

Inhalt

1	Allgemeine Grundlagen	1
1.1	Größen und Einheiten	1
1.2	Berechnungen	4
1.3	Längen, Flächen, Volumen und Massen	5
1.4	Kraft, Drehmoment, Arbeit, Leistung, Wirkungsgrad	14
1.5	Festigkeitslehre	22
1.6	Druck in Flüssigkeiten und Gasen	24
1.7	Wärmelehre	26
1.8	Strömungslehre	30
1.9	Gasgesetze	31
1.10	Elektrotechnik	32
1.10.1	Elektrische Größen und Schaltungen elektrischer Widerstände	32
1.10.2	Elektroinstallation	34
1.11	Steuerungs- und Regelungstechnik	45
1.11.1	Vergleich zwischen Steuerung und Regelung	45
1.11.2	Grundbegriffe der Regelungs- und Steuerungstechnik	46
1.11.3	Steuerungstechnik	47
1.11.4	Regelungstechnik	49
1.11.5	Automatisierungs- und Leittechnik	53
1.11.5.1	Gebäudeautomation	53
1.11.5.2	Prozessautomation	56
1.12	Bearbeiten von Kundenaufträgen	58
1.12.1	Einordnung und Hauptaufgaben von Industriebetrieben	58
1.12.2	Phasen des Kundenauftrags	58
1.12.3	Auftragsarten	59
1.12.4	Kalkulation	59
1.12.5	Qualitätsmanagement	60
1.12.6	Prüf- und Zertifizierungszeichen	62
2	Technische Kommunikation	64
2.1	Grundlagen	64
2.2	Abwicklungen	67
2.3	Darstellen von technischen Daten	72
2.4	Grundlagen zur Erstellung technischer Zeichnungen	75
2.5	Toleranzen	95
2.6	Passungen	98
2.7	Oberflächenbeschaffenheit	102
2.8	Schweißen und Löten	106
2.9	Rohrleitungen in technischen Zeichnungen	112
2.10	Bauzeichen	115
2.11	Hausinstallation	120
2.12	Elektrotechnische Schaltpläne	130
2.12.1	Dokumentenarten der Elektrotechnik	130
2.12.2	Sinnbilder der Elektrotechnik	131
2.13	Darstellung von Mess-, Steuer- und Regelaufgaben (Prozessleittechnik)	138
2.13.1	Begriffe und Abkürzungen der Prozessleittechnik	138
2.13.2	Graphische Darstellung von Aufgaben der Prozessleittechnik (PCE)	138
2.13.3	Beispiele für die graphische Darstellung von PCE-Aufgaben	140
3	Werkstofftechnik	144
3.1	Stoffwerte	144
3.1.1	Wassertemperatur, Dichte, spezifisches Volumen	145
3.1.1.1	Zustandsgrößen von Wasser	146
3.1.1.2	Wasserhärte (in °dH)	147
3.1.2	Wichtige chemische Stoffe	148
3.1.3	Stoffwerte gasförmiger Stoffe (bei 0 °C; $p_{\text{abs}} = 1,013 \text{ bar}$)	149
3.1.4	Stoffwerte flüssiger Stoffe (bei 20 °C; $p_{\text{abs}} = 1,013 \text{ bar}$)	149
3.1.4.1	ph-Werte verschiedener Flüssigkeiten	150
3.1.5	Stoffwerte fester Stoffe	150
3.1.6	Spezifische Stoffwerte von Wasser	151
3.1.7	Kältemittel	151
3.1.8	Wärmedurchgangskoeffizient U (Anhaltswerte)	152

3.1.9	Wärmeübergangszahlen h (früher α) für vertikale ebene Wände/vertikale Heizplatten	152
3.2	Werkstoffnormung	153
3.2.1	Einteilung der Stähle	153
3.2.2	Bezeichnungssystem für Eisenwerkstoffe	154
3.2.3	Bezeichnungssystem für Stähle	155
3.2.4	Übliche Stahlsorten	157
3.3	Gusseisen	161
3.3.1	Bezeichnungssystem für Gusseisenwerkstoffe nach Kurzzeichen	161
