

Herausgeber:
Kunststoffrohrverband e.V. Bonn



KUNSTSTOFFROHR HANDBUCH

**Rohrleitungssysteme
für die Ver- und Entsorgung
sowie weitere Anwendungsgebiete**

3. Auflage

Koordination:
Eugen Ant
Claus Wehage

VULKAN-VERLAG ESSEN

Inhaltsverzeichnis

Zum Geleit	V
Vorwort	VII
Autorenverzeichnis	IX
Teil I Geschichte der Kunststoffrohre	2
Teil II Werkstoffe	7
1 Grundbegriffe	8
2 Herstellung der Rohstoffe	10
3 Werkstoffe für Kunststoffrohrleitungen	13
(physische Eigenschaften, chemische Beständigkeit, Zeitstandverhalten-Dimensionierung-Normung)	
3.1 Polyvinylchlorid weichmacherfrei (PVC-U)	41
3.2 Polyvinylchlorid chloriert (PVC-C)	42
3.3 Polyethylen (PE)	42
3.4 Polyethylen vernetzt (PE-X)	46
3.5 Polypropylen (PP)	46
3.6 Polybuten (PB)	47
3.7 Fluorpolymerisate (PVDF, ECTFE, PFA, PTFE)	47
3.8 Acrylnitril / Styrol-Polymerisate (ABS/ASA)	48
3.9 Kunststoff-Metall-Verbundrohre	48
3.10 Glasfaserverstärkte Kunststoffe (GFK)	49
4 Dichtungswerkstoffe	49
5 Kunststoffrohre und Umwelt	53
5.1 Ökobilanzen	53
5.2 Umweltrelevante Gebrauchseigenschaften von Kunststoffrohren	55
5.3 Umweltaspekte bei der Herstellung und Nutzung von Kunststoffrohren	57
5.4 Entsorgung	59
5.5 Rechtliche Bestimmungen	62

5.5.1	Verdingungsordnung für Bauleistungen (VOB)	62
5.5.2	Wasserhaushaltsgesetz	62
5.5.3	Produkthaftung	63
5.5.4	Straf- und Ordnungsrecht	64
5.5.5	Verantwortung der Kommunen	65
Teil III	Normung	67
1	Einführung	68
2	Nationale Normung	69
3	Europäische Normung	70
3.1	Informationsverfahren, Harmonisierung	72
3.2	CEN/TC 155	73
3.3	TEPPFA	75
3.4	Normenkonformität und CE-Kennzeichnung	75
3.5	Relevanz der „Bauproduktenrichtlinie“ für die Kunststoffrohrnormung	76
3.6	Akkreditierung, Qualitätssicherung, Zertifizierung	78
4	Internationale Normung	79
5	Ausblick	82
Teil IV	Herstellung von Rohren, Formstücken und Dichtungen	85
1	Herstellung von Rohren und Formstücken aus Thermoplasten	86
1.1	Aufbereiten	86
1.1.1	Zuschlagstoffe	86
1.1.2	Ablauf des Aufbereitungsvorganges	87
1.2	Verarbeitung	87
1.2.1	Extrusion	87
1.2.2	Spritzgießen	93
1.2.3	Konfektionierung	94
2	Herstellung von Rohren und Formstücken aus GFK	95
2.1	Verarbeitung	95
2.1.1	Wickelverfahren	97

