

DIN 2093

DIN

ICS 21.160

Ersatz für
DIN 2093:1992-01**Tellerfedern –
Qualitätsanforderungen –
Maße**Disc springs –
Quality specifications –
DimensionsRondelles ressorts –
Exigences de qualité –
Dimensions

Gesamtumfang 19 Seiten

Ausschuss Federn (AF) im DIN



Vorwort

Diese Norm wurde vom Ausschuss Federn (AF) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. erarbeitet.

Änderungen

Gegenüber DIN 2093:1992-01 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) im Bezeichnungsbeispiel in Abschnitt 4 wurden die Ergänzungen für gedrehte (G) und feingeschnittene Herstellung (F) nicht mit aufgenommen;
- b) in Abschnitt 4 wurde die Gliederung der Reihen A, B und C nach dem Verhältnis h_0/t zusammengefasst;
- c) in Abschnitt 7 ergeben sich für die Prüfkraft F_t und für die Spannungen $\sigma_{II}, \sigma_{III}, \sigma_{OM}$ neue rechnerische Werte;
- d) die redaktionelle Gestaltung dieses Dokuments wurde an die dafür geltenden Regeln angepasst. Größen, Einheiten, Symbole und mathematische Zeichen wurden an das Internationale Einheitensystem (SI) nach ISO 31 angepasst.

Frühere Ausgaben

DIN 2093: 1957-07, 1967-04, 1978-04, 1990-09, 1992-01

1 Anwendungsbereich

In dieser Norm sind alle Anforderungen zusammengestellt, die Tellerfedern erfüllen müssen, damit ihre Funktion sichergestellt ist. Es sind dies, neben den Anforderungen an Werkstoff und Fertigungsart, die Maß- und Krafttoleranzen, die Dauer- und Zeitfestigkeitsanforderungen sowie die Relaxationswerte bei statischer Beanspruchung.

Bei allen diesen Angaben handelt es sich um Mindestanforderungen.

Darüber hinaus enthält dieses Dokument drei Maßreihen von Tellerfedern.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

DIN 2092:2006, *Tellerfedern — Berechnung*

DIN 50969, *Beständigkeit hochfester Bauteile aus Stahl gegen wasserstoffinduzierten Sprödbruch; Nachweis durch Verspannungsprüfung sowie vorbeugende Maßnahmen*

DIN EN 1654, *Kupfer- und Kupferlegierungen — Bänder für Federn und Steckverbinder*

- DIN EN 10083-1, *Vergütungsstähle — Teil 1: Technische Lieferbedingungen für Edelmstähle*¹⁾
- DIN EN 10083-2, *Vergütungsstähle — Teil 2: Technische Lieferbedingungen für unlegierte Stähle*¹⁾
- DIN EN 10083-3, *Vergütungsstähle — Teil 3: Technische Lieferbedingungen für Borstähle*¹⁾
- DIN EN 10089, *Warmgewalzte Stähle für vergütbare Federn — Technische Lieferbedingungen*
- DIN EN 10132-4, *Kaltband aus Stahl für eine Wärmebehandlung — Technische Lieferbedingungen — Teil 4: Federstähle und andere Anwendungen*
- DIN EN 10151, *Federband aus nichtrostenden Stählen — Technische Lieferbedingungen*
- DIN EN ISO 3269, *Mechanische Verbindungselemente — Annahmeprüfung*
- DIN EN ISO 6507-1, *Metallische Werkstoffe — Härteprüfung nach Vickers — Teil 1: Prüfverfahren*
- DIN EN ISO 6507-2, *Metallische Werkstoffe — Härteprüfung nach Vickers — Teil 2: Prüfverfahren der Prüfmaschinen*
- DIN EN ISO 6507-2 Beiblatt 1, *Metallische Werkstoffe — Härteprüfung nach Vickers — Teil 2: Prüfung der Prüfmaschinen; Empfehlungen zur Prüfung und zur Ausführung von Prüfmaschine und Eindringstempel*¹⁾
- DIN EN ISO 6507-3, *Metallische Werkstoffe — Härteprüfung nach Vickers — Teil 3: Kalibrierung von Härtevergleichsplatten*
- DIN EN ISO 6507-4, *Metallische Werkstoffe — Härteprüfung nach Vickers — Teil 4: Tabellen zur Bestimmung der Härtewerte*
- DIN EN ISO 6508-1, *Metallische Werkstoffe — Härteprüfung nach Rockwell (Skalen A, B, C, D, E, F, G, H, K, N, T) — Teil 1: Prüfverfahren*
- DIN EN ISO 6508-1 Berichtigung 1, *Berichtigung zu DIN EN ISO 6508-1:1999-10*¹⁾
- DIN EN ISO 6508-2, *Metallische Werkstoffe — Härteprüfung nach Vickers — Teil 2: Prüfung der Prüfmaschinen*
- DIN EN ISO 6508-2 Beiblatt 1, *Metallische Werkstoffe — Härteprüfung nach Vickers — Teil 2: Prüfung der Prüfmaschinen; Empfehlungen zur Prüfung und zur Ausführung von Prüfmaschine und Eindringstempel*¹⁾
- DIN EN ISO 6508-3, *Metallische Werkstoffe — Härteprüfung nach Rockwell (Skalen A, B, C, D, E, F, G, H, K, N, T) — Teil 3: Kalibrierung von Härtevergleichsplatten*¹⁾
- DIN EN ISO 6508-3 Beiblatt 1, *Metallische Werkstoffe — Härteprüfung nach Rockwell (Skalen A, B, C, D, E, F, G, H, K, N, T) — Teil 3: Kalibrierung von Härtevergleichsplatten; Beispiel für die Ausführung von Härtevergleichsplatten*¹⁾

1) Neuausgabe in Vorbereitung (zz. Entwurf)