3.3.2	Übliche Gusseisenwerkstoffe	161
3.4	Kupfer	162
3.4.1	Bezeichnungssystem für Kupfer	162
3.4.2	Übliche Kupferwerkstoffe	162
3.5	Kunststoffe	164
3.5.1	Einteilung der Kunststoffe	164
3.5.2	Bezeichnungssystem von Kunststoffen	165
3.5.3	Eigenschaften und Verwendung von Kunststoffen	166
3.6	Glas	167
3.7	Korrosion	167
3.7.1	Korrosionsarten	167
3.7.2	Spannungsreihe	168
3.7.3	Methoden des Korrosionsschutzes	168
3.7.4	Korrosionsschutzgerechte Gestaltung	169
3.7.5	Arten von Oberflächen und Oberflächenvorbereitung	170
3.7.6	Korrosionsschutz von Stahlbauteilen durch Feuerverzinken	171
3.7.7	Korrosivitätskategorien	172
3.7.8	Korrosionsschutz für Aluminiumbauteile	173
3.7.9	Beschichten von Rohren	174
3.7.10	Beizen von Edeltählen	174
3.7.11	Eignung von Korrosionsbeständigen Stählen bei Korrosionsbelastung (Auswahl)	175
3.8	Wärmebehandlung von Stahl	176
3.9	Oberflächenkennzeichnung für kaltgewalztes Blech und Band	177
3.10	Aluminium	178
3.10.1	Bezeichnungssystem für Aluminium	178
3.10.2	Übliche Aluminiumwerkstoffe	178
3.11	Warmgewalzte Stahlprofile	179
3.11.1	Warmgewalzte rundkantige U-Profile	179
3.11.2	Schmale I-Profile mit schrägen Flanschen	180
3.11.3	Mittelbreite I-Profile mit parallelen Flanschen	180
3.11.4	Breite I-Profile mit parallelen Flanschen	181
3.11.5	Warmgewalzte gleichschenklige rundkantige T-Profile	182
3.11.6	Warmgewalzte ungleichschenklige rundkantige L-Profile	183
3.11.7	Warmgewalzte gleichschenklige rundkantige L-Profile	184
3.12	Warmgefertigter Stabstahl	185
3.13	Warmgewalzter Flachstahl (S235JR)	186
3.14	Blanker Flachstahl (S235JR)	187
3.15	Werkstoffprüfung	188
4	Fertigungstechnik	192
4.1	Übersicht der Fertigungsverfahren (DIN 8580)	192
4.2	Fügen durch Schrauben	193
4.2.1	Gewindearten – Übersicht	193
4.2.2	Mechanische Eigenschaften von Schrauben aus nichtrostendem Stahl	196
4.2.3	Festigkeitsklassen von Schrauben	197
4.2.4	Festigkeitsklassen von Muttern mit Regelgewinde und zugehörnde Schrauben aus Stahl	198
4.2.5	Durchgangslöcher für Schrauben	198
4.2.6	Mindesteinschraubtiefen l_e für Grundlochgewinde	199
4.2.7	Sechskantschrauben	199
4.2.8	Sechskantmuttern mit metrischem Regelgewinde	202
4.2.9	Flache Scheiben mit und ohne Fase	203
4.2.10	Blechschraben	203
4.2.11	Bohrschrauben	204
4.2.12	Spanplattenschrauben	204
4.2.13	Schraubenantriebe	204
4.2.14	HV-Verbindungen	205

4.3	Technische Gase	207
4.3.1	Lieferformen von Schutzgasflaschen	207
4.3.2	Farbkennzeichnung von Gasflaschen	207
4.3.3	Zuordnung Schutzgase zu Werkstoffen	208
4.4	Fügen durch Schweißen	210
4.4.1	Übersicht Handschweißverfahren	210
4.4.2	Schweißverhalten und Klassenkennzeichnung von Gasschweißstäben	211
4.4.3	Zuordnung von Schweißstäben – Stahlsorte	211
4.4.4	Schweißverfahren – Lötverfahren- Übersicht	212
