



Berechnung der Federn

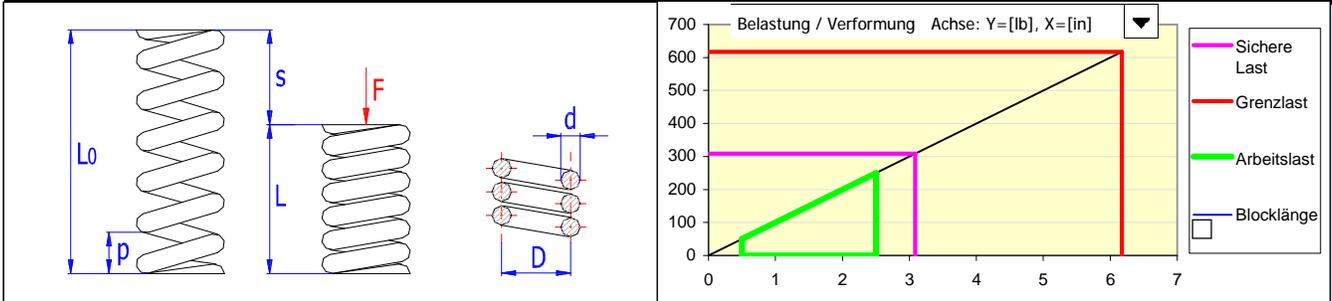
i Projektinformationen

? Kapitel der Eingangsparameter

1.0 Wahl des Federwerkstoffes, Betriebs- und Herstellungsparameter

1.1	Materialnorm	ASTM/SAE	▼	1.3	Berechnungseinheiten	Imperial (lbf, in, HP,...)	▼
1.2	Materialart	Federdraht	▼	1.4	Diagrammtyp	Belastung / Verformung	▼
1.5	Werkstoff der Feder						
1.6	Saitendraht nach ASTM A228		▼ <input checked="" type="checkbox"/>	1.21	Betriebsparameter, Sicherheitszahl		
1.7	Eignung für dynamische Belastung	exzellent		1.22	Betriebstemperatur	68 [° F]	1,00 <input checked="" type="checkbox"/>
1.8	Relative Werkstofffestigkeit	hohe		1.23	Belastungsmodus	zyklische Belastung	2,00 <input checked="" type="checkbox"/>
1.9	Korrosionsfestigkeit	unzureichend		1.24	Betriebsmodus der Belastung	Leichtbetrieb, fließende Belastung	1,00 <input checked="" type="checkbox"/>
1.10	Maximale Arbeitstemperatur	250	[° F]	1.25	Betriebsumfeld	nicht aggressiv	1,00 <input checked="" type="checkbox"/>
1.11	Gelieferte Drahtdurchmesser	0,005 - 0,25	[in]	1.26	Oberflächenbehandlung	Normalausführung	1,00 <input checked="" type="checkbox"/>
1.12	Elastizitätsmodul	E ₂₀	29000 [ksi]	1.27	Totalmaß der Sicherheit		2,00 <input checked="" type="checkbox"/>
1.13	- bei der Arbeitstemperatur	E	29000 [ksi]				
1.14	Schubmodul	G ₂₀	11750 [ksi]				
1.15	- bei der Arbeitstemperatur	G	11750 [ksi]				
1.16	Poissonsche Zahl	μ	0,29				
1.17	Dichte	ρ	490 [lb/ft ³]				
1.18	Zugfestigkeit	R _m	190 [ksi]				
1.19	Max. zulässige Biegespannung	σ _Z	133 [ksi]				
1.20	Max. zulässige Schubspannung	τ _Z	95 [ksi]				

2.0 Zylindrische Schraubdruckfedern aus Drähten des Kreisquerschnitts



2.1 Entwurf der Feder

				Berechnung	Abweichung	
2.2	Minimale Arbeitsbelastung	F1	50,00 [lb]	50,0474667	0,09%	
2.3	Maximale Arbeitsbelastung	F8	250,00 [lb]	249,952533	-0,02%	
2.4	Arbeitshub der Feder	H	2,0000 [in]	2,00047478	0,02%	
2.5	Verlangte Federrate	k	100,00 [lb/in]		-0,02%	
2.6	Mittlerer Federdurchmesser	D	3,0000 [in]	2,99976265	-0,01%	2.9 Optimierung D/d 8
2.7	Drahtdurchmesser	d	0,3750 [in]	0,37502225	0,01%	
2.8	Anzahl der Arbeitswindungen	n	10,76	10,7574463	-0,02%	

2.10 Kontrolldaten

2.11	Wickelverhältnis	D/d	8,00	2.14	Max. zulässige Belastung	F8 _{max}	308,6 [lb]
2.12	Federrate	k	99,98 [lb/in]	2.15	Max. zulässiger Hub	H _{max}	2,587 [in]
2.13	Federgewicht	m	3,536 [lb]	2.16	Sicherheitszahl		2,47

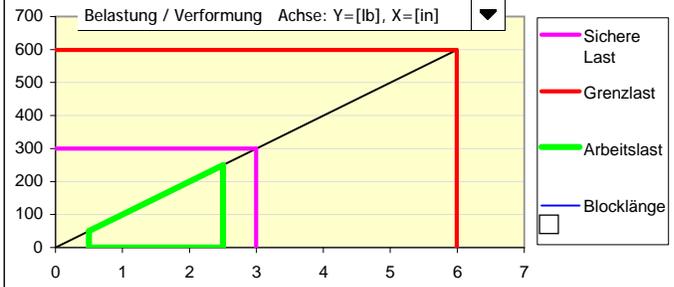
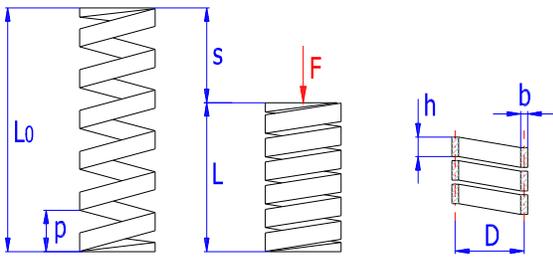
2.17 Auslegungsdaten

2.18	Auslegung der Federenden	Geschlossenes Ende bearbeitet ▼	
2.19	Blocklänge	Ls	4,785 [in]
2.20	Empfohlene Grenzen der freien Länge		7,411 30 [in]
2.21	Länge der unbelasteten Feder	L0	12,3700 <input checked="" type="checkbox"/> [in]
2.22	Empfohlene Grenzen der Windungsteilung		0,9 1,8 [in]
2.23	Abstand zwischen den Windungen	p	1,08 [in]
2.24	Außen- / Innendurchmesser	D _e /D _i	3,375 2,625 [in]
2.25	Abwicklungslänge des Drahtes	l	122,5 [in]
2.26	Deformationsenergie der Feder	W8	26,05 [ft lb]

2.27 Parameter des Arbeitszyklus

	1	8	9	
F _i	50,0	250,0	617,2	[lb]
s _i	0,5001	2,5006	6,1735	[in]
L _i	11,8699	9,8694	6,1965	[in]
τ _i	7,7	38,48	95	[ksi]