2.1.2	Schleuderverfahren	100
2.1.3	Handfertigung	105
3	Herstellung von Dichtungen aus Elastomeren	106
Teil V	Rohrverbindungen und Verbindungstechniken	109
1	Kunststoffrohre untereinander	110
1.1	Längskraftschlüssige unlösbare Verbindungen	110
1.1.1	Klebsverbindungen	110
1.1.2	Schweißverbindungen	116
1.1.3	Preßverbindungen	127
1.2	Längskraftschlüssige lösbare Verbindungen	127
1.2.1	Verschraubungen	127
1.2.2	Flanschverbindungen	128
1.2.3	Kupplungen	130
1.3	Nicht längskraftschlüssige Verbindungen – Stecken, Kuppeln, Klemmen	133
2	Übergangsverbindungen	134
2.1	Längskraftschlüssige Übergangsverbindungen	136
2.1.1	Verschraubungen	136
2.1.2	Gewindeverbindungen	139
2.1.3	Flanschverbindungen	140
2.1.4	Klemmverbindungen	141
2.2	Nicht längskraftschlüssige Übergangsverbindungen – Stecken, Kuppeln	145
2.3	GFK-Laminatverbindungen	147
Teil VI	Gütesicherung von Kunststoffrohren	151
1	Gütegemeinschaft Kunststoffrohre e.V. und Gütezeichen Kunststoffrohre	152
1.1	Qualität hat ein Zeichen	152
1.2	Gütegemeinschaft Kunststoffrohre e.V.	153
1.3	Güteüberwachte Erzeugnisse	155
2	Organisation der Güteüberwachung durch die GKR	161
2.1	Gütesicherungsverfahren	161
2.2	System der werkseigenen Kontrolle und der Fremd- überwachung	165
2.3	Richtlinien und Arbeitsblätter	167

3	Prüf- und Registrierverfahren	168
3.1	Ausführung und Dokumentation der Prüfungen	168
3.2	Einbindung der europäischen Normung und Zertifizierung nach ISO 9000 ff.	173
4	Kennzeichnung der güteüberwachten Erzeugnisse	176
4.1	Kennzeichnung mit dem RAL-Gütezeichen	176
4.2	Kennzeichnungsvorschriften anderer Institutionen	177
Teil VII	Anwendungsgebiete	179
1	Trinkwasserversorgung	182
1.1	Trinkwasserverteilungsanlagen	183
1.1.1	Bedeutung	183
1.1.2	Einsatz von Kunststoffrohren	185
1.1.3	Beispiel eines Trinkwasserverteilungssystems	186
1.1.4	Druckzonen	189
1.1.5	Hydraulische Bemessung	190
1.1.6	Statische Bemessung	195
1.1.7	Rohre und Formstücke	195
1.1.7.1	Allgemeine Anforderungen	195
1.1.7.2	Übersicht der Kunststoffrohre und Werkstoffe	197
1.1.7.2.1	Druckrohre aus PVC-U	199
1.1.7.2.2	Druckrohre aus PE-HD (PE 80)	204
1.1.7.2.3	Druckrohre aus PE-HD (PE 100)	209
1.1.7.2.4	Trinkwasserleitungen aus PE-X	214
1.1.7.2.5	PE-HD-Mehrschichtrohre	214
1.1.7.2.6	Rohrleitungen aus GFK	216
1.1.8	Bau von Trinkwasserleitungen	218
1.1.8.1	Allgemeine Anforderungen	218
1.1.8.2	Transport und Lagerung	219
1.1.8.3	Einbau von Rohren und Formstücken	220
1.1.8.4	Herstellen der Rohrverbindungen	221
1.1.8.5	Flexibilität	228
1.1.8.6	Einbau von Armaturen	230
1.1.8.7	Rohrgraben	230
1.1.8.8	Temperatenausgleich vor Verfüllung der Rohrleitungszone	232
1.1.8.9	Grabenverfüllung	232
1.1.8.10	Innendruckprüfung	233
1.1.8.11	Spülung und Entkeimung - Desinfektion	235

