

Allgemeine Betriebsanleitung für Rohrleitungssysteme

**gemäß Druckgeräterichtlinie 2014/68/EU und
Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)**

Stationäre Rohrleitungssysteme zur Förderung von Flüssigkeiten, Gasen
und Dämpfen in den Kategorien 0–5
gemäß Art. 3 Abs. 4 / A/A2/G der DGR 2014/68/EU

Hersteller / Fachbetrieb / QS-Stelle

InfraServ Gendorf Technik GmbH

Industrieparkstraße 1

84508 Burgkirchen a. d. Alz

Telefon: +49 8679 7-0

Internet: www.infraserv.gendorf.de

Hinweis: Diese Betriebsanleitung unterliegt dem Änderungsdienst. Ausgedruckte Exemplare
sind **nicht revisionssicher**.

Inhaltsverzeichnis

1	Zulassungen (HP0, EN 13480, ISO 9001, ggf. WHG)	1
1.1	Kunststoffrohrleitungen – gültige Regelwerke (DVS 2205 / 2207)	1
1.2	Ergänzung: GFK und GFK-Verbundsysteme – gültige Normen und Anforderungen	3
2	Allgemeine Hinweise	4
2.1	Zweck und Anwendungsbereich der Betriebsanleitung	4
2.1.1	Geltungsbereich Kunststoffrohrleitungen	5
2.1.2	Ergänzung: Geltungsbereich und Abgrenzung für GFK und GFK-Verbundsysteme	6
2.1.3	Geltungsbereich GFK	6
2.1.4	Abgrenzung zu anderen Werkstoffgruppen	6
2.1.5	Verantwortlichkeiten bei GFK-Rohrleitungen	6
2.1.6	Einschränkungen und Besonderheiten bei GFK	7
2.2	Zielgruppe	7
2.3	Rechtliche Grundlagen und Normen	8
2.3.1	Normen und Vorschriften für Kunststoffrohrleitungen (DVS / ISO / DGRL)	9
2.4	Verantwortlichkeiten (Hersteller – Betreiber – Prüfer)	12
2.4.1	Besondere Verantwortlichkeiten bei Kunststoffrohrleitungen	13
2.5	Dokumentationspflichten nach BetrSichV	15
2.6	Verweis auf Rohrklassenverzeichnis	17
2.6.1	Rohrklassen Kunststoff (PVC-U, PVC-C, PP, PE, PVDF)	18
3	Begriffe und Definitionen	21
3.1	Arbeitsmittel	21
3.2	Druckgerät	21
3.3	Rohrleitung	21
3.4	Baugruppe	21
3.5	Überwachungsbedürftige Anlage	21
3.6	Befähigte Person	21
3.7	Fachbetrieb nach § 62 WHG	21
3.8	Rohrleitungsklasse	21
3.9	Werkstoffdefinition Kunststoffrohrleitungen	22
3.10	Glasfaserverstärkter Kunststoff (GFK / GRP)	25
3.10.1	Typische Eigenschaften von GFK	25
3.10.2	GFK-Verbundsysteme	25
3.10.3	Normative Einordnung	26

3.10.4	Einschränkungen bei der Werkstoffverwendung	26
4	Sicherheitshinweise	26
4.1	Allgemeine Sicherheitshinweise	26
4.2	Gefahren durch Druck, Temperatur und Medium	27
4.3	Verhalten bei Undichtheiten oder Bruch	27
4.4	Kennzeichnung und Warnsymbole	27
4.5	Persönliche Schutzausrüstung (PSA)	27
4.6	Sicherheit bei gefährlichen Medien (HCl, NH ₃ , Dampf etc.)	28
4.7	Notfallmaßnahmen (Abspernung, Belüftung, PSA, Notruf)	28
4.8	Sicherheitshinweise für Kunststoffrohrleitungen	29
4.8.1	Temperaturgrenzen und thermische Belastung	29
4.8.2	Mechanische Belastungen und Einbauspannungen	29
4.8.3	UV- und Witterungseinflüsse	30
4.8.4	Chemische Beständigkeit und Medienwechsel	30
4.8.5	Druckbelastung, Druckstöße und Vakuum	31
4.8.6	Schweiß- und Verarbeitungsrisiken	31
4.8.7	Sichtkontrolle, Alterung und Spannungsrisse	32
4.8.8	Brandschutz	32
4.8.9	Besondere Hinweise für Betriebspersonal	33
4.8.10	Zusammenfassung	33
4.9	Ergänzung: Sicherheitshinweise für GFK und GFK-Verbundsysteme	33
4.9.1	Allgemeine Sicherheitsgrundsätze für GFK	33
4.9.2	Spezifische Gefährdungen bei GFK	34
4.9.3	Schutzmaßnahmen	34
4.9.4	Persönliche Schutzausrüstung bei Arbeiten an GFK	34
4.9.5	Verbindlichkeit	35
5	Technische Grundlagen der Rohrleitungssysteme	35
5.1	Aufbau und Funktion einer Rohrleitung	35
5.2	Rohrklassenübersicht	35
5.3	Werkstoffe, Normen und Kennzeichnung	36
5.4	Druck- und Temperaturgrenzen je Klasse	36
5.5	Prüfdrücke, Prüfvorschriften, Sicherheitseinrichtungen	37
5.6	Schweißverbindungen und Prüfverfahren (RT, PT, VT)	37
5.7	Armaturen, Kompensatoren, Isolierung	37
5.8	Medienkennzeichnung und Farbanstrich nach Kundenspezifikation	37

5.9	Technische Grundlagen Kunststoffrohrleitungen	39
5.9.1	Werkstoffverhalten von Thermoplasten	39
5.9.2	Druck- und Temperaturgrenzen	39
5.9.3	Chemische Beständigkeit	40
5.9.4	Mechanische Eigenschaften und Festigkeitsverhalten	40
5.9.5	Thermische Ausdehnung	41
5.9.6	Verbindungstechniken	41
5.9.7	Halterungen und Tragsysteme	42
5.9.8	Prüfdrücke und Prüfverfahren	42
5.9.9	Alterung und Spannungsrisssverhalten	43
5.9.10	Zusammenfassung der technischen Grundlagen	43
5.10	Ergänzung: Technische Grundlagen für GFK und GFK-Verbundsysteme	43
5.10.1	Mechanische Grundlagen von GFK	43
5.10.2	Druck- und Temperaturbeanspruchung	44
5.10.3	Längenausdehnung und Zwangskräfte	44
5.10.4	Rohrhalterungen und Auflagerung	44
5.10.5	Normativer Bezug	44
6	Transport und Lagerung	45
6.1	Transportbedingungen für Rohrleitungen und Bauteile	45
6.2	Anschlagpunkte und Hebemethoden	45
6.3	Schutzmaßnahmen gegen Korrosion, Schmutz und Stoß	45
6.4	Lagerung (Innen-/Außenbereich, klimatische Bedingungen, Kennzeichnung)	46
6.5	Zwischenlagerung von vormontierten Baugruppen	46
6.6	Dekontamination bei Medienrückständen	46
6.7	Transport und Lagerung von Kunststoffrohrleitungen	47
6.7.1	Allgemeine Anforderungen	47
6.7.2	Anforderungen an Transportmittel	47
6.7.3	Schutzmaßnahmen gegen Beschädigungen	48
6.7.4	Anforderungen an die Lagerung	48
6.7.5	Stapelhöhen und Auflagerabstände	48
6.7.6	Transport von vormontierten Kunststoffbaugruppen	49
6.7.7	Besondere Maßnahmen bei Kälte und Hitze	49
6.7.8	Zusammenfassung	49
6.8	Zulässige Auflagerhöhen und Stapelhöhen für Kunststoffrohrleitungen	50
6.8.1	Grundlagen	50

6.8.2	Zulässige Auflagerhöhen (Lagerung auf Stützweiten).....	50
6.8.3	Zulässige Stapelhöhen	51
6.8.4	Einfluss von Temperatur auf Stapelhöhen	52
6.8.5	Besonderheiten bei großen Dimensionen	52
6.8.6	Dokumentation und Verantwortlichkeit	52
6.8.7	Zusammenfassung	52
6.9	Ergänzung: Transport und Lagerung von GFK und GFK-Verbundsystemen.....	53
6.9.1	Allgemeine Anforderungen	53
6.9.2	Transport von GFK-Rohrleitungen	53
6.9.3	Lagerung von GFK-Rohrleitungen.....	53
6.9.4	Lagerdauer und Kontrolle	54
6.9.5	Normativer Bezug	54
7	Montage und Installation	54
7.1	Allgemeine Montagegrundsätze	54
7.2	Verbindungstechniken	54
7.2.1	Schweißverbindungen	54
7.2.2	Flanschverbindungen	55
7.2.3	Schraub-, Klemm- und Pressverbindungen.....	55
7.3	Halterungsbau und Halterungskonzept	55
7.3.1	Grundsätze	55
7.3.2	Auslegung nach EN 13480-3.....	56
7.3.3	Einstufung nach EN 13480-5.....	56
7.3.4	Kundenspezifische Halterungskonzepte	56
7.3.5	Prüf- und Dokumentationspflichten	57
7.3.6	Einbindung in Endprüfung	57
7.3.7	Dokumentation und Archivierung	57
7.3.8	Vorgehen zur Einstufung von Halterungen nach EN 13480.....	57
7.4	Einbaurichtung, Gefälle und Ausrichtung	59
7.5	Montage von Armaturen, Entlüftern und Sicherheitsventilen	59
7.6	Schweiß- und Prüfdokumentation	59
7.7	Endprüfung, TA Luft-Nachweis und Montageklassen nach VDI 2290.....	59
7.7.1	Ziel und Umfang	59
7.7.2	Rechts- und Normenbasis	59
7.7.3	Montageklassen nach VDI 2290.....	60
7.7.4	Kontroll- und Prüfumfang.....	60

7.7.5	Sichtprüfung und Mechanische Kontrolle	60
7.7.6	Drehmoment- und Schraubenkontrolle	60
7.7.7	Druck- und Dichtheitsprüfung nach EN 13480-5	61
7.7.8	TA Luft-Nachweis für Montageklasse 1	61
7.7.9	Abweichungen, Nacharbeit, Wiederholprüfungen und Kennzeichnung	61
7.7.10	Freigabe, Dokumentation und Archivierung	61
7.8	Montagehinweise für Kunststoffrohrleitungen	62
7.8.1	Allgemeine Grundsätze	62
7.8.2	Vorbereitung der Rohrleitungen	62
7.8.3	Spannungsfreie Montage	62
7.8.4	Umgang mit thermischer Ausdehnung	63
7.8.5	Montagepositionen und Ausrichtung	63
7.8.6	Montage von Flanschverbindungen (Kunststoffflansche)	63
7.8.7	Montage von Armaturen	64
7.8.8	Vorsichtsmaßnahmen bei hoher oder niedriger Temperatur	64
7.8.9	Typische Montagefehler (verboten)	64
7.8.10	Zusammenfassung	64
7.9	Verbindungstechniken für Kunststoffrohrleitungen (DVS 2207)	65
7.9.1	Allgemeine Anforderungen	65
7.9.2	Heizelement-Stumpfschweißen (DVS 2207-1 / -11 / -15)	65
7.9.3	Heizelement-Muffenschweißen (DVS 2207-1 / -11)	66
7.9.4	IR-Schweißen (Infrarotschweißen)	66
7.9.5	Warmgasziehschweißen / Extrusionsschweißen	67
7.9.6	Klebeverbindungen (PVC-U, PVC-C)	67
7.9.7	Steck- und Pressverbindungen	68
7.9.8	Flanschverbindungen aus Kunststoff	68
7.9.9	Prüfung der Verbindungen	68
7.9.10	Typische Fehler und Risiken	68
7.9.11	Zusammenfassung	69
7.10	Besondere Anforderungen an Dichtungen und Flansche bei Kunststoffrohrleitungen	69
7.10.1	Werkstoffbesonderheiten von Kunststoffflanschen	69
7.10.2	Anforderungen an Dichtungen für Kunststoffflansche	70
7.10.3	TA Luft und Kunststoffflansche	70
7.10.4	Montage von Kunststoffflanschen	70
7.10.5	Metallische Stützflansche (Backing Rings)	71

7.10.6	Prüfung von Flanschverbindungen	71
7.10.7	Typische Fehler (verboten).....	72
7.10.8	Zusammenfassung	72
7.11	Ergänzung: Montage von GFK und GFK-Verbundsystemen	72
7.11.1	Allgemeine Montagegrundsätze	72
7.11.2	Vorbereitung der Montage	72
7.11.3	Verbindungstechniken für GFK.....	73
7.11.4	Anforderungen an Rohrhalterungen	73
7.11.5	Verbotene Tätigkeiten.....	73
7.11.6	Dokumentation der Montage	73
7.11.7	Normativer Bezug	74
8	Erstprüfung und Inbetriebnahme	74
8.1	Ziel und Geltungsbereich.....	74
8.2	Voraussetzungen.....	74
8.3	Sicht-, Dichtheits- und Funktionsprüfung.....	74
8.3.1	Sichtprüfung	74
8.3.2	Dichtheitsprüfung.....	75
8.3.3	Funktionsprüfung.....	75
8.4	Prüfung der Sicherheitseinrichtungen	75
8.5	Kontrolle der Halterungen während der Erstprüfung.....	76
8.6	Prüfbeteiligte und Verantwortlichkeiten	76
8.7	Prüfdokumentation	76
8.8	Abweichungen und Nacharbeiten.....	77
8.9	Freigabe zur Inbetriebnahme	77
8.10	Abschlussvermerk	77
8.11	Erstmalige Inbetriebnahme von Kunststoffrohrleitungen.....	77
8.11.1	Ziel und Anwendungsbereich	78
8.11.2	Voraussetzungen vor der Erstprüfung	78
8.11.3	Dichtheits- und Druckprüfung	79
8.11.4	Funktionsprüfung.....	79
8.11.5	Thermische Stabilisierung vor Medienbetrieb.....	80
8.11.6	Kontrolle der Halterungen.....	80
8.11.7	Prüfbeteiligte und Verantwortlichkeiten	80
8.11.8	Dokumentation.....	80
8.11.9	Freigabe zur Inbetriebnahme.....	81

8.11.10	Zusammenfassung	81
8.12	Ergänzung: Erstprüfung und Inbetriebnahme von GFK und GFK-Verbundsystemen ..	81
8.12.1	Allgemeine Grundsätze	81
8.12.2	Sichtprüfung	82
8.12.3	Druckprüfung von GFK-Rohrleitungen	82
8.12.4	Dichtheitsprüfung	82
8.12.5	Inbetriebnahme	82
8.12.6	Dokumentation	82
8.12.7	Normativer Bezug	83
9	Betrieb	83
9.1	Bestimmungsgemäße Verwendung	83
9.2	Betriebsüberwachung und Kontrolle	83
9.3	Betriebsparameter	84
9.4	Verhalten bei Abweichungen oder Störungen	84
9.5	Bedienung von Armaturen und Sicherheitseinrichtungen	84
9.6	Umgang mit Temperatur- und Druckänderungen	85
9.7	Verhalten bei Notfällen	85
9.8	Reinigung und Spülung der Rohrleitungen	85
9.9	Betriebs- und Prüfaufzeichnungen	85
9.10	Freigabe zur regulären Betriebsführung	86
9.11	Betrieb von Kunststoffrohrleitungen – Temperatur, Druck & Medienwechsel	86
9.11.1	Grundsätze des Betriebs von Kunststoffrohrleitungen	86
9.11.2	Temperaturführung im Betrieb	87
9.11.3	Druckregelung und Druckführung	87
9.11.4	Medienwechsel und chemische Belastung	87
9.11.5	UV-Belastung und Außeneinsatz	88
9.11.6	Betrieb von Armaturen und sicherheitstechnischen Einrichtungen	88
9.11.7	Sichtkontrollen während des Betriebs	88
9.11.8	Betriebsstörungen und Abweichungen	89
9.11.9	Reinigungs- und Spülprozesse	89
9.11.10	Dokumentation im Betrieb	89
9.11.11	Zusammenfassung	89
9.11.12	Allgemeine Betriebsgrundsätze	90
9.11.13	Betriebsüberwachung	90
9.11.14	Thermische und mechanische Einflüsse	90

9.11.15	Eingriffe während des Betriebes	90
9.11.16	Verhalten bei Störungen	91
9.11.17	Normativer Bezug	91
10	Wartung und Inspektion	91
10.1	Ziel und Geltungsbereich	91
10.2	Rechtsgrundlagen und Normbezug	91
10.3	Begriffsdefinitionen	92
10.4	Verantwortlichkeiten	92
10.5	Inspektionsintervalle und Prüffristen	92
10.6	Prüfumfang und Prüfkriterien	93
10.6.1	Sichtprüfung	93
10.6.2	Dichtheitsprüfung	93
10.6.3	Halterungsprüfung	93
10.6.4	Armaturen- und Sicherheitsprüfung	94
10.6.5	Korrosions- und Isolationskontrolle	94
10.7	Wartungsplan und Tätigkeiten	94
10.8	Dokumentation und Archivierung	94
10.9	Abweichungen und Instandsetzung	95
10.10	Freigabe und Abschlussbewertung	95
10.11	Wartung und Inspektion von Kunststoffrohrleitungen	95
10.11.1	Ziel und Geltungsbereich	95
10.11.2	Rechtsgrundlagen und Normbezug	96
10.11.3	Besondere Alterungsmechanismen bei Kunststoffrohren	96
10.11.4	Verantwortlichkeiten	96
10.11.5	Inspektionsintervalle und Prüffristen	97
10.11.6	Prüfumfang und Prüfkriterien	97
10.11.7	Wartungsmaßnahmen	98
10.11.8	Dokumentation und Archivierung	98
10.11.9	Abweichungen und Instandsetzung	99
10.11.10	Freigabe und Abschlussbewertung	99
10.11.11	Zusammenfassung	99
10.12	Ergänzung: Wartung und Inspektion von GFK und GFK-Verbundsystemen	99
10.12.1	Allgemeine Grundsätze	99
10.12.2	Sichtprüfung	100
10.12.3	Erweiterte Prüfungen	100

10.12.4	Wartungsarbeiten	100
10.12.5	Unzulässige Maßnahmen	100
10.12.6	Dokumentation	100
10.12.7	Normativer Bezug	101
11	Wiederkehrende Prüfungen	101
11.1	Ziel und Geltungsbereich	101
11.2	Rechtsgrundlagen und Normbezug	101
11.3	Prüfarten	102
11.4	Prüfintervalle	102
11.5	Prüfumfang und Kontrollpunkte	103
11.5.1	Äußere Prüfung	103
11.5.2	Innere Prüfung	103
11.5.3	Dichtheitsprüfung	103
11.5.4	Halterungs- und Aufhängungsprüfung	103
11.5.5	TA-Luft-Prüfung (Klasse 1 Verbindungen)	103
11.6	Prüfdokumentation	104
11.7	Abweichungen, Mängel und Maßnahmen	104
11.8	Freigabe und Prüfstempelung	104
11.9	Besondere Prüfpflichten	104
11.9.1	TA-Luft-Anlagen	104
11.9.2	WHG-Anlagen	104
11.9.3	Anlagen mit Sonderwerkstoffen	105
11.10	Abschlussbewertung und Archivierung	105
11.11	Wiederkehrende Prüfungen von Kunststoffrohrleitungen	105
11.11.1	Ziel und Geltungsbereich	105
11.11.2	Rechtsgrundlagen und Normen	106
11.11.3	Prüfarten	106
11.11.4	Prüfintervalle	107
11.11.5	Prüfumfang und Kontrollpunkte	107
11.11.6	Dokumentationspflichten	108
11.11.7	Typische Mängel und Maßnahmen	109
11.11.8	Freigabe und Prüfstempelung	109
11.11.9	Besondere Prüfpflichten bei Kunststoffrohrleitungen	109
11.11.10	Zusammenfassung	110
11.12	Ergänzung: Wiederkehrende Prüfungen von GFK und GFK-Verbundsystemen ...	110

11.12.1	Allgemeine Grundsätze	110
11.12.2	Prüfarten	110
11.12.3	Prüfumfang	110
11.12.4	Prüffristen	111
11.12.5	Bewertung der Prüfergebnisse	111
11.12.6	Dokumentation.....	111
11.12.7	Normativer Bezug	111
12	Außerbetriebnahme und Entsorgung	111
12.1	Ziel und Geltungsbereich.....	111
12.2	Rechtsgrundlagen und Normbezug.....	112
12.3	Vorbereitung der Außerbetriebnahme	112
12.4	Vorgehensweise bei Stilllegung.....	112
12.5	Demontage der Rohrleitungen	113
12.6	Reinigung und Dekontamination	113
12.7	Entsorgung und Recycling.....	113
12.8	Dokumentation der Außerbetriebnahme	113
12.9	Besonderheiten bei WHG-pflichtigen Anlagen	114
12.10	Abschluss und Freigabe	114
12.11	Besonderheiten bei Außerbetriebnahme und Entsorgung von Kunststoffrohrleitungen.....	114
12.11.1	Ziel und Geltungsbereich.....	115
12.11.2	Rechtsgrundlagen und Normbezug	115
12.11.3	Vorbereitung der Außerbetriebnahme	115
12.11.4	Vorgehensweise bei Stilllegung.....	116
12.11.5	Demontage der Rohrleitungen.....	116
12.11.6	Reinigung und Dekontamination.....	116
12.11.7	Entsorgung und Recycling.....	117
12.11.8	Dokumentation der Außerbetriebnahme.....	117
12.11.9	Besondere Hinweise für Kunststoff.....	118
12.11.10	Zusammenfassung	118
12.12	Ergänzung: Außerbetriebnahme und Stilllegung von GFK und GFK- Verbundsystemen.....	118
12.12.1	Allgemeine Grundsätze	118
12.12.2	Vorbereitung der Außerbetriebnahme	118
12.12.3	Demontage von GFK-Rohrleitungen	119
12.12.4	Entsorgung	119