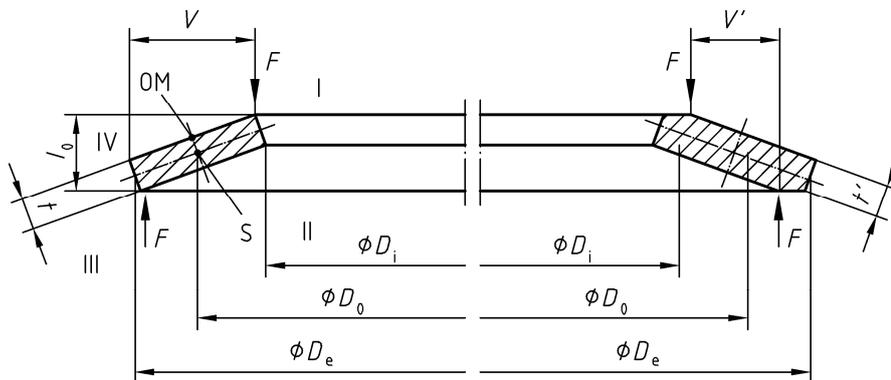
3 Begriffe

Tellerfedern sind in Achsrichtung belastbare kegelförmige Ringscheiben, die als Einzeltellerfedern oder kombiniert zu Federpaketen oder Federsäulen sowohl ruhend als auch schwingend beansprucht werden können. Sie werden mit und ohne Auflageflächen gefertigt.

Tellerfedern werden gegliedert in drei Gruppen und drei Reihen. Die Gliederung nach Gruppen definiert die Fertigungsart, bedingt durch die Materialdicke. Die Gliederung in Reihen berücksichtigt die Federcharakteristik in Form des h_0/t -Verhältnisses.

4 Maße und Bezeichnungen

4.1 Allgemeines



a) ohne Auflagefläche:
Gruppe 1
Gruppe 2

b) mit Auflagefläche:
Gruppe 3

Bild 1 — Querschnitte von Tellerfedern der Gruppen 1 und 2 sowie Gruppe 3

Bezeichnung einer Tellerfeder der Reihe A mit Außendurchmesser $D_e = 40$ mm:

Tellerfeder DIN 2093 — A 40

4.2 Gruppeneinteilung

Gruppe	t	Mit Auflageflächen und reduzierter Tellerfederdicke
1	$< 1,25$	nein
2	$1,25 \leq t \leq 6$	nein
3	$> 6 < t \leq 14$	ja

4.3 Reiheneinteilung

Reihe	h_0/t
A	$\sim 0,40$
B	$\sim 0,75$
C	$\sim 1,30$

5 Formelzeichen, Einheiten und Benennungen

Formelzeichen	Einheit	Benennung
D_e	mm	Außendurchmesser
D_i	mm	Innendurchmesser
D_0	mm	Durchmesser des Stülpmittelpunktkreises
E	MPa	Elastizitätsmodul
F	N	Federkraft
F_c	N	Errechnete Federkraft bei Planlage
F_t	N	Prüfkraft bei Länge L_t bzw. l_t
ΔF	N	Kraftabfall (Relaxation)
L_0	mm	Länge der unbelasteten Tellerfedersäule oder des unbelasteten Tellerfederpaketes
L_c	mm	Theoretische Länge der Tellerfedersäule oder des Tellerfederpaketes in Planlage
N		Anzahl der Lastspiele bis zum Bruch
R	N/mm	Federrate
W	Nmm	Federungsarbeit
h_0	mm	Rechnerischer Federweg bis zur Planlage der Tellerfedern ohne Auflageflächen $h_0 = l_0 - t$
h'_0	mm	Rechnerischer Federweg bis zur Planlage der Tellerfedern mit Auflageflächen $h'_0 = l_0 - t'$
i		Anzahl der wechselsinnig zu einer Säule aneinander gereihten Einzeltellerfedern oder Federpakete
l_0	mm	Bauhöhe der unbelasteten Einzeltellerfeder
l_t	mm	Prüflänge der Tellerfeder $l_t = l_0 - 0,75 h_0$
s	mm	Federweg der Einzeltellerfeder
$s_1, s_2, s_3 \dots$	mm	Federwege, zugeordnet den Federkräften $F_1, F_2, F_3 \dots$
t	mm	Dicke der Tellerfeder
t'	mm	Reduzierte Dicke der Tellerfeder mit Auflageflächen (Gruppe 3)
μ		Poisson-Zahl
σ	MPa	Rechnerische Spannung
$\sigma_{II}, \sigma_{III}, \sigma_{OM}$	MPa	Rechnerische Spannung für die Stellen II, III, OM (siehe Bild 1)
σ_h	MPa	Hubspannung, zugeordnet dem Arbeitsweg bei Tellerfedern mit Dauerschwingbeanspruchung
σ_O	MPa	Oberspannung der Dauerschwingfestigkeit
σ_U	MPa	Unterspannung der Dauerschwingfestigkeit
$\sigma_H = \sigma_O - \sigma_U$	MPa	Dauerhubfestigkeit
P		Theoretischer Stülpmittelpunkt des Tellerfederquerschnitts (siehe Bild 1)
V, V'		Hebelarme
R_a		mittlere Rautiefe

6 Tellerfederwerkstoffe

Wahlweise Stähle nach DIN EN 10083, DIN EN 10089 und DIN EN 10132-4, jedoch C-Stähle nur für Tellerfedern der Gruppe 1 zulässig (siehe auch Tabelle 4).

ANMERKUNG Bei Tellerfedern aus obigen Stählen wird mit einem Elastizitätsmodul $E = 206\,000$ MPa gerechnet.

Bei der Anwendung dieses Dokuments auf andere Werkstoffe, z. B. nichtrostender Federstahl nach DIN EN 10151, Kupferlegierungen (Federbronze) nach DIN EN 1654, muss zum Teil mit einem anderen Elastizitätsmodul und anderen Festigkeitswerten gerechnet werden. Die in den Tabellen 1 bis 3 angegebenen Werte für F und σ gelten dann nicht mehr. In diesem Fall wird eine Rücksprache mit dem Federnhersteller empfohlen.

