

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
1.1	Zur Geschichte der Schraube.....	1
1.2	Zum Inhalt des Buches	3
	Literatur	4
2	Normung.....	5
2.1	Gewindenormung	6
2.1.1	Begriffe und Bezeichnungen	6
2.1.2	Gewindesysteme.....	6
2.1.3	Metrisches ISO-Gewinde	7
2.2	Maßnormen (Produktnormen)	12
2.3	Grundnormen.....	19
2.3.1	Grundmaßnormen.....	20
2.3.2	Technische Lieferbedingungen	21
	Literatur	46
3	Werkstoffe	47
3.1	Allgemeines.....	47
3.2	Werkstoffe für Schrauben und Muttern bei mechanischer Beanspruchung	48
3.2.1	Zugfestigkeiten unterhalb 800 N/mm ²	48
3.2.2	Zugfestigkeiten zwischen 800 und 1400 N/mm ²	50
3.2.3	Zugfestigkeiten oberhalb 1400 N/mm ²	52
3.2.4	Schraubenverbindungen für den Leichtbau	54
3.3	Werkstoffe für Schraubenverbindungen bei Komplexbeanspruchung	55
3.4	Technische Lieferbedingung des DSV für Schraubenstähle mit erhöhten Anforderungen.....	55
3.5	Einfluss der wichtigsten Legierungselemente auf die mechanisch-technologischen Eigenschaften von Stählen.....	58
	Literatur	60
4	Berechnung von Schraubenverbindungen.....	63
4.1	Einführung.....	63
4.2	Kraft-Verformungs-Verhältnisse	64
4.2.1	Montagezustand	64
4.2.2	Betriebszustand	77
4.3	Rechenschritte	104

4.4	Grafische Darstellung der Kräfte und Verformungen	117
4.4.1	Kraft-Verformungskennlinie des spannenden Teils (der Schraube)	117
4.4.2	Kraft-Verformungskennlinie der verspannten Teile	118
4.4.3	Betriebskraft F_A (zwischen $S'V$ und $P'V$ parallel zu VO durch K)	118
4.4.4	Betriebskraft F_A für partielles Aufklaffen der Trennfuge, für $F_{Aab} < F_A < F_{AKa}$	118
4.4.5	Betriebskraft F_A für Kantentragen, für $F_A \geq F_{AKa}$	118
4.5	Berechnungsbeispiel – Pleuelschraubenverbindung	118
	Literatur	134
5	Tragfähigkeit von Schraubenverbindungen bei mechanischer Beanspruchung	135
5.1	Tragfähigkeit bei zügiger Beanspruchung	135
5.1.1	Freies belastetes Schraubengewinde	141
5.1.2	Schraubenschaft	143
5.1.3	Gewindeauslauf und Kopf-Schaft-Übergang	144
5.1.4	Schraubenkopf	145
5.1.5	Ineinandergreifende Gewinde	151
5.1.6	Überlagerte Biegung	166
5.1.7	Flächenpressung	167
5.2	Tragfähigkeit bei Schwingbeanspruchung	169
5.2.1	Spannungszustand und Schädigungsmechanismen	169
5.2.2	Einflüsse auf die Dauerhaltbarkeit von Schraubenverbindungen	172
5.2.3	Schadensbeispiel und Abhilfemaßnahmen	198
5.2.4	Prüfung der Dauerhaltbarkeit von Schraubenverbindungen	203
	Literatur	205
6	Korrosion und Korrosionsschutz von Schraubenverbindungen	209
6.1	Einführung	209
6.2	Grundlagen der Korrosion	210
6.3	Korrosionsarten	216
6.3.1	Korrosionsarten ohne mechanische Beanspruchung	217
6.3.2	Korrosionsarten mit zusätzlicher mechanischer Beanspruchung	219
6.4	Möglichkeiten des Korrosionsschutzes	225
6.4.1	Korrosionsgerechte konstruktive Gestaltung	226
6.4.2	Einsatz nichtrostender Stähle	228
6.4.3	Oberflächenüberzüge	232
6.4.4	Beeinflussung des Korrosionsmediums	246
6.4.5	Maßnahmen zur Verminderung der Gefahr einer wasserstoffinduzierten verzögerten Sprödbuchbildung	246