12.12.5	Dokumentation.....	119
12.12.6	Normativer Bezug.....	119
13	Mitgeltende Unterlagen	119
13.1	Geltende Normen und rechtliche Grundlagen	119
13.2	Unterlagen des Betreibers / Kunden	120
13.3	Rohrklassen.....	121
13.4	Verantwortlichkeiten	121
13.5	Übersicht der mitgeltenden Unterlagen	122
13.6	Mitgeltende Dokumente für Kunststoffrohrleitungen	122
13.6.1	Normative Grundlagen und technische Regelwerke	123
13.6.2	Herstellerdokumente.....	123
13.6.3	Projekt- und Anlagenspezifische Dokumente	124
13.6.4	Dokumente zur Inbetriebnahme und zum Betrieb	124
13.6.5	Dokumente zur Wartung und Prüfung	124
13.6.6	Entsorgungs- und Recyclingdokumente	124
13.6.7	Verbindlichkeit	125
13.6.8	Ergänzung: Mitgeltende Unterlagen und Normen für GFK und GFK- Verbundsysteme	125
13.7	Verbindliche Normen für GFK-Rohrleitungen.....	125
13.7.1	Herstellerspezifische Unterlagen	125
13.7.2	Abgrenzung zu anderen Regelwerken	125
13.7.3	Dokumentationspflicht	125
14	Abschluss und Freigabe	126
14.1	Zweck und Gültigkeit	126
14.2	Verantwortlichkeiten und Änderungen.....	126
14.3	Archivierung und Aufbewahrung	126
14.4	Sicherheit, Verantwortung und Haftung.....	126
14.5	Schlussvermerk	127
14.6	Ergänzung: Besondere Hinweise, Anhänge und ergänzende Festlegungen für GFK und GFK-Verbundsysteme	127
14.6.1	Qualifikation und Fachkunde bei GFK-Arbeiten	127
14.6.2	Umgang mit Änderungen und Reparaturen.....	127
14.6.3	Ersatzteile und Systemtreue.....	128
14.6.4	Hinweise zur Lebensdauer und Alterung.....	128
14.6.5	Ergänzende Dokumentation	128
14.6.6	Normativer Bezug	128

1 Zulassungen (HP0, EN 13480, ISO 9001, ggf. WHG)

Zulassung / Zertifizierung	Beschreibung / Regelwerk	Gültigkeitsbereich
AD 2000-Merkblatt HP0/ HP 100 R	Zulassung für Hersteller von Druckgeräten und Rohrleitungen nach Druckgeräte-Richtlinie 2014/68/EU	Herstellung, Instandsetzung und Prüfung metallischer Rohrleitungen und Druckgeräte
EN 13480	Europäische Norm für metallische industrielle Rohrleitungen	Auslegung, Fertigung, Prüfung und Dokumentation von Rohrleitungssystemen
DIN EN ISO 3834-2	Qualitätsanforderungen für das Schmelzschweißen von metallischen Werkstoffen	Schweißtechnische Fertigung und Baugruppenherstellung
ISO 9001	Qualitätsmanagementsystem	Planung, Fertigung, Montage und technische Dokumentation
Fachbetrieb nach § 62 WHG	Zulassung für Arbeiten an Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen	Planung, Fertigung, Montage und Instandhaltung von Rohrleitungen und Behältern
ZÜS-Anbindung (TÜV SÜD)	Zusammenarbeit mit zugelassener Überwachungsstelle	Prüfungen nach §§ 14–16 BetrSichV (Druckprüfung, Dichtheit, Festigkeit)

Hinweis: Für Kunststoff gelten **DVS-Regelwerke** statt EN 13480

Zusätzlich zu den metallischen Zulassungen gelten für Kunststoffrohrleitungen die Herstellervorgaben sowie die einschlägigen **DVS-Regelwerke** (z. B. DVS 2205 und DVS 2207). Kunststoffrohrleitungen unterliegen der DGRL nur, wenn Druck und Medium entsprechend einzuordnen sind. Ansonsten gelten die nationalen sicherheitstechnischen Anforderungen nach BetrSichV.

1.1 Kunststoffrohrleitungen – gültige Regelwerke (DVS 2205 / 2207)

Für Kunststoffrohrleitungen gelten ergänzend zu den Zulassungen und Normen der metallischen Rohrleitungen spezifische technische Regelwerke und Herstellvorschriften. Diese sind maßgeblich für die Auslegung, Fertigung, Prüfung und den sicheren Betrieb von Rohrleitungssystemen aus thermoplastischen Werkstoffen wie PVC-U, PVC-C, PP, PE oder PVDF.

Kunststoffrohrleitungen unterliegen – soweit sie als Druckgeräte einzustufen sind – ebenfalls den grundlegenden Sicherheitsanforderungen der **Richtlinie 2014/68/EU (Druckgeräte-Richtlinie, DGRL)**.

Dies entspricht den Vorgaben in **Anhang I, Nr. 3.4**, wonach der Hersteller verpflichtet ist, für Kunststoff-Druckgeräte und Kunststoffrohrleitungen eine geeignete Betriebsanleitung zur Verfügung zu stellen.

Die einschlägigen technischen Regelwerke für Kunststoffrohrleitungen sind:

DVS 2205

„Thermoplaste – Behälter, Apparate und Rohrleitungen“

Dieses Regelwerk behandelt:

- Berechnung und Auslegung von Kunststoffrohrleitungen
- zulässige mechanische Kennwerte (σ_{zul} , E-Modul, Kriechverhalten)
- Temperatur- und Druckgrenzen der Werkstoffe
- konstruktive Anforderungen an Rohrleitungen, Formteile und Flansche
- Vorgaben für Festigkeits- und Lebensdauerbemessung
- sicherheitstechnische Anforderungen bei aggressiven Medien

Die DVS-2205-Reihe bildet die Grundlage zur Auslegung aller drucktragenden Kunststoffsysteme in stationären Anlagen.

DVS 2207

„Schweißen von Thermoplasten“

Dieses Regelwerk definiert:

- zulässige Schweißverfahren für thermoplastische Rohrleitungen (z. B. Heizelementstumpfschweißen, Heizelementmuffenschweißen, IR-Schweißen)
- Anforderungen an Schweißerqualifikation und Geräteeignung
- Temperatur-, Druck- und Zeitangaben für das Schweißen
- Sicht- und Maßkontrolle der Schweißnähte
- Dokumentationsanforderungen für Schweißprozesse

DVS 2207 ersetzt im Kunststoffbereich die schweißtechnischen Anforderungen der EN 13480-3 für metallische Rohrleitungen.

Weitere relevante Normen und Richtlinien

- Herstellervorgaben gemäß ISO-Normen (z. B. ISO 15494)
- TRBS 1201 / BetrSichV für Prüfpflichten
- DIN EN ISO 14692 (bei glasfaserverstärkten Kunststoffsystemen)
- Produktspezifische Normen der Rohr- und Armaturenhersteller
- AwSV bei wassergefährdenden Medien

Verbindlichkeit der Regelwerke

Für alle Kunststoffrohrleitungen gilt:

- Die Auslegung erfolgt nach **DVS 2205**.
- Schweißarbeiten erfolgen ausschließlich nach **DVS 2207**, durch qualifiziertes Personal.
- Druckgeräte aus Kunststoff sind nach **DGRL 2014/68/EU, Anhang I Nr. 3.4** zu behandeln.
- Betrieb, Instandhaltung und Prüfungen erfolgen gemäß BetrSichV und Betreiberstandard.
- Die entsprechenden Dokumente sind Bestandteil der technischen Dokumentation.

Diese Regelwerke sind für alle Kunststoffrohrleitungsarbeiten im Chemiepark Gendorf verbindlich und ersetzen für den Kunststoffbereich die metallischen Normen EN 13480-2/-3.

1.2 Ergänzung: GFK und GFK-Verbundsysteme – gültige Normen und Anforderungen

Für Rohrleitungssysteme aus glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK) und GFK-Verbundwerkstoffen gelten zusätzlich zu den allgemeinen Regelwerken die Bestimmungen der folgenden Normen:

- DIN EN ISO 14692 Teil 1–4 – Rohrleitungssysteme aus glasfaserverstärkten Kunststoffen

Die Norm ist verbindlich für:

- Auslegung und Festigkeitsberechnung von GFK-Rohrleitungen
- Definition der werkstoffspezifischen Kennwerte
- Herstellungsmethoden (wickeln, laminieren, kleben)
- Baugruppen und Verbindungen einschließlich Stützflanschen
- Montage, Druckprüfung und Abnahme
- Betriebsführung, Alterungsüberwachung und Inspektion
- Instandsetzung und Stilllegung von GFK-Systemen
- Werkstoffbesonderheiten von GFK

GFK unterscheidet sich strukturell und mechanisch vollständig von thermoplastischen Werkstoffen:

- anisotrope Eigenschaften (Festigkeit abhängig von Faserorientierung)
- hohe chemische Beständigkeit, besonders gegen korrosive Medien
- geringe Toleranz gegenüber Punktlasten und Schlagbeanspruchung
- Gefahr der Delamination bei unsachgemäßer Bearbeitung
- UV-Empfindlichkeit ohne Schutzbeschichtung
- geringere Längenausdehnung im Vergleich zu Thermoplasten
- empfindlich gegen falsch eingestellte Halterungen
- Verbindlichkeit

GFK-Rohrleitungssysteme werden im Rahmen dieser Betriebsanleitung wie folgt behandelt:

- Auslegung ausschließlich nach DIN EN ISO 14692
- Montage und Verbindung gemäß Herstellervorgaben und ISO 14692
- Halterungskonzepte mit flächigen und gepolsterten Auflagern
- Prüfung nach ISO 14692, zusätzlich zu den Vorgaben der BetrSichV
- Dokumentation analog metallischer und thermoplastischer Systeme

GFK unterliegt nicht den DVS-Regelwerken (DVS 2205 / 2207), da diese ausschließlich für Thermoplaste gelten.

2 Allgemeine Hinweise

2.1 Zweck und Anwendungsbereich der Betriebsanleitung

Diese Betriebsanleitung beschreibt den **sicheren, bestimmungsgemäßen und rechtskonformen Umgang mit Rohrleitungssystemen** innerhalb des Geltungsbereichs der **Druckgeräterichtlinie 2014/68/EU** und der **Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)**. Sie dient Betreibern, Planern, Monteuren, befähigten Personen und Prüforganisationen als **verbindliche Grundlage** für den Betrieb, die Wartung und die wiederkehrenden Prüfungen von metallischen Rohrleitungen in stationären Anlagen.

Ziel ist es:

- den **sicheren Zustand der Rohrleitungssysteme** während der gesamten Lebensdauer sicherzustellen
- die **Anforderungen der europäischen und nationalen Regelwerke** (DGRL, BetrSichV, AD 2000, EN 13480 u. a.) einzuhalten,
- die **Verantwortlichkeiten von Hersteller, Betreiber und Prüfer** eindeutig zu definieren,
- und die **Rückverfolgbarkeit der technischen Dokumentation** (z. B. Schweiß- und Prüfprotokolle, Materialzeugnisse, Rohrklassen) zu gewährleisten.

Die Betriebsanleitung gilt für:

- **alle stationären Rohrleitungen und Rohrleitungssysteme**, die zur Förderung von Flüssigkeiten, Gasen oder Dämpfen dienen,
- **Druckgerätekategorien 0 bis 5** gemäß Artikel 3 Abs. 4 bzw. Modul A/A2/G der DGRL 2014/68/EU,
- **Werkstoffe aus Stahl und Edelstahl** gemäß EN 10216/EN 10217 sowie Sonderwerkstoffe (z. B. 1.4539, Alloy C22) gemäß projektspezifischer Freigabe,
- **Anlagenbereiche im Chemiepark Gendorf** sowie auf externen Kundenstandorten, sofern die Instandhaltung und Dokumentation gemäß dieser Anleitung erfolgt.

Nicht im Anwendungsbereich sind:

- flexible Verbindungselemente (z. B. Schläuche),
- temporäre Aufbauten und Versuchsanlagen,
- Rohrleitungsteile mit Nenndruck < 0,5 bar,
- sowie rein hydraulische, pneumatische oder Kühlwassersysteme ohne Druckgerätebezug.

2.1.1 Geltungsbereich Kunststoffrohrleitungen

Dieses Kapitel beschreibt die speziellen Anforderungen, Eigenschaften und Anwendungsgrenzen von Kunststoffrohrleitungen, die im Rahmen dieser Betriebsanleitung zusätzlich zu den metallischen Rohrleitungen betrachtet werden. Kunststoffrohrleitungen werden im Chemiapark Gendorf und auf externen Anlagen eingesetzt, wenn besondere chemische Beständigkeit, Korrosionsfreiheit oder medienbedingte Anforderungen einen Einsatz metallischer Werkstoffe ausschließen oder unwirtschaftlich machen.

Die Festlegungen dieses Kapitels gelten für alle stationären Kunststoffrohrleitungen und Rohrleitungssysteme, die zur Förderung von Flüssigkeiten, Gasen oder Dämpfen eingesetzt werden und aus folgenden thermoplastischen Werkstoffen bestehen:

- **PVC-U** (Polyvinylchlorid, unvernetzt)
- **PVC-C** (chloriertes Polyvinylchlorid)
- **PP-H / PP-R** (Polypropylen)
- **PE-HD / PE-X** (Polyethylen, hochdicht bzw. vernetzt)
- **PVDF** (Polyvinylidenfluorid)
- **ABS** (Acrylnitril-Butadien-Styrol, sofern eingesetzt)

Diese Kunststoffe besitzen im Vergleich zu metallischen Werkstoffen abweichende mechanische, thermische und chemische Eigenschaften, die im Betrieb, bei der Montage sowie bei Transport, Lagerung und Prüfung zwingend berücksichtigt werden müssen.

Der Geltungsbereich umfasst insbesondere:

- **alle drucktragenden Komponenten** aus thermoplastischen Werkstoffen (Rohre, Formteile, Flansche, Armaturen, Schweißverbindungen)
- **Rohrleitungen in den Kategorien 0–5 der Druckgeräterichtlinie 2014/68/EU**, sofern die medien-, druck- oder temperaturabhängige Einstufung dies erfordert
- **Rohrleitungssysteme mit gefährlichen Medien**, sofern Beständigkeit und Auslegung nach DVS 2205 gewährleistet sind
- **WHG-pflichtige Anlagen**, sofern eine ausreichende Beständigkeit des Werkstoffes gegenüber wassergefährdenden Stoffen bestätigt ist
- **Rohrleitungen in korrosiven Umgebungen**, bei denen der Einsatz metallischer Werkstoffe Einschränkungen unterliegt

Nicht im Geltungsbereich sind:

- flexible Kunststoffschläuche und temporäre Provisorien
- mobile Rohrleitungssysteme ohne Druckgerätebezug
- kunststoffummantelte Metallrohre (Composite-Systeme)
- Kunststoffleitungen, die nicht nach DVS 2205 / DVS 2207 hergestellt oder montiert wurden

Für Kunststoffrohrleitungen gelten die gleichen organisatorischen und rechtlichen Anforderungen wie für metallische Rohrleitungen, insbesondere:

- Betrieb nach BetrSichV
- Prüfpflichten nach TRBS 1201

- Auslegung nach DGRL 2014/68/EU
- Dokumentationspflicht nach Betreiber- und QS-Vorgaben
- Schweißen nach **DVS 2207**
- Auslegung und Festigkeitsbemessung nach **DVS 2205**

Die in dieser Betriebsanleitung beschriebenen Sicherheitsanforderungen, Betreiberpflichten, Prüfvorschriften sowie Dokumentations- und Instandhaltungsanforderungen gelten gleichermaßen für alle Kunststoffrohrleitungen, sofern nicht explizit abweichende, kunststoffspezifische Regelungen angegeben sind.

2.1.2 Ergänzung: Geltungsbereich und Abgrenzung für GFK und GFK-Verbundsysteme

Diese Ergänzung konkretisiert den Geltungsbereich der Betriebsanleitung für Rohrleitungssysteme aus glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK) sowie GFK-Verbundsysteme.

2.1.3 Geltungsbereich GFK

Diese Betriebsanleitung gilt für:

- Rohrleitungssysteme aus glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK / GRP)
- GFK-Verbundsysteme mit thermoplastischer Innenlage oder metallischem Innenkern

sofern diese in Industrieanlagen eingesetzt werden und deren Planung, Auslegung, Fertigung, Montage, Prüfung, Betrieb und Stilllegung gemäß **DIN EN ISO 14692** sowie den jeweiligen Herstellervorgaben erfolgt.

GFK-Rohrleitungen werden unabhängig vom Druckbereich als sicherheitsrelevante Betriebsmittel betrachtet und unterliegen den Anforderungen der Betriebssicherheitsverordnung.

2.1.4 Abgrenzung zu anderen Werkstoffgruppen

Für die einzelnen Werkstoffgruppen gelten folgende eindeutige Abgrenzungen:

- **Metallische Rohrleitungen**
Auslegung, Fertigung und Prüfung nach EN 13480 und AD 2000
- **Thermoplastische Rohrleitungen**
Auslegung und Schweißen nach DVS 2205 und DVS 2207
- **GFK-Rohrleitungen**
Auslegung, Berechnung, Montage, Prüfung und Betrieb ausschließlich nach **DIN EN ISO 14692**

Die Regelwerke der DVS für Thermoplaste sind auf GFK-Rohrleitungen nicht anwendbar.

2.1.5 Verantwortlichkeiten bei GFK-Rohrleitungen

Für GFK-Rohrleitungssysteme gelten folgende Verantwortlichkeiten:

- Der Betreiber ist verantwortlich für:
 - die Festlegung des Einsatzbereiches
 - die Medienverträglichkeit
 - die Einhaltung der Betriebsgrenzen
 - die Organisation von Prüfungen und Inspektionen
- Der ausführende Fachbetrieb ist verantwortlich für:
 - die fachgerechte Montage gemäß ISO 14692

- o die Einhaltung der Herstellervorgaben
- o die Dokumentation der eingesetzten Komponenten
- o die Durchführung und Dokumentation der Prüfungen

2.1.6 Einschränkungen und Besonderheiten bei GFK

Bei GFK-Rohrleitungssystemen sind folgende Einschränkungen zwingend zu beachten:

- keine nachträglichen Bohrungen oder mechanischen Bearbeitungen
- keine Punktlasten oder scharfkantigen Auflager
- keine Verwendung nicht freigegebener Verbindungselemente
- keine Überschreitung der zulässigen Betriebsparameter
- beschädigte Rohrleitungssysteme sind unverzüglich außer Betrieb zu nehmen

2.2 Zielgruppe

Diese Betriebsanleitung richtet sich an **alle Personen und Organisationseinheiten**, die im Lebenszyklus von Rohrleitungssystemen – von der Planung bis zur Außerbetriebnahme – tätig sind.

Sie dient als verbindliche Grundlage für den **sicheren Betrieb, die Wartung und die Prüfung** von Rohrleitungen gemäß DGRL 2014/68/EU und BetrSichV.

Die Zielgruppen sind im Einzelnen:

Zielgruppe	Rolle / Verantwortungsbereich
Betreiber / Anlagenverantwortliche	Verantwortlich für den sicheren Betrieb, die Einhaltung der gesetzlichen Vorgaben und die Umsetzung der Maßnahmen nach BetrSichV, TRBS und internen Werksnormen.
Befähigte Personen (§ 2 Abs. 7 BetrSichV)	Durch Ausbildung, Erfahrung und zeitnahe berufliche Tätigkeit qualifiziert, die Funktionssicherheit und den ordnungsgemäßen Zustand der Rohrleitungen zu beurteilen. Durchführung von Prüfungen, Dokumentationskontrolle, Freigaben.
Fachpersonal / Monteure	Zuständig für Montage, Inbetriebnahme, Instandhaltung und Dokumentation. Müssen über ausreichende technische und sicherheitstechnische Kenntnisse verfügen (z. B. Schweißzertifikate nach EN ISO 9606, Schulung nach VDI 2290, WHG).
Planer und Projektleiter	Verantwortlich für Auslegung, Werkstoffauswahl, Druckstufen, Dimensionierung und Dokumentation nach DGRL, AD 2000, EN 13480 und Werksnormen.
Kunden / Auftraggeber (externe Betreiber)	Verwenden diese Betriebsanleitung als Referenz für den sicheren Betrieb, die Abnahme und die Konformitätsbewertung durch ZÜS oder befähigte Personen.
Prüforganisationen / ZÜS (z. B. TÜV SÜD)	Führen die vorgeschriebenen Prüfungen gemäß §§ 14–16 BetrSichV durch (Erstprüfung, wiederkehrende Prüfung, Festigkeits- und Dichtheitsprüfung).

Qualifikationsanforderungen:

Alle genannten Personen müssen über die für ihre Tätigkeit erforderliche **Fachkunde, Unterweisung und Dokumentationskenntnis** verfügen. Die Schulung erfolgt regelmäßig nach internen ISGT-Vorgaben sowie gemäß relevanten Regelwerken (z. B. SCC, WHG, BetrSichV, TRBS 1201).

Hinweis:

Die Anwendung dieser Betriebsanleitung setzt voraus, dass das jeweilige Personal mit den **technischen Grundlagen, Sicherheitsanforderungen und Prüfvorschriften** für Rohrleitungssysteme vertraut ist.

Unqualifiziertes oder nicht eingewiesenes Personal darf **keine Arbeiten an Druckgeräten oder Rohrleitungen** durchführen.

2.3 Rechtliche Grundlagen und Normen

Diese Betriebsanleitung basiert auf den geltenden **europäischen und nationalen Rechtsvorschriften**, die den sicheren Betrieb von Druckgeräten und Rohrleitungen regeln. Sie stellt sicher, dass Planung, Fertigung, Betrieb, Instandhaltung und Prüfung von Rohrleitungssystemen **rechtskonform und sicherheitstechnisch überprüfbar** erfolgen.

Die nachfolgend aufgeführten Gesetze, Richtlinien und technischen Regelwerke sind verbindlich zu beachten.

