

Inv.-Nr. ~~76~~ ~~76~~  
~~02.4 STR~~  
~~02.4 STR~~  
01. M STR

**STRADTMANN**

# **STAHLROHR HANDBUCH**

**7. AUFLAGE**

zusammengestellt von Dieter Schmidt unter Mitarbeit von  
Walter G. von Baeckmann · Gunther Dette · Guido Dolder  
Albert Köhler · Karl Kubat · Helmut Pirchl · Wilhelm Ringewald  
Werner Wennemann · Kurt Ziegler · Walter Zimnik



**VULKAN-VERLAG · ESSEN**

# Inhaltsverzeichnis

<i>Geleitwort des Stahlrohrverbandes</i> . . . . .	V
<i>Vorwort</i> . . . . .	VII
<i>Autorenverzeichnis</i> . . . . .	IX
<i>I Einleitung</i> . . . . .	1
<i>II Rohrstähle</i>	
1. Allgemeine Einteilung der Stahlsorten . . . . .	5
2. Herstellung des Vormaterials . . . . .	6
2.1. Schmelzen und Vergießen . . . . .	6
2.2. Warmformgebung . . . . .	9
2.2.1. Vormaterial für nahtlose Rohre . . . . .	11
2.2.2. Vormaterial für geschweißte Rohre . . . . .	12
2.3. Äußere und innere Beschaffenheit . . . . .	13
2.4. Wärmebehandlung . . . . .	13
3. Werkstoffeigenschaften . . . . .	17
3.1. Kennzeichnung und Prüfung . . . . .	17
3.1.1. Mechanisch-technologische Eigenschaften . . . . .	17
3.1.2. Physikalische Eigenschaften . . . . .	19
3.1.3. Verhalten gegenüber chemischen Agenzien . . . . .	20
3.2. Einfluß auf die Werkstoffeigenschaften . . . . .	20
3.2.1. Stahlzusammensetzung und Gefügeausbildung . . . . .	21
3.3. Schweißen . . . . .	24
3.3.1. Allgemeine Anforderungen an geschweißte Bauteile . . . . .	24
3.3.2. Einfluß der chemischen Zusammensetzung . . . . .	24
4. Bezeichnung und Sorteneinteilung . . . . .	27
5. Vorschriften für Stahlrohre . . . . .	29
5.1. Allgemeine Anforderungen . . . . .	29
5.2. Allgemeine Vorschriften . . . . .	32
5.3. System der Rohrnormen . . . . .	32
6. Stähle für Rohre und Zubehör . . . . .	34
6.1. Stähle für nahtlose Rohre . . . . .	34
6.1.1. Nahtlose Rohre aus unlegierten Stählen . . . . .	34
6.1.2. Nahtlose Rohre aus warmfesten Stählen mit gewährleisteten Festigkeitseigenschaften . . . . .	36
6.1.3. Druckwasserstoffbeständige Stähle . . . . .	48
6.1.4. Stähle für ortsbewegliche Druckbehälter . . . . .	49
6.2. Stähle für geschweißte Rohre . . . . .	49
6.2.1. Geschweißte Rohre aus unlegierten und niedriglegierten Stählen . . . . .	49
6.2.2. Geschweißte Rohre aus warmfesten Stählen . . . . .	50
6.2.3. Geschweißte Rohre aus verschleißfesten Stählen . . . . .	50
6.3. Stähle für nahtlose und geschweißte Rohre . . . . .	50