4.4.5	Schweißbeignung von unlegierten und legierten Stählen	213
4.4.6	Schweißpositionen	213
4.4.7	Schweißnahtvorbereitung für Stahl und Aluminium	214
4.4.8	Übersicht und Kennwerte von Schweißmaschinen (Auswahl)	215
4.4.9	Stabelektroden nach DIN EN ISO 2560	216
4.4.10	Zuordnung Stabelektroden für das Lichtbogenhandschweißen – Werkstoff	217
4.4.11	Stabelektroden: Lieferformen, Einstelldaten (Auswahl)	218
4.4.12	Elektrodenverbrauch pro Meter Naht	218
4.4.13	Zuordnung Werkstoff zu Drahtelektrode für MAG-Schweißen	219
4.4.14	Lieferformen von Schweißdrähte	219
4.4.15	Schweißzusätze für das Schweißen nichtrostender Stähle nach Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Z-30.3-6 vom 5. März 2018	220
4.4.16	Einstellgrößen für das MAG-Schweißen von unlegierten und niedriglegierten Stählen in der Position PA (waagrecht)	221
4.4.17	Zuordnung von Werkstoff zu Schweißstäben beim WIG-Schweißen	221
4.4.18	Einstellgrößen für das WIG-Schweißen für verschiedene Werkstoffe (Auswahl)	223
4.4.19	Schweißnahtberechnung	223
4.4.20	Gasverbrauch	225
4.4.21	Unterpulverschweißen	226
4.4.22	Schmelzschweißverbindungen an Stahl, Nickel, Titan und deren Legierungen (ohne Strahlschweißen)	227
4.5	Fügen durch Löten	230
4.6	Fügen durch Kleben	236
4.7	Fügen mit Dübeln	239
4.8	Mechanisches Trennen	241
4.8.1	Bohren	241
4.8.1.1	Schnittgeschwindigkeiten beim Trennen durch Spanen	242
4.8.1.2	Umdrehungsfrequenzdiagramme (früher: Drehzahldiagramme)	243
4.8.2	Sägen	244
4.8.3	Schleifen	247
4.8.4	Drehen	249
4.8.5	Fräsen	250
4.8.6	Schneidstoff-Anwendungsgruppen zum Zerspanen	252
4.8.7	Anwendung harter Schneidstoffe (Hartmetalle, Schneidkeramiken) zur Zerspanung	253
4.9	Thermisches Trennen	254
4.10	Kühlschmierstoffe	255
4.11	Umformen durch Biegen von Rohren und Blechen	256
4.12	Kunststoffschweißen	260
4.12.1	Richtwerte für das Heizelementstumpfschweißen von Rohren und Rohrleitungsteilen nach DVS 2207-1, DVS 2207-11	260
4.12.2	Richtwerte für das Heizelementmuffenschweißen von Rohren und Rohrleitungsteilen nach DVS 2207-1, DVS 2207-11	262
4.12.3	Heizwendelschweißen von Formstücken und Sattelformstücken nach DVS 2207-1, DVS 2207-11	262
5	Rohrleitungssysteme	264
5.1	Stahl-Rohrleitungssysteme	264
5.1.1	Übersicht der Rohre aus Stahl	264
5.1.2	Rohrkenngrößen	264
5.1.3	Rohre aus Stahl (Auswahl)	266
5.1.3.1	Nahtlose und geschweißte Stahlrohre	266
5.1.3.2	Rohre aus Stahl zum Schweißen und Gewindeschneiden	267
5.1.3.3	Präzisionsstahlrohr für Pressfitting-Systeme	268
5.1.3.4	Nichtrostende Stahlrohre für Pressfitting-Systeme	269
5.1.4	Stahlrohr-Verbindungssteile	269

5.1.4.1	Gewindefittings aus Temperguss	269
5.1.4.2	Pressfittings aus Stahl	278
5.1.4.3	Fittings für Schneidringverschraubungen	285