1.1.9	Alternative Verlegeverfahren	236
1.1.10	Weitere Anwendungsgebiete	238
1.2	Hausanschlußleitungen	239
1.3	Trinkwasserhausinstallation	243
1.3.1	Anforderungen an Kunststoffrohrleitungssysteme	244
1.3.1.1	Anforderungen an Druck und Temperatur	245
1.3.1.2	Berechnung der Wanddicken	246
1.3.1.3	Anforderungen an die Hygiene	247
1.3.1.4	Auswahl der Rohrwerkstoffe	247
1.3.1.5	Transport und Lagerung	248
1.3.1.6	Berechnung der Rohrabmessungen	248
1.3.1.7	Verlegetechnik	248
1.3.1.8	Anforderungen an installierte Kunststoffrohr- leitungen	253
1.3.2	Umweltgerechte Trinkwasserinstallations-Systeme	257
1.3.3	Rohrleitungen aus PE-X	261
1.3.4	Rohrleitungen aus PP-R	266
1.3.5	Rohrleitungen aus PB	278
1.3.6	Rohrleitungen aus PVC-C	286
1.3.7	Rohrleitungen aus PVC-U	297
1.3.8	Rohrleitungen aus Kunststoff-Metall-Verbundrohren ...	298
2	Gasversorgung	304
2.1	Gas-Verteilungsnetze	306
2.2	Gasleitungen aus PVC-U	308
2.3	Gasleitungen aus PE	309
2.3.1	Rohre	310
2.3.2	Formstücke	313
2.3.3	Verbindungstechniken	315
2.3.4	Verlegung	317
2.4	Gasleitungen aus PE-X	324
2.5	Flüssiggasleitungen	325
3	Abwasserkanäle, -leitungen und -schächte	325
3.1	Abwasserleitungen (Hausabfluß)	325
3.1.1	Rohrleitungen aus PP	327
3.1.2	Rohrleitungen aus PE-HD	330
3.1.3	Rohrleitungen aus ABS; ASA und ABS/ASA/PVC-U ...	333
3.1.4	Rohrleitungen aus mineralverstärktem PP	336
3.1.5	Rohrleitungen aus ABS/ASA/PVC-U mit Rohraußenschicht aus mineralverstärktem PVC-U	340
3.1.6	Verlegung	342

3.2	Dachentwässerung	347
3.2.1	Dachrinnen	349
3.2.2	Regenfallrohre	349
3.2.3	Formstücke	350
3.2.4	Verlegung	350
3.3	Gebäudedrängung	351
3.4	Grundstücksentwässerung und öffentliche Kanäle	363
3.4.1	Einführung	363
3.4.1.1	Allgemeine Hinweise zur Abwasserentsorgung	363
3.4.1.2	Das Ingenieurbauwerk Abwasserkanal – Zustand, Alter, Bedeutung	365
3.4.1.3	Öffentliche Abwasserkanäle – Kommunale und regionale Entwässerung	369
3.4.1.4	Kunststoffrohre in der Grundstücksentwässerung	372
3.4.2	Planung und Bemessung	374
3.4.2.1	Abwassersysteme und Trends	377
3.4.2.2	Hydraulische Bemessung	378
3.4.2.3	Statische Bemessung	379
3.4.2.3.1	Einführung	379
3.4.2.3.2	Allgemeine Hinweise zur statischen Berechnung	380
3.4.2.3.3	Notwendigkeit einer statischen Berechnung	381
3.4.2.3.4	Objektfragebogen	383
3.4.2.3.5	Vorteile des elastischen Rohres gegenüber dem starren Rohr	383
3.4.2.3.6	Rechenwerte	386
3.4.3	Kunststoff-Kanalrohrsysteme	390
3.4.3.1	Rohre	392
3.4.3.1.1	Rohrwerkstoff PVC-U	392
3.4.3.1.2	Rohrwerkstoff PE-HD	397
3.4.3.1.3	Rohrwerkstoff UP-GF	400
3.4.3.2	Formstücke	408
3.4.3.3	Schachtbauteile	419
3.4.3.3.1	Vorschriften und Normen	419
3.4.3.3.2	Schachtkonstruktionen und Materialien	420
3.4.3.3.3	Nichtbesteigbare Schächte im Haus- und Grund- stücksbereich	422
3.4.3.3.4	Nichtbesteigbare Schächte im öffentlichen Bereich	427
3.4.3.3.5	Besteigbare Schachtbauwerke	428
3.4.3.3.6	Notwendigkeit der Besteigbarkeit	431
3.4.4	Bau von Abwasserkanälen und -leitungen	433
3.4.5	Betrieb	444

