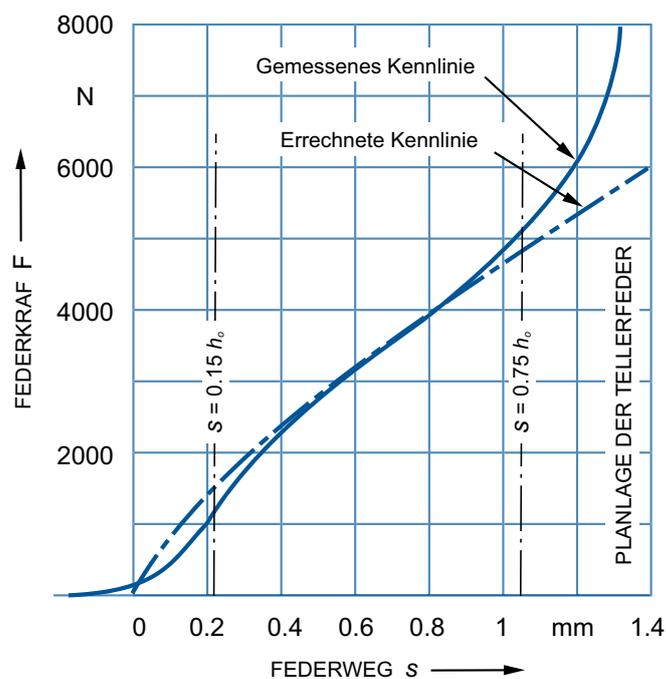


**Tellerfedern** sind flache, kegelförmige Ringscheiben, die eine berechenbare und wiederholbare Leistungsfähigkeit ermöglichen. Sie können verwendet werden, um entweder eine statische Belastung aufzubringen, bei der diese nahezu konstant ist, oder bei dynamischen Gegebenheiten, bei denen die Tellerfeder wiederholt be- und entlastet wird. Es ist wichtig zu erkennen, wie sich die Lastcharakteristiken auf die Leistungsfähigkeit auswirken, um ein System mit Tellerfedern richtig zu konzipieren.

Federn sind im Gegensatz zu anderen Montagekomponenten so konzipiert, dass sie mechanische Energie ablenken und abspeichern können. Der Federweg einer Tellerfeder ist vorhersagbar, so dass die Lebensdauer einer Tellerfeder in einer Baugruppe abgeschätzt werden kann.

Die optimale Leistungsfähigkeit einer Tellerfeder wird erreicht, wenn die Einfederung in einem Bereich zwischen 15% und 75% des gesamten Federwegs liegt. In diesem Bereich entsprechen die Messergebnisse am Genauesten den theoretischen Eigenschaften von Tellerfedern (*Abbildung 1*).

Die gemessene Kennlinie im unteren Bereich (weniger als 15% des gesamten Federwegs) weicht aufgrund von Restspannungen von der rechnerischen Kennlinie ab. Im mittleren Bereich der Kurve, entsprechend dem normalen Arbeitsbereich der Tellerfeder, sind die gemessene und rechnerische Kennlinie weitestgehend deckungsgleich. Wenn die Einfederung über 75% des gesamten Federwegs ansteigt, wird der Krafthebelarm verkürzt und die Abweichung von der rechnerischen Kennlinie nimmt rasch zu. Aus diesem Grund ist die Vorhersagbarkeit von Federkraft/Federweg auf den normalen Arbeitsbereich der Tellerfeder beschränkt.

