ihrer Federkraft in der Planlage (+ Flachscheibe) <ul style="list-style-type: none">• „Absorbiert“ das Spiel wie ein biegsames Element im Gegensatz zu Produkten, die flach gedrückt werden (steife Elemente)

Wahl einer TREP® Tellerfeder mit 3 oder 4 Elementen

Für MECHANISCHE Verbindungen, bei denen die Unterlegscheiben FLACH gedrückt werden

JA für TREP® 3L bei Schrauben-Festigkeitsklassen von ≥ 8.8

Die Anwendung von TREP® Tellerfedern mit drei Elementen, sogenannte „3L“, sind für Schrauben hoher Festigkeitsklassen von 8.8 bis 12.9 gerechtfertigt. Die 3L sind nicht mit Schrauben unterhalb der Klasse 8.8 vereinbar, da hier die Spannungen in den Schrauben zu gering sind, um die Tellerfedern in die Planlage zu bringen.

JA für TREP® 4L bei niedrigeren Schrauben-Festigkeitsklassen ≤ 8.8

Die TREP® Tellerfeder mit vier Elementen, sogenannte „4L“, sind biegsamer. Die Kraft die notwendig ist, um die Tellerfeder flach zu drücken, ist geringer als für die TREP® 3L und der Federweg ist größer. Die TREP® 4L werden somit für die niedrigeren Schrauben-Festigkeitsklassen von 5.6 bis 8.8 empfohlen.

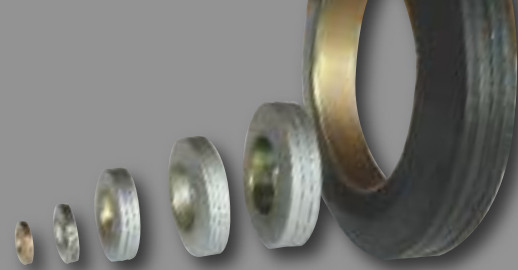
Für das Anziehen von ELEKTRISCHEN Verbindungen, bei denen die Scheiben nicht FLACH gedrückt werden

JA für TREP®3L

Die Verwendung von TREP®3L Tellerfedern wird von den Normen NFF 61-011 und NFF 61-021, die bei elektrischen Verbindungen angewandt werden, empfohlen. Die Schrauben-Festigkeitsklassen sind wegen der Verwendung von weicheren Werkstoffen geringer, weshalb die TREP®3L Tellerfedern absichtlich nicht flach gedrückt werden, damit sie eventuell auftretende thermische Ausdehnungen durch elektrische Erwärmung auffangen können.

NEIN für TREP®4L

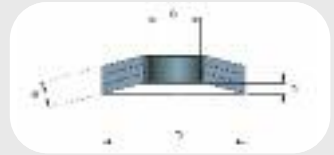
Unabhängig von der Schrauben-Festigkeitsklasse werden TREP®4L Tellerfedern immer flach gedrückt. Deshalb werden sie für elektrische Verbindungen nicht empfohlen.



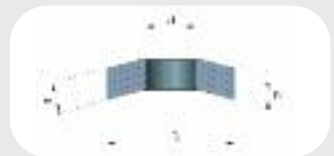
Dimensionen der TREP® Tellerfedern

AB LAGER LIEFERBAR

TREP®3L TELLERFEDER



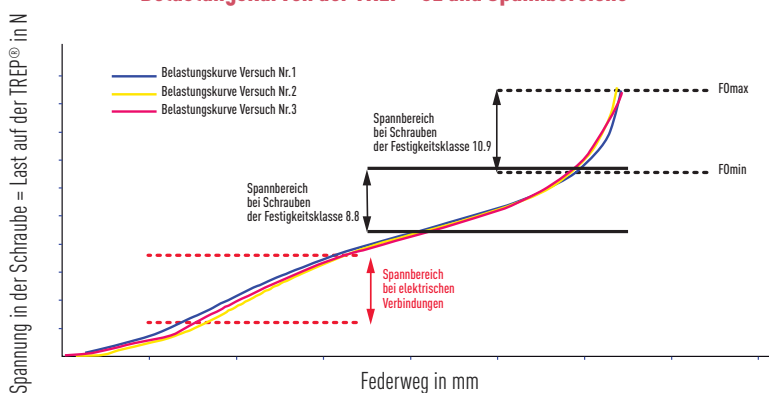
Ø Schraube	D	d	e	h	Nettogewicht von 1000 Stück	Prüflast*	h nach Versuch	Steife 1* elektrische Anschlüsse	Steife 2* Klasse 8.8	Steife 3* Klasse 10.9
	mm	mm	mm	mm	kg	daN	mm	kN/mm	kN/mm	kN/mm
4	10	4,5	1,5	0,50	0,22	150	0,30	na	20	30
5	12	5,5	2,4	0,30	0,48	360	0,20	15	35	60
6	14	6,5	2,4	0,60	0,67	400	0,38	15	30	50
8	18	8,5	3,6	0,56	1,69	1 200	0,34	25	40	50
10	22	10,5	4,5	0,60	3,18	2 100	0,41	60	60	70
12	27	12,5	5,4	0,80	5,96	2 300	0,53	50	50	120
14	30	15,0	6,0	1,05	7,85	2 800	0,64	60	60	160
16	33	17,0	6,6	1,25	11,17	4 000	0,80	75	60	270
18	36	19,0	7,5	1,09	13,43	4 800	0,77	100	120	280
20	40	21,0	9,0	1,15	20,64	6 000	0,71	110	80	320



