

Inhalt

1	Vorbemerkungen zur Maschinenkunde	1
1.1	Bauteil, Baugruppe, Auslegung und Dimensionierung.....	1
1.2	Produktentwicklung im industriellen Umfeld	3
1.2.1	APQP-Prozess: Ablauf and Akteure	3
1.2.1.1	Angebotsphase	6
1.2.1.2	Entwicklungs- und Validierungsphase.....	8
1.2.1.3	Auftragsphase	11
1.2.2	GANTT-Chart und FMEA.....	12
1.2.2.1	GANTT-Chart	12
1.2.2.2	FMEA	13
1.2.3	Kostengerechtes Konstruieren (Design to Cost)	18
	Literatur	21
2	Werkstoffkundliche Grundlagen von Stahl und Eisen	23
2.1	Was ist Stahl und wie wird er hergestellt.....	24
2.2	Mikrostrukturen im Stahl	32
2.2.1	Atome und Gitterstrukturen	32
2.2.1.1	Reinstoffe, z.B. Eisen	33
2.2.1.2	Stoffgemische, z.B. Stahl	33
2.2.1.3	Chemische Verbindungen, z.B. Zementit Fe ₃ C	34
2.2.2	Erstarrung und Gefüge	35
2.2.3	Eisen-Kohlenstoff- und (isothermes) Zeit-Temperatur-Umwandlungs-Diagramm	37
2.2.4	Legierungselemente	40
2.3	Eisengusswerkstoffe	41
2.4	Mechanische Materialkennwerte.....	43
2.4.1	Generelle Vorgehensweise bei der Dimensionierung von Bauteilen.....	43
2.4.2	Der (eindimensionale) Zugversuch.....	46

2.5	Normgerechte Bezeichnung von Stahl.....	51
2.5.1	Bezeichnungsschema nach DIN EN 10027	51
2.5.1.1	(A) Verwendung und mechanischen Eigenschaften.....	52
2.5.1.2	(B) Chemische Zusammensetzung	53
2.5.1.3	Werkstoffnummer	54
2.5.2	Weitere verbreitete Stahlbezeichnungen	54
2.6	Festigkeitsklassen von Schrauben und Muttern.....	57
	Literatur	58
3	Zeichnerische Darstellung von Maschinenelementen	61
3.1	Elemente Technischer Zeichnungen.....	63
3.1.1	Rahmen und Koordinatenraster	64
3.1.2	Schriftfeld bzw. Zeichnungskopf.....	65
3.1.3	Bauteilliste bzw. Stückliste	66
3.1.4	Zeichnungsänderungen.....	67
3.1.5	Produktansichten	67
3.1.5.1	Projektionsmethoden	68
3.1.5.2	Schnitt- und Detailansichten	69
3.1.6	Bemaßung und Toleranzen	71
3.1.7	Weitere Textbausteine	75
3.2	Weitere Symbole und Angaben	76
3.2.1	Oberflächen.....	76
3.2.2	Gewinde	78
3.2.3	Maßstab	79
3.2.4	Werkstückkanten.....	80
	Literatur	83
4	Grundlagen der Technischen Mechanik	87
4.1	Wichtige mechanische Größen der Maschinenkunde.....	88
4.1.1	Kraft und (Dreh-)Moment	88
4.1.2	Arbeit und Leistung.....	90
4.1.3	Spannung, Druck und Dehnung	92
4.2	Kraftzerlegung, Kräftegleichgewicht	95
4.3	Momentengleichgewicht	99
4.4	Freiheitsgrade, Freischnitt, Lager- und Schnittkräfte	102
4.5	Normalspannungen	111
4.5.1	Zug und Druck.....	112
4.5.2	Biegung	113
4.6	Tangentialspannungen	120