Rechtsquelle / Norm	Titel / Inhalt	Anwendungsbereich
Richtlinie 2014/68/EU (Druckgeräterichtlinie, DGRL)	Festlegung der grundlegenden Sicherheitsanforderungen für Druckgeräte und Baugruppen innerhalb der EU	Gilt für Auslegung, Herstellung, Konformitätsbewertung und Kennzeichnung von Druckgeräten (einschließlich Rohrleitungen)
Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)	Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Bereitstellung und Benutzung von Arbeitsmitteln	Regelt den sicheren Betrieb, die Prüfung, Wartung und Dokumentation von Druckgeräten im Betrieb
AD 2000-Merkblattreihe	Deutsches Regelwerk für Auslegung, Fertigung und Prüfung von Druckgeräten	Ergänzende nationale Auslegungsregeln für Druckgeräte und Rohrleitungen
EN 13480	Europäische Norm „Metallische industrielle Rohrleitungen“	Technische Grundlage für Auslegung, Fertigung, Prüfung und Dokumentation metallischer Rohrleitungen
EN 1591-1	Dichtungsberechnung und Montage von Flanschverbindungen	Anwendung bei der Berechnung und Bewertung von Dichtsystemen und Flanschen

Rechtsquelle / Norm	Titel / Inhalt	Anwendungsbereich
TRBS 1201 / TRBS 2141 / TRGS 510	Technische Regeln für Betriebssicherheit und Gefahrstoffe	Festlegung der Prüffristen, Prüffarten und Anforderungen an befähigte Personen; sichere Handhabung gefährlicher Medien
WHG / AwSV	Wasserhaushaltsgesetz / Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen	Anforderungen an Fachbetriebe und Anlagen, die wassergefährdende Medien führen
VDI 2290	Dichtheitsanforderungen an Flanschverbindungen	Bewertung der Dichtheit und Sicherheit von Flanschverbindungen im Betrieb
DIN EN ISO 3834	Qualitätsanforderungen für das Schmelzschweißen metallischer Werkstoffe	Grundlage für Schweißbetriebe und Fertigungsüberwachung
ADR / RID	Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße / Schiene	Gilt für mobile oder transportable Rohrleitungssysteme und Behälter

Hinweis:

Alle genannten Regelwerke sind in ihrer jeweils **gültigen Fassung** anzuwenden. Die **InfraServ Gendorf Technik GmbH** hält die entsprechenden Dokumente und Normen zentral in der Abteilung **Anlagentechnik / Qualitätssicherung** bereit.

2.3.1 Normen und Vorschriften für Kunststoffrohrleitungen (DVS / ISO / DGRL)

Für Kunststoffrohrleitungen gelten – ergänzend zu den rechtlichen Grundlagen der metallischen Rohrleitungen – spezielle technische Regelwerke und Normen, die aufgrund der materialtypischen Eigenschaften thermoplastischer Werkstoffe verbindlich anzuwenden sind. Diese Regelwerke beschreiben die Auslegung, Fertigung, Montage, Prüfung, Dokumentation und den sicheren Betrieb von Kunststoffrohrleitungssystemen.

Die nachfolgend aufgeführten Vorschriften sind für alle Kunststoffrohrleitungen verbindlich, die innerhalb des Geltungsbereichs dieser Betriebsanleitung geplant, errichtet, betrieben, gewartet oder geprüft werden.

Druckgeräte Richtlinie 2014/68/EU (DGRL)

Kunststoffrohrleitungen, die als Druckgeräte oder druckführende Leitungen einzustufen sind, unterliegen den grundlegenden Sicherheitsanforderungen der Richtlinie 2014/68/EU.

Relevante Abschnitte:

- **Anhang I, Nr. 3.4** – Spezifische Anforderungen an Kunststoff-Druckgeräte
- **Art. 4–6** – Einstufung, Konformität und CE-Kennzeichnung
- **Anhang VII** – Betriebsanleitungen

Diese Anforderungen sind unabhängig vom Werkstoff anzuwenden und gelten gleichermaßen für metallische und thermoplastische Rohrleitungen.

DVS 2205 – „Thermoplaste – Behälter, Apparate und Rohrleitungen“

Die DVS-2205-Reihe ist das zentrale technische Regelwerk für die **Auslegung und Bemessung** von Kunststoffrohrleitungen.

Sie enthält Vorgaben zu:

- zulässigen Spannungen und Temperaturgrenzen
- mechanischen Kennwerten (Kriechverhalten, E-Modul)
- Druck-/Temperatur-Diagrammen
- Festigkeits- und Lebensdauerbemessung
- konstruktiven Anforderungen an Rohrleitungskomponenten
- Werkstoffkennwerten für PVC-U, PVC-C, PP, PE, PVDF usw.
- sicherheitstechnischen Grundsätzen im Betrieb

DVS 2205 ersetzt für Kunststoffsysteme die werkstoffbezogenen Anforderungen der EN 13480-3 (Metall).

DVS 2207 – „Schweißen von Thermoplasten“

Dieses Regelwerk definiert die Schweißtechnik für thermoplastische Rohrleitungssysteme:

- zulässige Schweißverfahren (Heizelement-Stumpf, Muffe, IR-Schweißen)
- Schweißparameter (Temperatur, Druck, Zeiten)
- Qualifikation des Schweißpersonals
- Geräteprüfung und Kalibrierung
- Qualitäts- und Sichtprüfungen von Schweißnähten
- Dokumentationsanforderungen (Schweißprotokolle, WPS)

DVS 2207 ersetzt für Kunststoffleitungen die metallischen Anforderungen an das Schweißen nach EN ISO 15614 / EN ISO 9606.

ISO- und DIN-Normen für Kunststoffrohre

Je nach System kommen folgende Normen zur Anwendung:

- **ISO 15494** – Kunststoffrohrleitungen für industrielle Anwendungen
- **DIN EN ISO 1452** – PVC-U Druckrohrsysteme
- **DIN EN ISO 15874** – PP-R Systeme

- **DIN EN ISO 4427** – PE-HD Druckrohrleitungen
- **DIN EN ISO 10931** – PVDF-Rohrleitungssysteme
- **DIN EN ISO 14692** – GRP (glasfaserverstärkte Kunststoffe), falls eingesetzt
- **DIN 8077/8078** – maßliche und technische Grundlagen PP-R

Diese Normen umfassen:

- Bauteilanforderungen
- Prüfverfahren
- Maßnormen
- Druckstufen
- Materialklassen

TRBS 1201 / BetrSichV – Prüfanforderungen

Für Kunststoffrohrleitungen gelten dieselben betriebssicherheitsrechtlichen Prüfpflichten wie für metallische Systeme:

- Erstprüfung (§ 14 BetrSichV)
- Wiederkehrende Prüfungen (§ 16 BetrSichV)
- Prüfkriterien nach TRBS 1201
- Dokumentationspflichten

Zusätzliche Prüfunterschiede ergeben sich durch:

- Sichtprüfung auf Spannungsrissbildung
- Betrachtung des Kriechverhaltens
- besondere Anforderungen an Dichtheit bei PVC- und PP-Systemen

AwSV / WHG – Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen

Kunststoffrohrleitungen dürfen in WHG-pflichtigen Bereichen nur verwendet werden, wenn:

- eine ausreichende chemische Beständigkeit nachgewiesen ist
- der Hersteller eine WHG-Freigabe erteilt
- Montage nach DVS 2207 erfolgt
- Prüfungen nach § 46 AwSV dokumentiert werden

Verbindlichkeit

Die oben genannten Normen und Regelwerke sind:

- **für Planung, Auslegung und Betrieb zwingend einzuhalten**
- Bestandteil der technischen Dokumentation
- maßgeblich für Schweiß-, Montage- und Prüfprozesse

- vom Betreiber und Fachbetrieb verbindlich anzuwenden

Sie ergänzen – ersetzen aber nicht – die allgemeinen Regelwerke der metallischen Rohrleitungen, sofern Kunststoff eingesetzt wird.

2.4 Verantwortlichkeiten (Hersteller – Betreiber – Prüfer)

Die Einhaltung der gesetzlichen, sicherheitstechnischen und organisatorischen Anforderungen beim Betrieb von Rohrleitungssystemen setzt eine klare **Abgrenzung der Verantwortlichkeiten** zwischen Hersteller, Betreiber und Prüforganisation voraus.

Diese Betriebsanleitung beschreibt die Pflichten und Zuständigkeiten gemäß **Druckgeräte richtlinie 2014/68/EU, BetrSichV** sowie den internen ISGT-Regelungen.

Hersteller / Fachbetrieb

- Auslegung, Fertigung und Prüfung nach DGRL, AD 2000 und EN 13480.
- Erstellung der technischen Dokumentation, Prüf- und Schweißunterlagen.
- Sicherstellung der Materialverfolgbarkeit und Konformität.
- Ausstellung der Konformitätserklärung / CE-Kennzeichnung.
- Bereitstellung der Betriebsanleitung und Übergabe an den Betreiber.
- Sicherstellung der Qualifikationen (HP0, ISO 3834, WHG, SCC).

Betreiber / Anlagenverantwortlicher

- Verantwortung für den sicheren Betrieb, die Instandhaltung und die Dokumentation nach BetrSichV.
- Durchführung regelmäßiger Sicht-, Funktions- und Dichtheitsprüfungen.
- Organisation der wiederkehrenden Prüfungen (§§ 14–16 BetrSichV).
- Führung des Anlagenbuchs und Archivierung der Prüfunterlagen.
- Einweisung des Betriebspersonals und Kontrolle externer Dienstleister.
- Erstellung und Pflege der Gefährdungsbeurteilung nach TRBS 1111 / 2141

Befähigte Person (§ 2 Abs. 7 BetrSichV)

- Durchführung der Prüfungen an Rohrleitungen, Baugruppen und Sicherheitseinrichtungen.
- Bewertung des ordnungsgemäßen Zustands und der Betriebssicherheit.
- Erstellung und Unterzeichnung der Prüfprotokolle.
- Meldung festgestellter Mängel an den Betreiber mit Handlungsempfehlung.
- Sicherstellung der eigenen Fachkunde und regelmäßigen Weiterbildung.

Zugelassene Überwachungsstelle (ZÜS)

- Durchführung der vorgeschriebenen Prüfungen (Erst-, Wiederkehrende und Außerordentliche Prüfungen).
- Dokumentation und Freigabe gemäß BetrSichV §§ 14–16.
- Kontrolle der Fertigungsunterlagen und Konformität nach DGRL.
- Prüfung der Wirksamkeit sicherheitsrelevanter Einrichtungen.

Projektleiter / Fachkoordination

- Interne Koordination zwischen Fertigung, Qualitätssicherung, Prüforganisation und Kunde.
- Prüfung der Vollständigkeit der Dokumentation (Roteintragungen, As-built-Unterlagen).
- Genehmigung der Montagefreigabe und Überwachung der Abnahmen.

- Kommunikation mit dem Betreiber und ggf. TÜV / ZÜS.

Zusätzliche Regelungen:

- Die Verantwortlichkeiten müssen **schriftlich benannt** und in den Projektdokumenten (z. B. Prüflisten, Fertigungsfreigaben, Abnahmeprotokolle) nachvollziehbar dokumentiert sein.
- Änderungen im Verantwortungsbereich (z. B. Wechsel der befähigten Person oder Projektleitung) sind **unverzüglich zu aktualisieren** und der QS-Stelle mitzuteilen.
- Für Arbeiten an WHG-pflichtigen Anlagen gilt zusätzlich die **Verantwortung des Fachbetriebes nach § 62 WHG**.

Hinweis:

Der Betreiber bleibt auch bei der Beauftragung externer Fachfirmen oder Nachunternehmer stets für die **Gesamtverantwortung der Betriebssicherheit** der Anlage verantwortlich.

2.4.1 Besondere Verantwortlichkeiten bei Kunststoffrohrleitungen

Kunststoffrohrleitungen weisen aufgrund ihrer materialtypischen Eigenschaften – wie geringere Festigkeit, verändertes Kriechverhalten, temperaturabhängige Belastbarkeit und chemische Beständigkeit – abweichende technische Anforderungen gegenüber metallischen Rohrleitungen auf. Daher ergeben sich für Hersteller, Betreiber, Fachpersonal und Prüforganisationen zusätzliche Verantwortlichkeiten, die für die sichere Planung, Installation, den Betrieb und die Prüfung zwingend einzuhalten sind.

Die folgenden Verantwortlichkeiten gelten **ergänzend** zu den allgemeinen Pflichten gemäß Kapitel 2.4 dieser Betriebsanleitung.

Hersteller / Fachbetrieb

Der Hersteller ist verantwortlich für:

- die Auslegung nach **DVS 2205** und die Einhaltung der zulässigen Betriebsparameter (Druck, Temperatur, Medienbeständigkeit)
- die qualifizierte Ausführung aller Schweißverbindungen gemäß **DVS 2207**
- die Bereitstellung vollständiger werkstoffspezifischer Dokumente (Materialangaben, Medienbeständigkeit, Temperaturgrenzen)
- die lückenlose Dokumentation der Schweißprozesse (Schweißprotokolle, Gerätezertifikate, WPS)
- die Bereitstellung der kunststoffspezifischen Betriebsanleitung gemäß **DGRL 2014/68/EU, Anhang I Nr. 3.4**
- die Sicherstellung, dass verwendete Armaturen, Dichtungen und Formteile für die chemischen und thermischen Einsatzbedingungen geeignet sind
- die eindeutige werkstoffbezogene Kennzeichnung aller Bauteile (Werkstofftyp, Druckstufe, Herstellerkennung)

Betreiber / Anlagenverantwortlicher

Der Betreiber ist verantwortlich für:

- die Freigabe der Werkstoffwahl unter Berücksichtigung der Medienbeständigkeit und Temperaturbelastung
- die Erstellung und Pflege der Gefährdungsbeurteilung unter besonderer Berücksichtigung von:
 - thermischen Spannungsrissen
 - UV-Belastung
 - Kriechverhalten
 - chemischen Angriffen
- die regelmäßige Überwachung der Betriebsparameter (Temperatur, Druck, Medienwechsel)
- die Einhaltung der Prüffristen nach BetrSichV und TRBS 1201
- die Dokumentation von Sichtprüfungen, Leckagekontrollen und wiederkehrenden Prüfungen
- die Freigabe von Montage-, Schweiß- und Instandsetzungsarbeiten
- die Sicherstellung, dass nur geschultes und qualifiziertes Personal an Kunststoffleitungen arbeitet

Der Betreiber muss besonders beachten, dass **Temperaturüberschreitungen und unzulässige Druckspitzen** bei Kunststoffrohrleitungen zu materialbedingten Sofortschäden (z. B. Spannungsrissen, Verformungen, Rohrbruch) führen können.

Fachpersonal / Monteure

Personal, das Kunststoffrohrleitungen montiert oder instandsetzt, muss:

- nach DVS 2207 qualifiziert oder durch den Hersteller geschult sein
- die materialtypischen Schwachpunkte (Temperatur, Kerbempfindlichkeit, Biegebeanspruchung) kennen
- Schweißgeräte prüfen, kalibrieren und dokumentieren
- Montagefehler wie Verdrehungen, Punktbelastungen, falsche Auflager oder zu hohe Spannungen vermeiden
- die Abkühl- und Aushärtezeiten gemäß DVS einhalten
- sämtliche Verarbeitungsschritte protokollieren
- geeignete PSA und Hilfsmittel verwenden (z. B. Schutz gegen Heizelementkontakt, Medienreste)

Befähigte Person (§ 2 Abs. 7 BetrSichV)

Die befähigte Person ist verantwortlich für:

- die Bewertung des tatsächlichen Zustands der Kunststoffleitungen unter besonderer Berücksichtigung von:
 - Spannungsrissbildung
 - Verformungen
 - Farb- und Oberflächenänderungen

- die Durchführung der vorgeschriebenen Prüfungen gemäß BetrSichV und TRBS 1201
- die Beurteilung der Druck- und Dichtheitsprüfungen
- die Dokumentation aller Abweichungen und die Vorgabe von Maßnahmen zur Nacharbeit
- die Prüfung der Herstellungs- und Schweißunterlagen gemäß DVS 2205/2207

Zugelassene Überwachungsstelle (ZÜS)

Die ZÜS (z. B. TÜV SÜD) ist verantwortlich für:

- die Durchführung der Erst- und wiederkehrenden Prüfungen bei überwachungsbedürftigen Kunststoffrohrleitungen
- die Freigabe nach Druckprüfung gemäß BetrSichV § 14
- die Kontrolle der Auslegung, Schweißdokumentation und Materialfreigaben
- die Bewertung von Schäden an Kunststoffleitungen, insbesondere in WHG- oder Hochrisikobereichen

Zusammenfassung – Besonderheiten bei Kunststoff

Wesentliche zusätzliche Verantwortlichkeiten ergeben sich durch:

- strengere Überwachung von Temperatur und Druck
- Schweißarbeiten ausschließlich nach DVS 2207
- erhöhte Dokumentationspflicht für Schweiß- und Fertigungsprozesse
- spezielle Sichtprüfungskriterien (Spannungsrisse, Versprödung, UV-Schäden)
- abweichende Wartungs- und Prüfanforderungen
- geringere mechanische Belastbarkeit (Einbau- und Halterungskonzept beachten)

Diese Anforderungen sind verbindlich einzuhalten und Bestandteil der Gesamtverantwortung für den sicheren Betrieb von Kunststoffrohrleitungen.

2.5 Dokumentationspflichten nach BetrSichV

Die Dokumentation ist ein zentraler Bestandteil des Nachweises über die **Sicherheit, Konformität und Rückverfolgbarkeit** von Rohrleitungssystemen. Gemäß **Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)** §§ 14 bis 17 sowie den Regelwerken **AD 2000, EN 13480, TRBS 1201** und internen ISGT-Vorgaben ist der Betreiber verpflichtet, sämtliche prüf-, sicherheits- und qualitätsrelevanten Unterlagen **vollständig, nachvollziehbar und dauerhaft aufzubewahren**.

Die Dokumentationspflicht gilt für alle Phasen des Lebenszyklus einer Rohrleitung – von der Fertigung bis zur Außerbetriebnahme.

Dokument / Nachweis	Inhalt / Zweck	Verantwortlich	Aufbewahrungsort / -dauer
Betriebsanleitung / Allgemeine Dokumentation	Geltungsbereich, Sicherheitshinweise, Betrieb und Wartung	Hersteller / Betreiber	Zentralarchiv ISGT / Intranet, dauerhaft
Technische Unterlagen (Isometrien, R&I-Schemata)	Darstellung der Rohrleitungsführung und Komponenten	Planung / Projektleitung	Projekttakte, dauerhaft
Schweißpläne, WPS/WPQR	Schweißverfahren, Prüfbescheinigungen, Freigaben	Fachbetrieb / QS	Fertigungsdokumentation, ≥ 10 Jahre
Materialzeugnisse (EN 10204-3.1)	Werkstoffnachweise und Chargenverfolgung	Fachbetrieb	Projekttakte / digital, dauerhaft
Prüfprotokolle (Druck, Dichtheit, ZfP)	Nachweis der durchgeführten Prüfungen nach EN 13480-5 / AD 2000- HP30	Befähigte Person / ZÜS	QS-Archiv, ≥ 10 Jahre
Konformitätserklärung / CE-Kennzeichnung	Nachweis der Übereinstimmung mit DGRL 2014/68/EU	Hersteller	Betreiberakte, dauerhaft
Abnahmeprotokolle / FAT / SAT	Freigabe nach Prüfung und Funktionsnachweis	Hersteller / Betreiber / ZÜS	Projekttakte, ≥ 10 Jahre
Wartungs- und Inspektionsprotokolle	Nachweis der regelmäßigen Überwachung und Instandhaltung	Betreiber / befähigte Person	Betriebsdokumentation, Laufzeit + 10 Jahre
Gefährdungsbeurteilungen / Freigabeprotokolle	Bewertung sicherheitsrelevanter Risiken gem. TRBS 1111 / 2141	Betreiber	Sicherheit / ESHA, dauerhaft
Stilllegungs- und Entsorgungsnachweise	Nachweise der Außerbetriebnahme und fachgerechten Entsorgung	Betreiber / Fachbetrieb WHG	Projektabschlussakte, ≥ 10 Jahre

Grundsätze der Dokumentation:

- **Vollständigkeit:** Alle sicherheits-, prüf- und zulassungsrelevanten Unterlagen müssen im Anlagenlebenszyklus lückenlos verfügbar sein.

- **Nachvollziehbarkeit:** Änderungen und Revisionen sind zu kennzeichnen (Versionierung, Roteintragungen, Änderungsindex).
- **Zugänglichkeit:** Die Dokumentation muss für befähigte Personen, ZÜS und Behörden jederzeit einsehbar sein.
- **Archivierung:** ISGT führt ein zentrales digitales Dokumentenarchiv; Papierdokumente sind parallel in der Projektakte aufzubewahren.
- **Vertraulichkeit:** Unterlagen unterliegen dem Geheimhaltungsschutz gemäß interner ISGT-Regelung „Dokumentenmanagement und Zugriffskontrolle“.

Hinweis:

Fehlende, unvollständige oder nicht prüffähige Dokumentationen können zur **Nichtkonformität der Anlage** führen und gelten als Mangel gemäß BetrSichV § 17 Abs. 2. Die Verantwortung für die ordnungsgemäße Aufbewahrung liegt beim **Betreiber**, die Pflicht zur Übergabe der vollständigen Unterlagen beim **Hersteller**.

2.6 Verweis auf Rohrklassenverzeichnis

Die im Rahmen von Projekten eingesetzten Rohrleitungen werden nach **kundenspezifisch vorgegebenen Rohrklassen** gefertigt.

Die Rohrklassen werden **vom Betreiber bzw. Kunden bereitgestellt** und bilden die verbindliche Grundlage für Auslegung, Fertigung, Prüfung und Dokumentation der Rohrleitungssysteme.

Die **Einstufung der Rohrleitungen** in die jeweilige Rohrklasse (z. B. nach Medium, Druck, Temperatur, Werkstoff und Betriebsart) **unterliegt der Verantwortung des Betreibers**.

Der Fachbetrieb (InfraServ Gendorf Technik GmbH) fertigt und montiert ausschließlich **nach den durch den Betreiber freigegebenen Rohrklassen und Isometrien**.

Inhalt des Rohrklassenverzeichnisses	Beschreibung / Zweck
Medium / Mediengruppe	Vorgabe durch den Betreiber; Einteilung nach physikalischen Eigenschaften (Flüssigkeit, Gas, Dampf) und Gefährdungspotenzial.
Werkstoffkennzeichnung	Definition der zugelassenen Werkstoffe (z. B. P235GH, 1.4571, 1.4404, 1.4539) gemäß Betreiberstandard / EN-Normen.
Nenndruck / Temperaturgrenzen	Festlegung der zulässigen Betriebsparameter (PS, TS) und Prüfdrucke nach EN 13480 / AD 2000; Verantwortung Betreiber.
Dichtsysteme / Flanschverbindungen	Vorgaben des Betreibers zu Dichtungswerkstoffen, Schraubenklassen und Anzugsdrehmomenten (VDI 2290, EN 1591-1).