7 Tellerfederabmessungen, Nenngrößen, rechnerische Werte

7.1 Reihe A

Tellerfedern mit $\frac{D_e}{t} \approx 18$; $\frac{h_0}{t} \approx 0,4$; $E = 206\,000$ MPa; $\mu = 0,3$

Tabelle 1

Gruppe	D_e	D_i	t bzw. $(t)^a$	h_0	l_0	F_t	l_t	σ_{III}^b	σ_{OM}
	h12	H12							
1	8	4,2	0,4	0,2	0,6	210	0,45	1218	-1605
	10	5,2	0,5	0,25	0,75	325	0,56	1218	-1595
	12,5	6,2	0,7	0,3	1	660	0,77	1382	-1666
	14	7,2	0,8	0,3	1,1	797	0,87	1308	-1551
	16	8,2	0,9	0,35	1,25	1013	0,99	1301	-1555
	18	9,2	1	0,4	1,4	1254	1,1	1295	-1558
	20	10,2	1,1	0,45	1,55	1521	1,21	1290	-1560
	2	22,5	11,2	1,25	0,5	1,75	1929	1,37	1296
25		12,2	1,5	0,55	2,05	2926	1,64	1419	-1562
28		14,2	1,5	0,65	2,15	2841	1,66	1274	-1562
31,5		16,3	1,75	0,7	2,45	3871	1,92	1296	-1570
35,5		18,3	2	0,8	2,8	5187	2,2	1332	-1611
40		20,4	2,25	0,9	3,15	6500	2,47	1328	-1595
45		22,4	2,5	1	3,5	7716	2,75	1296	-1534
50		25,4	3	1,1	4,1	11976	3,27	1418	-1659
56		28,5	3	1,3	4,3	11388	3,32	1274	-1565
63		31	3,5	1,4	4,9	15025	3,85	1296	-1524
71		36	4	1,6	5,6	20535	4,4	1332	-1594
80		41	5	1,7	6,7	33559	5,42	1453	-1679
90		46	5	2	7	31354	5,5	1295	-1558
100		51	6	2,2	8,2	48022	6,55	1418	-1663
112		57	6	2,5	8,5	43707	6,62	1239	-1505
3		125	64	8 (7,5)	2,6	10,6	85926	8,65	1326
	140	72	8 (7,5)	3,2	11,2	85251	8,8	1284 ^c	-1675
	160	82	10 (9,4)	3,5	13,5	138331	10,87	1338	-1753
	180	92	10 (9,4)	4	14	125417	11	1201 ^c	-1576
	200	102	12 (11,25)	4,2	16,2	183020	13,05	1227	-1611
	225	112	12 (11,25)	5	17	171016	13,25	1137 ^c	-1489
	250	127	14 (13,1)	5,6	19,6	248828	15,4	1221 ^c	-1596

^a Angegeben sind jeweils die Nenngrößen der Dicke der Tellerfeder t . Bei Tellerfedern mit Auflageflächen (siehe Abschnitt 4, Gruppe 3) wird, um die vorgeschriebene Federkraft F bei $s \approx 0,75 h_0$ zu erreichen, die Dicke der Tellerfeder vom Hersteller verringert, bei Federn der Reihen A und B auf $t' \approx 0,94 \cdot t$ und bei Reihe C auf $t' \approx 0,96 \cdot t$.

^b Größte rechnerische Zugspannung an der Unterseite der Tellerfeder.

^c Größte Zugspannung an Stelle III.

7.2 Reihe B

Tellerfedern mit $\frac{D_e}{t} \approx 28$; $\frac{h_0}{t} \approx 0,75$; $E = 206\,000$ MPa; $\mu = 0,3$

Tabelle 2

Gruppe	D_e	D_i	t bzw. (t') ^a	h_0	l_0	F_t	l_t	σ_{III}	σ_{OM}	
	h12	H12								
						$s \approx 0,75 h_0$			$s = h_0$	
1	8	4,2	0,3	0,25	0,55	118	0,36	1 312	-1505	
	10	5,2	0,4	0,3	0,7	209	0,47	1 281	-1531	
	12,5	6,2	0,5	0,35	0,85	294	0,59	1 114	-1388	
	14	7,2	0,5	0,4	0,9	279	0,6	1 101	-1293	
	16	8,2	0,6	0,45	1,05	410	0,71	1 109	-1333	
	18	9,2	0,7	0,5	1,2	566	0,82	1 114	-1363	
	20	10,2	0,8	0,55	1,35	748	0,94	1 118	-1386	
	22,5	11,2	0,8	0,65	1,45	707	0,96	1 079	-1276	
	25	12,2	0,9	0,7	1,6	862	1,07	1 023	-1238	
2	28	14,2	1	0,8	1,8	1 107	1,2	1 086	-1282	
	31,5	16,3	1,25	0,9	2,15	1 913	1,47	1 187	-1442	
	35,5	18,3	1,25	1	2,25	1 699	1,5	1 073	-1258	
	40	20,4	1,5	1,15	2,65	2 622	1,79	1 136	-1359	
	45	22,4	1,75	1,3	3,05	3 646	2,07	1 144	-1396	
	50	25,4	2	1,4	3,4	4 762	2,35	1 140	-1408	
	56	28,5	2	1,6	3,6	4 438	2,4	1 092	-1284	
	63	31	2,5	1,75	4,25	7 189	2,94	1 088	-1360	
	71	36	2,5	2	4,5	6 725	3	1 055	-1246	
	80	41	3	2,3	5,3	10 518	3,57	1 142	-1363	
	90	46	3,5	2,5	6	14 161	4,12	1 114	-1363	
	100	51	3,5	2,8	6,3	13 070	4,2	1 049	-1235	
	112	57	4	3,2	7,2	17 752	4,8	1 090	-1284	
125	64	5	3,5	8,5	29 908	5,87	1 149	-1415		
140	72	5	4	9	27 920	6	1 101	-1293		
160	82	6	4,5	10,5	41 008	7,12	1 109	-1333		
180	92	6	5,1	11,1	37 502	7,27	1 035	-1 192		
3	200	102	8 (7,5)	5,6	13,6	76 378	9,4	1 254	-1409	
	225	112	8 (7,5)	6,5	14,5	70 749	9,62	1 176	-1267	
	250	127	10 (9,4)	7	17	119 050	11,75	1 244	-1406	

^a Angegeben sind jeweils die Nenngrößen der Dicke der Tellerfeder t . Bei Tellerfedern mit Auflageflächen (siehe Abschnitt 4, Gruppe 3) wird, um die vorgeschriebene Federkraft F bei $s \approx 0,75 h_0$ zu erreichen, die Dicke der Tellerfeder vom Hersteller verringert, bei Federn der Reihen A und B auf $t' \approx 0,94 \cdot t$ und bei Reihe C auf $t' \approx 0,96 \cdot t$.