4.6.1	Scherung (Schub)	120
4.6.2	Torsion	123
4.7	Sicherheit und Vergleichsspannung	128
4.8	Reibung	134
4.8.1	Haft- und Gleitreibung	137
4.8.1.1	Waagerechte Ebene	137
4.8.1.2	Geneigte Ebene	139
4.8.1.3	Zapfenreibung	141
4.8.1.4	Seilreibung (Umschlingungsreibung)	146
4.8.2	Rollreibung	148
	Literatur	150
5	Federn	153
5.1	Federsteifigkeit	156
5.1.1	Federsteifigkeit: Zug- bzw. Druckstab	157
5.1.2	Federsteifigkeit: Torsionsstab	158
5.1.3	Federsteifigkeit: Biegestab	160
5.2	Mehrere Federn	162
5.3	Federungsarbeit und Dämpfungshysterese	167
5.4	Dimensionierung ausgewählter Federbauformen	169
5.4.1	Zugstabfeder	169
5.4.2	Drehstabfeder (Torsionsstab)	171
5.4.3	Schraubenfeder	173
5.4.4	Gummifedern	179
	Literatur	186
6	Achsen und Wellen	187
6.1	Definitionen, Beispiele, Funktionen und Bauformen	187
6.2	Lagerung von Achsen	191
6.3	Lagerung von Wellen	194
6.4	Wellen- und Achszapfen	197
6.5	Zeitlich veränderliche Lasten und Dauerfestigkeit	202
6.5.1	Wöhler-Diagramm	204
6.5.2	Smith-Diagramm	207
6.6	Gestaltfestigkeit	210
6.7	Sicherheiten bzgl. Dauerfestigkeit	215
6.8	Gelenkwellen	218
6.8.1	Kreuzgelenkwellen	219
6.8.2	Gleichlaufgelenkwellen	223
	Literatur	225

- 7 Verbindungselemente und -techniken 227
 - 7.1 Nietverbindungen 229
 - 7.1.1 Nietarten und -verfahren 230
 - 7.1.2 Kalt Nietverbindung: Dimensionierung eines Einzelniets 233
 - 7.1.2.1 Schubbelastung durch Querkräfte 233
 - 7.1.2.2 Lochleibungsdruck 235
 - 7.1.2.3 Sicherheiten 237
 - 7.1.3 Kalt Nietverbindung: mehrere Niete 237
 - 7.2 Stifte und Bolzen 242
 - 7.2.1 Funktionen und Bauformen 242
 - 7.2.2 Festigkeitsberechnung von Bolzen und Gelenkstiften 248
 - 7.2.2.1 A. Lochleibungsdruck 248
 - 7.2.2.2 B. Schubspannungen 249
 - 7.2.2.3 C. Biegespannungen 249
 - 7.2.3 Querkraftbelastung von Steckstiften 249
 - 7.2.3.1 A. Schub und Biegung 250
 - 7.2.3.2 B. Flächenpressung 250
 - 7.3 Schweißverbindungen 253
 - 7.3.1 Definition, Merkmale, Schweißarten 254
 - 7.3.2 Normung 256
 - 7.3.3 Schweißverfahren 257
 - 7.3.4 Schweißbarkeit 261
 - 7.3.5 Nahtgeometrien und zeichnerische Darstellung 262
 - 7.3.6 Gestaltungsregeln und mögliche Schweißfehler 267
 - 7.3.7 Festigkeitsberechnungen an Schweißverbindungen 270
 - 7.3.7.1 Zug- / Druckbelastungen 271
 - 7.3.7.2 Schubbelastung 274
 - 7.3.7.3 Biegung 274
 - 7.3.7.4 Torsion 278
 - 7.3.7.5 Kombination mehrerer Belastungsfälle:
Spannungsaddition und Vergleichsspannung 278
 - 7.4 Schraubverbindungen 283
 - 7.4.1 Vorbemerkungen zum Schraubenbegriff 283
 - 7.4.2 Schraubengeometrie, Gewindearten, Bauformen von Schrauben
und Muttern 285
 - 7.4.3 Zusammenhang zwischen Drehung und axialer Verschiebung im
Gewinde 291
 - 7.4.4 Kräfte und Momente beim Anziehen und Lösen einer Schraube 292