Inhalt des Rohrklassenverzeichnisses	Beschreibung / Zweck
Prüfanforderungen	Festlegung der erforderlichen Prüfungen (VT, PT, RT, ggf. UT) durch den Betreiber; Ausführung durch Fachbetrieb nach ISGT-QS.
Oberflächen- und Korrosionsschutz	Vorgabe durch Betreiber / Kunden (z. B. Verzinkung, Passivierung, Beschichtung).
Kennfarben und Beschriftung	Medienkennzeichnung gemäß DIN 2403 oder kundenspezifischem Farbcode.
Zuordnung der Komponenten	Festlegung zugelassener Armaturen, Halterungen, Kompensatoren, Flanschtypen durch Betreiber.

Verbindlichkeit:

Das Rohrklassenverzeichnis ist **nicht Bestandteil dieser Betriebsanleitung**, da es **kunden- bzw. betreiberspezifisch** unterschiedlich ist.

Jeder Betreiber verwaltet seine Rohrklassen eigenständig und stellt diese projektbezogen in der jeweils gültigen und freigegebenen Revision bereit.

Abweichungen, Erweiterungen oder Sonderfreigaben (z. B. für Sonderwerkstoffe, alternative Prüfanforderungen oder abweichende Dichtsysteme) dürfen nur durch den Betreiber genehmigt und dokumentiert werden.

Hinweis:

- Die Fertigung erfolgt ausschließlich nach den durch den Betreiber bereitgestellten Rohrklassendefinitionen und Betreiberdaten.
- Vor Beginn der Arbeiten ist sicherzustellen, dass die jeweils aktuelle Revision der Rohrklasse vorliegt.
- Das Rohrklassenverzeichnis wird beim Betreiber geführt und ist nicht Bestandteil des Anhangs dieser allgemeinen Betriebsanleitung, da es projekt- und kundenspezifisch variiert.

2.6.1 Rohrklassen Kunststoff (PVC-U, PVC-C, PP, PE, PVDF)

Für Kunststoffrohrleitungen gelten – ergänzend zu den durch den Betreiber vorgegebenen Rohrklassen metallischer Rohrleitungen – eigenständige Rohrklassendefinitionen, die auf den werkstoffspezifischen Eigenschaften thermoplastischer Werkstoffe basieren. Sie werden ebenfalls ausschließlich vom Betreiber festgelegt und bilden die verbindliche Grundlage für Auslegung, Fertigung, Montage, Prüfung und Betrieb von Kunststoffrohrleitungssystemen.

Kunststoffrohrklassen dienen der eindeutigen Festlegung:

- der zulässigen **Druck- und Temperaturbereiche**,
- der **Medienbeständigkeit**,
- der **Werkstoffauswahl**,
- der **Schweiß- und Verbindungstechnik**,
- der **Prüfanforderungen nach DVS / BetrSichV**,

- sowie der **zulässigen Armaturen- und Dichtungssysteme**.

Die Zuordnung zu einer kunststoffspezifischen Rohrklasse erfolgt ausschließlich durch den Betreiber bzw. Betreiberingenieur und ist vor Beginn der Fertigung schriftlich freizugeben.

Werkstoffgruppen für Kunststoffrohrklassen

Die folgenden Werkstoffgruppen werden typischerweise eingesetzt und vom Betreiber in der jeweiligen Rohrklasse definiert:

PVC-U (Polyvinylchlorid – unvernetzt)

- gute chemische Beständigkeit gegen Säuren und Laugen
- nicht geeignet für höhere Temperaturen
- Einsatz bis ca. +45°C
- hohe Steifigkeit, geringe Wärmestandfestigkeit

PVC-C (chloriertes Polyvinylchlorid)

- erhöhte Temperatur- und Chemikalienbeständigkeit
- Einsatz bis ca. +80°C
- geeignet für aggressive Medien und Heißwasser

PP-H / PP-R (Polypropylen)

- sehr gute chemische Beständigkeit
- Einsatz bis ca. +90°C (je nach Druckklasse)
- für viele Prozessmedien geeignet

PE-HD / PE-X (Polyethylen)

- flexibel, schlagzäh, ideal für Kaltmedien oder Niederdruck
- Einsatz typischerweise bis +60°C
- sehr gute Beständigkeit gegen Laugen und leicht oxidierende Medien
- PE-X zusätzlich druck- und temperaturbeständiger

PVDF (Polyvinylidenfluorid)

- ausgezeichnete chemische Beständigkeit
- Einsatz bis ca. +140°C (druckabhängig)
- geeignet für sehr aggressive Medien und Hochtemperaturbereiche

Inhalt einer Rohrklasse für Kunststoffleitungen

Eine Kunststoff-Rohrklasse umfasst mindestens folgende Festlegungen:

Parameter	Beschreibung
Medium	Medienbezeichnung, Konzentration, Temperatur, Dichte, chemische Beständigkeit
Werkstoff	PVC-U, PVC-C, PP, PE, PVDF inkl. Hersteller- oder Typfreigabe
Nenndruck / PN	zulässiger Betriebsdruck in Abhängigkeit von Temperatur (DVS 2205-Diagramme)
Temperaturbereich	min. / max. Einsatzgrenzen, Dauer- und Spitztemperatur
Dichtsysteme	Flanschdichtungen, O-Ringe, Materialfreigaben
Verbindungstechnik	DVS 2207-Schweißverfahren oder lösbare Verbindungen
Bauteile	zulässige Armaturen, Formstücke, Mess- und Sicherheitseinrichtungen
Prüfanforderungen	Druckprüfung, Sichtprüfung, Funktionsprüfung
Dokumentationsanforderungen	Schweißprotokolle, Materialnachweise, Herstellerdokumentation
Kennfarbcode	Medienkennzeichnung nach Betreiberstandard oder DIN 2403

Diese Rohrklassendefinition ist für die Fertigung, Montage, Prüfung und Abnahme verbindlich.

Besondere Festlegungen gegenüber metallischen Rohrklassen

Kunststoffrohrklassen unterscheiden sich gegenüber metallischen Rohrklassen durch:

- **temperaturabhängige Druckfestigkeit** (Absenkung nach DVS 2205 zwingend zu berücksichtigen)
- **Kriechverhalten und Zeitstandfestigkeit** (Langzeitkennwerte)
- **spezielle Schweiß- und Verbindungssysteme** nach DVS 2207
- **materialabhängige Chemikalienbeständigkeit**
- **geringere mechanische Festigkeit** (Einbauhinweise beachten)
- **UV-Empfindlichkeit** bestimmter Kunststoffe (z. B. PVC-U, PP)
- **andere Prüfverfahren** (z. B. verstärkte Sichtprüfung auf Spannungsrisse)

Diese Besonderheiten müssen vom Betreiber im Rohrklassendokument eindeutig definiert werden.

Verbindlichkeit

- Der Fachbetrieb fertigt **ausschließlich** nach den vom Betreiber bereitgestellten Kunststoff-Rohrklassen.
- Änderungen, Ergänzungen oder Ausnahmen bedürfen einer **schriftlichen Freigabe** des Betreibers.
- Die Rohrklassen sind **nicht Bestandteil dieser Betriebsanleitung**, sondern werden vom Betreiber separat geführt (analog Kapitel 2.6).
- Die jeweils aktuelle Revision der Rohrklassendefinition muss vor Beginn der Arbeiten vorliegen.

3 Begriffe und Definitionen

Dieses Kapitel enthält die grundlegenden Begriffe und Definitionen, die im Zusammenhang mit der Planung, Fertigung, Prüfung und dem Betrieb von Rohrleitungssystemen gemäß **Druckgeräterichtlinie 2014/68/EU** und **Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)** verwendet werden.

Alle hier aufgeführten Definitionen orientieren sich an den geltenden Normen und internen Richtlinien der **InfraServ Gendorf Technik GmbH**.

3.1 Arbeitsmittel

Gesamtheit aller technischen Einrichtungen, Maschinen, Werkzeuge, Rohrleitungen und Anlagen, die von Beschäftigten im Rahmen ihrer Tätigkeit verwendet werden.

Rechtsgrundlage: BetrSichV § 2 Abs. 1

3.2 Druckgerät

Bauteil, das einen Innendruck von mehr als 0,5 bar aufweist, einschließlich Behältern, Rohrleitungen, Armaturen und drucktragenden Zubehöerteilen.

Rechtsgrundlage: DGRL Art. 2 Nr. 1

3.3 Rohrleitung

Gesamtheit miteinander verbundener Rohrabschnitte, Armaturen, Kompensatoren, Halterungen und Verbindungselemente, die der Förderung oder dem Transport von Fluiden dienen.

Normbezug: EN 13480-1 Kap. 3.1

3.4 Baugruppe

Kombination mehrerer Druckgeräte, die zu einer funktionsfähigen Einheit verbunden sind und gemeinsam in Verkehr gebracht werden.

Rechtsgrundlage: DGRL Art. 2 Nr. 6

3.5 Überwachungsbedürftige Anlage

Anlage, deren Sicherheit von ihrem Zustand abhängt und die besonderen Prüfpflichten unterliegt (z. B. Rohrleitungen mit gefährlichen Medien oder hohen Druckstufen).

Rechtsgrundlage: BetrSichV § 2 Abs. 30 i. V. m. Anhang 2

3.6 Befähigte Person

Person, die durch Ausbildung, Erfahrung und zeitnahe berufliche Tätigkeit in der Lage ist, den sicheren Zustand von Rohrleitungssystemen zu beurteilen und Prüfungen durchzuführen.

Rechtsgrundlage: BetrSichV § 2 Abs. 7 / TRBS 1203

3.7 Fachbetrieb nach § 62 WHG

Unternehmen mit behördlicher Zulassung, das Arbeiten an Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen ausführen darf.

Rechtsgrundlage: Wasserhaushaltsgesetz § 62 / AwSV

3.8 Rohrleitungsklasse

Technische Klassifizierung einer Rohrleitung nach Medium, Druck, Temperatur und Werkstoff. Sie definiert die maßgeblichen Auslegungs-, Fertigungs- und Prüfanforderungen.

Die Rohrklassen werden vom **Betreiber** vorgegeben und sind nicht Bestandteil dieser allgemeinen Betriebsanleitung.

Normbezug: EN 13480-3 / AD 2000-HP 100 R

Hinweis:

Diese Begriffe sind für alle technischen, planerischen und dokumentationsrelevanten Prozesse verbindlich.

Abweichende Kundendefinitionen dürfen nur verwendet werden, wenn sie **schriftlich dokumentiert und mit der ISGT-Anlagentechnik abgestimmt** sind.

3.9 Werkstoffdefinition Kunststoffrohrleitungen

Kunststoffrohrleitungen unterscheiden sich in ihren technischen Eigenschaften grundlegend von metallischen Rohrleitungssystemen. Die Auswahl des geeigneten Kunststoffwerkstoffs erfolgt durch den Betreiber unter Berücksichtigung der chemischen Beständigkeit, mechanischen Belastbarkeit, Temperaturgrenzen, Druckstufen und der jeweiligen Einsatzbedingungen.

Die nachfolgenden Werkstoffe werden im industriellen Rohrleitungsbau bevorzugt eingesetzt und bilden die Grundlage für Auslegung, Fertigung, Montage und Prüfung von Kunststoffrohrleitungen im Geltungsbereich dieser Betriebsanleitung.

ABS – Acrylnitril-Butadien-Styrol

Eigenschaften:

- hohe Schlagzähigkeit
- gute Maßstabilität
- gute Verarbeitbarkeit
- bedingt chemikalienbeständig
- neigt zu Spannungsrissen bei höheren Temperaturen

Temperaturbereich: ca. –20°C bis +60°C

Einsatzbereiche:

- Kühlkreisläufe
- technische Wässer
- Niederdruckanwendungen
- nicht geeignet für stark oxidierende Medien oder hohe Temperaturen

PVC-U – Polyvinylchlorid (unvernetzt)

Eigenschaften:

- hohe Steifigkeit
- sehr gute Beständigkeit gegen Säuren und Laugen
- keine Spannungsrissanfälligkeit bei korrektem Betrieb
- nicht UV-stabil (Schutz erforderlich)
- geringere Temperaturfestigkeit
-

Einsatzbereiche:

- Entsalzungsanlagen
- Kühl- und Brauchwasser
- schwach saure oder basische Medien
- nicht geeignet für Dauertemperaturen > 45°C oder Lösemittel

PVC-C – chloriertes Polyvinylchlorid

Eigenschaften:

- erhöhte Wärmeformbeständigkeit
- sehr gute chemische Beständigkeit
- UV-beständiger als PVC-U
- druck- und temperaturfester

Temperaturbereich: ca. –10°C bis +80°C

Einsatzbereiche:

- Heißwasserleitungen
- Chemikalienleitungen mit erhöhten Temperaturen
- Kühlturmkreisläufe
- ideal für aggressive Medien, wo PVC-U nicht geeignet ist

PP-H / PP-R – Polypropylen

Eigenschaften:

- sehr gute Chemikalienbeständigkeit
- hohe Schlagzähigkeit bei moderaten Temperaturen
- gute Schweißbarkeit nach DVS 2207
- empfindlich gegenüber UV-Strahlung → Schutzmaßnahmen erforderlich
- sehr gutes Langzeit-Kriechverhalten

Temperaturbereich: ca. 0°C bis +90°C

Einsatzbereiche:

- Prozessleitungen in der Chemie
- Medien mit erhöhten Temperaturen
- Säuren/Laugen mittlerer Konzentration
- Brauch- und Betriebswasser

PE-HD / PE-X – Polyethylen

PE-HD (hochdicht):

- sehr schlagzäh

- gute Beständigkeit gegenüber Abrasion
- ideal für Kaltmedien
- begrenzte Temperaturbelastbarkeit

PE-X (vernetzt):

- höhere Temperatur- und Druckbeständigkeit
- geeignet für Heißwasser und höhere Belastungen

Temperaturbereich:

- PE-HD: -40°C bis $+60^{\circ}\text{C}$
- PE-X: bis ca. $+95^{\circ}\text{C}$

Einsatzbereiche:

- Kühl-, Frisch- und Trinkwasser
- Unterdruckleitungen
- Abwasser und Medien mit Feststoffanteil
- Außenverrohrungen wegen hoher Zähigkeit

PVDF – Polyvinylidenfluorid

Eigenschaften:

- exzellente chemische Beständigkeit
- sehr hohe Temperaturstabilität
- sehr gute Reinheit (für Halbleiter nutzbar)
- geringe Spannungsrisseanfälligkeit
- ideal für aggressive Medien

Temperaturbereich: -20°C bis $+140^{\circ}\text{C}$ (druckabhängig)

Einsatzbereiche:

- hochaggressive Medien (Säuren, Oxidationsmittel)
- Hochtemperatur-Prozessleitungen
- Pharma- und Halbleiterindustrie
- WHG-Anlagen mit hohen Anforderungen

• Zusammenfassende Bewertung der Kunststoffe

Werkstoff	Temperatur	Chemische Beständigkeit	Mechanik	UV-Beständigkeit	Typische Anwendung
ABS	niedrig	mittel	gut	mittel	Wässer, Kühlkreisläufe
PVC-U	niedrig	sehr gut	gut	gering	Kühlwasser, Chemie leicht
PVC-C	mittel	sehr gut	gut	gut	Heißwasser, aggressive Medien
PP	hoch	sehr gut	gut	gering	Prozessleitungen

Werkstoff	Temperatur	Chemische Beständigkeit	Mechanik	UV-Beständigkeit	Typische Anwendung
PE-HD	mittel	gut	sehr gut	gut	Außenleitungen, Abwasser
PVDF	sehr hoch	exzellent	gut	sehr gut	Hochchemie, Hochtemperatur

Verbindlichkeit

Diese Werkstoffdefinitionen sind Grundlage für:

- die Auslegung nach DVS 2205
- die Montage gemäß DVS 2207
- die Festlegung der Rohrklassen
- die Auswahl geeigneter Armaturen und Dichtmittel
- die Gefährdungsbeurteilung und den sicheren Betrieb

Alle Werkstoffentscheidungen sind durch den Betreiber freizugeben.

3.10 Glasfaserverstärkter Kunststoff (GFK / GRP)

GFK ist ein Faserverbundwerkstoff, bestehend aus einer polymeren Matrix und eingebetteten Glasfasern zur Erhöhung der mechanischen Festigkeit und Steifigkeit.

Als Matrixwerkstoffe kommen je nach Anwendung unter anderem ungesättigte Polyesterharze, Vinylesterharze oder Epoxidharze zum Einsatz. Die Glasfasern übernehmen die lasttragende Funktion, während die Matrix die Fasern schützt und die Lastübertragung sicherstellt.

GFK ist kein isotroper Werkstoff. Die mechanischen Eigenschaften sind richtungsabhängig und werden maßgeblich durch die Faserorientierung bestimmt.

3.10.1 Typische Eigenschaften von GFK

GFK weist im Vergleich zu metallischen und thermoplastischen Werkstoffen folgende charakteristische Eigenschaften auf:

- hohe spezifische Festigkeit bei geringem Eigengewicht
- sehr gute chemische Beständigkeit gegenüber vielen Medien
- geringe Korrosionsanfälligkeit
- anisotrope Festigkeits- und Steifigkeitseigenschaften
- begrenzte Beständigkeit gegenüber Punktlasten und Schlagbeanspruchung
- empfindlich gegenüber Delamination bei unsachgemäßer Montage oder Bearbeitung
- eingeschränkte UV Beständigkeit ohne geeignete Schutzschichten
- geringere thermische Längenausdehnung als Thermoplaste

3.10.2 GFK-Verbundsysteme

GFK-Verbundsysteme bestehen aus mehreren Werkstoffschichten, beispielsweise:

- GFK mit thermoplastischer Innenlage zur Medienbeständigkeit
- GFK mit metallischem Innenkern zur Druckaufnahme

- mehrschichtige Laminatstrukturen mit funktionaler Trennung von Dichtschicht, Struktur und Schutzschicht

Bei Verbundsystemen ist stets das Gesamtsystem maßgeblich. Einzelne Schichten dürfen nicht getrennt betrachtet oder eigenständig verändert werden.

3.10.3 Normative Einordnung

GFK-Rohrleitungssysteme und GFK-Verbundsysteme unterliegen ausschließlich den Anforderungen der **DIN EN ISO 14692**.

Die Anwendung der DVS Regelwerke für Thermoplaste ist auf GFK nicht zulässig.

Die werkstoffspezifischen Kennwerte, Sicherheitsbeiwerte, Betriebsgrenzen und Lebensdauerannahmen sind projektspezifisch festzulegen und zu dokumentieren.

3.10.4 Einschränkungen bei der Werkstoffverwendung

Für GFK gelten folgende grundsätzliche Einschränkungen:

- keine nachträgliche mechanische Bearbeitung ohne statische Freigabe
- keine thermische Nachbearbeitung
- keine Verwendung nicht freigegebener Verbindungselemente
- beschädigte oder delaminierte Bauteile dürfen nicht instandgesetzt werden, sofern keine herstellerseitige Freigabe vorliegt

4 Sicherheitshinweise

Dieses Kapitel beschreibt die grundlegenden Sicherheitsanforderungen für Planung, Montage, Betrieb, Wartung und Prüfung von Rohrleitungssystemen.

Die Einhaltung dieser Sicherheitsmaßnahmen ist zwingend erforderlich, um Personen-, Umwelt- und Sachschäden zu vermeiden und die gesetzlichen Vorgaben gemäß **BetrSichV**, **ArbSchG**, **DGRL 2014/68/EU** und **TRBS 1201 / TRGS 510** zu erfüllen.

4.1 Allgemeine Sicherheitshinweise

- Alle Arbeiten an Rohrleitungen dürfen **nur von qualifiziertem und unterwiesenem Fachpersonal** durchgeführt werden.
- Beschäftigte müssen mit den Inhalten dieser Betriebsanleitung sowie mit den **betriebsspezifischen Sicherheitsvorschriften** vertraut sein.
- **Gefährdungsbeurteilungen** sind vor Aufnahme der Tätigkeit durchzuführen und zu dokumentieren.
- Vor Arbeitsbeginn ist sicherzustellen, dass alle erforderlichen **Freigaben, Erlaubnisscheine und Sperrungen** vorliegen (z. B. Arbeitserlaubnis, Schweißerlaubnis, Einfahrerlaubnis).
- Werkzeuge, Maschinen und PSA müssen regelmäßig geprüft und in einwandfreiem Zustand sein.

- Bei Tätigkeiten in explosionsgefährdeten oder toxischen Bereichen sind die entsprechenden **Ex-Schutz- und Gefahrstoffregelungen** einzuhalten.

4.2 Gefahren durch Druck, Temperatur und Medium

- Rohrleitungen können **unter Druck** stehende oder **heiße Medien** führen; unsachgemäßer Umgang kann **zu Austritt, Explosion oder Verbrennung** führen.
- Vor Arbeiten ist die Anlage zu drucklos schalten, zu entleeren und zu entlüften.
- Temperaturänderungen können Materialspannungen oder Undichtheiten verursachen; langsames **Aufheizen** und **Abkühlen** ist sicherzustellen.
- Bei Medien mit chemischer Gefährdung (Säuren, Laugen, Ammoniak, Dampf usw.) sind die entsprechenden **Sicherheitsdatenblätter (SDB)** zu beachten.
- Druckprüfungen dürfen nur nach Freigabe und unter Aufsicht einer **befähigten Person** oder **ZÜS** erfolgen.

4.3 Verhalten bei Undichtheiten oder Bruch

- Bei Feststellung von Undichtheiten, Leckagen oder Rissen ist die **Anlage sofort außer Betrieb zu nehmen**.
- Der Gefahrenbereich ist abzusperren und **unbefugtes Betreten zu verhindern**.
- Freigesetzte Medien dürfen **nicht ohne Abstimmung mit dem Betrieb** beseitigt werden.
- **Leckagen mit gefährlichen Medien** (z. B. HCl, NH₃, Lösemittel) sind unverzüglich dem Betrieb, der Werkfeuerwehr und der Sicherheitsabteilung zu melden.
- Reparaturen dürfen nur durch **autorisiertes Fachpersonal** nach schriftlicher Freigabe durchgeführt werden.

4.4 Kennzeichnung und Warnsymbole

- Rohrleitungen müssen gemäß **DIN 2403** farblich gekennzeichnet sein; ergänzend können Richtungspfeile und Mediumsbezeichnungen verwendet werden.
- Gefährliche Bereiche sind mit **Warnschildern und Piktogrammen** nach ISO 7010 zu versehen.
- Absperrorgane, Entlüftungen und Sicherheitsventile müssen eindeutig **beschriftet und zugänglich** sein.
- Temporäre oder provisorische Änderungen an Kennzeichnungen sind **unverzüglich nach Abschluss der Arbeiten zu korrigieren**.