7.3 Reihe C

Tellerfedern mit $\frac{D_e}{t} \approx 40$; $\frac{h_0}{t} \approx 1,3$; $E = 206\,000\text{ MPa}$; $\mu = 0,3$

Tabelle 3

Gruppe	D_e	D_i	t bzw. $(t')^a$	h_0	l_0	F_t	l_t	σ_{III}	σ_{OM}
	h12	H12							
1	8	4,2	0,2	0,25	0,45	39	0,26	1034	-1003
	10	5,2	0,25	0,3	0,55	58	0,32	965	- 957
	12,5	6,2	0,35	0,45	0,8	151	0,46	1278	-1250
	14	7,2	0,35	0,45	0,8	123	0,46	1055	-1018
	16	8,2	0,4	0,5	0,9	154	0,52	1009	- 988
	18	9,2	0,45	0,6	1,05	214	0,6	1106	-1052
	20	10,2	0,5	0,65	1,15	254	0,66	1063	-1024
	22,5	11,2	0,6	0,8	1,4	426	0,8	1227	-1178
	25	12,2	0,7	0,9	1,6	600	0,92	1259	-1238
	28	14,2	0,8	1	1,8	801	1,05	1304	-1282
	31,5	16,3	0,8	1,05	1,85	687	1,06	1130	-1077
	35,5	18,3	0,9	1,15	2,05	832	1,19	1078	-1042
	40	20,4	1	1,3	2,3	1017	1,32	1063	-1024
	45	22,4	1,25	1,6	2,85	1891	1,65	1253	-1227
2	50	25,4	1,25	1,6	2,85	1550	1,65	1035	-1006
	56	28,5	1,5	1,95	3,45	2622	1,99	1218	-1174
	63	31	1,8	2,35	4,15	4238	2,39	1351	-1315
	71	36	2	2,6	4,6	5144	2,65	1342	-1295
	80	41	2,25	2,95	5,2	6613	2,99	1370	-1311
	90	46	2,5	3,2	5,7	7684	3,3	1286	-1246
	100	51	2,7	3,5	6,2	8609	3,57	1235	-1191
	112	57	3	3,9	6,9	10489	3,97	1218	-1174
	125	64	3,5	4,5	8	15416	4,62	1318	-1273
	140	72	3,8	4,9	8,7	17195	5,02	1249	-1203
	160	82	4,3	5,6	9,9	21843	5,7	1238	-1189
	180	92	4,8	6,2	11	26442	6,35	1201	-1159
	200	102	5,5	7	12,5	36111	7,25	1247	-1213
	3	225	112	6,5 (6,2)	7,1	13,6	44580	8,27	1137
250		127	7 (6,7)	7,8	14,8	50466	8,95	1116	-1086

^a Angegeben sind jeweils die Nenngrößen der Dicke der Tellerfeder t . Bei Tellerfedern mit Auflageflächen (siehe Abschnitt 4, Gruppe 3) wird, um die vorgeschriebene Federkraft F bei $s \approx 0,75 h_0$ zu erreichen, die Dicke der Tellerfeder vom Hersteller verringert, bei Federn der Reihen A und B auf $t' \approx 0,94 \cdot t$ und bei Reihe C auf $t' \approx 0,96 \cdot t$.

A&I-Normenabonnement - Siemens AG - Kd.-Nr. 986345 - Abo-Nr. 00002703/001/001 - 2006-02-24 07:29:19

8 Herstellung

8.1 Formgebung

Zur Herstellung der Tellerfedern sind nachfolgende Formgebungsverfahren vorgeschrieben:

Tabelle 4 — Vorgeschriebene Formgebungsverfahren

Gruppe	Formgebungsverfahren	Oberflächen ^a Ober- und Unterseite μm	Oberflächen ^a Innen- und Außenrand μm	Werkstoff nach
1	Stanzen, Kaltformen, Kantenrunden	$R_a < 3,2$	$R_a < 12,5$	DIN EN 10132-4
2	Stanzen ^b , Kaltformen, Drehen D_e und D_i Kantenrunden	$R_a < 6,3$	$R_a < 6,3$	DIN EN 10132-4
	oder Feinschneiden ^c , Kaltformen, Kantenrunden	$R_a < 6,3$	$R_a < 3,2$	DIN EN 10132-4
3	Kalt- oder Warmformen, allseits drehen, Kanten runden	$R_a < 12,5$	$R_a < 12,5$	DIN EN 10083 DIN EN 10089
	Stanzen ^b , Kaltformen, Drehen D_e und D_i Kantenrunden	$R_a < 12,5$	$R_a < 12,5$	DIN EN 10132-4
	oder Feinschneiden ^c , Kaltformen, Kantenrunden	$R_a < 12,5$	$R_a < 12,5$	DIN EN 10132-4

^a Diese Angaben gelten nicht für kugelgestrahlte Tellerfedern.

^b Stanzen ohne Drehen von D_e und D_i ist nicht zulässig.

^c Feinschneiden nach VDI-Richtlinie 2906 Blatt 5:
Glattschnittanteil min. 75 %
Einrissklasse 2
schalenförmiger Abriss max. 25 %

8.2 Wärmebehandlung

Um gute Dauerfestigkeitswerte bei geringer Relaxation zu erreichen, muss die Härte der Tellerfedern innerhalb der Grenzwerte 42 HRC bis 52 HRC liegen.

Bei Tellerfedern der Gruppe 1 ist die Härte nach Vickers (425 HV10 bis 510 HV10) zu messen.