5.1.4.3.1	Schneidringfittings (Herstellerangaben)	286
5.1.4.3.2	Standardrohrsellen für Schneidringverbindungen (Herstellerangaben)	289
5.1.4.3.3	Standarddoppelrohrsellen für Schneidringverbindungen (Herstellerangaben)	290
5.1.5	Stahlflansche und Dichtungen	291
5.1.5.1	Flanschführungen – Übersicht	291
5.1.5.2	Glatte Flansch (Typ 01)	292
5.1.5.3	Blindflansch (Typ 05)	293
5.1.5.4	Vorschweißflansch (Typ 11)	296
5.1.5.5	Gewindeflansch (Typ 13)	297
5.1.5.6	Flanschwerkstoffe und Schrauben	298
5.1.5.7	Dichtflächenformen	298
5.1.5.8	Flanschdichtungen	299
5.1.6	Formstücke aus Stahl zum Einschweißen (Auszug)	301
5.2	Kupfer-Rohrleitungssysteme	308
5.2.1	Kupferrohre für Sanitärinstallationen, Heizungsbau und Gasleitungen	308
5.2.2	Einsatz- und Verarbeitung von CU-Rohr	308
5.2.3	Nahtlose Kupferrohre für Gas- und Wasserleitungen von Sanitärinstallation und Heizungsbau	309
5.2.4	Wärme gedämmte Kupferrohre	310
5.2.5	Dünnwandige Kupferrohre mit kraftschlüssiger PE-Ummantelung für Heizen, Kühlen, Trink- und Regenwasser	310
5.2.6	Löt fittings für Kupferrohre	310
5.2.7	Press fittings für Kupferrohre	317
5.2.8	Steck fittings für Kupfer-, Stahl- und Edelstahlrohr (nach Herstellerangaben)	323
5.3	Mehrschicht-Verbundrohrsysteme	326
5.3.1	Mehrschichtverbundrohre für Trinkwasser-, Heizungs- und Druckluftanlagen	326
5.3.2	Auswahlkriterien für Rohrleitungssysteme in der Gebäudetechnik	327
5.3.3	Press fittings für Mehrschichtverbundrohr (Radialpressen)	328
5.4	Rohrarmaturen aus Metall	332
5.4.1	Armaturen für Gewindeverbindungen	332
5.4.1.1	Armaturen aus Messing (Herstellerangaben)	332
5.4.1.2	Armaturen aus Rotguss (Herstellerangaben)	336
5.4.1.3	Armaturen aus Stahl (Herstellerangaben)	339
5.4.2	Armaturen für Pressverbindungen (Herstellerangaben)	342
5.4.3	Armaturen für Löt muffenverbindungen (Herstellerangaben)	343
5.4.4	Armaturen für Flanschverbindungen	344
5.4.4.1	Absperrarmaturen	344
5.4.4.2	Verteilerkonstruktion für Flanschenarmaturen	349
5.4.4.3	Hydraulische Weiche	350
5.4.4.4	Sicherheitsarmaturen	352
5.4.4.5	Kondensatableiter (Herstellerangaben)	355
5.4.4.6	Schmutzfänger mit Flanschen (Herstellerangaben) nach DIN EN 12266-1 (Auszug)	357
5.4.4.7	Schaugläser (Herstellerangaben) nach DIN 28120	357
5.4.4.8	Be- und Entlüfter, Luft- und Luft-/Schlammabscheider (Herstellerangaben)	359
5.4.4.9	Kompensatoren	361
5.5	Kunststoff-Rohrleitungssysteme – Druckrohre für Gas, Wasser und Trinkwasser	363
5.5.1	Kenngrößen und Bezeichnungen	363
5.5.2	Druckrohrsysteme aus Kunststoff	365
5.5.2.1	Druckrohrsysteme aus Polyethylen (PE 100)	365
5.5.2.2	Druckrohre aus vernetztem Polyethylen (PE-X) nach DIN EN ISO 15875-2	367
5.5.3	Formteile für Druckrohre PE100 und PE80 nach DIN EN 1555-3, DIN EN 12201-3, DVGW 335-B2	370