4.5 Persönliche Schutzausrüstung (PSA)

Tätigkeit / Bereich	Erforderliche PSA
Allgemeine Arbeiten an Rohrleitungen	Schutzhelm, Schutzbrille, Sicherheitsschuhe S3, Arbeitshandschuhe

Tätigkeit / Bereich	Erforderliche PSA
Schweiß- und Schleifarbeiten	Schweißschild/Automatikhelm, hitzebeständige Handschuhe, Lederschürze, Atemschutz nach Gefährdungsbeurteilung
Arbeiten mit chemischen Medien	Chemikalienschutzanzug, Säureschutzhandschuhe, Vollgesichtsschutz, ggf. Umluft-Atemschutz
Arbeiten in engen Räumen / Behältern	Gaswarngerät, Rettungsgurt, Sicherungsposten, Einfahrerlaubnis erforderlich
Arbeiten in explosionsgefährdeten Bereichen	Ex-Schutz-PSA, antistatische Kleidung, Werkzeuge mit EX-Zulassung

Die PSA ist vor jedem Einsatz auf **Vollständigkeit und Unversehrtheit** zu prüfen. Defekte oder abgelaufene Ausrüstung ist umgehend auszutauschen.

4.6 Sicherheit bei gefährlichen Medien (HCl, NH₃, Dampf etc.)

- Bei Tätigkeiten mit gefährlichen Medien sind die **Sicherheitsdatenblätter (SDB)** und Betriebsanweisungen verbindlich einzuhalten.
- Rückschlagventile und Absperrorgane dürfen **nicht unkontrolliert geöffnet oder geschlossen** werden.
- Spül- und Entleerungsleitungen sind zu sichern, um ungewollte Freisetzungen zu verhindern.
- Bei Medien mit toxischer oder ätzender Wirkung sind **Sicherheitsduschen und Augenspülstationen** in Arbeitsnähe bereitzuhalten.
- Abgelassene Restmengen sind als **gefährlicher Abfall** gemäß AVV zu entsorgen.

4.7 Notfallmaßnahmen (Absperrung, Belüftung, PSA, Notruf)

Im Notfall sind unverzüglich folgende Maßnahmen einzuleiten:

1. **Gefahrenbereich absperren** und Personen in Sicherheit bringen.
2. **Notruf absetzen** über Werkfeuerwehr / Standortleitwarte (Notrufnummer laut Standortregelung).
3. **Anlage drucklos und spannungsfrei schalten**, soweit gefahrlos möglich.
4. **PSA verwenden** (Atemschutz, Chemikalienschutz) bei Rettungs- oder Sicherungsmaßnahmen.
5. **Freigesetzte Medien melden** und nicht eigenständig beseitigen.
6. **Ereignis dokumentieren** und an Sicherheitsabteilung (ESHA) sowie Projektleitung melden.

Nach Abschluss eines Notfalls ist ein **Ereignisbericht** zu erstellen; dieser dient der Bewertung und zur Einleitung von Präventionsmaßnahmen.

Hinweis:

Alle Sicherheitsmaßnahmen gelten ergänzend zu den standortbezogenen Regelungen im Chemiepark Gendorf („Regelungen für Partnerfirmen“) oder Partnerfirmen, sowie zu den internen ISGT-Richtlinien zur Arbeitssicherheit.

4.8 Sicherheitshinweise für Kunststoffrohrleitungen

Kunststoffrohrleitungen unterliegen aufgrund ihrer werkstofftypischen Eigenschaften besonderen sicherheitstechnischen Anforderungen. Im Gegensatz zu metallischen Rohrleitungen reagieren thermoplastische Werkstoffe empfindlicher auf Temperatur, mechanische Belastung, UV-Einwirkung und chemische Medienwechsel. Die folgenden Sicherheitshinweise gelten **ergänzend** zu Kapitel 4 dieser Betriebsanleitung und sind bei Planung, Montage, Betrieb, Wartung und Prüfung zwingend einzuhalten.

4.8.1 Temperaturgrenzen und thermische Belastung

Kunststoffwerkstoffe besitzen wesentlich niedrigere Temperaturgrenzen als metallische Rohrleitungen.

Gefahren:

- Verformungen oder Ovalisierung bei Übertemperatur
- Spannungsrisse durch thermische Schockbelastung
- plötzlicher Rohrbruch bei Druck + Temperaturkombination
- weiche Übergänge und Verlust der Formstabilität

Sicherheitsanforderungen:

- zulässige Temperaturen strikt gemäß DVS 2205 und Herstellerangaben einhalten
- langsames Aufheizen und Abkühlen sicherstellen
- Temperaturspitzen vermeiden (z. B. Heißdampf, CIP-Reinigung)
- Wärmedämmung oder Schutzmaßnahmen bei hohen Umgebungstemperaturen

4.8.2 Mechanische Belastungen und Einbauspannungen

Kunststoffe besitzen eine geringere mechanische Festigkeit und sind empfindlich gegenüber:

- Punktlasten
- Verdrehungen
- falschen Halterungsabständen
- unzulässigen Biegebeanspruchungen

- Schwingungen und Druckstößen

Sicherheitsanforderungen:

- Halterungskonzept gemäß Rohrklasse und DVS 2205 einhalten
- keine Montage unter Spannung
- Druckstöße (Wasserhammer) durch passende Armaturen verhindern
- Vibrationen durch elastische Lagerungen minimieren
- Medienumstellungen nur mit kontrolliertem Druckanstieg durchführen

4.8.3 UV- und Witterungseinflüsse

Einige Kunststoffe (z. B. PVC-U, PP) sind nicht UV-stabil und verlieren bei Sonneneinstrahlung Festigkeit.

Gefahren:

- Versprödung
- Farbveränderung
- Spannungsrissbildung
- Materialversagen bei Druck

Sicherheitsanforderungen:

- UV-Schutz zwingend erforderlich (Lackierung, Ummantelung, Schutzrohr)
- im Außenbereich nur UV-stabile Werkstoffe (z. B. PVDF, PE-HD) einsetzen
- regelmäßige Sichtprüfung auf Oberflächenveränderungen durchführen

4.8.4 Chemische Beständigkeit und Medienwechsel

Thermoplaste reagieren empfindlich auf bestimmte Medien, insbesondere:

- stark oxidierende Säuren
- Lösemittel
- Chlorierungsmittel
- aromatische Kohlenwasserstoffe
- Medien mit hoher Temperatur

Gefahren:

- Spannungsrisse
- Materialversprödung
- Diffusion und Durchwanderung
- vollständiger Ausfall der Rohrleitung

Sicherheitsanforderungen:

- Medienbeständigkeit gemäß DVS 2205 und Herstellerdaten prüfen
- Medienwechsel langsam und kontrolliert durchführen
- Temperatur bei aggressiven Medien streng überwachen
- keine Mischung inkompatibler Medien

4.8.5 Druckbelastung, Druckstöße und Vakuum

Kunststoffe haben ein anderes Zeitstandverhalten als Metalle (Kriechverhalten).

Gefahren:

- Verformung bei Dauerbelastung
- Rohrabsackung bei unzureichender Unterstützung
- plötzlicher Bruch bei Druckstößen
- Ansaugen oder Kollabieren bei Unterdruck

Sicherheitsanforderungen:

- maximal zulässige Druckbelastung nach Temperaturdiagramm beachten
- Vakuum nur mit geeigneten Werkstoffen (z. B. PP, PVDF)
- Vermeidung von Druckstößen (langsames Öffnen/Schließen, Rückschlagventile)
- ausreichende Halterungsabstände

4.8.6 Schweiß- und Verarbeitungsrisiken

Beim Schweißen nach DVS 2207 entstehen besondere Risiken:

Gefahren:

- Verbrennungen durch Heizelemente
- mangelhafte Schweißnähte bei falscher Temperatur
- Delamination, Einfallstellen oder Einschlüsse
- Undichtigkeiten bei fehlerhaften Schweißparametern

- Schweißer müssen nach DVS 2207 qualifiziert sein
- regelmäßig kalibrierte Schweißgeräte einsetzen
- Schweißparameter dokumentieren
- Schweißverbindungen vor Belastung vollständig abkühlen lassen

4.8.7 Sichtkontrolle, Alterung und Spannungsrisse

Kunststoffe altern in Abhängigkeit von:

- Temperatur, UV, Chemikalien
- mechanischer Spannung
- Innendruck
- Zeit

Gefahren:

- mikroskopische Spannungsrisse
- opake oder milchige Oberfläche
- spröde Bereiche
- langsames Fortschreiten bis zum Rohrbruch

Sicherheitsanforderungen:

- regelmäßige Sichtprüfung gemäß Kap. 10 und 11
- besondere Aufmerksamkeit auf:
 - Risse
 - Verfärbungen
 - Deformationen
 - matte oder weiße Bereiche
- bei Verdacht auf Spannungsrisse → sofort außer Betrieb nehmen

4.8.8 Brandschutz

Thermoplaste sind brennbar oder schmelzen bei hohen Temperaturen.

Sicherheitsanforderungen:

- kontaktlose Installation zu heißen Anlagenteilen
- Brandabschottung gemäß Betreiberstandard
- gegebenenfalls selbstverlöschende Werkstoffe (PVC-U, PVDF) bevorzugen.

4.8.9 Besondere Hinweise für Betriebspersonal

- niemals erhöhte Temperaturen oder Druckänderungen „auf Sicht“ regeln
- Medienwechsel nur schrittweise durchführen
- bei Geruchsentwicklung oder Färbung des Mediums sofort prüfen
- im Störfall Kunststoffleitungen nicht mechanisch belasten oder abstützen
- bei Undichtigkeit: sofort absperren, Druck abbauen, Anlage sichern

4.8.10 Zusammenfassung

Die wichtigsten Sicherheitsprinzipien für Kunststoffrohrleitungen:

- Temperatur und Druck streng überwachen
- mechanische Spannung vermeiden
- UV-Schutz sicherstellen
- nur qualifiziertes Personal einsetzen
- regelmäßige Sichtprüfungen durchführen
- Schweißen ausschließlich nach DVS 2207
- Medienbeständigkeit immer prüfen
- Spannungsrisse ernst nehmen → sofortige Stilllegung

Diese zusätzlichen Sicherheitshinweise sind verbindlich und ergänzen die allgemeinen Sicherheitshinweise dieser Betriebsanleitung.

4.9 Ergänzung: Sicherheitshinweise für GFK und GFK-Verbundsysteme

Diese Ergänzung erweitert das bestehende Sicherheitskapitel um spezifische Anforderungen für Rohrleitungssysteme aus glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK) und GFK-Verbundsysteme.

4.9.1 Allgemeine Sicherheitsgrundsätze für GFK

GFK-Rohrleitungssysteme weisen aufgrund ihres faserverstärkten Aufbaus werkstoffspezifische Gefährdungen auf, die sich von metallischen und thermoplastischen Rohrleitungen unterscheiden.

Die besonderen sicherheitsrelevanten Eigenschaften ergeben sich insbesondere aus der anisotropen Struktur, der begrenzten Punktlastverträglichkeit sowie der möglichen Delamination bei unsachgemäßer Handhabung.

4.9.2 Spezifische Gefährdungen bei GFK

Bei Planung, Montage, Betrieb und Instandhaltung von GFK-Rohrleitungen sind insbesondere folgende Gefährdungen zu berücksichtigen:

- Faserbruch infolge Stoßbelastung oder Fallbeanspruchung
- Delamination durch Punktlasten oder ungeeignete Rohrhalterungen
- Rissbildung bei Überlast oder Überschreitung der Betriebsparameter
- Materialabbau durch UV-Strahlung ohne Schutzbeschichtung
- Verletzungsgefahr durch freiliegende Glasfasern bei Beschädigung
- unzulässige Schwächung durch mechanische Bearbeitung

4.9.3 Schutzmaßnahmen

Zur Minimierung der Risiken bei GFK-Rohrleitungssystemen sind folgende Schutzmaßnahmen verbindlich einzuhalten:

- Verwendung ausschließlich freigegebener Transport- und Montagehilfsmittel
- flächige Auflagerung der Rohrleitungen mit gepolsterten Halterungen
- Vermeidung von Punktlasten, Schlageinwirkungen und Hebelwirkungen
- Sicherstellung eines ausreichenden UV-Schutzes durch Beschichtung oder Verkleidung
- Verbot von Bohrungen, Schnitten oder Schleifarbeiten ohne statische Freigabe
- sofortige Außerbetriebnahme bei sichtbaren Beschädigungen oder Delamination

4.9.4 Persönliche Schutzausrüstung bei Arbeiten an GFK

Bei Arbeiten an GFK-Rohrleitungssystemen ist geeignete persönliche Schutzausrüstung zu verwenden:

- schnittfeste Handschuhe
- Schutzbrille
- langärmelige Schutzkleidung
- Atemschutz bei stauberzeugenden Tätigkeiten

Die Einhaltung dieser Sicherheitshinweise ist verpflichtend für alle Personen, die an GFK-Rohrleitungssystemen arbeiten.

Abweichungen sind nur mit schriftlicher Freigabe des Betreibers und unter Berücksichtigung der Anforderungen der **DIN EN ISO 14692** zulässig.

5 Technische Grundlagen der Rohrleitungssysteme

Dieses Kapitel beschreibt den technischen Aufbau, die Werkstoffe, die Funktionsweise und die grundlegenden Auslegungsprinzipien von Rohrleitungssystemen.

Es dient als Referenz für Planung, Fertigung, Prüfung, Betrieb und Instandhaltung nach dem Stand der Technik.

5.1 Aufbau und Funktion einer Rohrleitung

Rohrleitungssysteme bestehen aus miteinander verbundenen Bauteilen zur **Förderung, Verteilung und Regelung von Fluiden**.

Sie umfassen insbesondere:

- Rohre, Formstücke, Flansche, Dichtungen
- Armaturen (Absperr-, Regel-, Sicherheits- und Rückschlagventile)
- Kompensatoren und Dehnungselemente
- Halterungen, Fest- und Loslager
- Isolierungen, Begleitheizungen und Schutzummantelungen

Die Funktion besteht darin, den **sicheren Transport des Mediums** bei definierten Druck-, Temperatur- und Durchflussbedingungen zu gewährleisten.

Dabei sind **mechanische Belastungen, thermische Dehnung und Korrosionsbeanspruchung** zu berücksichtigen.

5.2 Rohrklassenübersicht

Die Rohrleitungen werden gemäß **kundenspezifisch vorgegebenen Rohrklassen** gefertigt. Diese legen für jedes Medium die zulässigen Parameter, Werkstoffe und Prüfanforderungen fest.

Typische Anwendungsbereiche:

Rohrklasse	Beispielmedien / Einsatz	Typische Werkstoffe
Wasser / Dampf	Speisewasser, Kondensat, Sattdampf	P235GH, P265GH
Kühl- / Kondensatleitungen	Kühlkreisläufe, Heizwasser	P235GH, 1.4541

Rohrklasse	Beispielmedien / Einsatz	Typische Werkstoffe
Säuren / Laugen	HCl, NaOH, H ₂ SO ₄	1.4571, 1.4539
Lösemittel / brennbare Medien	Ethanol, Toluol, Kohlenwasserstoffe	1.4404, 1.4571
Inertgase / Stickstoff	Stickstoff, Argon, CO ₂	P235GH, 1.4301

Die tatsächliche Klasseneinteilung erfolgt **durch den Betreiber** und ist **nicht Bestandteil dieser Betriebsanleitung**.

Der Fachbetrieb fertigt ausschließlich nach der vom Kunden freigegebenen Klassendefinition.

5.3 Werkstoffe, Normen und Kennzeichnung

Für die Herstellung metallischer Rohrleitungen werden Werkstoffe nach folgenden Normen verwendet:

- **EN 10216 / EN 10217** – Nahtlose bzw. geschweißte Druckrohre
- **EN 10088** – Nichtrostende Stähle
- **EN 10222 / EN 10213** – Schmiedestücke und Gussteile
- **AD 2000-Merkblatt W0 / HP0 / HP100 R** – Werkstoff- und Herstellungsanforderungen
- **EN 13480-2** – Werkstoffanforderungen für metallische Rohrleitungen

Alle Bauteile müssen dauerhaft **gekennzeichnet** sein (Werkstoffnummer, Chargennummer, Herstellerzeichen, ggf. Druckstufe).

Eine **lückenlose Materialverfolgbarkeit** ist gemäß EN 10204-3.1 nachzuweisen.

5.4 Druck- und Temperaturgrenzen je Klasse

- Die zulässigen **Betriebs- und Prüfdrucke** richten sich nach EN 13480-3 und AD 2000-HP 30.
- Die maximalen Betriebstemperaturen ergeben sich aus den jeweiligen Rohrklassen- und Werkstofftabellen.
- Bei Überschreiten der Grenzwerte (z. B. bei Temperaturwechsel oder Fremdbeheizung) ist die Anlage **sofort außer Betrieb zu nehmen** und durch eine befähigte Person zu prüfen.
- Sicherheitsventile sind auf den **höchstzulässigen Betriebsdruck (PS)** eingestellt.

5.5 Prüfdrücke, Prüfvorschriften, Sicherheitseinrichtungen

- Druckprüfungen erfolgen gemäß **EN 13480-5** bzw. **AD 2000-HP 30** mit Prüfdruckfaktoren:
 - Flüssigkeiten: $1,3 \times PS$
 - Gase: $1,1 \times PS$
- Prüfarten: Festigkeits-, Dichtheits-, Sicht- und ggf. Schweißnahtprüfung.
- Sicherheitseinrichtungen (z. B. Sicherheitsventile, Berstscheiben) müssen jährlich überprüft werden.
- Prüfungen dürfen nur von **befähigten Personen oder ZÜS** durchgeführt und schriftlich protokolliert werden.

5.6 Schweißverbindungen und Prüfverfahren (RT, PT, VT)

- Schweißarbeiten erfolgen nach zugelassenen Verfahren gemäß **EN ISO 15614**.
- Schweißer müssen nach **EN ISO 9606-1** geprüft und durch ISGT freigegeben sein.
- Die schweißtechnische Fertigung erfolgt unter Aufsicht einer **Schweißaufsichtsperson nach EN ISO 14731**.
- Zerstörungsfreie Prüfungen gemäß **EN ISO 9712**:
 - **VT** – Visuelle Prüfung
 - **PT** – Farbeindringprüfung
 - **RT / UT** – Durchstrahlungs- oder Ultraschallprüfung
- Prüfergebnisse sind in den Schweiß- und Prüfprotokollen zu dokumentieren.

5.7 Armaturen, Kompensatoren, Isolierung

- Armaturen sind entsprechend Druckstufe und Medium auszuwählen (z. B. PN 40, PN 64).
- Kompensatoren sind so zu positionieren, dass sie thermische Dehnungen aufnehmen, ohne zusätzliche Kräfte auf Flansche oder Halterungen zu übertragen.
- Rohrleitungen mit heißen Medien sind mit **Wärme- oder Brandschutzisolierung** auszuführen; Kälte- und Chemieleitungen erhalten **Kondensat- bzw. Diffusionsschutz**.
- Isolierungen sind nach Abschluss der Druckprüfung zu montieren.

5.8 Medienkennzeichnung und Farbanstrich nach Kundenspezifikation

Die Kennzeichnung und der Farbanstrich von Rohrleitungen erfolgen **nach den gültigen Kundenspezifikationen** und den jeweiligen **Rohrklassen- bzw. Betreiberanforderungen**. Sofern keine abweichenden Kundenvorgaben bestehen, gelten die allgemeinen Anforderungen gemäß **DIN 2403** (Kennzeichnung von Rohrleitungen nach dem Durchflussstoff).

Der Farbanstrich dient der eindeutigen **Identifizierung des Mediums, der Fließrichtung und der Funktionszugehörigkeit** im Betrieb und während der Wartung.

Grundsätze:

- Der **Farbanstrich und die Beschriftung** richten sich nach den **projektbezogenen Vorgaben des Betreibers**.
- Abweichungen von DIN 2403 sind zulässig, sofern diese in der **Kundenspezifikation schriftlich definiert und freigegeben** sind.
- Die Kennzeichnung muss **dauerhaft, deutlich sichtbar und gegen chemische oder thermische Einflüsse beständig** sein.
- Beschriftungen und Fließrichtungspfeile sind **stromaufwärts des Mediums** sowie in regelmäßigen Abständen (mind. alle 10 m bzw. an jedem Richtungswechsel) anzubringen.
- Die Ausführung des Farbanstrichs (z. B. Schichtdicke, Grundierung, Farbton, Lacksystem) erfolgt nach **kundenfreigegebener Beschichtungsvorschrift**.

Typische Angaben in Kundenspezifikationen:

Parameter	Beispiel / Anforderung
Farbsystem	2K-Epoxidharz oder Polyurethanlack
Schichtaufbau	Grundierung + Zwischen- + Deckanstrich
Schichtdicke	≥ 80 µm (je nach Medium und Standort)
Farbcode	Kundenspezifische Nummerierung (z. B. nach Werksstandard oder RAL-System)
Kennzeichnung	Fließrichtungspfeil + Mediumsbezeichnung (z. B. „HCl“, „Dampf“)
Ausführung	Gemäß Rohrklassenverzeichnis oder Betreiberstandard
Prüfkriterium	Sichtprüfung + Haftfestigkeitsprüfung nach ISO 4624

Hinweis:

- Der **Kundenfarbcode** ersetzt die Standardfarben nach DIN 2403, wenn dieser Bestandteil des Vertrags oder der Fertigungsunterlagen ist.
- Bei Instandsetzungs- oder Änderungsarbeiten ist der vorhandene Anstrich **einschließlich Farbton, Glanzgrad und Beschriftung** wiederherzustellen.
- Alle Kennzeichnungen müssen in der **As-built-Dokumentation** (Fotodokumentation oder Prüfbericht) nachvollziehbar dokumentiert werden.

5.9 Technische Grundlagen Kunststoffrohrleitungen

Kunststoffrohrleitungen unterscheiden sich hinsichtlich ihrer mechanischen, thermischen und chemischen Eigenschaften grundlegend von metallischen Rohrleitungssystemen. Die Auslegung, Fertigung und der Betrieb müssen daher den spezifischen Werkstoffmerkmalen thermoplastischer Kunststoffe folgen. Grundlage für die technische Betrachtung sind die Regelwerke **DVS 2205** (Auslegung) und **DVS 2207** (Schweißen).