3.0 Zylindrische Schraubdruckfedern aus Drähten des rechteckigen Querschnitts



3.1 Entwurf der Feder

				Berechnung	Abweichung
3.2	Minimale Arbeitsbelastung	F1	50,00 [lb]	50,0497416	0,10%
3.3	Maximale Arbeitsbelastung	F8	250,00 [lb]	249,950258	-0,02%
3.4	Arbeitshub der Feder	H	2,0000 [in]	2,00049754	0,02%
3.5	Verlangte Federrate	k	100,00 [lb/in]		-0,02%
3.6	Mittlerer Federdurchmesser	D	3,0000 [in]	2,99975127	-0,01%
3.7	Drahtbreite	b	0,3750 [in]	≈ 0,375	0,01%
3.8	Drahthöhe	h	0,3750 [in]	≈ 0,375	0,01%
3.9	Anzahl der Arbeitswindungen	n	15,41	15,4061674	-0,02%

3.10 Optimierung

b/h	1:1	D/b	8
-----	-----	-----	---

3.11 Kontrolldaten

3.12	Wickelverhältnis	D/b	8,00	3.15	Max. zulässige Belastung	F8 _{max}	299,4	[lb]
3.13	Federrate	k	99,98 [lb/in]	3.16	Max. zulässiger Hub	H _{max}	2,495	[in]
3.14	Federgewicht	m	6,282 [lb]	3.17	Sicherheitszahl		2,40	

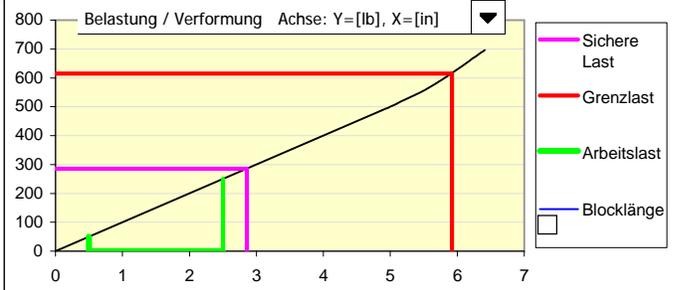
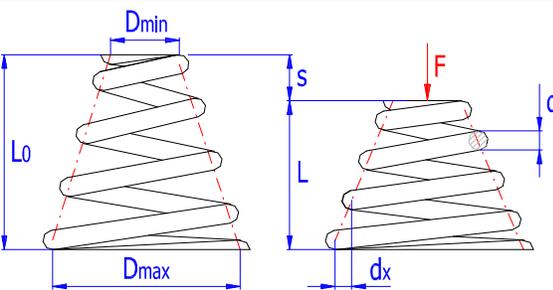
3.18 Auslegungsdaten

3.19	Auslegung der Federenden	Geschlossenes Ende bearbeitet	
3.20	Blocklänge	Ls	6,5288 [in]
3.21	Empfohlene Grenzen der freien Länge		9,154 30 [in]
3.22	Länge der unbelasteten Feder	L0	17,3900 [in] <input checked="" type="checkbox"/>
3.23	Empfohlene Grenzen der Windungsteilung		0,9 1,8 [in]
3.24	Abstand zwischen den Windungen	p	1,08 [in]
3.25	Außen- / Innendurchmesser	D _e /D _i	3,375 2,625 [in]
3.26	Abwicklungslänge des Drahtes	l	167,14 [in]
3.27	Deformationsenergie der Feder	W8	26,05 [ft lb]

3.28 Parameter des Arbeitszyklus

	1	8	9	
F _i	50,0	250,0	598,9	[lb]
s _i	0,5001	2,5006	5,9902	[in]
L _i	16,8899	14,8894	11,3998	[in]
τ _i	7,93	39,66	95	[ksi]

4.0 Kegelförmige Schraubdruckfedern aus Drähten des Kreisquerschnitts



4.1 Entwurf der Feder

				Vorentwurf
4.2	Minimale Arbeitsbelastung	F1	50,00 [lb]	50,0441483
4.3	Maximale Arbeitsbelastung	F8	250,00 [lb]	249,955852
4.4	Arbeitshub der Feder	H	2,0000 [in]	2,00044158
4.5	Min. mittlerer Federdurchmesser	D _{min}	3,5000 [in]	3,49974245
4.6	Max. mittlerer Federdurchmesser	D _{max}	5,2500 [in]	5,24961367
4.7	Mittlerer Federdurchmesser	D	4,3750 [in]	
4.8	Drahtdurchmesser	d	0,4375 [in]	0,43752415
4.9	Anzahl der Arbeitswindungen	n	6,18	6,17863582

4.10 Berechnung

	Berechnung	Abweichung
	50,0495911	0,10%
	249,954987	-0,02%
	2,0005	0,02%

4.11 Optimierung

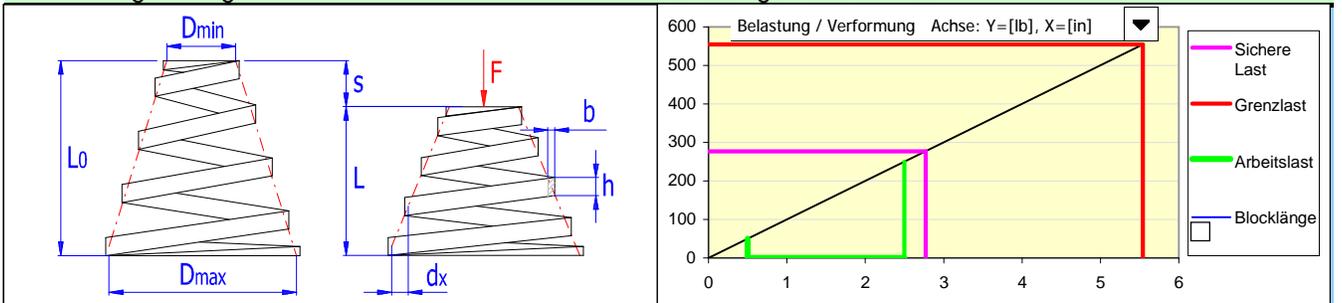
D _{max} /min	1,5	D _{min} /d	8
-----------------------	-----	---------------------	---

4.12 Kontrolldaten

4.13	Min. Wickelverhältnis	D _{min} /d	8,00	4.18	Max. zulässige Belastung	F8 _{max}	285,6	[lb]
4.14	Max. Wickelverhältnis	D _{max} /d	12,00	4.19	Sicherheitszahl		2,29	