3.4.5.1	Wartung, Reinigung, Inspektion	445
3.4.5.2	Chemische Widerstandsfähigkeit	447
3.4.5.3	Abriebfestigkeit	451
3.4.5.4	Das flexible Verhalten der Kunststoffkanalrohre	455
3.4.5.4.1	Einführung	456
3.4.5.4.2	Verhalten der Kanalrohre gegenüber Erdlasten	456
3.4.5.4.3	Wesentliche Reaktionen der Kanalrohre auf Belastungen im Erdreich	459
3.4.5.4.4	Verhalten der Kanalrohre bei Veränderungen im umgebenden Erdreich	463
3.4.5.4.5	Verformung als Indikator für Verlegequalität	465
3.4.6	Sonderanwendungen	467
3.4.6.1	Grabenlose Verlegung	467
3.4.6.2	Abwasserleitungen in Trinkwasserschutzgebieten	470
3.4.6.2.1	Schutzanforderungen	470
3.4.6.2.2	Baustoffe	471
3.4.6.2.3	Einwandige Rohrsysteme	471
3.4.6.2.4	Doppelwandige Rohrsysteme	474
3.4.6.3	Planung und Bau von Kanälen im ländlichen Raum – Möglichkeiten der Kosteneinsparung	475
3.4.7	Ausblick	482
4	Kabelschutzrohr-Systeme	484
4.1	Rohrleitungen aus PVC-U	485
4.2	Rohrleitungen aus PE-HD	487
4.3	Mehrfachrohre	487
4.4	Verlegung	490
4.5	Erweiterung und Reparatur von Kabelschutzrohren ...	497
4.6	Statische Berechnung	498
4.7	Alternative Verlegetechniken	499
5	Heizungstechnik	503
5.1	Einleitung	503
5.2	Rohrwerkstoffe	503
5.3	Fußbodenheizung	505
5.3.1	Fußbodenheizung im Wohnungsbau	505
5.3.1.1	Bauarten	506
5.3.1.2	Fußbodenkonstruktion	507
5.3.1.3	Einzelraumregelung	511
5.3.2	Industriefußbodenheizungen	512
5.3.3	Sportstätten	513
5.3.4	Schnee- und Eisfreihaltung	513

5.4	Heizkörperanbindung in Neubauten	515
5.4.1	Systemkomponenten	515
5.4.1.1	Verteilerstation	516
5.4.1.2	Rohrkupplung	516
5.4.1.3	Rohr im Rohr	517
5.4.1.4	Rohrumlenvorrichtung – Schutzrohrbogen	518
5.4.2	Temperierung des Bodens im gleichen Regelkreis	519
5.4.3	Dämmung von Heizkörperanbindeleitungen	520
5.4.4	Wirtschaftlichkeit des Rohr im Rohr-Systems	521
5.5	Heizkörperanbindung für Altbausanierung	521
5.5.1	Sockelleiste	522
5.5.2	Rohrmaterialien	523
5.5.3	Rohrführungen und Formstücke	523
5.5.4	Anschlußeinheiten	524
5.6	Fernwärmeversorgung	526
5.6.1	Einführung	526
5.6.2	Kunststoffmantelrohre	527
5.6.3	Vollkunststoffrohr-Systeme im Fernwärmetransport ...	531
5.6.4	Ausblick	532
6	Industrielleitungen	533
6.1	Allgemeine Anforderungen	533
6.2	Werkstoffauswahl	539
6.2.1	Druck- und Temperaturbelastbarkeit	541
6.2.2	Chemische Beständigkeit	549
6.3	Hydraulische Eigenschaften	552
6.4	Allgemeine chemische und physikalische Eigenschaften	556
6.5	Rohrleitungen	559
6.5.1	Rohre und Formstücke aus PVC-U	560
6.5.2	Rohre und Formstücke aus PVC-C	561
6.5.3	Rohre und Formstücke aus PE-HD	561
6.5.4	Rohre und Formstücke aus PB	562
6.5.5	Rohre und Formstücke aus PP	562
6.5.6	Rohre und Formstücke aus PVDF	564
6.5.7	Rohre und Formstücke aus GFK	564
6.6	Kunststoffarmaturen	566
6.6.1	Armaturen – Konstruktions- und Funktionsarten	566
6.6.2	Absperrklappen	568
6.6.3	Membranventile	570
6.6.4	Kugelhähne	570
6.6.5	Automatikarmaturen	573