6.3.1.	Rohre für Fernleitungen für brennbare Flüssigkeiten und Gase . . . . .	50
6.3.2.	Kaltzähe Stähle . . . . .	50
6.3.3.	Nichtrostende und säurebeständige Stähle . . . . .	50
6.3.4.	Hitzebeständige Stähle . . . . .	52
6.3.5.	Verschleißfeste Stähle . . . . .	52
6.4.	Stähle für Konstruktionsrohre . . . . .	52
6.4.1.	Allgemeine Baustähle . . . . .	52
6.4.2.	Wetterfeste Stähle . . . . .	54
6.5.	Stähle für Dampfleitungen, Druckbehälter und Druckrohrleitungen . . . . .	54
6.5.1.	Kesselbleche . . . . .	54
6.5.2.	Hochfeste schweißbare Baustähle . . . . .	64
6.6.	Stähle für Flansche- und Vorschweißbunde . . . . .	69
6.6.1.	Warmfeste Stähle . . . . .	69
6.7.	Schraubenstähle . . . . .	72
6.7.1.	Allgemeine Übersicht . . . . .	72
6.7.2.	Warmfeste Stähle für Schrauben und Muttern . . . . .	74
6.8.	Stähle für Halterungen bei höchsten Betriebstemperaturen . . . . .	74
6.8.1.	Halterungen in Stahlschweißkonstruktion . . . . .	74
6.8.2.	Halterungen aus warmfestem Stahlguß . . . . .	74
6.9.	Schweißzusatzwerkstoffe . . . . .	74
7.	Schrifttum . . . . .	79

### III Herstellverfahren

1.	Nahtlose Rohre . . . . .	81
1.0.	Allgemeines . . . . .	81
1.1.	Lochverfahren . . . . .	81
1.1.1.	Lochen im Schrägwalzwerk . . . . .	81
1.1.2.	Lochen im Kegel- und Scheibenwalzwerk . . . . .	84
1.1.3.	Lochen in der Lochpresse . . . . .	84
1.2.	Streckverfahren . . . . .	86
1.2.1.	Vorstrecken im Zwei- oder Dreiwalzen-Streckwalzwerk (Elongator) . . . . .	86
1.2.2.	Ausstrecken im Pilgerschrittwalzwerk . . . . .	86
1.2.3.	Ausstrecken im Stopfenwalzwerk . . . . .	87
1.2.4.	Das kontinuierliche Rohrwalzen . . . . .	88
1.2.5.	Ausstrecken in der Stoßbank . . . . .	90
1.2.6.	Ausstrecken in der Ziehpresse . . . . .	91
1.2.7.	Ausstrecken in der Strangpresse . . . . .	91
1.3.	Weiterverarbeitung . . . . .	92
2.	Reduzierverfahren . . . . .	92
2.1.	Warmreduzieren . . . . .	93
2.1.1.	Reduzierwalzen . . . . .	93
2.1.2.	Streckreduzierwalzen . . . . .	93
2.2.	Kaltreduzieren . . . . .	94
2.2.1.	Kaltziehen . . . . .	94
2.2.2.	Kaltpilgern . . . . .	95
3.	Geschweißte Stahlrohre . . . . .	96
3.1.	Längsnahtrohre . . . . .	97
3.1.1.	Fretz-Moon-Verfahren . . . . .	97
3.1.2.	Kontinuierliches Formwalzen . . . . .	97
3.1.3.	Einzelrohrherstellung durch U- und O-Pressen . . . . .	100
3.1.4.	Einzelrohrherstellung mit Dreiwalzenbiegemaschine . . . . .	101
3.2.	Spiralrohre . . . . .	103
3.2.1.	Das konventionelle Spiralrohrverfahren . . . . .	103
3.2.2.	Die Spiralrohrherstellung mit getrennten Form- und Schweißanlagen . . . . .	105
3.3.	Preß-Schweißverfahren . . . . .	105
3.3.1.	Die Niederfrequenz-Widerstandsschweißung . . . . .	105
3.3.2.	Das Hochfrequenz-Widerstandsschweißverfahren . . . . .	106

3.3.2.1.	Das induktive Hochfrequenz-Schweißverfahren . . . . .	106
3.3.2.2.	Das konduktive Hochfrequenz-Schweißverfahren . . . . .	108
3.4.	Schmelz-Schweißverfahren . . . . .	109
3.4.1.	Das Unterpulver-Schweißverfahren . . . . .	109
3.4.1.1.	Schweißen mit einem Draht . . . . .	109
3.4.1.2.	Schweißen mit zwei Drähten in Tandemanordnung . . . . .	110
3.4.1.3.	Schweißen mit drei Drähten in Tandemanordnung . . . . .	110
3.4.2.	Das Schutzgas-Schweißverfahren . . . . .	110
4.	Schrifttum . . . . .	111