TREP®4L TELLERFEDER

Ø Schraube	D	d	e	h	Nettogewicht von 1000 Stück	Prüflast*	h nach Versuch
	mm	mm	mm	mm	kg	daN	mm
6	17	6,5	2,4	0,80	0,9	320	0,60
8	20	8,5	2,8	0,95	1,3	400	0,70
10	23	10,5	3,2	1,05	2,0	600	0,80
12	26	12,5	4,0	1,30	3,0	1150	1,00
14	29	15,0	4,8	1,30	4,3	1300	0,90
16	33	17,0	4,8	1,40	5,7	1250	1,10
18	37	19,0	6,0	1,52	9,0	2100	1,20
20	41	21,0	6,0	1,85	10,8	2100	1,40
22	45	23,0	7,2	1,67	15,3	2700	1,40
24	50	25,0	7,2	1,84	19,7	2900	1,60
27	56	28,5	8,0	1,80	27,6	3600	1,60
30	60	32,0	8,8	2,30	33,6	4200	1,80
33	64	35,0	10,0	2,57	41,9	6300	2,00
36	68	38,0	10,0	2,50	46,0	6200	2,00
39	72	41,0	10,0	2,45	48,6	5500	2,20
42	76	44,0	10,0	3,20	55,7	5700	2,40
45	80	47,0	10,0	2,75	60,9	6500	2,50
48	85	50,0	10,0	2,85	68,9	5700	2,60
52	90	54,0	12,0	3,55	90,8	7500	2,80
56	95	58,0	12,0	3,22	99,3	7200	3,00
60	100	62,0	12,0	3,25	108,1	7000	3,00

Belastungskurven der TREP® 3L und Spannungsbereiche

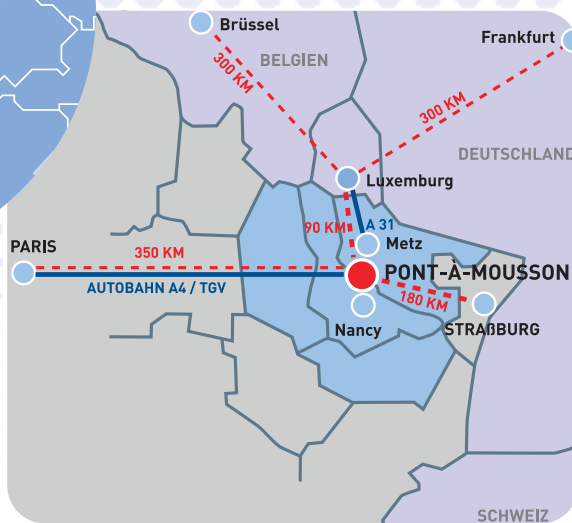


* Prüflast: Kontrolllast, die garantiert, dass eine TREP® Tellerfeder bei einer geringeren Belastung als dieser nicht flach gedrückt wird. Steife: Durch experimentell ermittelte Belastungskurven von TREP® Tellerfedern zwischen F0min und F0max bestimmte Sekantensteifigkeit je nach der von der Norm empfohlenen Schraubenspannung:

- Steife 1 = Steifigkeit bei elektrischen Verbindungen (Normen NFF 61-011 und NFF 61-021)
- Steife 2 = Steifigkeit bei Schrauben der Festigkeitsklasse 8.8, Spanngenaugigkeit C, Mittel=0,15 (Norm NF25-030)
- Steife 3 = Steifigkeit bei Schrauben der Festigkeitsklasse 10.9, Spanngenaugigkeit C, Mittel=0,15 (Norm NF25-030)

TREP® TREP INOX® TREP PLUS®

sind eingetragene Warenzeichen
von GRIS DÉCOUPAGE



GRIS DÉCOUPAGE

Zone Industrielle de Lesménils -
BP 185 F-54706 PONT-A-MOUSSON CEDEX
Frankreich

Tel.: +33 (0)3 83 80 80 06

Fax: +33 (0)3 83 80 80 20

accueil@gris-decoupage.com