6.6.6	Dimensionierung, Durchflußwerte, k_v -Wert von Armaturen	576
6.6.7	Auswechselbarkeit und Einbau	577
6.6.8	Dichtungen bei Armaturen	578
6.7	Verlegung von Industrierohrleitungen	578
6.7.1	Berechnung und Berücksichtigung der Längenänderung	579
6.7.2	Anordnung und Ausführung von Rohrschellen	581
6.7.3	z-Maß-Montagemethode	583
7	Kunststoffrohre im Schiffbau	585
8	Dückerleitungen, Seeleitungen	587
9	Beregnungsrohre, Schnellkupplungen	590
10	Brunnentechnik	592
11	Wasseraufbereitung	601
12	Schwimmbadtechnik	605
13	Druckluftleitungen	607
14	Abgastechnik	609
15	Klärwerkstechnik	612
16	Landwirtschaftliche Dränung	615
17	Lebensmittelindustrie	619
18	Versickerungsleitungen	622
19	Sickerleitungen	627
20	Rohrleitungen für den Deponiebau	629
21	Lüftungsleitungen	636
22	Kühldecken	640
23	Vortriebsrohre	645

24	Rauchgasreinigungsanlagen	657
25	Sanierungsverfahren	658
25.1	Problemstellung	658
25.2	Stand der Technik	659
25.3	Anwendung von Sanierungsverfahren	661
25.4	Perspektiven	669
Teil VIII Übersicht über Normen, Richtlinien, Arbeits- und Merkblätter		673
1	Allgemeine Rohrleitungsnormen	674
2	Trinkwasserverteilung	681
3	Gasversorgung	683
4	Abwasserkanäle und -leitungen	683
4.1	Abwasserleitungen – Hausabfluß	683
4.2	Dachentwässerung	684
4.3	Grundstücksentwässerung und Kanalisation	684
5	Schutzrohrsysteme	685
6	Heizungstechnik	686
7	Schiffsrohrleitungen	686
8	Beregnung	686
9	Dränung	687
10	Lüftungsleitungen	687
11	Brunnenbau	687
12	Deponie	687
13	Europäische Normung DIN EN	687
14	Weitere Regelwerke	691
14.1	DVS-Richtlinien und -Merkblätter	691

14.2	ATV-Arbeits- und -Merkblätter	691
14.3	DVGW-Arbeits- und -Merkblätter	692
Teil IX	Anhang	695
1	Druckverlustermittlung	696
1.1	Druckabfall in Wasserleitungen	696
1.2	Druckabfall in Gasleitungen	708
2	Hydraulische Bemessung von Abwasser- leitungen	722
3	Liste der chemischen Widerstandsfähigkeit von Thermoplast- und Elastomer-Werkstoffen für den Rohrleitungsbau	725
3.1	Allgemeine Angaben	725
3.2	Hinweise für den Gebrauch der Liste	726
3.2.1	Klassifizierung	726
3.2.2	Rohrverbindungen	726
3.2.3	Dichtwerkstoffe	727
3.3	Übersicht und Anwendungsgrenzen der Liste	727
4	Sachwortregister	774
5	Bildnachweis	788