#### *IV Bemessung von Stahlrohren*

1.	Druckabfallberechnung . . . . .	113
1.1.	Rohrdurchmesser . . . . .	113
1.2.	Druckabfall in geraden Rohren kreisförmigen Querschnitts . . . . .	116
1.3.	Druckabfall in Bogen kreisförmigen Querschnitts . . . . .	119
1.4.	Druckabfall in Einzelwiderständen . . . . .	120
1.5.	Hinweise zur Druckabfallberechnung . . . . .	122
1.6.	Druckabfall in Wasserleitungen . . . . .	124
1.7.	Druckabfall in Gas- und Luftleitungen . . . . .	136
1.8.	Druckabfall in Dampfleitungen . . . . .	143
1.9.	Druckabfall in Ölleitungen . . . . .	149
2.	Wärmeisolierung . . . . .	151
2.1.	Theoretische Grundlagen . . . . .	151
2.2.	Ausführung . . . . .	157
3.	Festigkeitsberechnung von Stahlrohren . . . . .	160
3.1.	Allgemeines . . . . .	160
3.2.	Stahlrohre unter Innendruck nach DIN 2413 (Juni 1972) . . . . .	163
3.2.1.	Rohrleitungen für vorwiegend ruhende Innendruckbeanspruchung bis zu 120°C Berechnungstemperatur . . . . .	165
3.2.2.	Rohrleitungen für vorwiegend ruhende Innendruckbeanspruchung über 120°C Berechnungstemperatur . . . . .	166
3.2.3.	Rohrleitungen für schwellende Innendruckbeanspruchung . . . . .	168
3.3.	Rohre als druckführende Teile von Druckbehältern nach AD-Merkblättern . . . . .	170
3.3.1.	Rohre unter Innendruck . . . . .	173
3.3.2.	Rohre unter äußerem Überdruck . . . . .	173
3.4.	Rohre als druckführende Teile von Dampfkesseln nach TRD . . . . .	176
3.4.1.	Rohre unter Innendruck (TRD 301) . . . . .	177
3.4.2.	Rohre über 100 mm Außendurchmesser unter äußerem Überdruck (TRD 302) . . . . .	179
3.5.	Eingeerdete Stahlrohre . . . . .	180
3.6.	Formstücke aus Stahlrohren . . . . .	182
3.7.	Zylindrische Schalen mit Ausschnitten nach TRD 301 . . . . .	184
3.7.2.	Rohre in Wärmeübertragungsanlagen nach DIN 4754 (Entwurf 69) . . . . .	184
3.8.	Sonstige Vorschriften . . . . .	185
3.8.1.	Acetylenleitungen TRAC 204 . . . . .	186
3.8.2.	Rohrleitungen zur Beförderung brennbarer Flüssigkeiten TRbF 112 und 212 . . . . .	186
3.8.3.	Rohre in Wärmeübertragungsanlagen nach DIN 4754 (Entwurf 69) . . . . .	187
3.9.	Hydraulischer Druckstoß in Rohren . . . . .	189
3.10.	Stützweite von Stahlrohren . . . . .	190
4.	Schrifttum . . . . .	192

#### *V Rohrverbindungen*

1.	Einleitung . . . . .	193
2.	Lösbare Verbindungen . . . . .	193
2.1.	Flanschverbindungen . . . . .	193
2.1.1.	Dichtungen . . . . .	199