4.15	Durchmesserverhältnis	D_{max}/D_{min}	1,50		4.20	Arbeitsbereich mit konstanter Federrate		
4.16	Windungsdistance	dx	0,107	[in]	4.21	Max. Belastung	F_C 488,0 [lb]	
4.17	Federgewicht	m	4,285	[lb]	4.22	Federrate	k_C 99,98 [lb/	
4.23 Auslegungsdaten								
4.24	Auslegung der Federenden	Geschlossenes Ende bearbeitet			4.33 Parameter des Arbeitszyklus			
4.25	Blocklänge	L_s	3,4701	[in]		1	8	9
4.26	Empfohlene Grenzen der freien Länge		5,971	21,875	F_i	50,0	250,0	615,0
4.27	Länge der unbelasteten Feder	L_0	11,5800	[in]	s_i	0,5001	2,5006	5,9227
4.28	Empfohlene Grenzen der Windungsteilung		1,75	3,063	L_i	11,0799	9,0794	5,6573
4.29	Abstand zwischen den Windungen	p	1,75	[in]	τ_i	8,32	41,58	95
4.30	Max. Außen- / min. Innendurchmesser	D_e/D_i	5,688	3,063	k_i	99,98	99,98	149,41
4.31	Abwicklungslänge des Drahtes	l	114,52	[in]				
4.32	Deformationsenergie der Feder	W_8	26,05	[ft lb]				

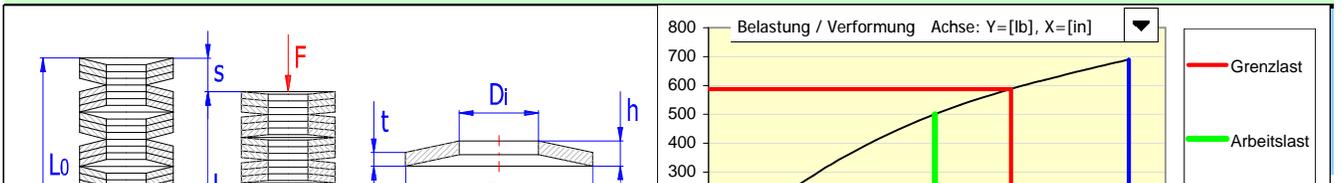
5.0 Kegelförmige Schraubdruckfedern aus Drähten des rechteckigen Querschnitts

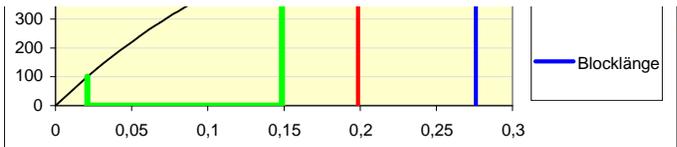
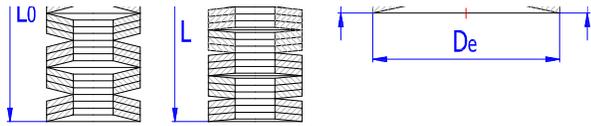


5.1 Entwurf der Feder				Vorentwurf		5.11 Berechnung		Abweichung	
5.2	Minimale Arbeitsbelastung	F_1	50,00	[lb]	49,9973985		49,9992371	0,00%	
5.3	Maximale Arbeitsbelastung	F_8	250,00	[lb]	250,002602		250,002901	0,00%	
5.4	Arbeitshub der Feder	H	2,0000	[in]	1,99997398		2	0,00%	
5.5	Min. mittlerer Federdurchmesser	D_{min}	3,5726	[in]	3,57261549				
5.6	Max. mittlerer Federdurchmesser	D_{max}	5,3589	[in]	5,35892324				
5.7	Mittlerer Federdurchmesser	D	4,4658	[in]					
5.8	Drahtbreite	b	0,4375	[in]	0,43749858				
5.9	Drahthöhe	h	0,4375	[in]	0,43749858				
5.10	Anzahl der Arbeitswindungen	n	8,32		8,32010822				
5.12 Optimierung									
	D_{max}/min		1,5						
	D_{min}/b		8						
	b/h		1:1						

5.13 Kontrolldaten				5.19 Max. zulässige Belastung		$F_{8,max}$ 277,1 [lb]		
5.14	Min. Wickelverhältnis	D_{min}/b	8,17		5.20	Sicherheitszahl	2,22	
5.15	Max. Wickelverhältnis	D_{max}/b	12,25		5.21	Arbeitsbereich mit konstanter Federrate		
5.16	Durchmesserverhältnis	D_{max}/D_{min}	1,50		5.22	Max. Belastung	F_C 675,0 [lb]	
5.17	Windungsdistance	dx	0,0865	[in]	5.23	Federrate	k_C 100,00 [lb/	
5.18	Federgewicht	m	7,229	[lb]				
5.24 Auslegungsdaten								
5.25	Auslegung der Federenden	Geschlossenes Ende bearbeitet			5.34 Parameter des Arbeitszyklus			
5.26	Blocklänge	L_s	4,515	[in]		1	8	9
5.27	Empfohlene Grenzen der freien Länge		7,015	22,329	F_i	50,0	250,0	554,2
5.28	Länge der unbelasteten Feder	L_0	15,7300	[in]	s_i	0,5	2,5	5,5422
5.29	Empfohlene Grenzen der Windungsteilung		1,786	3,126	L_i	15,23	13,23	10,1878
5.30	Abstand zwischen den Windungen	p	1,785	[in]	τ_i	8,57	42,85	95
5.31	Max. Außen- / min. Innendurchmesser	D_e/D_i	5,796	3,135	k_i	100,00	100,00	100,00
5.32	Abwicklungslänge des Drahtes	l	147,48	[in]				
5.33	Deformationsenergie der Feder	W_8	26,04	[ft lb]				

6.0 Tellerfedern





6.1 Entwurf der Feder

6.2	Minimale Arbeitsbelastung	F1	100,00	[lb]
6.3	Maximale Arbeitsbelastung	F8	500,00	[lb]
6.4	Arbeitshub der Feder	H	0,1250	[in]
6.5	Maximale zulässige Einfederung	s8/s _S	0,75	▼
6.6	Zahl der parallelen Teller im Federpaket	n	1	
6.7	Anzahl der Pakete in der Federsäule	i	4	
6.8	Außendurchmesser	De	2,2500	[in]
6.9	Innendurchmesser	Di	0,7550	[in]
6.10	Tellerdicke	t	0,0680	[in]
6.11	Tellerhöhe	h	0,1370	[in]
6.12	Innere Tellerhöhe	h0	0,0690	[in]

Vorentwurf

114
495
0,1279
1
4

6.13 Berechnung

111,949424
494,52273
0,12767021

Abweichung

11,95%
-1,10%
2,14%

6.14 Auswahl der Feder 8

2.250 x 0.755 x 0.068 x 0.137

6.15 Aufsuchen der Feder

ΔH [%]	n _{max}	i _{max}
-5	+5	3
▼	▼	▼
	3	5
▼	▼	▼

6.16 Kontrolldaten

6.17	Durchmesserverhältnis	De/Di	2,98
6.18	Relative Tellerhöhe	h0/t	1,01
6.19	Maximale (volle) Einfederung	s _S	0,276 [in]
6.20	Relative Einfederung	s8/s _S	0,54
6.21	Kraft der vollgedrückten Feder	F _S	689,3 [lb]
6.22	Maximale zulässige Belastung	F _{8max}	587,9 [lb]
6.23	Gesamtgewicht der Feder	m	0,272 [lb]