5.5.3.1	Fittings zum Heizwendelschweißen für PE-Rohre (Herstellerangaben)	370
5.5.3.2	Klemmfittings für PE-Rohre	378
5.5.3.3	Steck fittings für PE-Rohre	380
5.6	Schlauchleitungen	383
5.6.1	Anwendungsbereiche (Herstellerangaben)	383
5.6.2	Einbauhinweise für Schlauchleitungen nach DIN 20066	384
5.7	Drucklose Kunststoff-Rohrleitungssysteme für Entwässerung	385
5.7.1	Begriffe und Kennwerte	385
5.7.2	HT- Entwässerungssysteme aus Polyethylen (PE) mit glatten Enden	388
5.7.3	HT-Entwässerungssysteme mit Steckmuffe aus Polypropylen (PP) mit angeformter Muffe (Auswahl)	394

5.7.4	KG-Entwässerungssysteme aus Polyvinylchlorid (PVC-U) mit angeformter Steckmuffe (Auswahl)	398
5.7.5	KG-Entwässerungssysteme aus Polypropylen mit Additiven (PP-MD) und angeformter Steckmuffe (Auswahl)	401
5.8	Abwasserkanalrohr aus Beton	404
5.9	Steinzeugrohre	406
6	Versorgungstechnische Anlagen	407
6.1	Erdverlegte Rohrleitungen	407
6.1.1	Erdverlegte Rohrleitungen nach DIN 4124, DIN 1054, DIN EN ISO 14688-1, DGUV	407
6.1.1.2	Innere und äußere Einflüsse auf Böden	407
6.1.1.3	Einteilung und Benennung von Böden nach Korngrößen DIN EN ISO 14688-1	407
6.1.1.4	Arten des Baugrundes nach DIN 1054	408
6.1.1.5	Böschungswinkel für Leitungsgräben	408
6.1.1.6	Mindestbreiten für Gräben mit/ohne Arbeitsraum nach DIN 4124	409
6.1.1.7	Lichte Mindestbreite für Gräben mit Arbeitsraum und senkrechten Wänden in Abhängigkeit von der Grabentiefe nach DIN 4124	410
6.1.1.8	Arbeitsstreifen in freier Flur	412
6.1.1.9	Arbeitsstellen an Straßen, Sicherungsregelpläne (RSA, bgbau)	413
6.1.2	Erdverlegte Rohrleitungen (Kanalrohrleitungen) nach DIN EN 1610, BFR	415
6.1.2.1	Normen Technische Lebensdauer von abwassertechnischen Anlagen nach WertR 02	415
6.1.2.2	Normen und Regelwerk zur Dichtheitsprüfung nach BFR Abwasser	415
6.1.2.3	Anwendungsfälle für bestehende Regelwerke nach BFR Abwasser	415
6.1.2.4	Mindestgrabenbreiten für Kanalrohrleitungen nach DIN EN 1610	416
6.2	Trinkwasseranlagen	417
6.2.1	Trinkwasserversorgung	417
6.2.1.1	Trinkwasserverordnung 2011 (TrinkwV2001-Neufassung 2021)	417
6.2.1.2	Trinkwassergewinnung	419
6.2.1.3	Trinkwasserförderung	420
6.2.1.4	Öffentliche Wasserversorgung	421
6.2.1.5	Hausanschluss	421
6.2.2	Druckerhöhungsanlagen (DEA)	429
6.2.3	Trinkwasserverbrauch	431
6.3	Feuerlöchanlagen	432
6.3.1	Hydranten nach DIN EN 1074-6	432
6.3.2	Sprinkleranlagen	433
6.4	Abwasserentsorgung	438
6.4.1	Abwasserarten	438
6.4.2	Abwasserkanalsysteme	439
6.4.3	Öffentliche Abwasserbeseitigung	439
6.4.4	Private Abwasserbeseitigung – Kleinkläranlage nach SBR-Verfahren (ein Behälter: bis 6 Personen)	440
6.4.5	Abwasserkanalrohre	440
6.5	Gasversorgungsanlagen	441
6.5.1	Brennstoffkennwerte (Auswahl, Durchschnittswerte)	441