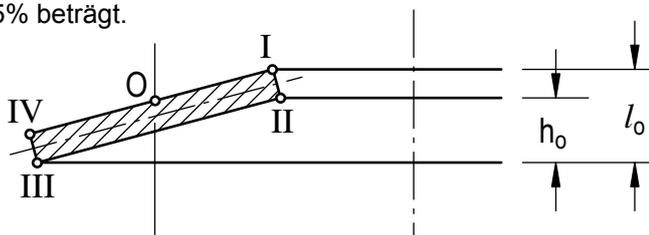


**Abbildung 1: EN 16983, Gruppe 2, Reihe B 50 x 25,4 x 2 (Früher DIN 2093)**

## Lebensdauer der Tellerfeder

### Statische Belastung

Die statische Belastung ist definiert als das Aufbringen einer konstanten Last oder einer Last, die sich in relativ langen Zeitabständen ändert, nicht mehr als 10.000 Zyklen während der Lebensdauer der Konstruktion. Bei statischen Anwendungen ist die maximale errechnete Belastung in der Mitte der oberen Fläche der Tellerfeder kritisch. (In *Abbildung 2* als Punkt 0 dargestellt.) An diesem Punkt sollte die höchste berechnete Belastung die ungefähre Zugfestigkeit des Materials (1400-1600 N/mm<sup>2</sup>) nicht überschreiten, wenn die Tellerfeder sich in der flachen Position befindet. Standard-Tellerfedern können bei statischer Belastung ohne theoretische Berechnung eingesetzt werden, sofern die Einfederung weniger als 75% beträgt.



**Abbildung 2**

### Dynamische Belastung

Dynamisch belastete Tellerfedern lassen sich in zwei verschiedene Kategorien einteilen:

1. Begrenzte Lebensdauer, bei der Tellerfedern 10.000 bis 2.000.000 Lastwechsel ohne Ermüdungsbruch erreichen sollten.
2. Unbegrenzte Lebensdauer, bei der Tellerfedern mehr als 2.000.000 Lastwechsel ohne Ermüdungsbruch übersteigen sollten.

Durch Kugelstrahlen wird eine günstigere Druckspannung auf der Oberfläche der Tellerfeder erzeugt, wodurch sich die Rissbildung reduziert und die Ermüdungsbeständigkeit erhöht.

Fertigungsbedingte Restzugspannungen der Tellerfeder treten am oberen Rand des Innendurchmessers auf, siehe Punkt I in *Abbildung 2*:



Im laufenden Betrieb ändert sich die Zugspannung in eine Druckspannung. Die Ermüdungsbeständigkeit wird durch diese Spannungsumkehr drastisch reduziert. Das Aufrechterhalten einer konstanten Vorspannung von mindestens 15% Einfederung verhindert diese Spannungsumkehr und erhöht die Lebensdauer der Tellerfeder.

## Die Bedeutung der Vorspannung und Endbelastung

### Vorspannung

Mit der Erstbelastung der Tellerfeder werden zwei Ziele erreicht:

1. Bei unbelasteten Tellerfedern tritt die Restzugspannung aus der Fertigung an dem in der Abbildung 2 gezeigten Punkt I auf. Die Vorspannung der Tellerfeder ändert die Zugspannung an Punkt I in eine Druckspannung. Das Aufrechterhalten der Druckspannung an der Oberseite der Tellerfeder verringert die Gefahr der Rissausbreitung. Schwankungen von Zug- zu Druckspannung schränken die Ermüdungsfestigkeit der Tellerfeder stark ein. Die Tellerfeder muss auf mindestens 15% der gesamten Einfederung vorgespannt sein, um Zugspannungen zu vermeiden.

2. Der Federteller sitzt durch die gleichmäßige Verteilung der Anfangskraft gleichmäßig auf dem gesamten Umfang der Tellerfeder. Tellerfedern sind nicht 100% symmetrisch, so dass es zu einem leichten Kraftanstieg kommt, da sie sich bei der Vorspannung setzen. Dieser Kraftzuwachs ist zwar absehbar, wird aber bei der Berechnung der Kraft/Einfederung nicht berücksichtigt.

### Endbelastung

Zunehmende Endbelastung erhöht die Spannung in der Tellerfeder und führt zu einem geringeren Ermüdungswiderstand. Wie bei jedem Bauteil führt eine geringere Durchbiegung zu einer geringeren Belastung und einer längeren Lebensdauer. Wenn die Tellerfeder über 75% der Einfederung hinaus belastet wird, passiert die Tellerfeder den linearen Abschnitt der Kennlinie (*Abbildung 1*), und die Spannung kann auf nichtlineare Weise zunehmen, was zu einem schnellen Verlust der Ermüdungsfestigkeit führt. Je geringer die zulässige Endbelastung, desto höher ist die Lebensdauer.