2.1.2.	Schrauben und Muttern . . . . .	202
2.1.3.	Bemessung der Glieder einer Flanschverbindung . . . . .	204
2.2.	Klammerverbindungen . . . . .	204
2.3.	Muffenverbindungen . . . . .	206
2.4.	Rohrverschraubungen . . . . .	207
2.5.	Sonderverbindungen . . . . .	207
3.	Unlösbare Verbindungen . . . . .	210
3.1.	Schweißverfahren . . . . .	210
3.2.	Verbindungsarten . . . . .	213
3.3.	Schweißnahtprüfung . . . . .	218
3.4.	Festigkeitsberechnung von Schweißverbindungen . . . . .	219
4.	Sonstige Verbindungsarten . . . . .	220
5.	Schrifttum . . . . .	221

## VI Formstücke

1.	Allgemeines . . . . .	223
2.	Formstücke aus nahtlosen Röhren . . . . .	226
3.	Formstücke aus geschweißten Röhren . . . . .	250
4.	Geschweißte Rohrkrümmer, konische Formstücke . . . . .	260
4.1.	Berechnung von geschweißten Segmentrohrkrümmern . . . . .	260
4.2.	Abwicklung schief-konischer Formstücke . . . . .	263
5.	Aufschweißstutzen (Weldolets®) . . . . .	264
5.1.	Maßtabellen . . . . .	264
5.2.	Zulässige Betriebsdrücke . . . . .	270
6.	Maßnormen von Einschweiß-Stahlrohrbogen nach ANSI B16.9 . . . . .	273
7.	Nahtlose Vorschweiß-T-Stücke nach ANSI B16.9 . . . . .	274
8.	Vorschweißkappen ANSI B16.9 . . . . .	276
9.	Nahtlose Vorschweiß-Reduzierstücke ANSI B16.9 konzentrisch und exzentrisch . . . . .	277

## VII Korrosion und Korrosionsschutz

1.	Allgemeines . . . . .	279
2.	Korrosionsmedien und Schutzmöglichkeiten . . . . .	280
2.1.	Korrosion in der Atmosphäre und in Gasen . . . . .	281
2.2.	Wässer . . . . .	281
2.3.	Erdböden . . . . .	282
2.3.1.	Einteilung nach Bodenarten . . . . .	283
2.3.2.	Spezifischer Bodenwiderstand . . . . .	283
3.	Korrosionsverhalten von Rohrstählen . . . . .	283
3.1.	Unlegierte und niedriglegierte Stähle . . . . .	285
3.2.	Chemisch beständige Stähle . . . . .	286
4.	Korrosionsschutzanstriche und Beschichtungen . . . . .	286
4.1.	Außenschutz . . . . .	287
4.1.1.	Oberflächenvorbehandlung . . . . .	287
4.1.2.	Phosphatieren . . . . .	288
4.1.3.	Anstriche und Lackierungen . . . . .	288
4.1.4.	Temporärer Korrosionsschutz . . . . .	289
4.1.5.	Bituminöse Rohrumhüllungen . . . . .	289
4.1.6.	Kunststoffbeschichtung . . . . .	290
4.1.7.	Nachisolierung auf der Baustelle . . . . .	291
4.1.8.	Schütt- und Umgußisolierung . . . . .	292
4.2.	Innenschutz . . . . .	292
4.2.1.	Epoxidharzauskleidung . . . . .	292
4.2.2.	Auskleidung auf bituminöser Basis . . . . .	292
4.2.3.	Auskleidung mit Zementmörtel . . . . .	293
4.3.	Metallische Beschichtungen . . . . .	294