Die Entkohlungstiefe darf nach dem Vergüten 3 % der Tellerfederdicke nicht überschreiten.

8.3 Kugelstrahlen

Zur weiteren Steigerung der Schwingfestigkeit gegenüber den Angaben in den Bildern 5 bis 7 empfiehlt sich ein fachgerechtes Kugelstrahlen.

Diese Zusatzbehandlung ist zwischen Kunde und Hersteller zu vereinbaren.

8.4 Vorsetzen

Jede Tellerfeder muss nach der Wärmebehandlung durch Drücken bis Planlage vorgesetzt werden. Nach dem Belasten mit der doppelten Prüfkraft F_t müssen die in Tabelle 6 angegebenen Toleranzen für die Federkraft eingehalten werden.

8.5 Oberflächen- und Korrosionsschutz

Die Oberfläche muss frei von Fehlern, z. B. Narben, Rissen und Korrosion, sein.

Der Korrosionsschutz richtet sich nach dem Verwendungszweck der Tellerfedern. Er kann erreicht werden durch Phosphatieren, Brünieren oder durch Aufbringen metallischer Schutzüberzüge, z. B. Zink, Nickel usw.; dies ist zu vereinbaren.

Bei den heute bekannten Verfahren zur Abscheidung von Metallüberzügen aus wässrigen Lösungen ist bei Tellerfedern ein wasserstoffinduzierter Sprödbruch nicht mit Sicherheit auszuschließen. Bei Teilen mit Härte ab 40 HRC besteht sogar eine erhöhte Sprödbruchgefahr. Deshalb sind hier in Bezug auf Werkstoffauswahl, mechanische Bearbeitung, Wärme- und Oberflächenbehandlung besondere Maßnahmen erforderlich, siehe z. B. DIN 50969. Bei Bestellung von galvanisch oberflächengeschützten Tellerfedern wird deshalb eine Rücksprache mit dem Federnhersteller empfohlen.

Bei schwingungsbeanspruchten Tellerfedern sollten galvanische Verfahren vermieden und solche Verfahren angewendet werden, bei denen nachteilige Auswirkungen nicht auftreten.

Standard-Korrosionsschutz ist phosphatiert und geölt.

9 Toleranzen

9.1 Durchmesser toleranzen

D_e : Toleranzfeld h12

Koaxialität für $D_e \leq 50$: $2 \cdot IT11$

Koaxialität für $D_e > 50$: $2 \cdot IT12$

D_i : Toleranzfeld H12

9.2 Toleranzen für die Dicke der Tellerfeder

Tabelle 5

Gruppe	t	Grenzabmaße
1	$0,2 \leq t \leq 0,6$	+ 0,02 - 0,06
	$0,6 < t < 1,25$	+ 0,03 - 0,09
2	$1,25 \leq t \leq 3,8$	+ 0,04 - 0,12
	$3,8 < t < 6,0$	+ 0,05 - 0,15
3	$6,0 < t \leq 14,0$	$\pm 0,10$

9.3 Toleranzen für die Bauhöhe l_0

Tabelle 6

Gruppe	t	Grenzabmaße
1	$t < 1,25$	+ 0,10 - 0,05
2	$1,25 \leq t \leq 2,0$	+ 0,15 - 0,08
	$2,0 < t \leq 3,0$	+ 0,20 - 0,10
	$3,0 < t \leq 6,0$	+ 0,30 - 0,15
3	$6,0 < t \leq 14,0$	$\pm 0,30$

9.4 Toleranzen für die Federkraft

9.4.1 Einzelfeder

Die Federkraft F_t wird an der Tellerfeder beim Nennwert der Höhe $l_t = l_0 - 0,75 h_0$ geprüft. Gemessen wird beim Belasten der Feder. Die Tellerfedern sind zwischen planparallelen Druckplatten unter Verwendung eines geeigneten Schmiermittels zu prüfen. Die Druckplatten müssen gehärtet, geschliffen und poliert sein.

Tabelle 7

Gruppe	t	Toleranzen für die Federkraft F_t bei Prüflänge $l_t = l_0 - 0,75 h_0$ %
1	$t < 1,25$	+ 25 - 7,5
2	$1,25 \leq t \leq 3,0$	+ 15 - 7,5
	$3,0 < t \leq 6,0$	+ 10 - 5
3	$6,0 < t \leq 14,0$	± 5

Zur Einhaltung der vorgeschriebenen Krafttoleranzen kann eine Überschreitung der Bauhöhen- und der Dickentoleranz als Fertigungsausgleich erforderlich sein.

9.4.2 Federsäule

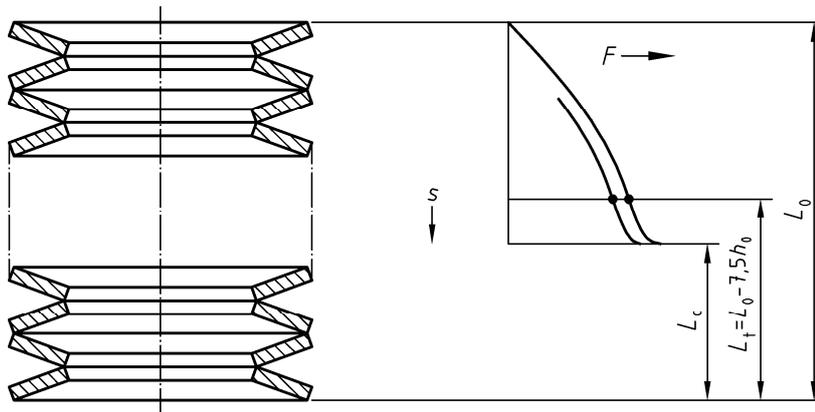


Bild 2 — Belastungs- und Entlastungskennlinie bei der Säulenprüfung

Die Überprüfung der Kraftabweichung zwischen Be- und Entlastungskennlinie wird mit einer Federsäule aus 10 wechselsinnig aneinander gereihten Einzeltellerfedern durchgeführt.