6.29 Festigkeitskontrolle (statische Belastung)

6.30	Zulässige Druckspannung	σ _{PZ}	285	<input checked="" type="checkbox"/>
6.31	Maximale Druckspannung	σ _{P8}	223,63	[ksi]
6.32	Maximale Zugspannung	σ _{T8}	87,38	[ksi]
6.33	Empfohlene Sicherheitszahl		1,00	
6.34	Sicherheitszahl		1,27	

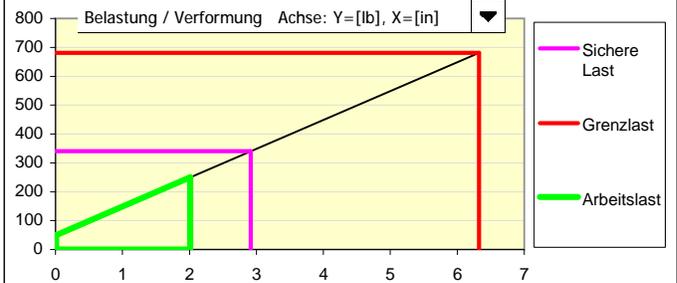
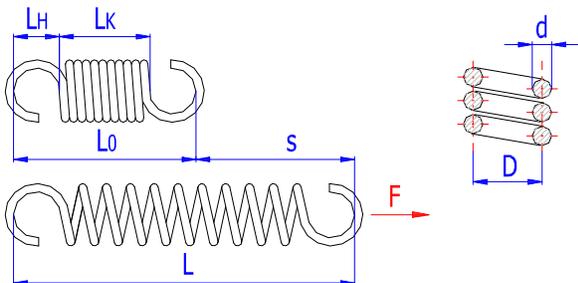
6.35 Parameter des Arbeitszyklus

	1	8	9	
Kraft F _i	100,0	500,0	587,9	[lb]
Einfederung s _i	0,0209	0,1486	0,1987	[in]
Länge L _i	0,5271	0,3994	0,3493	[in]
Spannung σ _{pi}	35,23	223,63	285	[ksi]
Federrate k _i	4507,11	2034,07	1514,39	[lb/in]

6.24 Auslegungsdaten

6.25	Gesamtzahl der Einzelteller		4
6.26	Länge der unbelasteten Feder	L0	0,55 [in]
6.27	Länge der vollgedrückten Feder	Ls	0,27 [in]
6.28	Deformationsenergie der Feder	W8	3,561 [ft lb]

7.0 Zylindrische Schraubzugfedern aus Drähten des Kreisquerschnitts



7.1 Federauslegung

Feder mit Vorspannung ▼

7.2 Entwurf der Feder

7.3	Innere Vorspannkraft	F0	49	[lb]
7.4	Minimale Arbeitsbelastung	F1	50,00	[lb]
7.5	Maximale Arbeitsbelastung	F8	250,00	[lb]
7.6	Arbeitshub der Feder	H	2,0000	[in]
7.7	Verlangte Federrate	k	100,00	[lb/in]
7.8	Mittlerer Federdurchmesser	D	2,7000	[in]
7.9	Drahtdurchmesser	d	0,3750	[in]
7.10	Anzahl der Arbeitswindungen	n	14,76	

Berechnung

50,0482101
249,95179
2,00048222
2,69978304
0,3750226
14,7564421

Abweichung

0,10%
-0,02%
0,02%
-0,02%
-0,01%
0,01%
-0,02%

7.11 Optimierung

D/d	7,2
-----	-----

7.12 Kontrolldaten

7.13	Wickelverhältnis	D/d	7,20
7.14	Federrate	k	99,98 [lb/in]
7.15	Federgewicht (ohne Ösen)	m	3,994 [lb]

7.16 Max. zulässige Belastung

7.17 Max. zulässiger Hub

7.18 Sicherheitszahl

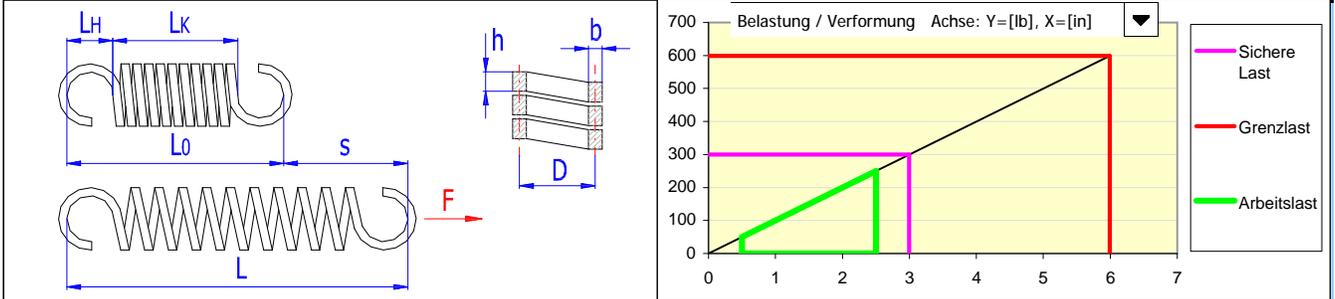
F _{8max}	340,7	[lb]
H _{max}	2,907	[in]
	2,73	

7.19 Auslegungsdaten

7.20	Auslegung der Federenden	Ganze deutsche Öse	
7.21	Empfohlene Höhe der Aufhängeöse	1,86	2,558 [in]
7.22	Höhe der Aufhängeöse	L_H	2,3250 <input checked="" type="checkbox"/> [in]
7.23	Empfohlene Grenzen der inneren Vorspannung	10,56	21,11 [ksi]
7.24	Innere Vorspannung	τ_0	6,83 <input checked="" type="checkbox"/> [ksi]
7.25	Länge der unbelasteten Feder	L_0	10,5600 [in]
7.26	Länge des aktiven Federteiles	L_K	5,91 [in]
7.27	Abstand zwischen den Windungen	p	0,375 [in]
7.28	Außen- / Innendurchmesser	D_e/D_i	3,075 2,325 [in]
7.29	Länge des Drahtes (ohne Ösen)	l	127,53 [in]
7.30	Deformationsenergie der Feder	W_8	25,05 [ft lb]

7.31	Parameter des Arbeitszyklus		
	1	8	9
F_i	50,0	250,0	681,3 [lb]
s_i	0,01	2,0105	6,3248 [in]
L_i	10,57	12,5705	16,8848 [in]
τ_i	6,97	34,86	95 [ksi]

8.0 Zylindrische Schraubzugfedern aus Drähten des rechteckigen Querschnitts



8.1	Entwurf der Feder		Berechnung	Abweichung
8.2	Minimale Arbeitsbelastung	F_1 50,00 [lb]	50,0497416	0,10%
8.3	Maximale Arbeitsbelastung	F_8 250,00 [lb]	249,950258	-0,02%
8.4	Arbeitshub der Feder	H 2,0000 [in]	2,00049754	0,02%
8.5	Verlangte Federrate	k 100,00 [lb/in]		-0,02%
8.6	Mittlerer Federdurchmesser	D 3,0000 [in]	2,99975127	-0,01%
8.7	Drahtbreite	b 0,3750 [in]	≈ 0,375	0,01%
8.8	Drahthöhe	h 0,3750 [in]	≈ 0,375	0,01%
8.9	Anzahl der Arbeitswindungen	n 15,41	15,4061674	-0,02%