Die Lebensdauer kann durch Verringerung der Einfederung der Tellerfeder erhöht werden. Wenn zusätzliche Verfahrenswegen erforderlich sind, können Tellerfedern geschichtet werden, um eine größere Einfederung zu erreichen, ohne die Belastung der einzelnen Tellerfedern zu erhöhen, was zu einer längeren Lebensdauer führt.

### Zusammenfassung

Der Einfederungsbereich der Tellerfeder bestimmt deren Berechenbarkeit und Lebensdauer.

Bei statischer Belastung sind theoretische Spannungsberechnungen nicht erforderlich, sofern die Einfederung 75% der gesamten Einfederung nicht überschreitet. Höhere Einfederungen führen zu hohen Spannungen, die zu einem Verlust der Federkraft führen. Das Verständnis, wie sich der Bereich der Einfederung auf die Lebensdauer der Tellerfeder auswirkt, ist der Schlüssel zur Bestimmung der Lebensdauer gegen Ermüdung.

Die in diesem Dokument enthaltenen Richtlinien sind allgemeiner Natur; daher wird empfohlen, dass Anwendungstechniker, die sich auf die Konstruktion und Spezifikation von Tellerfedern spezialisiert haben, konsultiert werden, um sicherzustellen, dass die Leistungsfähigkeit für jede einzelne Baugruppe erfüllt werden.



## Technische Zentren

### Europa SPIROL Deutschland

Ottostr. 4  
80333 München, Deutschland  
Tel. +49 (0) 89 4 111 905 -71  
Fax. +49 (0) 89 4 111 905 -72

### SPIROL Frankreich

Cité de l'Automobile ZAC Croix Blandin  
18 Rue Léna Bernstein  
51100 Reims, Frankreich  
Tel. +33 (0)3 26 36 31 42  
Fax. +33 (0)3 26 09 19 76

### SPIROL Vereinigtes Königreich

17 Princewood Road  
Corby, Northants NN17 4ET  
Vereinigtes Königreich  
Tel. +44 (0) 1536 444800  
Fax. +44 (0) 1536 203415

### SPIROL Spanien

08940 Cornellà de Llobregat  
Barcelona, Spanien  
Tel. +34 93 193 05 32  
Fax. +34 93 193 25 43

### SPIROL Tschechische Republik

Sokola Tümy 743/16  
Ostrava-Mariánské Hory 70900,  
Tschechische Republik  
Tel/Fax. +420 417 537 979

### SPIROL Polen

ul. Solec 38 lok. 10  
00-394, Warszawa, Polen  
Tel. +48 510 039 345

### Amerika SPIROL International Corporation

30 Rock Avenue  
Danielson, Connecticut 06239 USA  
Tel. +1 (1) 860 774 8571  
Fax. +1 (1) 860 774 2048

### SPIROL Shim Division

321 Remington Road  
Stow, Ohio 44224 USA  
Tel. +1 (1) 330 920 3655  
Fax. +1 (1) 330 920 3659

### SPIROL Kanada

3103 St. Etienne Boulevard  
Windsor, Ontario N8W 5B1 Kanada  
Tel. +1 (1) 519 974 3334  
Fax. +1 (1) 519 974 6550

### SPIROL Mexiko

Avenida Avante #250  
Parque Industrial Avante Apodaca  
Apodaca, N.L. 66607 Mexico  
Tel. +52 (01) 81 8385 4390  
Fax. +52 (01) 81 8385 4391

### SPIROL Brasilien

Rua Mafalda Barnabé Soliane, 134  
Comercial Vitória Martini, Distrito Industrial  
CEP 13347-610, Indaiatuba, SP, Brasilien  
Tel. +55 (0) 19 3936 2701  
Fax. +55 (0) 19 3936 7121

### Asien Pazifik SPIROL Asien

1st Floor, Building 22, Plot D9, District D  
No. 122 HeDan Road  
Wai Gao Qiao Free Trade Zone  
Shanghai, China 200131  
Tel. +86 (0) 21 5046 1451  
Fax. +86 (0) 21 5046 1540

### SPIROL Südkorea

160-5 Seokchon-Dong  
Songpa-gu, Seoul, 138-844, Südkorea  
Tel. +86 (0) 21 5046-1451  
Fax. +86 (0) 21 5046-1540

eMail: [info-de@spirol.com](mailto:info-de@spirol.com)

**SPIROL.com**