Vor der Prüfung ist die Federsäule mit der doppelten Federkraft F_t zusammenzudrücken. Die Federn müssen auf einem Führungsbolzen nach Abschnitt 13 geführt sein. Das Spiel zwischen Führungsbolzen und Tellerfeder ist Tabelle 9 zu entnehmen. Die Druckplatten müssen den Bedingungen des Abschnittes 9.4.1 entsprechen.

Bei $L_t = L_0 - 7,5 h_0$ muss die Federkraft der Entlastungskennlinie mindestens den in Tabelle 8 angegebenen prozentualen Anteil der Federkraft der jeweiligen Belastungskennlinie erreichen (siehe auch Bild 2).

Tabelle 8 — Mindestwert der Entlastungskraft in % der Belastungskraft bei L_t

Gruppe	Reihe		
	A	B	C
1	90		85
2	92,5		87,5
3	95		90

9.5 Spiel zwischen Führungselementen und Tellerfedern

Zur Führung von Tellerfedern ist ein Führungselement erforderlich. Bei zu bevorzugender Innenführung ist ein Führungsbolzen, bei Außenführung eine Führungshülse zu verwenden.

Tabelle 9 — Empfohlenes Spiel zwischen Führungselementen und Tellerfedern

D_i bzw. D_e	Gesamtführungsspiel
bis 16	0,2
über 16 bis 20	0,3
über 20 bis 26	0,4
über 26 bis 31,5	0,5
über 31,5 bis 50	0,6
über 50 bis 80	0,8
über 80 bis 140	1,0
über 140 bis 250	1,6

10 Kriechen und Relaxation

Jede Feder erleidet unter Belastung im Laufe der Zeit eine Einbuße an Federkraft, die sich je nach Belastungsart der Feder als Kriechen oder als Relaxation bemerkbar machen kann. Für beide ist die Spannungsverteilung über dem Querschnitt maßgebend. Ihr Einfluss kann über die rechnerische Spannung σ_{OM} abgeschätzt werden (siehe DIN 2092, Abschnitt 10).

Von Kriechen spricht man, wenn die mit einer konstanten Kraft belastete Feder im Laufe der Zeit einen zusätzlichen Höhenverlust Δl erleidet. Von Relaxation spricht man, wenn die Feder auf eine konstante Höhe zusammengedrückt ist und sich im Laufe der Zeit ein Kraftabfall ΔF bemerkbar macht.

Bei statisch beanspruchten Tellerfedern sollte die Relaxation die in den Bildern 3 und 4 dargestellten Richtwerte nicht überschreiten.

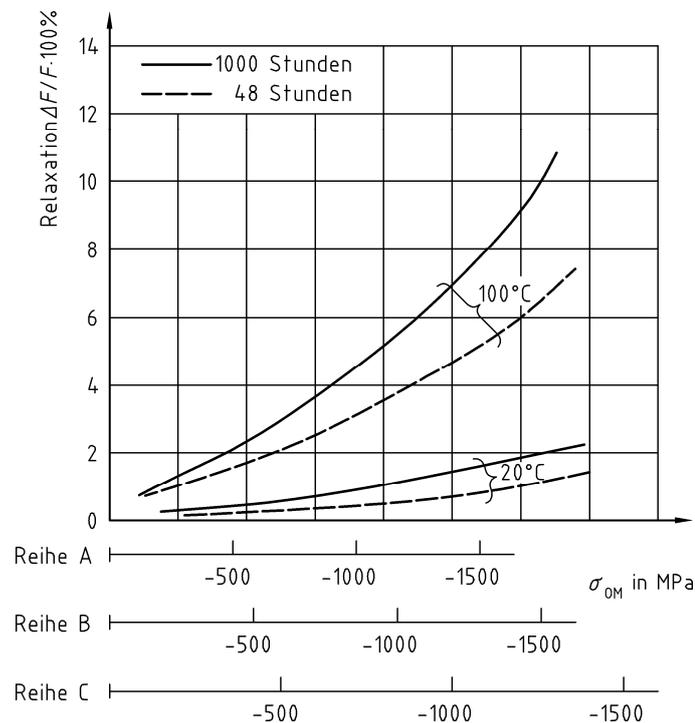


Bild 3 — Richtwerte für die Relaxation für Tellerfedern aus C-Stählen nach DIN EN 10132-4

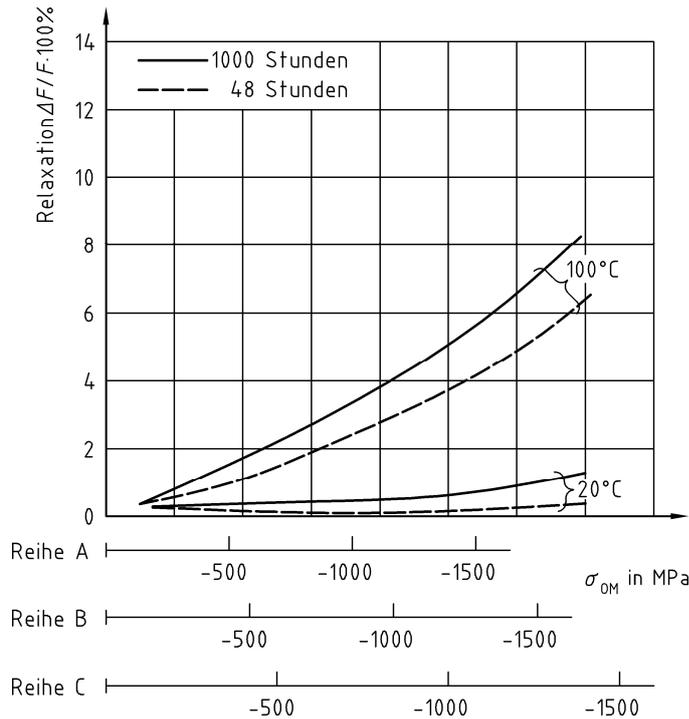


Bild 4 — Richtwerte für die Relaxation für Tellerfedern aus legierten Federstählen nach DIN EN 10089 und DIN EN 10132-4

Bei höheren Arbeitstemperaturen als 100 °C wende man sich an den Federhersteller.