8.10 Optimierung

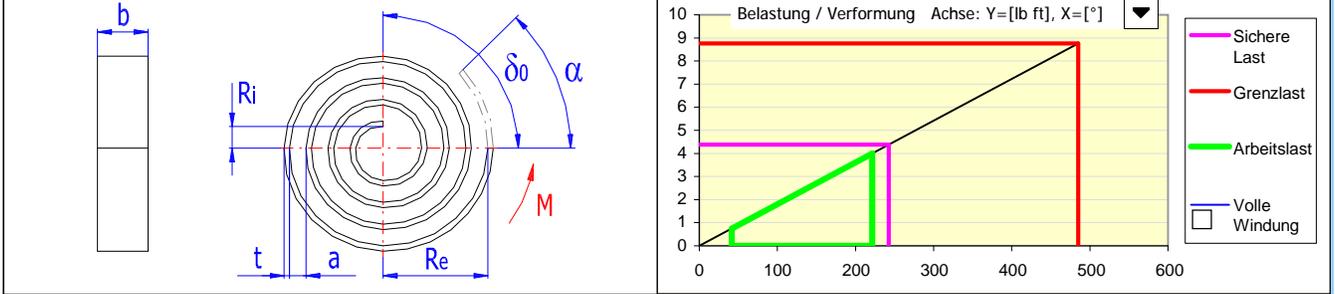
b/h	1:1	D/b	8
-------	-----	-------	---

8.11	Kontrolldaten		8.15	Max. zulässige Belastung	$F_{8,max}$ 299,4 [lb]
8.12	Wickelverhältnis	D/b 8,00	8.16	Max. zulässiger Hub	H_{max} 2,495 [in]
8.13	Federrate	k 99,98 [lb/in]	8.17	Sicherheitszahl	2,40
8.14	Federgewicht (ohne Ösen)	m 5,899 [lb]			

8.18	Auslegungsdaten	
8.19	Auslegung der Federenden	Andere
8.20	Empfohlene Höhe der Aufhängeöse	
8.21	Höhe der Aufhängeöse	L_H 3,0000 <input type="checkbox"/> [in]
8.22	Empfohlene Grenzen der freien Länge	12,461 24,867 [in]
8.23	Länge der unbelasteten Feder	L_0 15,6200 <input checked="" type="checkbox"/> [in]
8.24	Länge des aktiven Federteiles	L_K 9,62 [in]
8.25	Abstand zwischen den Windungen	p 0,5999 [in]
8.26	Außen- / Innendurchmesser	D_e/D_i 3,375 2,625 [in]
8.27	Länge des Drahtes (ohne Ösen)	l 147,94 [in]
8.28	Deformationsenergie der Feder	W_8 26,05 [ft lb]

8.29	Parameter des Arbeitszyklus		
	1	8	9
F_i	50,0	250,0	598,9 [lb]
s_i	0,5001	2,5006	5,9902 [in]
L_i	16,1201	18,1206	21,6102 [in]
τ_i	7,93	39,66	95 [ksi]

9.0 Spiralfedern

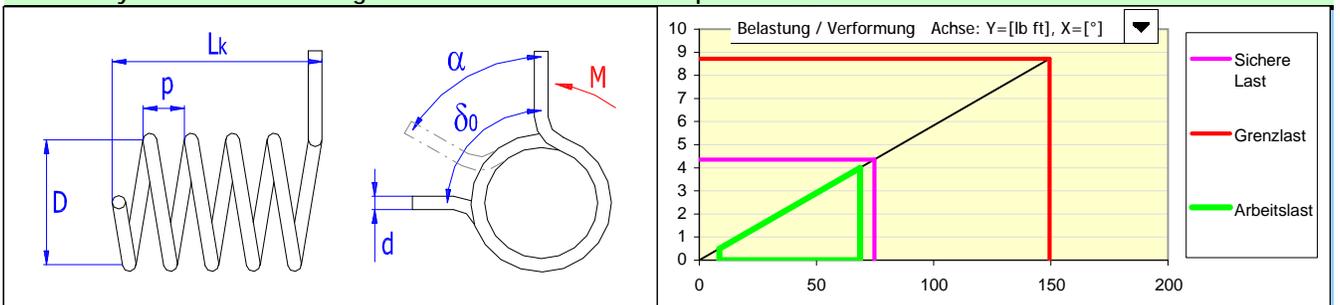


9.1 Entwurf der Feder				Berechnung	Abweichung	9.11 Optimierung	
9.2	Minimale Arbeitsbelastung	M1	0,750 [lb ft]	0,74920635	-0,11%	b/t	10
9.3	Maximale Arbeitsbelastung	M8	4,000 [lb ft]	4,00079365	0,02%		
9.4	Arbeitshub der Feder	α_H	180,0 [°]	179,956055	-0,02%	Ri/t	7
9.5	Verlangte Federrate	k	0,2167 [lb in/°]		0,02%	a0/t	1
9.6	Außenradius	Re	2,0000 [in]	2,0006105	0,03%		
9.7	Innenradius	Ri	0,5000 [in]	0,5006105	0,12%		
9.8	Federbandbreite	b	0,8000 [in]	0,79980469	-0,02%		
9.9	Federbanddicke	t	0,0800 [in]	0,07999349	-0,01%		
9.10	Anzahl der Arbeitswindungen	n0	10,15	10,1524786	0,02%		

9.12 Kontrolldaten				9.16 Max. zulässige Belastung			
9.13	Windungsspiel der freien Feder	a0	0,0678	M8 _{max}	4,379	[lb]	
9.14	Federmomentrate	k	0,2167 [lb in/°]	9.17	Max. zulässiger Hub	α_{Hmax}	200,9 [°]
9.15	Federgewicht	m	1,447 [lb]	9.18	Sicherheitszahl		2,19

9.19 Auslegungsdaten				9.26 Parameter des Arbeitszyklus			
9.20	Schenkelwinkel im freien Zustand	δ_0	306,0 [°]				
9.21	Drehwinkel der vollwindungen Feder	α_s	890,9 [°]	Moment M_i	0,750	4,000	8,757 [lb]
9.22	Windungszahl der vollwindungen Feder	n_s	12,62	Windungszahl n_i	10,27	10,77	11,50
9.23	Abwicklungslänge der Feder	L	79,72 [in]	Drehwinkel α_i	41,5	221,5	484,9 [°]
9.24	Windungsspiel der vollbelasteten Feder	a8	0,0461 [in]	Schenkelw. δ_i	264,5	84,5	- [°]
9.25	Deformationsenergie der Feder	W8	7,73 [ft lb]	Spannung σ_i	11,39	60,75	133 [ksi]

