

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Federn und Federntechnik vom Altertum bis zur Neuzeit	3
2.1	Federn und Federwerkstoffe im Altertum	3
2.1.1	Die Anfänge der Nutzung der Werkstoffelastizität	3
2.1.2	Erweiterungen des Federeinsatzes durch die Waffentechnik	3
2.2	Entwicklung der handwerklichen Federfertigung im Mittelalter....	5
2.2.1	Federanwendungen im Zeitraum des Mittelalters	5
2.2.2	Herstellung der Federn im Mittelalter	7
2.3	Entwicklungsgeschichte des Maschinenelements „Feder“	8
2.3.1	Zum Begriff „Feder“	8
2.3.2	Biegefedern	11
2.3.3	Verdrehfedern.....	11
2.3.4	Zug- und druckbeanspruchte Federn	12
3	Entwicklung der Federwerkstoffe und Halbzeugherstellung..	13
3.1	Federwerkstoffe und die Entwicklung ihrer Herstellungstechniken	13
3.1.1	Überblick.....	13
3.1.2	Zur Entwicklung von Federstahl	13
3.1.2.1	Allgemeines.....	13
3.1.2.2	Patentierter Drähte.....	14
3.1.2.3	Vergütete Drähte	15
3.1.2.4	Federbänder	17
3.1.3	Entwicklung von Stählen für warmgeformte Federn.....	17
3.1.4	Entwicklung anderer Federwerkstoffe.....	23
3.2	Halbzeugherstellung für Federn	26
3.2.1	Entwicklung der Techniken zur Federdrahtherstellung.....	26
3.2.2	Entwicklung der Techniken zur Federbandherstellung	28
3.3	Wärmebehandlungsverfahren.....	29
3.3.1	Härten und Anlassen härtbarer Stähle	29
3.3.2	Spannungsarmglühen (Anlassen) von Federn aus härtbaren Stahl- drähten	30
3.4	Verfahren zur Nachbehandlung der Federoberflächen	31
3.4.1	Kugelstrahlen	31

VIII

3.4.2	Vorsetzen (Plastizierung).....	31
3.4.3	Korrosionsschutz kaltgeformter Federn.....	33

4 Neuzeitliche Entwicklungen bei Federn und in der Federtechnik..... 35

4.1	Federentwicklungen der Neuzeit	35
4.1.1	Biegebeanspruchte Federn (Biegefedern).....	35
4.1.1.1	Biegefedern aus Federband.....	35
4.1.1.2	Biegefedern aus Federdraht	36
4.1.1.3	Scheibenförmige Biegefedern (Tellerfedern)	37
4.1.1.4	Röhrs-Schraubentellerfeder	37
4.1.1.5	Biegefedern in Druckmessgeräten	38
4.1.2	Torsionsbeanspruchte Federn (Schraubenfedern).....	39
4.1.2.1	Allgemeines	39
4.1.2.2	Schraubendruckfedern	41
4.1.2.3	Schraubenzugfedern	42
4.1.2.4	Mehrdrahtschraubenfedern (Litzenfedern)	43
4.1.2.5	Drehstabfedern (Torsionsstabfedern).....	44
4.1.3	Zug- und druckbeanspruchte Feder (Ringfeder).....	45
4.1.4	Fahrzeugfedern	45
4.1.4.1	Blattfedern	47
4.1.4.2	Schraubendruckfedern	51
4.1.4.3	Drehstabfedern.....	53
4.1.4.4	Stabilisatoren	55
4.1.4.5	Gummifedern.....	56
4.1.4.6	Gasfederungssysteme	57
4.1.4.7	Kunststofffedern	59
4.2	Verfahren und Einrichtungen für die Warmformgebung von Fahrzeugfedern	60
4.2.1	Vorfertigung	60
4.2.1.1	Blattfedernvorfertigung	60
4.2.1.2	Schraubenfedernvorfertigung	65
4.2.1.3	Drehstabfedern- und Stabilisatorenvorfertigung.....	68
4.2.2	Formgebung und Vergütung	68
4.2.2.1	Blattfedern	68
4.2.2.2	Schraubenfedern	73
4.2.2.3	Drehstabfedern und Stabilisatoren.....	80
4.2.3	Nachbehandlungen	80
4.2.3.1	Blattfedern	81
4.2.3.2	Schraubenfedern	85