4.3.1.	Feuerverzinkung . . . . .	294
4.3.2.	Elektrolytische Überzüge . . . . .	294
4.3.3.	Plattieren . . . . .	295
4.4.	Emaillieren . . . . .	295
5.	Elektrochemischer Korrosionsschutz . . . . .	295
5.1.	Kathodischer Schutz . . . . .	296
5.2.	Kathodischer Korrosionsschutz durch galvanische Anoden . . . . .	297
5.3.	Kathodischer Korrosionsschutz durch Fremdstrom . . . . .	297
5.4.	Kathodischer Schutz bei Streustromeinfluß . . . . .	299
5.5.	Kathodischer Innenschutz . . . . .	300
5.6.	Anodischer Korrosionsschutz . . . . .	300
6.	Maßnahmen bei der Hochspannungsbeeinflussung von Rohrleitungen . . . . .	301
6.1.	Unterweisung des Personals . . . . .	304
6.2.	Baumaschinen . . . . .	304
6.3.	Aufgebockte Rohrleitungen . . . . .	305
6.4.	Arbeitskleidung . . . . .	306
6.5.	Standortisolierung . . . . .	306
6.6.	Verschweißen oder Schneiden von Rohrleitungen . . . . .	306
7.	Schrifttum . . . . .	306
7.1.	Deutsche Industrie-Normen . . . . .	306
7.2.	DVGW-Arbeitsblätter, VDI-Richtlinien, VDE-Bestimmungen . . . . .	307
7.3.	AfK-Empfehlungen . . . . .	307
7.4.	Bücher . . . . .	307
7.5.	Veröffentlichungen . . . . .	307

## VIII Anwendungsgebiete

1.	Rohrleitungen in Wärmekraftwerken . . . . .	311
1.1.	Typische Schaltungsbeispiele . . . . .	311
1.1.1.	EVU-Kraftwerke . . . . .	311
1.1.2.	Heizkraftwerke . . . . .	315
1.1.3.	Industriekraftwerke . . . . .	316
1.2.	Bestimmung des lichten Rohrdurchmessers . . . . .	318
1.3.	Werkstoffauswahl . . . . .	319
1.4.	Wanddickenberechnung . . . . .	320
1.5.	Elastizitätsberechnung . . . . .	321
1.6.	Rohrunterstützungen und -Aufhängungen . . . . .	325
1.7.	Armaturen . . . . .	329
1.7.1.	Absperrarmaturen . . . . .	330
1.7.2.	Rückschlagventile und -Klappen . . . . .	335
1.7.3.	Regelventile . . . . .	335
1.7.4.	Sicherheitsventile . . . . .	338
1.7.5.	Sonderarmaturen . . . . .	341
1.7.6.	Kondensatableiter . . . . .	343
2.	Erdverlegte Fernleitungen für gasförmige, flüssige und feste Transportgüter . . . . .	345
2.1.	Allgemeines . . . . .	345
2.1.1.	Gasfernleitungen . . . . .	346
2.1.2.	Ölfernleitungen . . . . .	347
2.1.3.	Wasserfernleitungen . . . . .	347
2.1.4.	Fernleitungen für sonstige Transportgüter . . . . .	348
2.1.5.	Sonderfälle . . . . .	348
2.1.5.1.	Fernleitungen in der Arktis . . . . .	348
2.1.5.2.	Fernleitungen im Meer . . . . .	348
2.1.5.3.	Fernleitungen für flüssiges Naturgas (LNG) . . . . .	349

2.2.	Fernleitungsbauteile . . . . .	349
2.2.1.	Rohre . . . . .	349
2.2.2.	Rohrformstücke . . . . .	350
2.2.3.	Armaturen . . . . .	350
2.3.	Planung und Trassierung . . . . .	352
2.4.	Konstruktion . . . . .	352
2.5.	Leitungsbau . . . . .	354
2.5.1.	Schweißerarbeiten . . . . .	354
2.5.2.	Leitungsverlegung . . . . .	356
2.5.3.	Kreuzungsbauwerke . . . . .	358
2.5.3.1.	Kreuzung von Schienenwegen und Landstraßen . . . . .	358
2.5.3.2.	Kreuzung von Wasserstraßen . . . . .	360
2.6.	Prüfung verlegter Leitungen . . . . .	361
2.7.	Betrieb von Fernleitungen . . . . .	362

