

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 Sprödbruchbildung	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