11 Zulässige Spannungen

11.1 Ruhende bzw. selten wechselnde Beanspruchung

Bei Tellerfedern aus Federstahl nach DIN EN 10089 und DIN EN 10132-4 mit ruhender bzw. selten wechselnder Beanspruchung sollte bei maximaler Einfederung der Betrag der rechnerischen Spannung σ_{OM} von 1600 MPa nicht überschritten werden.

Bei höheren Spannungen kann ein stärkerer Federkraftverlust der Tellerfeder eintreten (siehe Abschnitt 10).

11.2 Schwingende Beanspruchung

Mindestvorspannfederweg zur Vermeidung von Anrissen:

Tellerfedern mit schwingender Beanspruchung sollen mindestens mit einem Vorspannfederweg $s_1 \approx 0,15 h_0$ bis $s_1 \approx 0,20 h_0$ eingebaut werden, um dem Auftreten von Anrissen an der Querschnittsstelle I (siehe Bild 1) infolge von Zugeigenspannungen aus dem Vorsetzvorgang vorzubeugen.

11.2.1 Zulässige Beanspruchungen

In den Dauer- und Zeitfestigkeitsschaubildern, siehe Bilder 5 bis 7, sind für schwingend beanspruchte, nicht kugelgestrahlte Tellerfedern Richtwerte der Dauerhubfestigkeit σ_H bei $N = \leq 2 \cdot 10^6$ und der Zeitfestigkeit bei $N = 10^5$ und $N = 5 \cdot 10^5$ in Abhängigkeit von der Unterspannung σ_U angegeben.

Zwischenwerte für andere Lastspielzahlen dürfen geschätzt werden.

Die Bilder 5 bis 7 wurden aus Laborversuchen auf Prüfmaschinen mit gleichmäßig sinusförmiger Belastung durch statistische Auswertung für 99%ige Überlebenswahrscheinlichkeit ermittelt. Die Schaubilder gelten für Einzeltellerfedern und für Federsäulen mit $l \leq 10$ wechelsinnig aneinander gereihten Einzeltellerfedern, die bei üblicher Raumtemperatur arbeiten, bei oberflächengehärteter und einwandfrei bearbeiteter Innen- und Außenführung sowie einem Mindestvorspannfederweg $s_1 \approx 0,15 h_0$ bis $s_1 \approx 0,20 h_0$.

Um die Lebensdauer nicht zu verkürzen, sind die Tellerfedern vor mechanischer Beschädigung oder anderen schädlichen äußeren Einflüssen zu schützen.

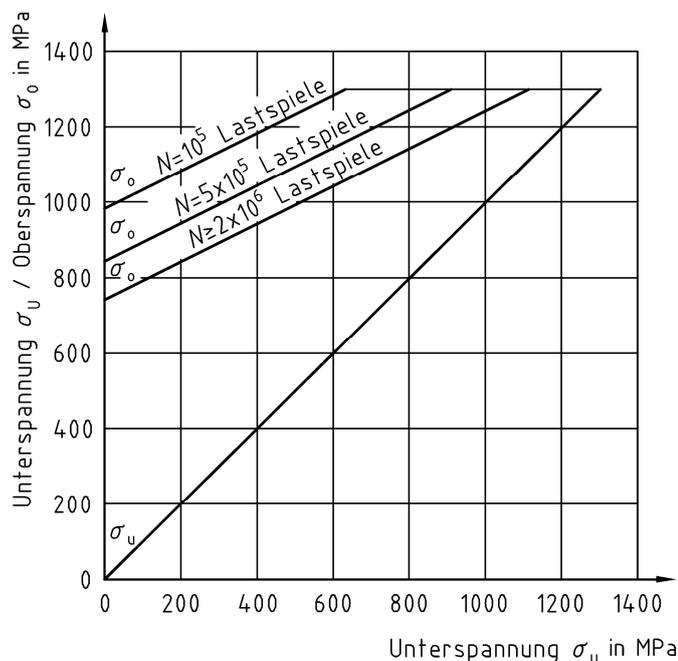


Bild 5 — Dauer- und Zeitfestigkeitsschaubild für nicht kugelgestrahlte Tellerfedern mit $t < 1,25$ mm

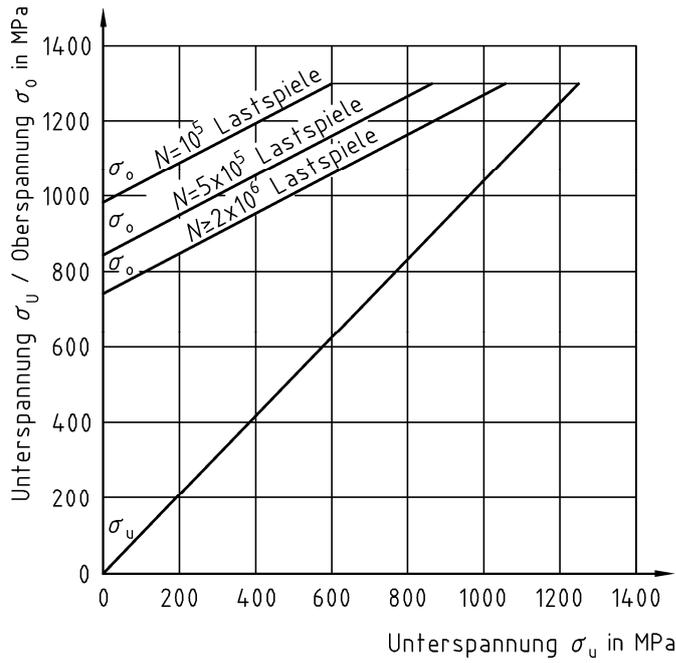


Bild 6 — Dauer- und Zeitfestigkeitsschaubild für nicht kugelgestrahlte Tellerfedern mit $1,25 \text{ mm} \leq t \leq 6 \text{ mm}$