### 3. Rohrleitungen für hydroelektrische Kraftanlagen . . . . . 363

3.1.	Allgemeines . . . . .	363
3.2.	Bauarten . . . . .	363
3.2.1.	Die Kavernen-Kraftanlage . . . . .	363
3.2.2.	Oberirdisch verlegte Druckleitung mit Expansionen . . . . .	366
3.2.3.	Oberirdisch verlegte starre Druckleitung . . . . .	366
3.2.4.	Verteilleitungen . . . . .	367
3.3.	Bauelemente . . . . .	368
3.3.1.	Wasserfassung . . . . .	368
3.3.2.	Zylinderschütze . . . . .	370
3.3.3.	Rohre . . . . .	371
3.3.4.	Schweißnahtformen . . . . .	373
3.3.5.	Abstützungen . . . . .	373
3.3.6.	Expansionen . . . . .	375
3.3.7.	Fixpunkte . . . . .	376
3.3.8.	Mannlöcher . . . . .	377
3.3.9.	Flanschverbindungen . . . . .	377
3.3.10.	Abzweigrohre . . . . .	380
3.4.	Materialqualitäten . . . . .	382
3.4.1.	Allgemeine Schweißbarkeit, Kerbzähigkeit-Steilabfall, Festigkeit, Glühen . . . . .	382
3.4.2.	Kesselbleche . . . . .	383
3.4.3.	Feinkornstähle . . . . .	383
3.4.4.	Thermisch vergütete schweißbare Stähle . . . . .	383
3.5.	Berechnung . . . . .	384
3.5.1.	Festigkeit . . . . .	384
3.5.1.1.	Allgemeines . . . . .	384
3.5.1.2.	Belastungen . . . . .	384
3.5.1.3.	Berechnungsmethoden . . . . .	385
3.5.2.	Hydraulische Berechnung . . . . .	388
3.5.2.1.	Druckleitungen . . . . .	388
3.5.2.2.	Verteilleitungen . . . . .	389
3.6.	Ortsmontagen . . . . .	389
3.6.1.	Montage im Tagbau . . . . .	389
3.6.2.	Montage unter Tag . . . . .	390
3.6.3.	Vormontage in einer Feldwerkstatt . . . . .	393
3.6.4.	Montage großer Verteilleitungen . . . . .	394
3.7.	Wartung und Betrieb . . . . .	397

### 4. Rohrleitungen in Chemie-Anlagen . . . . . 397

4.1.	Planung und Konstruktion . . . . .	397
4.1.1.	Ausführungsvorschrift . . . . .	398

4.1.2.	Rohrleitungs- und Instrumentenfließbild . . . . .	398
4.1.3.	Konstruktions-Unterlagen . . . . .	398
4.1.4.	Aufstellungsplan . . . . .	400
4.1.5.	Materialauszug . . . . .	401
4.1.6.	Rohrstudien . . . . .	401
4.1.7.	Berechnungen . . . . .	402
4.1.8.	Erdverlegte Rohrleitungen . . . . .	402
4.1.9.	Beschaffung der Rohrleitungsmaterialien . . . . .	402
4.1.10.	Grundmodell . . . . .	403
4.1.11.	Modellverrohrung . . . . .	404
4.1.12.	Isometrische Zeichnungen . . . . .	405
4.1.13.	Rohrleitungsmaterialbilanz . . . . .	405
4.2.	Rohrleitungsmontage . . . . .	405
4.2.1.	Montageunterlagen . . . . .	405
4.2.2.	Vorfertigung . . . . .	405
4.2.3.	Montageablauf und -überwachung . . . . .	406
4.3.	Neuzeitliche Arbeitstechnik . . . . .	406
4.3.1.	Allgemeine Übersicht . . . . .	406
4.3.2.	Werksnormung . . . . .	407
4.3.3.	DIN-Normung . . . . .	407
4.3.4.	Vereinfachte Zeichenarbeit . . . . .	407
4.3.5.	Datenverarbeitung . . . . .	408
4.3.5.1.	Einleitung . . . . .	408
4.3.5.2.	Elastizitätsberechnung . . . . .	409
4.3.5.3.	Verstärkungsringe . . . . .	409
4.3.5.4.	Terminplanung . . . . .	410
4.3.5.5.	Materialerfassung und -beschaffung . . . . .	410
4.3.5.6.	Montageabrechnung . . . . .	411
4.3.5.7.	Isometrische Zeichnungen . . . . .	413
 <i>5. Fernwärmeverteilungsnetze . . . . .</i>		 414
5.1.	Netzplanung . . . . .	414
5.2.	Wärmeträger . . . . .	415
5.3.	Verlegeverfahren . . . . .	416
5.3.1.	Betonkanalverfahren . . . . .	416
5.3.2.	Stahlmantelrohrverfahren . . . . .	419
5.3.3.	Asbest-Zement-Mantelrohrverfahren . . . . .	420
5.3.4.	Kunststoff-Mantelrohrverfahren . . . . .	420
5.3.5.	Schüttverfahren . . . . .	420
5.3.6.	Gießverfahren . . . . .	421
5.4.	Rohrleitungen . . . . .	421
5.5.	Armaturen . . . . .	422
5.6.	Rohrunterstützungen, Festpunkte . . . . .	422
5.7.	Bemessung und Nachrechnung von Fernwärmeverteilungsnetzen . . . . .	423
5.7.1.	Berechnungsverfahren . . . . .	423
5.7.2.	Auswertung vorhandener Unterlagen . . . . .	424
5.7.3.	Erarbeitung einer „Verbrauchsaufteilung“ . . . . .	424
5.7.4.	Druckmessungen im bestehenden Versorgungsnetz . . . . .	425
5.7.5.	Erstellung der Eingabedaten . . . . .	426
5.7.6.	Berechnung . . . . .	426
 <i>6. Das Stahlrohr als Konstruktionselement . . . . .</i>		 428
6.1.	Allgemeines . . . . .	428
6.2.	Verwendungsbereich . . . . .	429
6.2.1.	Dauerbauten . . . . .	429
6.2.2.	Bauten für vorübergehende Zwecke . . . . .	429