Dieses Kapitel beschreibt die wichtigsten technischen Grundlagen für den sicheren Einsatz von Kunststoffrohrleitungen.

5.9.1 Werkstoffverhalten von Thermoplasten

Thermoplaste wie PVC-U, PVC-C, PP, PE-HD und PVDF weisen folgende Grundmerkmale auf:

- **nichtlinear-elastisches Verhalten**
- **Kriechverhalten** unter Dauerlast (Zeitstandfestigkeit)
- **temperaturabhängige Festigkeit** (starke Absenkung der zulässigen Spannung bei hohen Temperaturen)
- **geringere Steifigkeit** gegenüber Metallen
- **höhere thermische Ausdehnung**
- **empfindlich gegenüber UV-Strahlung und Medienwechsel**

Daraus resultieren besondere Anforderungen an Auslegung, Halterungen, Montage und Betrieb.

5.9.2 Druck- und Temperaturgrenzen

Die zulässigen Betriebsdrücke thermoplastischer Rohrleitungen sind abhängig von:

- Werkstoff
- Medium
- Temperatur
- Zeitstandkennwerten
- Rohraufbau (PN-Klasse, SDR-Wert)

Grundprinzip nach DVS 2205:

Je höher die Temperatur, desto geringer der zulässige Betriebsdruck.

Beispiele:

Werkstoff Max. Betriebstemperatur Besondere Hinweise

PVC-U	bis ca. +45°C	keine Heißmedien, keine Dampfbeaufschlagung
PVC-C	bis ca. +80°C	hohe chemische Beständigkeit
PP	bis ca. +90°C	gute Temperaturbeständigkeit, UV-Schutz erforderlich

Werkstoff Max. Betriebstemperatur Besondere Hinweise

PE-HD	bis ca. +60°C	sehr gute Schlagzähigkeit
PVDF	bis ca. +140°C	ideal für hochaggressive Medien

Druck-/Temperaturdiagramme nach DVS 2205 sind verbindlich anzuwenden.

5.9.3 Chemische Beständigkeit

Die chemische Beständigkeit thermoplastischer Rohrleitungen ist werkstoffspezifisch. Besonders relevant sind:

- Konzentration und Temperatur des Mediums
- Oxidationspotenzial
- pH-Wert
- Lösungsmittelanteile
- Diffusionsverhalten

Typische chemische Beständigkeit:

- **PVC-U / PVC-C:** sehr gut gegen Säuren, Laugen, Salzlösungen
- **PP:** sehr gut gegen aggressive Medien,
- **PE-HD:** gut gegen Laugen
- **PVDF:** exzellent gegen nahezu alle aggressiven Medien

Beständigkeitsdatenbanken der Hersteller sind verbindlich einzubeziehen.

5.9.4 Mechanische Eigenschaften und Festigkeitsverhalten

Kunststoffe haben:

- geringere Zugfestigkeit
- geringere Druckfestigkeit
- hohe Duktilität (PE-HD, PP)
- geringere Biegesteifigkeit
- hohe Kerbempfindlichkeit

Folgen für Rohrleitungen:

- größere Halterungsabstände unzulässig
- Rohrleitungen dürfen nicht unter Spannung montiert werden
- elastische Verformungen im Betrieb möglich
- Stützweiten müssen werkstoffbezogen definiert werden

Halterungskonzepte müssen an die Werkstoffeigenschaften angepasst sein (siehe Kap. 7.3).

5.9.5 Thermische Ausdehnung

Kunststoffe weisen im Vergleich zu Stahl eine **deutlich höhere thermische Längenausdehnung** auf.

Typische Ausdehnungskoeffizienten:

Werkstoff	α (mm/m·K)
Stahl	~0,012
PVC-U	~0,080
PP	~0,150
PE-HD	~0,180
PVDF	~0,125

Konsequenzen:

- Einbau von Ausgleichs- und Kompensationsstrecken
- Gleitlager statt Fixpunkte
- erhöhte Anforderungen an Halterungsbau
- Spannungen durch Temperaturwechsel vermeiden

5.9.6 Verbindungstechniken

Die gängigsten Verbindungstechniken sind:

- **Schweißverfahren nach DVS 2207**
- Heizelement-Stumpfschweißen
- Heizelement-Muffenschweißen
- IR-Schweißen
- Warmgasziehschweißen (punktuelle Reparaturen)

Anforderungen:

- dokumentierte Schweißparameter
- qualifiziertes Personal
- Kalibrierung der Schweißgeräte
- vollständige Abkühlung vor Belastung

(v. a. bei PVC-U, PVC-C)

Flanschverbindungen

- nur mit geeigneten thermoplastischen Flanschen
- TA-Luft Eignung bei Medien < Emissionsanforderungen beachten
- **Steck- oder Presssysteme**

nur bei bestimmten PE-/PP-Systemen zulässig.

5.9.7 Halterungen und Tragsysteme

Kunststoffleitungen benötigen:

- dichter gesetzte Halterungen als Metall
- Gleitlager zur Längenänderung
- spannungsfreie Montage
- weiche Auflagen (Kunststoff- oder Gummieinlagen)
- Schutz vor Punktlasten und Vibration
- keine metallische Schellen mit scharfen Kanten

Halterungsabstände müssen entsprechend der Rohrklasse und des Werkstoffes festgelegt werden.

5.9.8 Prüfdrücke und Prüfverfahren

Die Prüfung erfolgt gemäß:

- DVS 2205
- DVS 2207
- BetrSichV
- TRBS 1201

Prüfgrundsätze:

- Dichtheitsprüfung mit Wasser bevorzugt
- Temperatur beachten: Prüfung bei Umgebungstemperatur
- keine Prüfung mit Druckluft bei hohen Drücken (Explosionsgefahr)
- Mindesthaltezeiten gemäß DVS-Protokollen
- vor Prüfung: 100 Prozent Abkühlung der Schweißnähte sicherstellen

5.9.9 Alterung und Spannungsrisserverhalten

Thermoplaste altern durch:

- UV-Strahlung
- Temperaturwechsel
- Medienangriff
- Dauerlast (Kriechen)

Typische Alterungsmerkmale:

- weiße Spannungsrisse
- matte Oberfläche
- Versprödung
- Deformationen

Regelmäßige Sichtprüfung gemäß Kap. 10 und 11 ist zwingend notwendig.

5.9.10 Zusammenfassung der technischen Grundlagen

- Kunststoffleitungen folgen den Regelwerken DVS 2205 (Auslegung) und DVS 2207 (Schweißen)
- zulässige Drücke sind temperaturabhängig
- hohe thermische Ausdehnung → besondere Halterungskonzepte
- Schweißnähte sind qualitäts- und dokumentationsintensiv
- Chemikalienbeständigkeit muss nachgewiesen werden
- regelmäßige Sichtprüfung ist wichtiger als bei Metall
- Betrieb nur innerhalb der zulässigen Parameter

5.10 Ergänzung: Technische Grundlagen für GFK und GFK-Verbundsysteme

Diese Ergänzung erweitert die technischen Grundlagen um werkstoffspezifische Anforderungen für Rohrleitungssysteme aus glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK) und GFK-Verbundsysteme.

5.10.1 Mechanische Grundlagen von GFK

GFK ist ein anisotroper Werkstoff. Die mechanischen Eigenschaften wie Festigkeit und Steifigkeit sind abhängig von der Faserorientierung, dem Lagenaufbau und dem Herstellverfahren.

Die Tragfähigkeit von GFK-Rohrleitungen ergibt sich aus dem Zusammenspiel von Fasern und Matrix. Die Lastaufnahme erfolgt überwiegend über die Glasfasern, während die Matrix die Kraftübertragung sicherstellt.

5.10.2 Druck- und Temperaturbeanspruchung

Die zulässigen Betriebsdrücke und Betriebstemperaturen von GFK-Rohrleitungen sind herstellerspezifisch festzulegen und nach **DIN EN ISO 14692** nachzuweisen.

Dabei sind insbesondere zu berücksichtigen:

- Langzeitfestigkeit unter Innendruck
- Kriechverhalten der Matrix
- Temperaturabhängigkeit der Werkstoffkennwerte
- Sicherheitsbeiwerte gemäß ISO 14692
- projektspezifische Lebensdauerannahmen

Eine pauschale Übertragung von Kennwerten aus metallischen oder thermoplastischen Systemen ist unzulässig.

5.10.3 Längenausdehnung und Zwangskräfte

GFK weist eine im Vergleich zu Thermoplasten geringere, jedoch richtungsabhängige thermische Längenausdehnung auf.

Bei der Auslegung von GFK-Rohrleitungen sind folgende Aspekte zu berücksichtigen:

- Faserorientierung in axialer und Umfangsrichtung
- temperaturbedingte Längenänderungen
- Zwangskräfte durch feste Einspannungen
- geeignete Kompensationsmaßnahmen

5.10.4 Rohrhalterungen und Auflagerung

Rrohrhalterungen für GFK-Rohrleitungen müssen die besonderen Werkstoffeigenschaften berücksichtigen.

Verbindlich gelten folgende Anforderungen:

- flächige Auflagerung ohne Kanten oder Punktauflagen
- Verwendung weicher Zwischenlagen (z. B. Gummi oder PTFE)
- keine metallische Direktauflage ohne Trennlage
- Vermeidung von Kerbspannungen
- gleichmäßige Lastverteilung

5.10.5 Normativer Bezug

Die technischen Grundlagen für GFK-Rohrleitungen basieren ausschließlich auf der **DIN EN ISO 14692**.

Abweichungen sind nur mit herstellereitiger Freigabe und schriftlicher Zustimmung des Betreibers zulässig.

6 Transport und Lagerung

Dieses Kapitel beschreibt die Anforderungen an Transport, Handhabung und Lagerung von Rohrleitungen und Bauteilen, um **Beschädigungen, Korrosion und Verunreinigungen** zu vermeiden.

Es gilt für alle Werkstoffe (Stahl, Edelstahl, Sonderwerkstoffe) und Baugruppen, die im Rahmen von Fertigungs-, Montage- oder Instandhaltungsarbeiten verwendet werden.

6.1 Transportbedingungen für Rohrleitungen und Bauteile

- Der Transport darf **nur durch geschultes und autorisiertes Personal** mit geeigneter PSA erfolgen.
- Rohrleitungen, Formstücke, Flansche und Armaturen sind so zu handhaben, dass **mechanische Beschädigungen, Stöße und Verformungen** vermieden werden.
- Nur **geprüfte und tragfähige Lastaufnahmeeinrichtungen** (z. B. Traversen, Hebebänder, Anschlagketten) dürfen verwendet werden.
- Hebemittel sind vor Gebrauch zu prüfen. Defekte oder verschlissene Anschlagmittel sind unverzüglich auszutauschen.
- **Stoßfreie Ablage** der Bauteile auf gepolsterten Auflagen (Holz, Gummi, Kunststoff) ist sicherzustellen.
- Rohrenden sind mit **Schutzkappen oder Deckeln** zu versehen, um das Eindringen von Schmutz, Feuchtigkeit oder Fremdteilen zu verhindern.
- Transportwege sind abzusperren und so zu kennzeichnen, dass kein unbefugter Zutritt erfolgen kann.

6.2 Anschlagpunkte und Hebemethoden

- Anschlagpunkte sind nach dem Schwerpunkt des Bauteils auszuwählen, um **unkontrollierte Pendelbewegungen** zu vermeiden.
- Rohrleitungen sind grundsätzlich mit **mindestens zwei Hebepunkten** zu bewegen.
- Lange Bauteile sind mit Traversen zu sichern, um **Durchbiegen oder Verdrehen** zu verhindern.
- Anschlagmittel dürfen nicht über scharfe Kanten geführt werden – ggf. Kantenschoner verwenden.
- Beim Heben und Absetzen ist der **Aufenthalt unter schwebender Last verboten**.

6.3 Schutzmaßnahmen gegen Korrosion, Schmutz und Stoß

- **Unlegierte Stähle** sind während Transport und Lagerung vor Feuchtigkeit zu schützen (z. B. mit Ölpapier oder Folie).
- **Edelstahlbauteile** dürfen nicht mit unlegierten Stählen in Kontakt kommen, um **Fremdrostbildung** zu vermeiden.
- Bei Verwendung von Hebezeugen, Greifern oder Zangen sind **weich belegte Greifbacken** zu nutzen.

- Stoßstellen und Kratzer sind zu vermeiden; beschädigte Oberflächen sind sofort zu reinigen und bei Bedarf zu passivieren.
- **Kondenswasserbildung** in Hohlräumen ist durch Belüftung oder geeignete Abdeckung zu verhindern.

6.4 Lagerung (Innen-/Außenbereich, klimatische Bedingungen, Kennzeichnung)

- Die Lagerfläche muss **eben, trocken, tragfähig und frei von Steinen oder scharfen Kanten** sein.
- Bei Außenlagerung ist eine **Überdachung oder Abdeckung** vorzusehen.
- Rohre dürfen sich **nicht durchbiegen oder verformen**; Zwischenlagen aus Holz oder Kunststoff sind einzusetzen.
- **Korrosionsgefährdete Werkstoffe** sind separat zu lagern; **Edelstahl** stets getrennt von C-Stahl und unter Schutzabdeckung.
- **Kennzeichnungen (Chargennummern, Werkstoffbezeichnungen)** müssen sichtbar und lesbar bleiben.
- Temperatur- und Feuchtigkeitsschwankungen sind zu vermeiden, um **Kondensatbildung** zu verhindern.

6.5 Zwischenlagerung von vormontierten Baugruppen

- Vormontierte Baugruppen (z. B. Flanschstücke, Spools, Armaturen) sind **spannungsfrei und vibrationssicher** zu lagern.
- Enden sind mit **Schutzdeckeln** zu verschließen.
- Armaturen sind in **geschlossener Stellung** zu lagern, um Dichtflächen zu schützen.
- Bauteile dürfen **nicht übereinander gestapelt** werden, sofern die Konstruktion dies nicht zulässt.
- Elektrische oder pneumatische Antriebe sind **vor Feuchtigkeit und Staub** zu schützen.
- Jedes Teil ist mit **eindeutiger Kennzeichnung (Bauteil-Nr., Isometrie-Nr., Rohrklasse)** zu versehen.

6.6 Dekontamination bei Medienrückständen

- Vor Transport oder Wiedereinlagerung gebrauchter Rohrleitungen ist sicherzustellen, dass diese **vollständig entleert, gereinigt und entgast** sind.
- Bei Medien mit Gefährdungspotenzial (z. B. Säuren, Laugen, Lösemittel) sind die **Sicherheitsdatenblätter (SDB)** zu beachten.
- Reinigung darf nur durch **geschultes Personal mit geeigneter PSA** erfolgen.
- Dekontaminierte Bauteile sind als „**gereinigt – frei von Medium**“ zu kennzeichnen.
- Kontaminierte Reinigungsmittel, Filter oder Rückstände sind **gemäß AVV** als gefährlicher Abfall zu entsorgen.
- Zur Rohrleitungsbearbeitung muss ein Begeleitschein mit Angabe des Mediums, sowie die Persönliche PSA vorhanden sein

Hinweis:

Alle Transport- und Lageraktivitäten sind **zu dokumentieren** (z. B. Übergabeprotokolle, Sichtprüfungen, Schadensmeldungen).

Beschädigte oder nicht sauber gelagerte Bauteile dürfen nicht weiterverarbeitet oder eingebaut werden, bevor eine **Freigabe durch die Qualitätssicherung (QS)** erfolgt ist.

6.7 Transport und Lagerung von Kunststoffrohrleitungen

Kunststoffrohrleitungen erfordern aufgrund ihrer geringeren mechanischen Festigkeit, ihrer höheren Empfindlichkeit gegenüber Punktlasten, UV-Strahlung und Verformung sowie ihres temperaturabhängigen Werkstoffverhaltens besondere Maßnahmen beim Transport und bei der Lagerung. Die folgenden Anforderungen gelten zusätzlich zu den allgemeinen Vorgaben der Kapitel 6.1 bis 6.6 dieser Betriebsanleitung.

6.7.1 Allgemeine Anforderungen

Beim Transport und der Lagerung von Kunststoffrohren und -formteilen gilt:

- Beschädigungen der Oberfläche, Kerben oder punktuelle Eindrücke sind unbedingt zu vermeiden.
- Rohre dürfen nicht geworfen, gezogen oder über abrasive Untergründe geschleift werden.
- Temperaturabhängige Verformungen sind zu berücksichtigen (keine Lagerung in direkter Sonne).
- Der Kontakt mit scharfen Kanten, Metallkanten oder punktförmigen Lasten ist auszuschließen.
- Transport und Lagerung müssen so erfolgen, dass die Rohrleitung nicht durch Eigengewicht deformiert wird.

6.7.2 Anforderungen an Transportmittel

Die Transportmittel müssen geeignet sein für:

- das sichere Ablegen von Rohren ohne punktuelle Belastung
- eine flächige und weiche Auflage (z. B. Kunststoffleisten, Gummiunterlagen)
- unbelastete, waagrechte Unterstützung über eine ausreichende Länge
- Schonung der Rohrenden und Formteile

Verboten sind:

- Transport auf Gabelzinken ohne Schutz
- ungepolsterte Stahlaufgaben
- Schüttgutverladung oder Transport zusammen mit Metallteilen

Für lange Rohrleitungen gelten zusätzliche Anforderungen:

- Rohre sind mit mindestens **zwei Hebepunkten** anzuschlagen.

- Bei Längen > 6 m sind zusätzliche Zwischenanschlagpunkte vorzusehen, um Durchbiegung zu vermeiden.
- Hebebänder aus Gewebe sind zu verwenden, **keine Drahtseile oder Ketten**.

6.7.3 Schutzmaßnahmen gegen Beschädigungen

Zum Schutz der Kunststoffrohre während Transport und Lagerung sind folgende Maßnahmen einzuhalten:

- Rohre und Formstücke vor UV-Strahlung schützen (Folie, Abdeckung, Lagerhalle).
- Alle offenen Rohrenden mit **Staubschutzkappen** versehen.
- Auflagen und Befestigungsmittel müssen **breitflächig** sein.
- Keine Verdrehung, Verkantung oder Quetschung der Rohre.
- Keine Lagerung bei extremen Temperaturen (unter -10°C oder über $+30^{\circ}\text{C}$), wenn möglich.
- Bei Transport im Winter: Material erst auf Umgebungstemperatur bringen, bevor geschweißt wird.

6.7.4 Anforderungen an die Lagerung

Innenlagerung (empfohlen):

- auf ebenen, weichen Unterlagen
- keine direkte Sonneneinstrahlung
- konstante Umgebungstemperatur
- Schutz vor mechanischen Einwirkungen

Außenlagerung (nur mit Schutzmaßnahmen):

- Abdeckung gegen UV-Strahlung (Planen, Folien)
- Lagerung auf Holz- oder Kunststoffauflagen
- kein direkter Bodenkontakt
- Vermeidung von Hitzeeinwirkung (insbesondere bei PVC-U)

Ablegen der Rohrleitungen:

- Rohre horizontal lagern
- Durchbiegung vermeiden
- gestapelte Rohre gegen Wegrollen sichern
- Formstücke einzeln lagern oder fixieren, um Verformung zu verhindern

6.7.5 Stapelhöhen und Auflagerabstände

Die maximal zulässigen Stapelhöhen und Stützweiten richten sich nach:

- Rohrwerkstoff
- SDR-Wert
- Wanddicke
- Rohrdurchmesser
- Temperatur

Grundregeln:

- leichte Rohre (PVC-U, PP, PE) dürfen **max. 1 bis 1,5 m** hoch gestapelt werden
- größere Durchmesser: **max. 2 Lagen**
- Formteile: **keine Stapelung**, nur in Kisten oder auf Regalen
- Stützweiten im Lager: ca. **0,5–1,0 m** je nach Rohrdimension

Der Betreiber kann werkstoffabhängig genauere Werte in der Rohrklasse festlegen.

6.7.6 Transport von vormontierten Kunststoffbaugruppen

Vormontierte Baugruppen müssen:

- auf ebenen, großflächigen Unterlagen abgestützt werden
- gegen Verwindung gesichert sein
- ausschließlich mit **Hebebändern** angehoben werden
- Schweißnähte dürfen **nicht** als Anschlagpunkte dienen
- Armaturen dürfen **nicht** als Befestigungspunkte verwendet werden
- Vibrationsbelastungen beim Lkw-Transport sind zu minimieren

6.7.7 Besondere Maßnahmen bei Kälte und Hitze

Bei Kälte (< 0°C):

- erhöhte Sprödigkeit von PVC-U und ABS → Bruchgefahr
- vorsichtiges Handling erforderlich
- kein Schweißen bei tiefen Temperaturen ohne Vorwärmung

Bei Hitze (> 30°C):

- PVC-U und PP können sich durch Eigengewicht verformen
- UV-Schutz ist obligatorisch
- keine Lagerung in geschlossenen, aufgeheizten Containerbereichen

6.7.8 Zusammenfassung

- Kunststoffrohre sind empfindlicher gegenüber UV, Hitze, punktuellen Lasten und Verformung als Metallrohre.
- Transport und Lagerung müssen flächig, geschützt und spannungsfrei erfolgen.

- Offene Rohrenden müssen verschlossen werden.
- Hebevorgänge dürfen nur mit geeigneten Bändern erfolgen.
- Stapelhöhen und Stützweiten müssen gemäß Werkstoff und Rohrklasse eingehalten werden.
- Außenlagerung ist nur mit UV-Schutz zulässig.

Dieses Kapitel ergänzt die allgemeinen Transport- und Lagerungsanforderungen und ist für alle Kunststoffrohrleitungen verbindlich anzuwenden.

6.8 Zulässige Auflagerhöhen und Stapelhöhen für Kunststoffrohrleitungen

Kunststoffrohrleitungen weisen aufgrund ihrer geringeren Steifigkeit, ihres Kriechverhaltens und ihrer hohen thermischen Ausdehnung deutlich engere Anforderungen an die zulässigen Auflagerhöhen und Stapelhöhen auf als metallische Rohrleitungen. Die nachfolgenden Vorgaben gelten werkstoffübergreifend für PVC-U, PVC-C, PP, PE-HD und PVDF und orientieren sich an den Grundsätzen der DVS 2205.