10.0 Zylindrische Verdrehungsfedern aus Drähten des Kreisquerschnitts

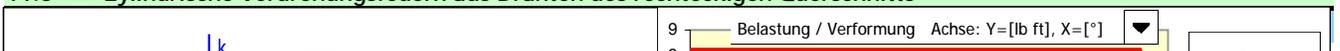


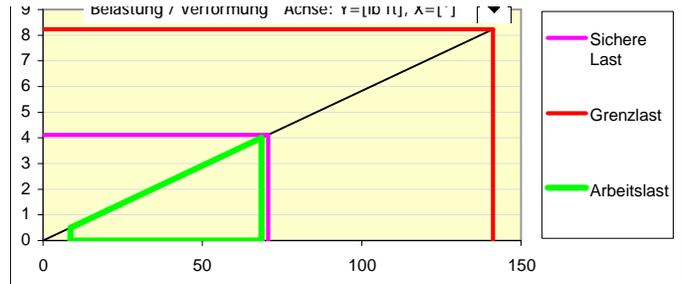
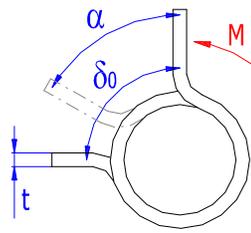
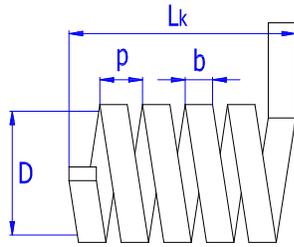
10.1 Entwurf der Feder				Berechnung	Abweichung	10.9 Optimierung	
10.2	Minimale Arbeitsbelastung	M1	0,500 [lb ft]	0,50106903	0,21%	D/d	8
10.3	Maximale Arbeitsbelastung	M8	4,000 [lb ft]	3,99893097	-0,03%		
10.4	Arbeitshub der Feder	α_H	60,0 [°]	60,0183319	0,03%		
10.5	Verlangte Federrate	k	0,7 [lb in/°]		-0,03%		
10.6	Mittlerer Federdurchmesser	D	1,6560 [in]	1,6554942	-0,03%		
10.7	Drahtdurchmesser	d	0,2070 [in]	0,20701581	0,01%		
10.8	Anzahl der Arbeitswindungen	n	12,53	12,5261729	-0,03%		

10.10 Kontrolldaten				10.14 Max. zulässige Belastung			
10.11	Wickelverhältnis	D/d	8,00	M8 _{max}	4,359	[lb]	
10.12	Federmomentrate	k	0,6998 [lb in/°]	10.15	Max. zulässiger Hub	α_{Hmax}	66,2 [°]
10.13	Federgewicht (ohne Arme)	m	0,634 [lb]	10.16	Sicherheitszahl		2,18

10.17 Auslegungsdaten				10.27 Parameter des Arbeitszyklus			
10.18	Auslegung der Federenden	Radialarme					
10.19	Schenkelwinkel im freien Zustand	δ_0	169,2 [°]				
10.20	Empfohlene Grenzen der Länge		2,941 7,988 [in]	M _i	0,500	4,000	8,717 [lb]
10.21	Länge des Federkörpers	L _K	2,9400 [in]	α_i	8,6	68,6	149,5 [°]
10.22	Abstand zwischen den Windungen	p	0,2181 [in]	δ_i	160,6	100,6	- [°]
10.23	Außen- / Innendurchmesser	D _e /D _i	1,863 1,449 [in]	σ_i	7,63	61,03	133 [ksi]
10.24	Länge des Drahtes (ohne Arme)	l	66,4 [in]				
10.25	Maße der vollbelasteten Feder	L _{K8} /D _{i8}	2,94 1,424 [in]				
10.26	Deformationsenergie der Feder	W8	2,39 [ft lb]				

11.0 Zylindrische Verdrehungsfedern aus Drähten des rechteckigen Querschnitts





11.1 Entwurf der Feder

				Berechnung	Abweichung
11.2	Minimale Arbeitsbelastung	M1	0,500 [lb ft]	0,50105258	0,21%
11.3	Maximale Arbeitsbelastung	M8	4,000 [lb ft]	3,99894742	-0,03%
11.4	Arbeitshub der Feder	α_H	60,0 [°]	60,0180496	0,03%
11.5	Verlangte Federrate	k	0,7 [lb in/°]		-0,03%
11.6	Mittlerer Federdurchmesser	D	1,0000 [in]	0,99969926	-0,03%
11.7	Drahtbreite	b	0,3125 [in]	0,31259401	0,03%
11.8	Drahtdicke	t	0,1250 [in]	0,12501253	0,01%
11.9	Anzahl der Arbeitswindungen	n	11,71	11,7064784	-0,03%

11.10 Optimierung

D/t	8	b/t	2,5
-----	---	-----	-----

11.11 Kontrolldaten

11.12	Wickelverhältnis	D/t	8,00	11.15	Max. zulässige Belastung	M8 _{max}	4,118	[lb]
11.13	Federmomentrate	k	0,6998 [lb in/°]	11.16	Max. zulässiger Hub	α_{Hmax}	62	[°]
11.14	Federgewicht (ohne Arme)	m	0,415 [lb]	11.17	Sicherheitszahl		2,06	

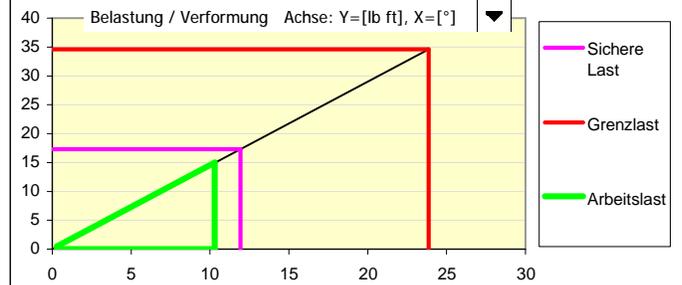
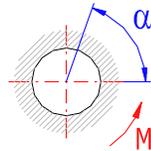
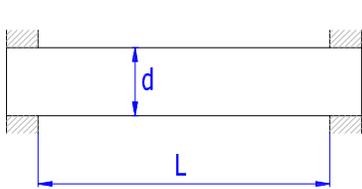
11.18 Auslegungsdaten

Auslegung der Federenden		Radialarme	
11.20	Schenkelwinkel im freien Zustand	δ_0	104,4 [°]
11.21	Empfohlene Grenzen der Länge		4,17 6,168 [in]
11.22	Länge des Federkörpers	L _k	4,1700 [in] <input checked="" type="checkbox"/>
11.23	Abstand zwischen den Windungen	p	0,3294 [in]
11.24	Außen- / Innendurchmesser	D _e /D _i	1,125 0,875 [in]
11.25	Länge des Drahtes (ohne Arme)	l	37,47 [in]
11.26	Maße der vollbelasteten Feder	L _{k8} /D ₈	4,17 0,859 [in]
11.27	Deformationsenergie der Feder	W8	2,39 [ft lb]