6.3.	Werkstoffe und Beanspruchbarkeit . . . . .	429
6.3.1.	Genormte Baustähle . . . . .	429
6.3.2.	Sonderbaustähle . . . . .	430
6.3.3.	Witterungsbeständige Baustähle . . . . .	430
6.3.4.	Wirtschaftliche Werkstoffauswahl . . . . .	430
6.4.	Verbindungen der Hohlprofile . . . . .	430
6.5.	Bemessung von Hohlprofilen . . . . .	432
6.5.1.	Berechnung auf Zug . . . . .	433
6.5.2.	Berechnung auf Druck bzw. Knickung . . . . .	433
6.5.3.	Beulung . . . . .	436
6.5.4.	Biegung . . . . .	437
6.5.5.	Schub . . . . .	438
6.5.6.	Torsion . . . . .	439
6.5.7.	Vorteile geschlossener Hohlprofile . . . . .	439
6.5.8.	Hohlprofilbemessung . . . . .	447
6.6.	Bauten für vorübergehende Zwecke . . . . .	448
6.6.1.	Baugerüste . . . . .	448
6.6.2.	Autokrane . . . . .	449
6.6.3.	Verladebrücken und Portalkrane . . . . .	449
6.6.4.	Kirmesbauten . . . . .	450
6.6.5.	Die einschlägigen Normblätter . . . . .	450
6.7.	Grundsätze für die bauliche Gestaltung . . . . .	451
6.7.1.	Vorschriften aus DIN 4115 . . . . .	451
6.7.2.	Vorschriften für Baugerüste . . . . .	452
6.7.3.	Vorschriften für räumliche Tragwerke . . . . .	452
6.8.	Korrosionsschutz für Stahlhohlprofilbauwerke . . . . .	453
6.9.	Feuersicherheit bei Hohlprofilkonstruktionen . . . . .	454
7. Schrifttum . . . . .		454