6.5.2	Erdgas – Gewinnung, Speicherung und Transport	443
6.5.3	Öffentliche Gasversorgung	447
6.5.3.1	Gasfamilien nach DVGW G 260	447
6.5.3.2	Gasbeschaffenheit nach DVGW G 260 und Prüfgase nach DIN EN 437	447
6.5.3.3	Gaskenn- und Anschlusswerte	448
6.5.3.4	Gasleitungswerkstoffe und Befestigung	450
6.5.3.5	Hauseinführungen	452
6.5.3.6	Abstandsregeln für Gasleitungen	454
6.5.3.7	Gas-Hausanschluss	454
6.5.4	Grubengasanlagen	456
6.5.5	Biogasanlagen	456
6.5.6	Flüssiggasanlagen	457
6.5.7	Brandschutz	461
6.5.8	Anlagenbeispiel mit Hausanschlusskasten	462
6.6	Dampfkesselanlagen	463
6.6.1	Schematischer Aufbau eines Dampfkessels	464
6.6.2	Bearbeitungskette vom Rohwasser bis zur Einspeisung in den Kessel	464
6.6.3	Dampfarten	464
6.6.4	Kesselbauarten	465
6.6.5	Energiestromdiagramm einer Dampfkesselanlage	466

6.6.6	Prüfung Dampfkesselanlagen (Checkliste, Herstellerangaben)	467
6.7	Fernwärme	468
6.8	Brennstoffzelle	469
6.9	Erzeugung elektrischer Energie	471
7	Komponenten der Anlagentechnik	473
7.1	Bereiche und Begriffe der Verfahrenstechnik	473
7.2	Fließschemata für verfahrenstechnische Anlagen nach DIN EN ISO 10628-1	474
7.2.1	Grundfließschemata	474
7.2.2	Verfahrensfließschemata	474
7.3	Grafische Symbole in verfahrenstechnischen Anlagen	476
7.3.1	Kennbuchstaben für Fließschemata (Auszug) nach DIN EN ISO 10628-1 Bbl 1	476
7.3.2	Einteilung grafischer Symbole nach DIN EN ISO 10628-2	476
7.3.3	Bildzeichen (Auszug) nach DIN EN ISO 10628-2 – Auswahl nach Sachgruppen (Auszug)	477
7.4	Fördern von Stoffen	481
7.4.1	Übersicht Förderpumpen (Auswahl, Herstellerangaben)	481
7.4.2	Kreiselpumpen	481
7.4.3	Umwälzpumpen (Herstellerangaben)	483
7.4.4	Unterwassermotorpumpen (Herstellerangaben)	484
7.4.5	Schlauchpumpen (Herstellerangaben)	485
7.4.6	(Doppel-)Membranpumpen (Herstellerangaben)	486
7.4.7	Strahlpumpen (Herstellerangaben)	486
7.4.8	Verdichter (Auswahl)	487
7.5	Wärmeübertragung	488
7.5.1	Wärmeübertrager	488
7.5.2	Rechengang Wärmeübertrager	491
7.5.3	Kälte- und Wärmeträger	494
7.5.4	Elektrische Begleitheizung	495
7.6	Aufbereiten und Trennen von Stoffen	498
7.6.1	Mischen und Rühren	498
7.6.2	Trennen von Stoffen	500
7.6.3	Zerkleinerungsverfahren (Auswahl)	501
7.6.4	Verfahren der Stoffbindung (Agglomerieren)	501
7.7	Messtechnik	502
7.7.1	Durchflussmessung (Summe)	502
7.7.2	Durchflussmessung (Volumenstrom)	503
7.7.3	Füllstandsmessung	504
7.7.4	Druckmessung	506
7.7.5	Temperaturmessung	507
8	Apparate- und Behälterbau	509
8.1	Bauformen von Behältern	509
8.2	Werkstoffauswahl	511
8.3	Öffnungen für Behälter nach AD-A5, AD-A5.1 (Auszug)	511
8.4	Gewölbte Böden (Auszug)	512
8.4.1	Klöpferböden nach DIN 28011	513
8.4.2	Korbbogenböden nach DIN 28013	514
8.4.3	Stützenbauarten (Auswahl)	515