11.28 Parameter des Arbeitszyklus

	1	8	9	
M _i	0,500	4,000	8,235	[lb]
α_i	8,6	68,6	141,2	[°]
δ_i	95,8	35,8	-	[°]
σ_i	8,07	64,6	133	[ksi]

12.0 Drehstabfedern mit rundem Querschnitt



12.1 Entwurf der Feder

				Berechnung	Abweichung
12.2	Minimale Arbeitsbelastung	M1	0,500 [lb ft]	0,49998582	0,00%
12.3	Maximale Arbeitsbelastung	M8	15,000 [lb ft]	15,0000142	0,00%
12.4	Arbeitshub der Feder	α_H	10,0 [°]	9,99999022	0,00%
12.5	Verlangte Federrate	k	17,4 [lb in/°]		0,00%
12.6	Funktionslänge der Feder	L	7,2451 [in]	7,24510709	0,00%
12.7	Stabdurchmesser	d	0,2813 [in]	0,28129993	0,00%

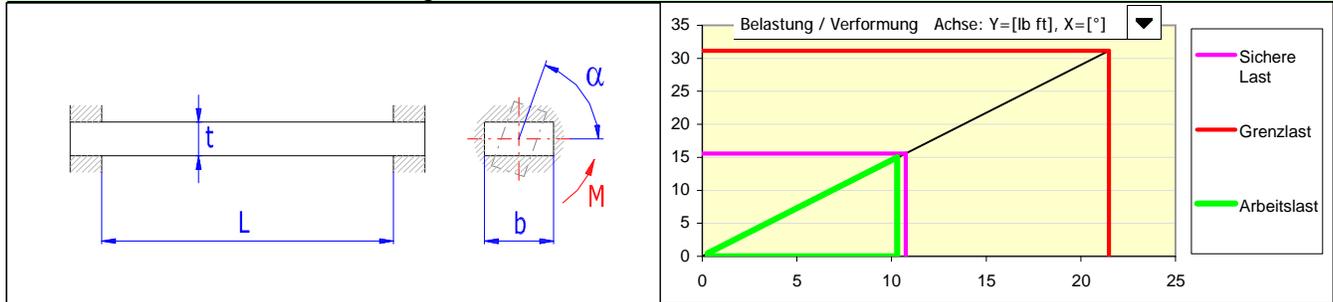
12.8 Optimierung

12.9 Kontrolldaten

12.10	Federmomentrate	k	17,4 [lb in/°]	12.16	Parameter des Arbeitszyklus			
12.11	Federgewicht	m	0,128 [lb]			1	8	9
12.12	Deformationsenergie der Feder	W8	1,35 [ft lb]	Moment M _i	0,500	15,000	34,600	[lb]
12.13	Max. zulässige Belastung	M8 _{max}	17,300 [lb ft]	Drehwinkel α_i	0,3	10,3	23,9	[°]
12.14	Max. zulässiger Hub	α_{Hmax}	11,6 [°]	Spannung τ_i	1,37	41,18	95	[ksi]

12.15 Sicherheitszahl 2,31

13.0 Drehstabfedern mit rechteckigem Querschnitt



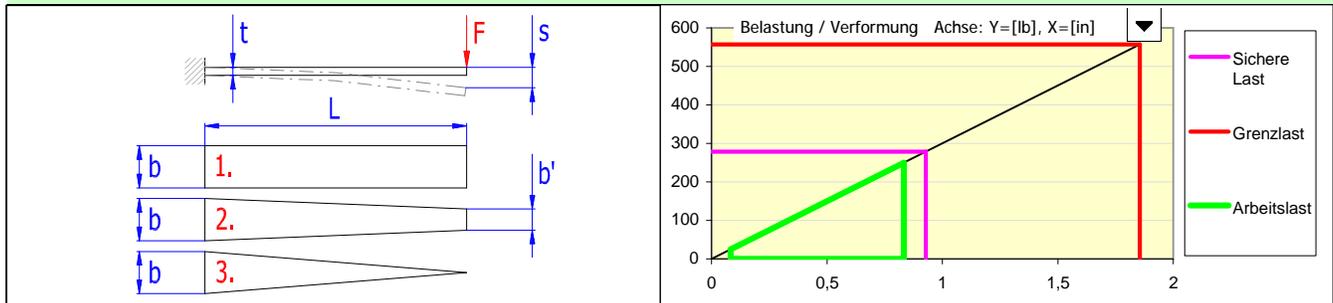
13.1 Entwurf der Feder		Berechnung		Abweichung	
13.2	Minimale Arbeitsbelastung	M1	0,500 [lb ft]	0,4999284	-0,01%
13.3	Maximale Arbeitsbelastung	M8	15,000 [lb ft]	15,0000716	0,00%
13.4	Arbeitshub der Feder	α_H	10,0 [°]	9,99995062	0,00%
13.5	Verlangte Federrate	k	17,4 [lb in/°]		0,00%
13.6	Funktionslänge der Feder	L	7,7667 [in]	7,76673835	0,00%
13.7	Stabbreite	b	0,5100 [in]	≈ 0,51	0,00%
13.8	Stabdicke	t	0,1700 [in]	≈ 0,17	0,00%

13.9 Optimierung b/t 3

13.10 Kontrolldaten		13.17 Parameter des Arbeitszyklus	
13.11	Federmomentrate	k	17,4001 [lb in/°]
13.12	Federgewicht	m	0,191 [lb]
13.13	Deformationsenergie der Feder	W8	1,35 [ft lb]
13.14	Max. zulässige Belastung	M8 _{max}	15,577 [lb ft]
13.15	Max. zulässiger Hub	α_{Hmax}	10,4 [°]
13.16	Sicherheitszahl		2,08

	1	8	9	
Moment M_i	0,500	15,000	31,155	[lb ft]
Drehwinkel α_i	0,3	10,3	21,5	[°]
Spannung τ_i	1,52	45,74	95	[ksi]

14.0 Einfache Blattfedern mit konstanten Profil



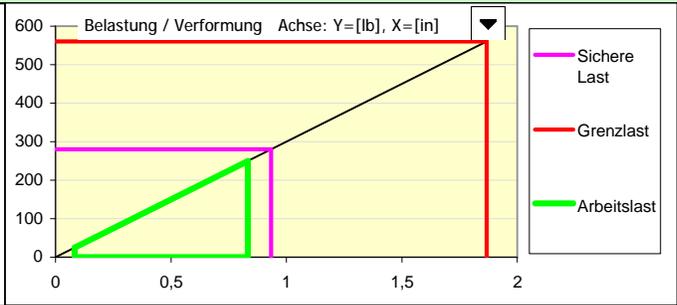
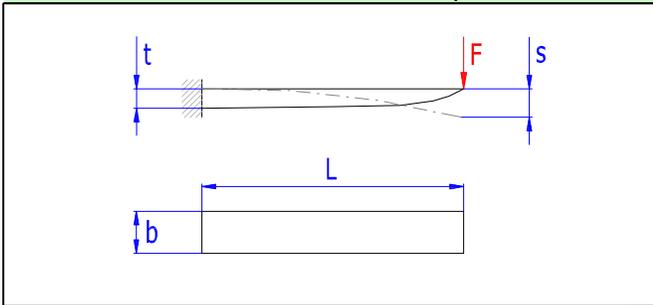
14.1	Federauslegung	Einarmige Feder			
14.2	Form des Federblattes	1. Rechteckform			
14.3 Entwurf der Feder		Berechnung		Abweichung	
14.4	Minimale Arbeitsbelastung	F1	25,00 [lb]	25,0010755	0,00%
14.5	Maximale Arbeitsbelastung	F8	250,00 [lb]	249,998924	0,00%
14.6	Arbeitshub der Feder	H	0,7500 [in]	0,75000359	0,00%
14.7	Verlangte Federrate	k	300,00 [lb/in]		0,00%
14.8	Funktionslänge der Feder	L	17,4203 [in]	17,4202722	0,00%
14.9	Federblattbreite	b	1,7500 [in]	1,75000837	0,00%
14.10	Federblattbreite am Federende	b'	1,7500 [in]	1,75000837	0,00%
14.11	Federblattdicke	t	0,5000 [in]	0,5000008	0,00%