Diese Anforderungen gelten ergänzend zu den allgemeinen Lagerungsregeln gemäß Kapitel 6.7.

6.8.1 Grundlagen

Die maximal zulässigen Auflagerhöhen und Stapelhöhen hängen ab von:

- Rohrwerkstoff (PVC-U, PVC-C, PP, PE-HD, PVDF)
- SDR-Wert bzw. Wanddicke
- Außendurchmesser
- Temperatur während der Lagerung
- Dauer der Lagerung
- Form (Stangenware oder Ringbund)

Die Werte basieren auf sicherheitstechnischen Mindestanforderungen und sind so gewählt, dass Verformungen, Ovalisierung oder Kerbbelastungen ausgeschlossen werden.

6.8.2 Zulässige Auflagerhöhen (Lagerung auf Stützweiten)

Die folgenden Stützweiten gelten als Richtwerte für die Lagerung von Kunststoffrohren in horizontale Ablage:

Rohr-Ø	Material	Zulässiger Auflagerabstand
DN 20–50	alle Kunststoffe	0,50 – 0,60 m
DN 63–110	alle Kunststoffe	0,70 – 1,00 m
DN 125–225	PP / PE-HD / PVC-C	1,00 – 1,20 m

Rohr-Ø	Material	Zulässiger Auflagerabstand
DN 250–400	PP / PE-HD	1,20 – 1,50 m
DN > 400	PE-HD / PP	≥ 1,50 m (je nach SDR-Wert)

Wesentliche Anforderungen:

- Stützen müssen **flächig** und **weich** sein (Gummi, Kunststoff).
- Rohrleitungen **dürfen nicht** durchhängen – sonst Spannungsrisssgefahr.
- Je geringer der SDR-Wert (dickwandiger), desto größer die zulässige Stützweite.
- Höhere Temperaturen → **kürzere** Stützweiten notwendig.

6.8.3 Zulässige Stapelhöhen

Die Stapelhöhen orientieren sich an der maximal zulässigen Belastung des unteren Rohres sowie der Formstabilität des Materials.

- **Stangenware (Einzellängen)**

Werkstoff	Zulässige Stapelhöhe
PVC-U	max. 1,0 – 1,2 m
PVC-C	max. 1,2 – 1,5 m
PP	max. 1,0 – 1,5 m
PE-HD	max. 1,5 – 2,0 m
PVDF	max. 1,0 m

Grundsatz: Je höher die Temperatur, desto geringer die Stapelhöhe.

- **Ringbundware (PE, PP)**
- maximal **2–3 Lagen**, abhängig von Rohrdimension und SDR
- starke Bindung gegen Verformung notwendig
- Bunde nicht verketten oder verkanten
- **Formteile**

Formteile dürfen **nicht gestapelt** werden:

- in Kisten, Gitterboxen oder Regalsystemen lagern
- Keinesfalls übereinander schichten → Verformungsgefahr

6.8.4 Einfluss von Temperatur auf Stapelhöhen

Besondere Vorsicht bei:

- **Hohen Temperaturen (> 30°C)**
- deutliche Reduzierung der Stapelhöhen
- PE und PP werden stark flexibel
- PVC-U beginnt sich zu verformen
- max. 1 Lage bei direkter Sonneneinstrahlung
- **Niedrigen Temperaturen (< 0°C)**
- Sprödigkeit steigt (ABS, PVC-U)
- minimale Belastung → maximal halbe Stapelhöhe
- keine Stöße oder harte Ablage

6.8.5 Besonderheiten bei großen Dimensionen

Bei Rohrdurchmessern ab DN 250 gelten:

- max. 2 Lagen übereinander
- zwingend Holz- oder Kunststoffauflagen
- Abrollsicherung erforderlich
- Zwischenlagen aus Gummi oder Kunststoff vorsehen
- keine punktförmige Belastung durch Staplerzinken oder Metallstege

6.8.6 Dokumentation und Verantwortlichkeit

Der Betreiber ist verantwortlich für:

- Festlegung spezifischer Lagerbedingungen in der Rohrklasse
- Kontrolle der Stapelhöhen im Lager
- Einweisung des Lagerpersonals
- regelmäßige Inspektion auf Verformungen oder Beschädigungen

Der Fachbetrieb ist verantwortlich für:

- ordnungsgemäße Ablage während der Montagephase
- Sicherung der Lagerplätze
- sofortige Meldung bei Abweichungen

6.8.7 Zusammenfassung

Die wichtigsten Grundsätze:

- Kunststoffrohre erfordern engere Stützweiten als Metallrohre.
- Stapelhöhen sind werkstoff- und temperaturabhängig stark begrenzt.
- Formteile dürfen nicht gestapelt werden.
- Verformungen sind unbedingt zu vermeiden.
- Außenlagerung nur mit UV-Schutz und reduzierter Stapelhöhe.
- Vorgaben der jeweiligen Rohrklasse sind verbindlich einzuhalten.

Dieses Kapitel ergänzt die allgemeinen Lager- und Transportregeln und ist für alle Kunststoffrohrleitungen verpflichtend anzuwenden.

6.9 Ergänzung: Transport und Lagerung von GFK und GFK-Verbundsystemen

Diese Ergänzung beschreibt die besonderen Anforderungen an Transport, Umschlag und Lagerung von Rohrleitungssystemen aus glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK) und GFK-Verbundsystemen.

6.9.1 Allgemeine Anforderungen

GFK-Rohrleitungen sind aufgrund ihres faserverstärkten Aufbaus empfindlich gegenüber mechanischen Beschädigungen, Punktlasten und Stoßbeanspruchungen.

Transport und Lagerung müssen so erfolgen, dass Beschädigungen der Struktur, Delaminationen oder Beeinträchtigungen der Schutzschichten ausgeschlossen werden.

6.9.2 Transport von GFK-Rohrleitungen

Beim Transport von GFK-Rohrleitungen sind folgende Anforderungen einzuhalten:

- Verwendung breiter, weicher Hebemittel (z. B. Gurte mit Schutzauflage)
- Verbot von Drahtseilen, Ketten oder scharfkantigen Anschlagmitteln
- gleichmäßige Lastverteilung beim Anheben
- keine stoßartigen Bewegungen oder Schlageinwirkungen
- Sicherung gegen Verrutschen während des Transports
- Vermeidung von Torsionsbeanspruchungen

6.9.3 Lagerung von GFK-Rohrleitungen

Für die Lagerung gelten folgende verbindliche Vorgaben:

- Lagerung auf ebenem, tragfähigem Untergrund
- flächige Auflagerung mit gepolsterten Lagerhölzern
- ausreichender Abstand der Auflager zur Vermeidung von Durchbiegung
- Schutz vor direkter Sonneneinstrahlung bei längerer Lagerung
- Vermeidung von Feuchtigkeitseinwirkung auf ungeschützte Schnittflächen
- getrennte Lagerung von metallischen Bauteilen

6.9.4 Lagerdauer und Kontrolle

Bei längerer Lagerdauer sind regelmäßige Sichtprüfungen durchzuführen, insbesondere hinsichtlich:

- Oberflächenbeschädigungen
- Rissbildung
- Delamination
- Zustand der Schutzbeschichtung

Beschädigte Rohrleitungen dürfen nicht eingebaut werden und sind zu kennzeichnen und zu bewerten.

6.9.5 Normativer Bezug

Transport und Lagerung von GFK-Rohrleitungssystemen erfolgen gemäß den Anforderungen der **DIN EN ISO 14692** sowie den jeweiligen Herstellervorgaben.

7 Montage und Installation

Dieses Kapitel beschreibt alle Anforderungen an die fachgerechte Montage, Befestigung, Prüfung und Dokumentation von Rohrleitungssystemen.

Ziel ist eine **sichere, spannungsfreie, dauerhaft dichte und umweltgerechte Installation** gemäß Stand der Technik.

7.1 Allgemeine Montagegrundsätze

- Montagearbeiten dürfen **nur von qualifiziertem Fachpersonal** mit gültigen Schweißer-, Monteur- oder Befähigungsnachweisen ausgeführt werden.
- Die Montage darf erst beginnen, wenn alle **Isometrien, Materialzeugnisse, WPS-Freigaben und Halterungskonzepte** vorliegen.
- Rohrleitungsteile sind vor Einbau auf **Sauberkeit, Korrosionsschutz, Beschädigungen und Kennzeichnung** zu prüfen.
- Schutzkappen erst **unmittelbar vor Montage** entfernen.
- Leitungen müssen **spannungsfrei, fluchtend und ohne Verdrehung** eingebaut werden.
- Alle Montagearbeiten sind im **Montage- und Sichtprüfprotokoll** zu dokumentieren.

7.2 Verbindungstechniken

7.2.1 Schweißverbindungen

- Schweißarbeiten gemäß **EN ISO 15614, EN ISO 3834-2/-3, AD 2000-HP 0**.
- Schweißerqualifikation nach **EN ISO 9606-1**, Überwachung durch Schweißaufsicht gem. **EN ISO 14731**.
- Nach Fertigstellung Reinigung, Beizen und ggf. Passivierung.

- Zerstörungsfreie Prüfungen gemäß **EN ISO 9712** (VT, PT, RT, UT).
- Ergebnisse in der Schweiß- und Prüfdokumentation erfassen.

7.2.2 Flanschverbindungen

- Flansche nach **EN 1092-1**; Dichtungen nach **EN 13555 / EN 1514-1**.
- In TA-Luft-pflichtigen Bereichen ausschließlich **TA-Luft-geprüfte Dichtsysteme** (VDI 2440 / ISO 15848-1).
- Schrauben mit definiertem Drehmoment oder Drehwinkelverfahren anziehen; Schmierung nach Herstellerangabe.
- Anzug über Kreuz in mindestens drei Stufen; Endwert dokumentieren.
- Dichtflächen dürfen keine Kratzer, Grate oder Verunreinigungen aufweisen.

7.2.3 Schraub-, Klemm- und Pressverbindungen

- Verwendung nur nach **schriftlicher Betreiberfreigabe** und Herstellervorschrift.
- Dichtheitsprüfung nach Montage durchführen und protokollieren.

7.3 Halterungsbau und Halterungskonzept

Die Auslegung kann nach **EN 13480-3 / -5** oder nach einem **kundenspezifischen Halterungskonzept** erfolgen, sofern dieses durch den Betreiber freigegeben wurde. Der Halterungsbau gewährleistet die **mechanische Sicherung, Schwingungsdämpfung und kontrollierte Beweglichkeit** der Rohrleitung bei Temperatur-, Druck-, Wind- und Schwingungsbelastungen.

Halterungen verhindern unzulässige Spannungen, gewährleisten die Einhaltung der Berechnungsannahmen und sichern die langfristige Dichtheit der Verbindungen.

Die Auslegung kann wahlweise

- **nach EN 13480-3 und EN 13480-5** (normative Berechnung + Prüfung) oder
- **nach einem kundenspezifischen Halterungskonzept** (z. B. projektspezifische Rohrleitungs- oder FEM-Berechnung, Freigabe durch Betreiber) erfolgen.

Beide Varianten sind gleichwertig, sofern das Konzept **durch den Betreiber oder die QS-Stelle ISGT schriftlich freigegeben** wurde.

7.3.1 Grundsätze

- Halterungen sind so zu gestalten, dass sie axiale, radiale und thermische Dehnungen aufnehmen, ohne Zwangsspannungen zu erzeugen.
- Die Fest-, Gleit-, Los- und Führungsfunktionen sind im Halterungskonzept eindeutig festgelegt.
- Werkstofftrennung zwischen unlegierten Stählen und Edelstählen ist durch nichtmetallische Zwischenlagen sicherzustellen.
- Trag- und Stützkonstruktionen müssen korrosionsgeschützt sein (z. B. verzinkt, pulverbeschichtet, 2K-Epoxidharz).
- Halterungen sind mit eindeutiger **Positionsnummer, Klassifizierung** und **Baugruppen-ID** in Isometrie und Halterungsliste zu kennzeichnen.

7.3.2 Auslegung nach EN 13480-3

Die Norm EN 13480-3 definiert, dass Halterungen Teil des tragenden Systems der Rohrleitung sind.

Die Belastungen werden aus den Betriebszuständen (Eigengewicht, Innendruck, Temperatur, externe Kräfte) ermittelt.

Berechnungsmethoden:

- analytisch (Formelverfahren nach EN 13480-3 Kap. 12) oder
- numerisch (FEM / Rohrspannungsberechnung, z. B. Rohr2, Caesar II, AutoPIPE)

Nachzuweisen sind insbesondere:

- zulässige Spannungen in Halterungsbauteilen ($\sigma \leq f \times Re$)
- ausreichende Stabilität gegen Knicken und Biegung
- Bewegungsreserven in Gleit- und Federhaltern
- sichere Kraftübertragung auf Bauwerk oder Träger

Ergebnisse der Berechnung sind im **Halterungsberechnungsbericht** festzuhalten und bilden die Grundlage der Einstufung.

7.3.3 Einstufung nach EN 13480-5

Halterungsklasse	Bedeutung / Beispiel	Prüf- und Kontrollanforderung
Klasse 1	Hochbeanspruchte, sicherheitsrelevante Halterungen (z. B. Dampf-, Hochdruck-, Heißöl-, toxische Medienleitungen)	100 % Sicht- und Maßprüfung, ggf. PT/UT der Schweißnähte; Belastungsnachweis; Kontrolle Beschichtung; vollständige Dokumentation
Klasse 2	Standardhalterungen für Prozess- und Hilfsmedien (z. B. Kühlwasser-, Stickstoff-, Kondensatleitungen)	100 % Sichtprüfung, Maß- und Schweißnahtkontrolle, Prüfung des Korrosionsschutzes; Protokollierung im Halterungsblatt
Klasse 3	Sekundär- oder Stützhalterungen (z. B. Entleerungen, Messleitungen, Kleinrohre)	Sichtprüfung ausreichend; Kontrolle Befestigung und Beschichtung; vereinfachte Dokumentation

7.3.4 Kundenspezifische Halterungskonzepte

- Betreiber oder Anlagenplaner können eigene Halterungssysteme (z. B. „Support Class A–C“ oder „Typ S1–S3“) vorgeben.
- Diese sind **gleichwertig zur EN 13480**, sofern sie eine vergleichbare Nachweis- und Prüfqualität sicherstellen.
- Die Freigabe erfolgt schriftlich durch den Betreiber oder die QS ISGT.

- Änderungen oder Sonderlösungen sind im **Halterungsplan** und in der **Prüfdokumentation** nachzuführen.

7.3.5 Prüf- und Dokumentationspflichten

Prüfpunkt	Verfahren / Norm	Nachweis / Dokument
Maßhaltigkeit	Abgleich mit Isometrie, Kontrolle Abstände, Höhenlagen	Halterungsprotokoll
Schweißnähte	VT, ggf. PT / MT nach EN ISO 5817 Stufe C	ZfP-Protokoll
Beweglichkeit	Kontrolle Gleitwege, Federstellungen, Hubreserven	Funktionsprüfung
Korrosionsschutz	Schichtdickenmessung, visuelle Kontrolle	Beschichtungsprotokoll
Belastbarkeit	FEM- oder Spannungsberechnung	Berechnungsbericht
Kennzeichnung	Vorhandensein von Nummern / Labels	Sichtkontrolle / Fotodoku

7.3.6 Einbindung in Endprüfung

Im Zuge der **Druckprüfung nach EN 13480-5** wird geprüft:

- ob sich die Halterung elastisch verhält,
- ob Bewegungen in Los- und Gleitlagern möglich sind,
- ob keine übermäßigen Kräfte auf Flansche oder Armaturen wirken.

Blockierte oder beschädigte Halterungen gelten als Mangel und müssen vor Freigabe instandgesetzt werden.

7.3.7 Dokumentation und Archivierung

Pflichtunterlagen:

- Halterungskonzept / Spannungsberechnung
- Prüfprotokolle (Maß, Schweißnaht, Beschichtung, Funktion)
- Halterungsliste mit Einstufung und Prüfstatus
- QS- und Freigabevermerk

Archivierung: **mindestens 10 Jahre** (§ 17 BetrSichV)

7.3.8 Vorgehen zur Einstufung von Halterungen nach EN 13480

Das Vorgehen zur Einstufung einer Halterung in Klasse 1 – 3 erfolgt nach einem festgelegten Schema:

1. Datenerhebung

- o Rohrleitungsdaten: Nennweite, Medium, Druck, Temperatur, Werkstoff
- o Betriebsbedingungen: Fixpunkte, Temperaturgradienten, Lastfälle, Bauwerksanschlüsse
- o Halterungstyp: Festlager, Gleitlager, Federhalterung, Rollaufhängung, Schwingungsdämpfer

2. Belastungsanalyse (nach EN 13480-3)

- o Berechnung der Lagerreaktionen und Spannungen im Rohrleitungssystem
- o Ermittlung der größten Stützkräfte und Bewegungen (axial / radial)
- o Bewertung, ob Halterung sicherheitsrelevant ist (z. B. trägt Eigengewicht + Betriebsdruckkräfte)

3. Einstufungskriterien

- o **Klasse 1**, wenn
 - Traglast > 5 kN oder Bewegungsweg > 20 mm,
 - Sicherheits- oder Medienrelevanz besteht (z. B. toxisch, brennbar, heiß),
 - Nachweis per Berechnung oder FEM erforderlich ist.
- o **Klasse 2**, wenn
 - mittlere Belastung (1–5 kN),
 - Standardbedingungen ohne besondere Medienegefahr,
 - konstruktive Standardhalterung gemäß Herstellerkatalog ausreichend ist.
- o **Klasse 3**, wenn
 - geringe Belastung (< 1 kN),
 - kurze Rohrlängen oder nicht sicherheitsrelevante Medien.

4. Dokumentation der Einstufung

- o Eintrag der Klasse im **Halterungsblatt** oder **Halterungskonzept**
- o Freigabe durch **befähigte Person / QS ISGT**
- o Verknüpfung mit zugehöriger Isometrie und Berechnungsbericht

5. Prüfumfang festlegen (nach EN 13480-5)

- o Klasse 1 → 100 % Prüfpflicht (Maß, Schweißnaht, Funktion)
- o Klasse 2 → Sichtprüfung und Maßprüfung
- o Klasse 3 → Sichtprüfung ausreichend

6. Freigabe und Kennzeichnung

- o Nach erfolgreicher Prüfung Kennzeichnung mit Etikett „geprüft“ und Prüfdatum
- o Erfassung in Halterungsliste und QS-Dokumentation

Die Einstufung der Halterungen nach **EN 13480** erfolgt systematisch anhand von Belastung, Funktion und Sicherheitsrelevanz.

Ob die Auslegung nach EN 13480 oder nach kundenspezifischen Konzepten erfolgt, ist im Halterungsplan eindeutig zu dokumentieren.

7.4 Einbaurichtung, Gefälle und Ausrichtung

- Gefälle gemäß Isometrie (i. d. R. 1 – 3 ‰) einhalten.
- Entlüfter an Hoch-, Entleerungen an Tiefpunkten.
- Kompensatoren mittig, spannungsfrei einbauen; Fließrichtungspfeile beachten.
- Nach Montage Fluchtung prüfen; unzulässige Abweichungen beheben.

7.5 Montage von Armaturen, Entlüftern und Sicherheitsventilen

- Armaturen spannungsfrei einbauen; Gehäuse dürfen keine Rohrleitungskräfte aufnehmen.
- Sicherheitsventile senkrecht, zugänglich, plombiert montieren.
- Entlüftungen/Entleerungen müssen gefahrlos ableiten; Rückschlag verhindern.
- TA-Luft-konforme Dichtungen verwenden; keine Schmier- oder Silikonstoffe.
- Schrauben über Kreuz gleichmäßig anziehen.

7.6 Schweiß- und Prüfdokumentation

Jede Schweißverbindung ist eindeutig zu kennzeichnen.

Pflichtunterlagen:

- WPS / WPQR
- Schweißer- und ZfP-Protokolle
- Sichtprüfberichte
- Prüflisten und Abnahmeprotokolle

Alle Dokumente mindestens **10 Jahre** archivieren (§ 17 BetrSichV).

7.7 Endprüfung, TA Luft-Nachweis und Montageklassen nach VDI 2290

7.7.1 Ziel und Umfang

Die Endprüfung dient dem Nachweis, dass alle Rohrleitungsverbindungen **ordnungsgemäß montiert, dicht und funktionsfähig** sind.

Sie ist Voraussetzung für die Freigabe nach **BetrSichV § 14**. Geprüft werden Flansch-, Schraub-, Schweiß- und Klemmverbindungen einschließlich Halterungseinfluss.

7.7.2 Rechts- und Normenbasis

- **VDI 2290** – Dichtheitsanforderungen, Montageklassen 1–3
- **EN 1591-1 / EN 13555** – Berechnung und Kennwerte für Dichtsysteme
- **TA Luft / VDI 2440 / ISO 15848-1** – Emissionsarme Dichtsysteme

- **EN 13480-5 / AD 2000-HP 30** – Druck- und Dichtheitsprüfungen
- **BetrSichV §§ 14–16 / TRBS 1201** – Prüfpflichten
- **ISGT-QS-Richtlinie** – Prüf- und Freigabeverfahren

7.7.3 Montageklassen nach VDI 2290

Klasse	Dichtheitsniveau / Einsatz	Kontroll- und Dokumentationspflichten
1	Hochdicht / TA Luft-konform – toxische oder emissionsrelevante Medien	100 % Sicht-, Drehmoment- und Dichtheitsprüfung • TA Luft-Nachweis ($\leq 10^{-4}$ mbar-l/s) • Protokollpflicht aller Verbindungen
2	Standarddicht – allgemeine Prozess- u. Hilfsmedien	100 % Sichtprüfung • 10 % stichprobenartige Drehmoment- und Dichtheitsprüfung • Dokumentation im Montagebericht
3	Grunddicht – unkritische Medien (z. B. Luft, Wasser)	100 % Sichtprüfung • Dichtheitsprüfung nach Bedarf

7.7.4 Kontroll- und Prüfumfang

- **Sichtprüfung:** 100 % aller Verbindungen auf Sauberkeit, Ausrichtung, Beschädigungen.
- **Drehmomentprüfung:** Klasse 1 = 100 %, Klasse 2 = 10 %, Klasse 3 = bedarfsgerecht.
- **Dichtheitsprüfung:** nach EN 13480-5 / AD 2000-HP 30; Prüfdruck Flüssigkeit $1,3 \times PS$, Gas $1,1 \times PS$.
- **TA-Luft-Prüfung:** nur bei Klasse 1 (Helium-Sniff- oder Differenzdruckverfahren/ Berechnung).
- **Wiederholprüfungen:** nach jedem Öffnen oder Dichtungswechsel.