6.5	Prüfung des Korrosionsschutzes.....	248
6.6	Normen.....	249
	Literatur.....	254
7	Schraubenverbindungen bei hohen und tiefen Temperaturen.....	257
7.1	Schraubenverbindungen bei hohen Temperaturen.....	257
7.1.1	Einführung.....	257
7.1.2	Temperaturabhängigkeit der Werkstoffeigenschaften.....	258
7.1.3	Einfluss der Temperatur auf die Betriebseigenschaften von Schraubenverbindungen.....	265
7.2	Schraubenverbindungen bei tiefen Temperaturen.....	290
7.3	Werkstoffe für hohe und tiefe Temperaturen.....	291
7.3.1	Werkstoffe für hohe Temperaturen.....	291
7.3.2	Werkstoffe für tiefe Temperaturen.....	292
7.4	Normen und Regelwerke.....	293
	Literatur.....	294
8	Montage von Schraubenverbindungen.....	297
8.1	Einführung.....	297
8.2	Anziehdrehmoment und Vorspannkraft.....	297
8.2.1	Gewindedrehmoment M_G	299
8.2.2	Kopfreibungsmoment M_{KR}	303
8.2.3	Anziehdrehmoment M_A	306
8.2.4	Reibungszahlen.....	307
8.2.5	Einflüsse auf das Reibungsverhalten.....	307
8.3	Beanspruchung und Haltbarkeit von Schraubenverbindungen beim Anziehen.....	315
8.3.1	Beanspruchung und Haltbarkeit von Schraubenbolzen und Mutter.....	315
8.3.2	Beanspruchung und Haltbarkeit von Kraftangriffsflächen und Montagewerkzeugen.....	323
8.4	Montageverfahren.....	327
8.4.1	Anziehen von Hand.....	331
8.4.2	Anziehen mit Verlängerungsmessungen.....	333
8.4.3	Torsionsfreies Anziehen.....	336
8.4.4	Drehmomentgesteuertes Anziehen.....	339
8.4.5	Streckgrenzgesteuertes Anziehen.....	345
8.4.6	Drehwinkelgesteuertes Anziehen.....	350
8.4.7	Impulsgesteuertes Anziehen.....	354
8.4.8	Vergleichende Beurteilung verschiedener Anziehverfahren – Fehlererkennung.....	355
8.5	Motorisches Anziehen.....	356
8.5.1	Drehschrauber.....	362
8.5.2	Drehschlagschrauber.....	363

8.6	Automatisierte Schraubenmontage.....	365
8.6.1	Die Schraubengestaltung.....	365
8.6.2	Automatengerechte Lieferqualität der Verbindungselemente.....	370
8.6.3	Die Montageeinrichtung	374
8.6.4	Die zu verbindenden Bauteile	375
	Literatur	376
9	Selbsttätiges Lösen und Sichern von Schraubenverbindungen.....	379
9.1	Die Bedeutung der Vorspannkraft für die Betriebssicherheit.....	379
9.2	Ursachen eines Vorspannkraftverlusts	379
9.2.1	Lockern	381
9.2.2	Selbsttätiges Losdrehen.....	382
9.3	Maßnahmen zur Vermeidung eines unzulässig großen Vorspannkraftverlusts	385
9.3.1	Sicherungsmaßnahmen gegen Lockern.....	386
9.3.2	Sicherungsmaßnahmen gegen selbsttätiges Losdrehen.....	391
9.4	Wirksamkeit und Anwendungsgrenzen von Schraubensicherungen.....	408
	Literatur	410
	Index	413