7.4.5	Festigkeitsberechnung von Schraubverbindungen	300
7.4.5.1	Spannungen bei der Montage und Verspannungsdiagramm...	300
7.4.5.2	Betriebslasten: Querkräfte	303
7.4.5.3	Betriebslasten: Längskräfte	305
7.4.6	Konstruktive Hinweise zur Schraubverbindung	307
Literatur		315
8	Welle-Nabe-Verbindungen	321
8.1	Stoffschlüssige Welle-Nabe-Verbindungen	323
8.1.1	Geklebte Verbindungen	323
8.1.2	Geschweißte Verbindungen	325
8.2	Formschlüssige Welle-Nabe-Verbindungen	327
8.2.1	Passfeder	327
8.2.2	Keilwelle	329
8.3	Kraft- bzw. reibschlüssige Welle-Nabe-Verbindungen	333
8.3.1	Klemmverbände	333
8.3.1.1	Axialer Klemmverband	333
8.3.1.2	Radialer Klemmverband	338
8.3.2	Spannverbände	346
8.3.2.1	Beispiel: Spannelemente	347
8.3.2.2	Beispiel: Sternscheiben	356
8.3.3	Zylindrische Pressverbände	358
8.3.3.1	ISO-Toleranzsystem (DIN EN ISO 286)	359
8.3.3.2	Passungen, Passungsarten, Passsysteme	366
8.3.3.3	Dimensionierung des zylindrischen Pressverbandes	369
Literatur		383
9	Führungen und Lagerungen	385
9.1	Linearführungen	386
9.2	Wellenlagerungen	390
9.2.1	Gleitlager	391
9.2.2	Wälzlager	396
9.2.2.1	Wirkprinzip, Aufbau, Einteilung	396
9.2.2.2	Typische Bauformen	401
9.2.2.3	Lagerabdichtung, -anordnung und -fixierung	405
9.2.2.4	Dimensionierung von Wälzlagern	407
9.2.2.5	Grenzdrehzahl, Schmierung, Lagerauswahl	420
9.3	Elastomerlager zur Schwingungsreduktion	424
9.3.1	Allgemeines zur Lagerung von Kabinen, Motoren und Maschinen	424

9.3.2 Physikalische Beschreibung von Schwingungen 428

 9.3.2.1 Ungedämpfte, freie Schwingung 429

 9.3.2.2 Ungedämpfte, erzwungene Schwingung (Kraftanregung):
 Vergrößerungsfunktion, Resonanz, Isolationsgrad 432

 9.3.2.3 Gedämpfte Schwingungen 436

Literatur 443

10 Kupplungen und Bremsen 445

10.1 Kupplungen: Definition, Funktion, Wirkprinzip, Einteilung 445

10.2 Bauformen von Kupplungen 451

 10.2.1 Nichtschaltbare, starre Kupplungen 451

 10.2.2 Nichtschaltbare Ausgleichkupplungen 453

 10.2.3 Schaltbare, fremdbetätigte Kupplungen 458

 10.2.4 Schaltbare, selbstbetätigte Kupplungen 463

10.3 Kinetische Größen im Antriebsstrang 466

 10.3.1 Analogien zwischen Translation und Rotation,
 Massenträgheitsmoment 466

 10.3.2 Drehmomente und effektives Massenträgheitsmoment 470

 10.3.3 Kupplungsmoment 473

10.4 Dimensionierung von Kupplungen 478

 10.4.1 Statische und dynamische Auslegung drehelastischer Kupplungen
 nach DIN 740-2 478

 10.4.2 Übertragbares Kupplungsmoment und Schaltarbeit bei
 kraftschlüssigen Schaltkupplungen 488

10.5 Bremsen 492

 10.5.1 Funktion und Wirkprinzip 492

 10.5.2 Klassifizierung von Bremsen 494

 10.5.3 Ausgewählte Bauformen von Reibbremsen 496

 10.5.4 Bremsmoment, -zeit und -arbeit 500

Literatur 502

Stichwortverzeichnis 505