14.12 Optimierung b'/b 1 L/b 10

14.13 Kontrolldaten		14.20 Parameter des Arbeitszyklus	
14.14	Federrate	k	300,00 [lb/in]
14.15	Federgewicht	m	4,322 [lb]
14.16	Deformationsenergie der Feder	W8	8,68 [ft lb]
14.17	Max. zulässige Belastung	F8 _{max}	278,4 [lb]
14.18	Max. zulässiger Hub	H _{max}	0,845 [in]
14.19	Sicherheitszahl		2,23

	1	8	9	
Kraft F_i	25,0	250,0	556,7	[lb]
Durchbiegung s_i	0,0833	0,8333	1,8557	[in]
Spannung σ_i	5,97	59,73	133	[ksi]

15.0 Einfache Blattfedern mit Parabelprofil



15.1 Federauslegung Einarmlige Feder

Parabelprofil mit Verstärkung des Federblattes

15.2 **Entwurf der Feder**

Parameter	Symbol	Value	Unit
15.3 Minimale Arbeitsbelastung	F1	25,00	[lb]
15.4 Maximale Arbeitsbelastung	F8	250,00	[lb]
15.5 Arbeitshub der Feder	H	0,7500	[in]
15.6 Verlangte Federrate	k	300,00	[lb/in]
15.7 Funktionslänge der Feder	L	12,3595	[in]
15.8 Federblattlänge mit konstanter Dicke	L'	0,0000	[in]
15.9 Federblattbreite	b	1,2500	[in]
15.10 Federblattdicke	t	0,5000	[in]
15.11 Federblattdicke am Federende	t'	0,0000	[in]

Parameter	Berechnung	Abweichung
15.3	24,997888	-0,01%
15.4	250,002112	0,00%
15.5	0,74999296	0,00%
15.6		0,00%
15.7	12,3595387	0,00%
15.8	0	0,00%
15.9	1,24998827	0,00%
15.10	0,49999844	0,00%
15.11	0	0,00%

15.12 **Optimierung**

L/b	10
-----	----

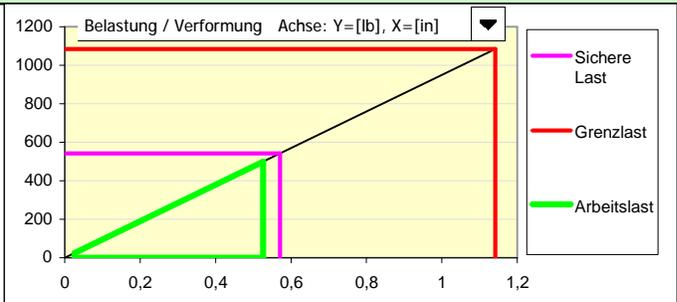
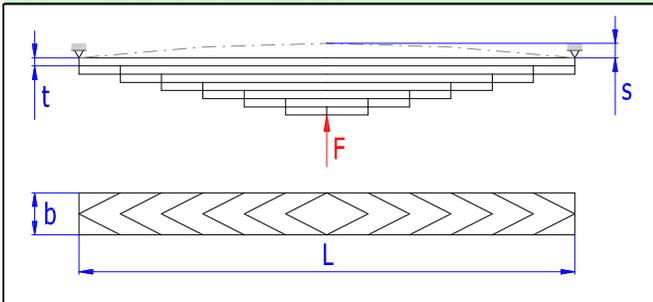
15.13 **Kontrolldaten**

15.14 Federrate	k	300,00	[lb/in]
15.15 Federgewicht	m	1,460	[lb]
15.16 Deformationsenergie der Feder	W8	8,68	[ft lb]
15.17 Max. zulässige Belastung	F8 _{max}	280,2	[lb]
15.18 Max. zulässiger Hub	H _{max}	0,851	[in]
15.19 Sicherheitszahl		2,24	

15.20 **Parameter des Arbeitszyklus**

	1	8	9	
Kraft F _i	25,0	250,0	560,5	[lb]
Durchbiegung s _i	0,0833	0,8333	1,8682	[in]
Spannung σ _i	5,93	59,33	133	[ksi]

16.0 Geschichtete Blattfedern



16.1 Form des Federblattes Dreieckform

16.2 **Entwurf der Feder**

Parameter	Symbol	Value	Unit
16.3 Minimale Arbeitsbelastung	F1	25,00	[lb]
16.4 Maximale Arbeitsbelastung	F8	500,00	[lb]
16.5 Arbeitshub der Feder	H	0,5000	[in]
16.6 Verlangte Federrate	k	950,00	[lb/in]
16.7 Anzahl der durchgehenden Federblätter	n'	0	
16.8 Gesamtzahl der Federblätter	n	5	[in]
16.9 Funktionslänge der Feder	L	12,4777	[in]
16.10 Federblattbreite	b	1,2500	[in]
16.11 Federblattdicke	t	0,1563	[in]

Parameter	Berechnung	Abweichung
16.3	25,0038749	0,02%
16.4	499,996125	0,00%
16.5	0,50000408	0,00%
16.6		0,00%
16.7	5,00	0,00%
16.8	12,4776661	0,00%
16.9	1,2500102	0,00%
16.10	0,15630043	0,00%

16.12 **Optimierung**

n	5	L/b	10
---	---	-----	----

16.13 **Kontrolldaten**

16.14 Federrate	k	949,99	[lb/in]
16.15 Federgewicht	m	1,728	[lb]
16.16 Deformationsenergie der Feder	W8	10,96	[ft lb]
16.17 Max. zulässige Belastung	F8 _{max}	542,5	[lb]

16.20 **Parameter des Arbeitszyklus**

	1	8	9	
Kraft F _i	25,0	500,0	1085,0	[lb]
Durchbiegung s _i	0,0263	0,5263	1,1421	[in]
Spannung σ _i	3,06	61,29	133	[ksi]

16.18 Max. zulässiger Hub H_{\max} 0,545 [in]

16.19 Sicherheitszahl 2,17

17.0 Kontrolle der Tragfähigkeit der zyklisch belasteten Feder