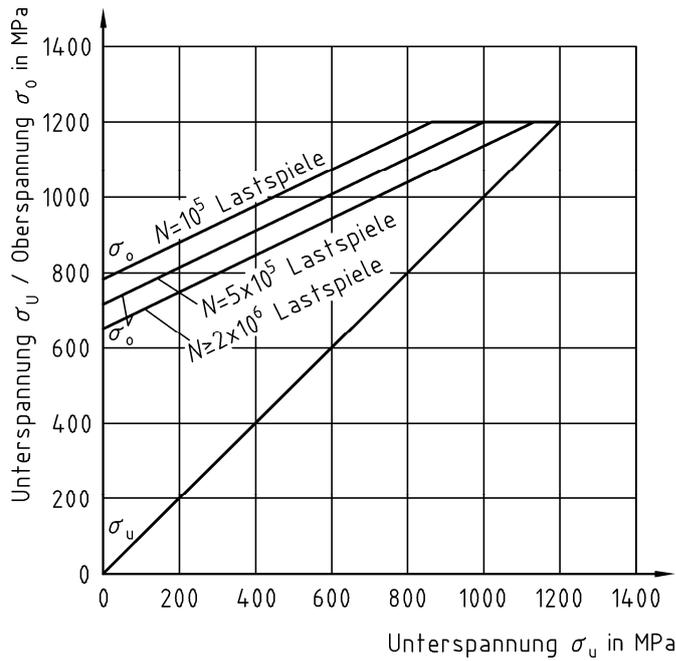


Bild 7 — Dauer- und Zeitfestigkeitsschaubild für nicht kugelgestrahlte Tellerfedern mit $6 \text{ mm} < t \leq 14 \text{ mm}$

In der Praxis ist zu berücksichtigen, dass die Beanspruchungsart in vielen Fällen von einer annähernd sinusförmigen Schwingung abweicht. Bei Zusatzbeanspruchungen, z. B. durch stoßartige, dynamische Beanspruchung und/oder in Folge von Eigenschwingungen, verringert sich die Lebensdauer.

Die Werte der Schaubilder dürfen deshalb bei diesen Beanspruchungsfällen nur unter Einbeziehung entsprechender Sicherheiten verwendet werden. Gegebenenfalls ist eine Rücksprache beim Federnhersteller notwendig.

ANMERKUNG Für Tellerfedern aus anderen Werkstoffen als in diesem Dokument angegeben, und für Federsäulen mit $i > 10$ oder mit mehrfach geschichteten Einzeltellerfedern sowie bei sonstigen ungünstigen Einflüssen, die auch thermischer oder chemischer Art sein können, liegen keine hinreichenden Dauerfestigkeitswerte vor. Auf Wunsch können Hinweise von den Federnherstellern gegeben werden.

Bei Federsäulen aus einer größeren Anzahl von Tellerfedern mit stark degressiver Kennlinie (Reihe C) muss wegen der Reibung zwischen den Tellerfedern und dem Führungselement sowie im Toleranzbereich liegenden Maßunterschieden mit einer ungleichmäßigen Beteiligung der einzelnen Federn an der Gesamteinfederung gerechnet werden.

Hierbei erleiden die Federn am bewegten Ende der Federsäule die größere Einfederung, die eine geringere als den Dauer- und Zeitfestigkeitsschaubildern entnehmbare Lebensdauer zur Folge hat.

Durch zusätzliches Kugelstrahlen der Tellerfeder kann die Lebensdauer deutlich erhöht werden.

12 Prüfungen

Alle über 12.1 und 12.2 hinausgehenden Prüfungen sind mit dem Hersteller zu vereinbaren.

12.1 Prüfung auf Maßhaltigkeit, Federkraft und Ausführung

Für die Prüfung gelten die Festlegungen in DIN EN ISO 3269.

Für die Merkmale und die annehmbaren Qualitätsgrenzlagen gilt Tabelle 10.

Tabelle 10

Merkmale	AQL-Wert
Hauptmerkmale Federkraft F ($s \approx 0,75 h_0$) Außendurchmesser D_e Innendurchmesser D_i	1
Nebenmerkmale Bauhöhe l_0 Tellerfederdicke t bzw. t' Oberflächenrauheit R_a	1,5

12.2 Härteprüfung

Für die Härteprüfung nach Vickers gelten DIN EN ISO 6507-1 bis DIN EN ISO 6507-4. Für die Härteprüfung nach Rockwell gelten DIN EN ISO 6508-1 bis DIN EN ISO 6508-3.

Der Prüfeindruck ist an der Federoberseite in der Mitte zwischen Innen- und Außendurchmesser anzubringen.

13 Anwendungshinweise

Die Führungselemente und die Auflagen sollen nach Möglichkeit einsatzgehärtet sein (Einsatztiefe $\approx 0,8$ mm) und eine Mindesthärte von 60 HRC aufweisen. Die Oberfläche des Führungselementes soll glatt und möglichst geschliffen sein. Bei statischer Belastung können auch ungehärtete Führungselemente verwendet werden.

Literaturhinweise

DIN 4000-11, *Sachmerkmaleisten für Federn*

DIN 59200, *Flacherzeugnisse aus Stahl — Warmgewalzter Breitflachstahl — Maße, Masse, Grenzabmaße, Formtoleranzen und Grenzabweichungen der Masse*

DIN EN 10048, *Warmgewalzter Bandstahl — Grenzabmaße und Formtoleranzen*

DIN EN 10051, *Kontinuierlich warmgewalztes Blech und Band ohne Überzug aus unlegierten und legierten Stählen — Grenzabmaße und Formtoleranzen*

DIN EN 10140, *Kaltband — Grenzabmaße und Formtoleranzen*²⁾

DIN EN 12476, *Phosphatierüberzüge auf Metallen — Verfahren für die Festlegung von Anforderungen*

DIN EN ISO 11124-1, *Vorbereitung von Stahloberflächen vor dem Auftragen von Beschichtungsstoffen — Anforderungen an metallische Strahlmittel — Teil 1: Allgemeine Einleitung und Einteilung*

DIN ISO 2162-1, *Technische Produktinformation — Federn — Teil 1: Vereinfachte Darstellung*

DIN ISO 2162-3, *Technische Produktinformation — Federn — Teil 3: Begriffe*

2) Neuausgabe in Vorbereitung (zz. Entwurf)