## IX Normung

1.	Allgemeines . . . . .	459
2.	DIN-Normen . . . . .	459
2.1.	Normen für Stahl allgemein . . . . .	460
2.2.	Grundnormen für Rohrleitungen . . . . .	465
2.3.	Normen für Rohre . . . . .	467
2.3.1.	Berechnungsnormen . . . . .	467
2.3.2.	Maßnormen . . . . .	480
2.3.3.	Gütenormen und Technische Lieferbedingungen . . . . .	483
2.3.4.	Prüfnormen . . . . .	487
2.4.	Normen für Rohrformstücke . . . . .	488
2.5.	Normen für Flansche, Dichtungen und Schrauben . . . . .	490
2.6.	Armaturennormen . . . . .	498
2.7.	Anwendungsnormen . . . . .	498
2.8.	Schweißtechnische Normen . . . . .	502
3.	AD-Merkblätter und andere deutsche Regeln mit normativen Festlegungen . . . . .	504
3.1.	AD-Merkblätter . . . . .	504
3.2.	Dampfkessel-Bestimmungen (TRD) . . . . .	504
3.3.	Bestimmungen über brennbare Flüssigkeiten (TRbF) . . . . .	505
3.4.	Regelwerk des Deutschen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern (DVGW) . . . . .	505
3.5.	Stahl-Eisen-Werkstoffblätter und -Lieferbedingungen . . . . .	505
4.	Ausländische und internationale Normen . . . . .	505
4.1.	Amerikanische Normen . . . . .	506
4.1.1.	Einführung . . . . .	506
4.1.2.	ANSI-Normen . . . . .	506
4.1.3.	API-Normen . . . . .	507

4.1.4.	ASTM-Normen . . . . .	508
4.1.5.	Amerikanische Abmessungen . . . . .	513
4.2.	Britische Normen . . . . .	522
4.3.	Französische Normen . . . . .	522
4.4.	Europäische Normen . . . . .	523
4.5.	Internationale Normen . . . . .	523

## *X Anhang, Arbeitsdiagramme . . . . . 525*

Kapitel II Bild 8: Warmstreckgrenzen und Zeitstandfestigkeiten. Festigkeitswerte in Abhängigkeit von der Betriebstemperatur . . . . .	526
Kapitel IV Bild 3: Gebrauchsdiagramm für neue, blanke oder innen bituminierte Stahlrohre nach Prandtl-Colebrook mit der absoluten Rauigkeit $k = 0,05$ mm . . . . .	528
Kapitel IV Bild 5: Strömungsgeschwindigkeit in Wasserleitungen . . . . .	529
Kapitel IV Bild 6: Druckabfall in Wasserleitungen . . . . .	530
Kapitel IV Bild 7: Strömungsgeschwindigkeit in Dampfleitungen . . . . .	531
Kapitel IV Bild 8: Druckabfall in Dampfleitungen . . . . .	532
Kapitel IV Bild 9: Dynamische Viskosität $10^6 \eta$ in kg/ms von Wasser und Wasserdampf. Nach VDI-Wasserdampf Tafeln, 7. Auflage, 1968. . . . .	533
Kapitel IV Bild 12: Abhängigkeit der Widerstandszahl $\lambda_R$ von $\log Re$ und der relativen Rauigkeit $d/k$ im Übergangsgebiet zwischen laminarer und turbulenter Strömung. . . . .	534
Kapitel IV Bild 22: Erforderliche Wanddicke $s$ bei Berechnung gegen Einbeulen (AD-Merkblatt B 6) . . . . .	535
Kapitel IV Bild 23: Erforderliche Wanddicke $s$ bei Berechnung gegen plastisches Verformen (AD-Merkblatt B 6) . . . . .	536
Kapitel IV Bild 27: Verschwächungsbeiwerte $v_A$ für Ausschnitte und senkrechte Abzweige in zylindrischen und kegeligen Grundkörpern (AD-Merkblatt B 9) . . . . .	537
Kapitel IV Bild 28: Verschwächungsbeiwerte für Zylinderschalen mit senkrechtem Abzweig, geeignet für die Ermittlung von Wanddicken . . . . .	538

## *XI Stichwortverzeichnis . . . . . 539*

### *Firmenverzeichnis zum Anzeigenteil . . . . .*

Anzeigenseite 51