4.2.3.3	Stabfederelemente	88
4.3	Maschinen und Einrichtungen für die Kaltformgebung	89
4.3.1	Maschinen für die Herstellung von Schraubenfedern.....	89
4.3.2	Maschinen für die Herstellung von Formfedern aus Draht und Band.....	92
4.4	Einrichtungen für Federprüfungen	93
5	Die Entwicklung der Auslegungsrechnungen von Federn	95
5.1	Die Elastizität der festen Stoffe	95
5.1.1	Werkstoffelastizität und Federfunktion	95
5.1.2	Zum Begriff der Elastizität fester Stoffe	95
5.2	Die Herausbildung der Elastizitätslehre	97
5.2.1	Anfänge der Elastizitätstheorie.....	97
5.2.2	Der weitere Ausbau der Elastizitätstheorie.....	98
5.3	Entwicklung von Theorie und Praxis der Festigkeitslehre	101
5.3.1	Auswirkungen des Bauwesens	101
5.3.2	Formulierung wesentlicher Grundsätze der Festigkeitslehre.....	103
5.3.3	Die Weiterentwicklung der Festigkeitslehre im 18. und 19. Jahr- hundert	105
5.3.4	Die Frage nach den ertragbaren Werkstoffbeanspruchungen.....	109
5.4	Die Bach'sche Ära der Festigkeitslehre und der Maschinenele- mente	111
5.4.1	Kennzeichnung der Technikentwicklung im 19. Jahrhundert	111
5.4.2	Maschinenlehre und Konstruktionstechnik	114
5.5	Zur Entwicklung der Federberechnung	122
5.5.1	Das Anliegen einer Federberechnung.....	122
5.5.2	Vorgeschichte und die Ansätze von <i>Reuleaux</i> 1857.....	123
5.5.3	Die Arbeiten von <i>Grashof</i> und <i>Bach</i>	126
5.5.4	Weiterentwicklung der Federberechnungen 1888 durch <i>Castigli- ano</i>	127
5.5.5	Von <i>Castigliano</i> bis <i>Gerolsky</i> – Publikationen zu Federproble- men (1888 – 1918)	129
5.5.6	Neue Federarten, ihre Berechnung und die Weiterentwicklung der Berechnung von Schraubenfedern Anfang des 20. Jahrhun- derts	134
5.5.7	Beiträge von <i>Gross</i> und <i>Lehr</i> zur Federberechnung Mitte des 20. Jahrhunderts	138
5.5.8	Normen zur Berechnung von Federn.....	140
5.6	Die Entwicklung der Auslegungsrechnungen für Federn in der 2. Hälfte des 20. Jahrhunderts bis zur Gegenwart	143

X

5.6.1	Einzelfederberechnungen	143
5.6.2	Schwingungsverhalten und Dauerschwingfestigkeit	145
5.6.3	Rechnerunterstützter Federentwurf (Rechnereinsatz in der Federntechnik)	148
5.7	Zusammenfassung	149
6	Die Entwicklung der deutschen Normung für Federn	155
6.1	Anfänge der deutschen Normung	155
6.1.1	Vorstufen	155
6.1.2	Die Gründung des Deutschen Normenausschusses	157
6.2	Der Arbeitsausschuss Federn.....	159
6.2.1	Gründung des Arbeitsausschusses Federn (AF)	159
6.2.2	Arbeitsprogramm des Arbeitsausschusses Federn.....	159
6.3	Ergebnisse der Normungsarbeit auf dem Gebiet der Federn	161
6.3.1	Die ersten Normen über Federn.....	161
6.3.2	Normen zu Federwerkstoffen und Halbzeugen	165
6.3.3	Normen für Blattfedern und Zubehör	165
6.4	Die deutsche Normungsarbeit in der Mitte des 20. Jahrhunderts.....	168
6.5	Europäische und internationale Normungsarbeit im VDFI	185
6.6	Technische Güte- und Lieferbedingungen (TGL) – DDR-Standards	189
6.7	Die Vorsitzenden (Obmänner) des Arbeitsausschusses Federn ..	194
6.8	Ausblick.....	195
6.8.1	Nutzen der Normung	195
6.8.2	Normung im Wandel	198
7	Die Entwicklung der deutschen Federnindustrie.....	201
7.1	Überblick	201
7.2	Die handwerklichen Quellen der Federherstellung.....	201
7.2.1	Das Schmiedehandwerk.....	201
7.2.2	Das Schlosserhandwerk und andere metallverarbeitenden Handwerke	202
7.2.3	Das Uhrmacherhandwerk	203
7.3	Ausgewählte Firmenchroniken als Beispiele für die Entwicklung der deutschen Federnindustrie.....	206
7.3.1	Metallerschmelzung und Schmiede.....	206
7.3.1.1	Brüninghaus in Verdohl	206
7.3.1.2	J. P. Grueber in Hagen	207
7.3.1.3	Hoesch-Federn in Hagen.....	209

7.2.3	Drahtzieher und Drahtverarbeitung.....	211
7.3.2.1	Ahle Federn in Karlsthal.....	211
7.3.2.2	Scherdel GmbH in Marktredwitz.....	212
7.3.2.3	WAFIOS AG in Reutlingen.....	213
7.3.3	Schlosser und Maschinenbau.....	214
7.3.3.1	Johann Vitz GmbH & Co. KG in Velbert.....	214
7.3.3.2	Dr. Werner Röhrs KG in Sonthofen.....	214
7.3.4	Uhren- und Feinwerktechnik.....	216
7.3.4.1	Hugo Kern und Liebers GmbH & Co. KG in Schramberg.....	216
7.3.4.2	Gebr. Schmidt GmbH in Wuppertal.....	217
7.3.4.3	Federnfabrik Dietz GmbH in Neustadt.....	218
7.4	Verband der deutschen Federnindustrie (VDFI).....	219
7.5	Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Metallfedern und der Federntechnik.....	222
7.6	Zusammenfassung.....	233
8	Literatur und wichtige Patente	235
8.1	Literatur.....	235
8.2	Patente	262
8.3	Bildquellen	263
	Personenverzeichnis.....	265