8.4.4	Inspektionsöffnungen für Behälter	517
8.4.5	Tragelemente für Behälter	519
8.5	Dichtungen für Behälter nach AD-B7 (Auszug)	528
8.6	Normen und Toleranzen	530
8.6.1	Normen	530
8.6.2	Toleranzen für Stützen nach DIN EN 13445-4	530
8.6.3	Toleranzen von Sätteln und Abstützungen nach DIN EN 13445-4	531
8.6.4	Toleranzen für stehende Behälter nach DIN EN 13445-4	532
8.7	Prüfen von Druckbehältern nach DruckbehV (TRB 500-04/2001 ff)	532
8.8	Anschlagmittel	533
8.8.1	Anschlagen von Lasten	533
8.8.2	Hebebänder und Rundschlingen	538
8.8.3	Kurzgliedrige Rundstahlketten für Hebezwecke	539
8.8.4	Zubehör für Anschlagmittel	544

9	Instandhaltung	549
9.1	Instandhaltungsmaßnahmen	549
9.2	Begriffe und Maßnahmen in der Instandhaltung	549
9.3	Instandhaltungsstrategien	550
9.4	Verbesserung	551
9.5	Zehnerregel der Fehlerkosten	551
9.6	Optimierte zustandsorientierte Instandhaltung	552
9.7	Methoden der Fehleranalyse und Qualitätsverbesserung	552
9.7.1	Ishikawa- Diagramm	552
9.7.2	Pareto-Prinzip	552
9.8	Beispiel für eine vorbeugende (intervallabhängige) Instandsetzungsstrategie	553
9.9	Rehabilitation als planbare Maßnahme grabenloser Verfahren in der Wasserversorgung	554
10	Umwelttechnik	555
10.1	Umwelt- und ressourcenschonende Heizungssysteme	555
10.1.1	Pellets	555
10.1.2	Wärmepumpe	555
10.1.3	Blockheizkraftwerk	559
10.1.4	Solare Heizungsunterstützung und Trinkwassererwärmung	559
10.2	Gesetzliche Vorgaben	563
10.2.1	Gebäudeenergiegesetz (GEG)	563
10.3	Rohrleitungsdämmung	567
10.4	Regenwassernutzung	571
11	Umweltschutz, Arbeitsschutz, Brandschutz, Schallschutz	577
11.1	Umweltschutz	577
11.1.1	Übersicht Materialfluss und gesetzliche Regelungen der Abfallbeseitigung	577
11.1.2	Abfallarten	578
11.1.3	Container- und Behältersysteme	581
11.2	Arbeitsschutz	581
11.2.1	Verbots-, Gebots-, Warn- und Hinweisbeschilderung	581
11.2.1.1	Verbotsschilderung	581
11.2.1.2	Gebotsschilderung	582
11.2.1.3	Warnschilderung	582
11.2.1.4	Rettungszeichen DIN ISO 23601	582
11.2.1.5	Brandschutzzeichen	583
11.2.2	Gefahrstoffe	583
11.2.2.1	Gefahrensymbole und Gefahrenbezeichnung	583
11.3	Brandschutz	584
11.3.1	Brandentstehung	584
11.3.2	Vorbeugender Brandschutz und Brandschutzmaßnahmen	584
11.4	Lärmschutz	592
11.4.1	Schallpegel	592
11.4.2	Schalltechnische Begriffe	592
11.4.3	Lärmwirkung	593
11.4.4	Lärminderungsmöglichkeiten	593
11.4.5	Unfallverhütungsvorschriften für lärm erzeugende Betriebe	593
11.4.6	Lärmgrenzwerte nach Arbeitsstättenverordnung	594
11.4.7	Schallschutzanforderungen nach DIN 4109-1	594
11.4.7.1	Anforderungen an die Schalldämmung für Geschosshäuser mit Wohnungen und Arbeitsräumen	594
11.4.7.2	Maximal zulässige Schalldruckpegel in schutzbedürftigen Räumen (Wohn- und Schlafräumen), Anforderungen an Geräte und Armaturen	595