7.7.5 Sichtprüfung und Mechanische Kontrolle

Prüfkriterien:

- Flanschflächen sauber, ohne Riefen oder Schmutz.
- Dichtung korrekt zentriert, nicht verschoben.
- Schrauben vollständig, richtig ausgerichtet, gleichmäßig angezogen.
- Schweißnähte ohne Poren oder Anlauffarben.
- Kompensatoren spannungsfrei, Fest- und Loslager frei beweglich. Dokumentation im Sichtprüfprotokoll mit Verbindungsnummer und Montageklasse.

7.7.6 Drehmoment- und Schraubenkontrolle

- Werkzeuge geeicht; Werkzeug-ID und Kalibrierdatum im Protokoll.
- Anzug über mehrere Stufen nach Hersteller oder EN 1591-1.

- Zu erfassen: Verbindungsnummer, NW, Dichtung, Schraubentyp, Schmierstoff, Soll- und Ist-Drehmoment, Prüfer.
- Abweichungen → Nacharbeit und erneute Kontrolle.

7.7.7 Druck- und Dichtheitsprüfung nach EN 13480-5

- Prüfmedium Wasser oder Gas nach Freigabe Betreiber.
- Druckaufbau stufenweise mit Haltezeiten; keine Leckage oder Druckabfälle zulässig.
- Durchführung unter Aufsicht befähigter Person und ggf. ZÜS.
- Dokumentation im Druckprüfprotokoll mit Prüfparametern und Unterschriften.

7.7.8 TA Luft-Nachweis für Montageklasse 1

- Prüfverfahren: Helium-Sniff-Test oder Differenzdruckverfahren.
- Grenzwert $\leq 10^{-4}$ mbar·l/s.
- Nur zertifizierte TA-Luft-Dichtsysteme verwenden.
- Messergebnisse mit Gerät- und Kalibrierdaten im Protokoll dokumentieren.

7.7.9 Abweichungen, Nacharbeit, Wiederholprüfungen und Kennzeichnung

- Mängel im Mängelprotokoll erfassen und unter QS-Aufsicht beheben.
- Nacharbeiten → erneute Teilprüfung.
- Erfolgreich geprüfte Verbindungen grün markieren; Klasse 1 zusätzlich Label „TA-Luft geprüft“.
- Kennzeichnung in Flanschliste oder Isometrie nachführen.

7.7.10 Freigabe, Dokumentation und Archivierung

Pflichtdokumente

- Montage- und Sichtprüfprotokolle
- Drehmoment- und Schraubendatenblätter
- Druck- und Dichtheitsprüfprotokolle
- TA-Luft-Nachweise / Dichtungszertifikate
- Halterungsprüfberichte
- Abnahmeprotokoll Rohrleitungssysteme mit Unterschriften (ISGT, Betreiber, ZÜS)

Freigabeprozess

1. Eigenkontrolle Montageleitung
2. QS-Prüfung und Bewertung
3. Abnahme durch befähigte Person / ZÜS
4. Endfreigabe durch Betreiber

Archivierung

- Alle Dokumente ≥ 10 Jahre aufbewahren.

Die Rohrleitung gilt als ordnungsgemäß montiert und betriebsbereit, wenn alle Kontrollen und Prüfungen entsprechend der Montageklasse und TA Luft durchgeführt, dokumentiert und durch befähigte Person oder ZÜS freigegeben sind.

7.8 Montagehinweise für Kunststoffrohrleitungen

Kunststoffrohrleitungen erfordern aufgrund ihres werkstoffspezifischen Verhaltens besondere Maßnahmen und Sorgfalt bei der Montage. Thermoplaste reagieren empfindlich auf mechanische Spannungen, Temperaturwechsel, Punktbelastungen und unsachgemäße Lagerung während des Montageprozesses. Dieses Kapitel beschreibt die zusätzlichen Montageanforderungen für Kunststoffrohre und -formteile und ergänzt die allgemeinen Montagegrundsätze aus Kapitel 7.

7.8.1 Allgemeine Grundsätze

Bei der Montage von Kunststoffrohrleitungen sind folgende Prinzipien zwingend einzuhalten:

- Kunststoffrohre **dürfen nicht unter Spannung** montiert werden.
- Schweiß- und Verbindungspunkte müssen **reibungslos** erreichbar sein.
- Rohrleitungen sind vor Montage auf **Beschädigungen, Verformungen, Kratzer und Kerben** zu prüfen.
- UV-Schutz sicherstellen, wenn im Außenbereich montiert wird.
- Medienbeständigkeit des Werkstoffs gemäß Rohrklasse prüfen.
- Temperatur der Bauteile vor Montage angleichen (Material sollte nicht kalt-spröde sein).
- Montagearbeiten nur durch **qualifiziertes Personal** (DVS 2207) durchführen.

7.8.2 Vorbereitung der Rohrleitungen

Vor Montagebeginn sind folgende Schritte auszuführen:

- Sichtkontrolle auf Risse, Kratzer, Verformungen, matte Stellen, weiße Spannungszonen.
- Rohre und Bauteile reinigen (Staub, Feuchtigkeit, Fett).
- Rohrenden von Schutzkappen befreien und erneut gegen Verschmutzung schützen.
- Maßhaltigkeit und Passgenauigkeit prüfen.
- Umgebungstemperatur im Arbeitsbereich sicherstellen:
 - ideal: **+10°C bis +30°C**
 - kein Schweißen unter **+5°C** ohne Vorwärmung
 - keine Montage bei direkter Sonneneinstrahlung auf Rohre (Ausdehnung!)

7.8.3 Spannungsfreie Montage

Thermoplaste dürfen **niemals** durch Gewalt oder Vorspannung ausgerichtet werden.

Typische Fehler (unzulässig):

- Rohrende mit Kraft in Flansche ziehen
- Rohrleitungen durch Anschlagen „in Position drücken“
- Rohrspannungen durch Halterungen erzwingen
- Verdrehen von Rohrabschnitten zur Montage

Folgen:

Spannungsrisse, Undichtigkeiten, Zeitstandschäden.

Vorgabe:

Alle Bauteile müssen sich **spannungsfrei** zusammenfügen lassen. Kleinere Maßabweichungen sind durch geeignete Formteile auszugleichen.

7.8.4 Umgang mit thermischer Ausdehnung

Kunststoffe haben eine **bis zu 10-fach höhere thermische Ausdehnung** als Stahl.

Maßnahmen:

- Gleitlager statt starrer Halterungen einsetzen
- Kompensationsstrecken vorsehen
- Expansionsbögen oder Ausdehnungsstücke nutzen
- keine Fixpunkte an kritischen Stellen setzen
- Längenänderungen im Betrieb berücksichtigen
- keine Einspannung zwischen Armaturen oder Flanschen

7.8.5 Montagepositionen und Ausrichtung

- Horizontalmontage bevorzugen (weniger mechanische Belastung).
- Vertikale Leitungen müssen gegen Knicken und Torsion gesichert sein.
- Gefälle gemäß Prozessanforderung einhalten (Entleerbarkeit).
- Leitungen so ausrichten, dass Schweißstellen **zugänglich** bleiben.
- Schweißnähte nicht in Halterungs- oder Klemmzonen setzen.
- Schweißnähte nicht auf oder in der Nähe von Biegestellen positionieren.

7.8.6 Montage von Flanschverbindungen (Kunststoffflansche)

Flanschverbindungen sind besonders empfindlich.

Regeln:

- nur Dichtungen einsetzen, die für den Kunststoff freigegeben sind
- Schrauben **über Kreuz** mit definiertem Drehmoment anziehen
- kein Überdrehen – Kunststoffflansche verformen sich schnell
- Flanschscheiben dürfen nicht verkantet werden
- Einbaulage nach Herstellerangabe beachten

- TA-Luft-Anforderungen nur bei zertifizierten Dichtungen möglich

Drehmomente sind der jeweiligen Rohrklasse oder dem Herstellerdatenblatt zu entnehmen.

7.8.7 Montage von Armaturen

Armaturen aus Metall können Kunststoffe **belasten**, daher:

- Armaturen **eigene Halterungen** geben (Rohr nicht als Träger verwenden!)
- schwerere Armaturen entkoppeln
- Übergänge Metall → Kunststoff mit geeigneten Adapterstücken
- Einbaurichtung, Medienstrom und Temperatur beachten
- keine Schlagbelastung beim Einbau

7.8.8 Vorsichtsmaßnahmen bei hoher oder niedriger Temperatur

Bei niedrigen Temperaturen (< 5°C):

- PVC-U, ABS brechen spröde
- nicht biegen, nicht klopfen
- nur mit Vorwärmung schweißen

Bei hohen Temperaturen (> 30°C):

- PE, PP werden weich
- nicht unbeaufsichtigt in der Sonne liegen lassen
- Längenänderung beim Montieren berücksichtigen

7.8.9 Typische Montagefehler (verboten)

- Schweißen bei zu niedrigen oder zu hohen Temperaturen
- Einbau unter Vorspannung
- scharfkantige Halterungen verwenden
- punktförmige Belastung durch falsch eingestellte Schellen
- nicht entgratete Rohrenden
- Überdrehte Flanschverbindungen
- Schweißen ohne dokumentierte Parameter
- Schweißnähte unter Last abkühlen lassen
- Verbindung von unterschiedlichen Kunststoffen ohne geeignete Übergangselemente

7.8.10 Zusammenfassung

Wesentliche Montageprinzipien:

- spannungsfrei montieren
- thermische Ausdehnung berücksichtigen

- geschultes Personal einsetzen
- richtige Schweißparameter anwenden
- Armaturen extra lagern
- UV- und Temperaturbelastung vermeiden
- Flanschverbindungen schonend montieren

Diese Anforderungen sind verbindlich und gelten für alle Kunststoffrohrleitungen im Geltungsbereich dieser Betriebsanleitung.

7.9 Verbindungstechniken für Kunststoffrohrleitungen (DVS 2207)

Kunststoffrohrleitungen werden – im Gegensatz zu metallischen Rohrleitungen – überwiegend nicht durch metallisches Schweißen oder Schraubverbindungen verbunden, sondern mittels thermoplastischer Schweißverfahren, lösbarer Steck- oder Klebeverbindungen sowie kunststoffspezifischer Flansche. Die verbindliche Grundlage für die Ausführung aller Schweißarbeiten bildet die Regelwerksreihe **DVS 2207**, welche für jeden Werkstoff spezifische Schweißparameter, Prüfanforderungen und Qualifikationsbedingungen definiert.

Die nachfolgenden Verbindungstechniken gelten für alle thermoplastischen Werkstoffe innerhalb des Geltungsbereichs dieser Betriebsanleitung.

7.9.1 Allgemeine Anforderungen

Für jede Verbindungstechnik gilt:

- Ausführung ausschließlich durch **qualifiziertes Personal** gemäß DVS 2207.
- Einsatz **geeigneter, kalibrierter Schweißgeräte** mit dokumentiertem Nachweis.
- Rohrenden müssen **sauber, trocken, gratfrei und beschädigungsfrei** sein.
- Schweißverbindungen müssen nach DVS-Abkühlzeiten **vollständig ausgekühlt** sein, bevor sie belastet werden.
- Eine Verbindung darf **nicht unter Spannung, Verzug oder Verdrehung** hergestellt werden.
- Verbindung nicht in Bereichen mit **Halterungen, Punktbelastungen oder Krümmungen** setzen.
- Qualität der Verbindung ist in einem **Schweißprotokoll** zu dokumentieren.

7.9.2 Heizelement-Stumpfschweißen (DVS 2207-1 / -11 / -15)

(typisch für PE-HD, PP, PVDF)

Verfahren:

Die Rohrenden werden planparallel ausgerichtet, mittels Heizelement erwärmt und anschließend unter definiertem Druck gefügt.

Vorteile:

- höchste Festigkeit
- absolut dichte Verbindung
- für große Rohrdurchmesser geeignet

Wichtig:

- Rohrenden exakt ausrichten – keine Winkelfehler
- nur normgerechte Heizelemente verwenden
- Abkühlzeit strikt einhalten
- keine Zug-/Druckbelastung während der Abkühlphase

Typische Anwendungsbereiche:

PE-HD-Prozessleitungen, PP-Heißmedienleitungen, PVDF-Prozessleitungen.

7.9.3 Heizelement-Muffenschweißen (DVS 2207-1 / -11)

(häufig bei kleinen und mittleren Nennweiten)

Verfahren:

Rohr und Muffe werden gleichzeitig auf ein Heizelement gesteckt, erwärmt und anschließend gefügt.

Vorteile:

- ideal für kleinere Rohrdimensionen
- kontrollierter Wärmeeintrag
- schnelle Verarbeitung
-

Sicherheitsanforderungen:

- Schweißparameter gemäß DVS-Tabelle einhalten
- richtige Einstecktiefe beachten
- keine Verschmutzung oder Feuchtigkeit an Rohrenden

7.9.4 IR-Schweißen (Infrarotschweißen)

(für PVDF und hochreine Anwendungen)

Verfahren:

Rohrenden werden mittels IR-Strahlung berührungslos erhitzt und anschließend gefügt.

Vorteile:

- keine Partikelkontamination
- hohe Reinheit
- ideale Verbindung für Halbleiter-, Pharma- oder Reinstmedien

Besonderheiten:

- präzise Temperaturführung
- nur von geschultem Personal ausführbar

7.9.5 Warmgasziehschweißen / Extrusionsschweißen

(typisch für Reparaturen, Formteile)

Verfahren:

Mit Warmluft oder Extruder wird Schweißzusatz aus gleichem Material eingebracht.

Einsatz:

- Reparatur kleiner Risse
- Nacharbeit von Formteilen
- Dichtnähte bei Tanks oder schwierigen Geometrien

Nicht geeignet für:

- druckbelastete Rohrabschnitte

7.9.6 Klebeverbindungen (PVC-U, PVC-C)

Verfahren:

Verklebung mit speziell freigegebenen PVC-U/PVC-C-Klebstoffen nach Herstellerangaben.

Anforderungen:

- Klebeflächen müssen sauber, trocken, fettfrei sein
- Kondenswasser unbedingt vermeiden
- Klebstoff gleichmäßig auftragen
- Abbindezeit einhalten (kann je nach Temperatur bis zu 24 h betragen)

Achtung:

- Klebeverbindungen sind **nicht** für hohe Temperaturen oder hohe Drücke geeignet
- keine Klebungen bei Temperaturen < +5°C

7.9.7 Steck- und Pressverbindungen

Für einige PE- und PP-Systeme sind lösbare Steck- oder Pressverbindungen zugelassen.

Grundsätze:

- nur Herstellerfreigaben verwenden
- richtige Einstecktiefe sicherstellen
- korrekte Dichtungen einsetzen
- Presswerkzeuge kalibrieren

7.9.8 Flanschverbindungen aus Kunststoff

Flansche aus PVC, PP oder PVDF benötigen besondere Vorsicht.

Regeln für sichere Montage:

- Flanschverbindungen **nicht überziehen** → Verformungsgefahr
- Schrauben kreuzweise und in mehreren Stufen anziehen
- Drehmomente gemäß Hersteller- oder Rohrklasse
- geeignete Dichtungen wählen (für TA Luft nur zugelassene Systeme)
- kein Nachziehen unter Druck oder Temperatur

7.9.9 Prüfung der Verbindungen

Jede Verbindung ist wie folgt zu prüfen:

- Sichtprüfung der Schweißnaht / Klebeverbindung
- Kontrolle von Einstecktiefe, Wulstbildung, Verzug
- Dokumentation in Schweißprotokollen
- Dichtheitsprüfung gemäß Kap. 7.7.7 und Kap. 8 / 11
- bei kritischen Medien: Prüfungen nach Hersteller- oder Betreiberanforderung

7.9.10 Typische Fehler und Risiken

Vermeiden:

- Schweißen bei falscher Temperatur
- feuchte oder verschmutzte Verbindungsflächen
- Schweißnähte unter mechanischer Spannung
- unkalibrierte oder ungeeignete Geräte
- Überdrehte Kunststoffflansche
- Verbindung unterschiedlicher Kunststoffe ohne Adapterstücke
- Klebungen bei Kälte / direkter Sonne

Folgen bei Fehlern:

- Undichtigkeit
- Spannungsrisse
- Teil- oder Totalausfall der Rohrleitung
- chemische Angriffe durch Medien

7.9.11 Zusammenfassung

Die Verbindungstechniken für Kunststoffrohrleitungen erfordern:

- **qualifiziertes Personal** nach DVS 2207
- **korrekte Schweißparameter**
- **spannungsfreie Verlegung und Abkühlung**
- **Verzicht auf Überdrehmomente** bei Flanschen
- **strikte Sauberkeit und Temperaturkontrolle**
- **Dokumentation aller Schritte**

Diese Vorgaben gelten verbindlich für alle Kunststoffrohrleitungen im Geltungsbereich dieser Betriebsanleitung.

7.10 Besondere Anforderungen an Dichtungen und Flansche bei Kunststoffrohrleitungen

Kunststoffflansche und Dichtverbindungen unterscheiden sich wesentlich von metallischen Flanschsystemen. Thermoplaste besitzen eine geringere Steifigkeit, sind empfindlicher gegen Überdruck, Überdrehmomente und Temperaturwechsel, und erfordern deshalb eigene Montage-, Dichtungs- und Prüfanforderungen. Dieses Kapitel ergänzt die allgemeinen Vorgaben für Flanschverbindungen aus Kapitel 7.2.2 und beschreibt die spezifischen Regeln für Kunststoffflansche gemäß DVS 2205 und DVS 2207.

7.10.1 Werkstoffbesonderheiten von Kunststoffflanschen

Kunststoffflansche bestehen aus denselben thermoplastischen Werkstoffen wie die Rohrleitungen (PVC-U, PVC-C, PP, PE-HD, PVDF). Aufgrund des Werkstoffverhaltens gelten folgende Besonderheiten:

- deutlich geringere mechanische Festigkeit
- stärkere Verformung unter Schraubkräften
- höhere Empfindlichkeit gegenüber Temperaturwechsel
- begrenzte Druckfestigkeit im Bereich der Flanschkragen
- kritische Kerbempfindlichkeit im Bereich der Schraubenlöcher
- empfindlich gegen ungleichmäßige Kräfteverteilung

Metallische Schraubenkräfte können die Kunststoffflansche **einziehen, verformen oder verspröden**, wenn sie nicht kontrolliert und gleichmäßig eingeleitet werden.

7.10.2 Anforderungen an Dichtungen für Kunststoffflansche

Dichtungsmaterialien müssen für Kunststoffsysteme freigegeben sein. Geeignet sind u. a.:

- **EPDM** (für Wasser, Laugen)
- **FKM (Viton)** (für viele Chemikalien)
- **PTFE / PTFE-ummantelte Dichtungen** (für hochaggressive Medien)

Dichtungen müssen folgende Eigenschaften besitzen:

- niedrige Flächenpressung
- hohe Elastizität
- chemische Beständigkeit gegen das Medium
- Temperaturbeständigkeit innerhalb der Rohrklasse
- neutral gegen den Kunststoffwerkstoff (keine Weichmacherwanderung)

Nicht zulässig:

- Metallverstärkte oder harte Dichtungen
- Hochdruckdichtungen mit hoher Flächenpressung
- Graphitdichtungen (zu hohe Flächenpressung → Verformung)

7.10.3 TA Luft und Kunststoffflansche

TA Luft kann bei Kunststoffrohrleitungen **nur erfüllt werden**, wenn:

- die eingesetzten Dichtungen **TA-Luft-zertifiziert** sind
- die Flanschsysteme entsprechend geprüft und freigegeben sind
- der Betreiber die Eignung im Einzelfall dokumentiert
- metallische Stütz- bzw. Einlegeflansche vorhanden sind (je nach System)

Ohne diese Freigabe sind Kunststoffflansche **nicht TA-Luft-konform**.

7.10.4 Montage von Kunststoffflanschen

Die Montage ist besonders sorgfältig durchzuführen:

- **Anziehen der Schrauben**
- Schrauben **über Kreuz** und in mehreren Stufen anziehen
- Anzugsmomente strikt einhalten (Hersteller oder Rohrklasse)
- Kunststoffflansche niemals „nach Gefühl“ oder „fester“ anziehen
- Nachziehen unter Druck oder Temperatur ist **verboten**
- Gleichmäßige Kraftverteilung sicherstellen

- **Auflageflächen**
- Dichtflächen müssen sauber, gratfrei und frei von Kratzern sein
- keine metallischen Schläge, Hebel oder Werkzeuge ansetzen
- keine Schweißnähte in Flanschzonen positionieren
- **Ausrichtung**
- Rohre müssen spannungsfrei in die Flansche laufen
- kein Zwangsbiegen oder „Heranziehen“
- Flansche benötigen in der Regel eigene Halterungen zur Entlastung

7.10.5 Metallische Stützflansche (Backing Rings)

Viele Kunststoffflansche verwenden **Stützflansche aus Metall** (Backing Rings), um die Kräfte gleichmäßig zu verteilen.

Diese dienen:

- zur Druckentlastung des Kunststoffflansches
- zur Aufnahme der Schraubenkräfte
- zur Reduzierung der Verformungsgefahr
- zur besseren Lastverteilung

Vorgaben:

- nur kompatible Stützflansche verwenden
- Schrauben nur über die Metallflansche einleiten
- Kunststoffflansch darf nicht allein die Schraubkraft aufnehmen

7.10.6 Prüfung von Flanschverbindungen

Folgende Prüfungen sind verpflichtend:

- Sichtprüfung auf Verformungen und Risse
- Kontrolle der Einstecktiefe und Flanschlage
- Überprüfung der Dichtungszentraleinlage
- Druck- und Dichtheitsprüfung gemäß Kap. 8 und Kap. 11
- Dokumentation aller Anzugsmomente im Montageprotokoll
- Nachkontrolle nach Erstaufheizung und Druckbeaufschlagung (ohne Nachziehen)

7.10.7 Typische Fehler (verboten)

- Schrauben einseitig oder ungleichmäßig anziehen
- „Nachziehen“ unter Druck oder Temperatur
- Verwendung ungeeigneter harter Dichtungen
- Flansch als Lastpunkt oder Stütze verwenden
- Verkanten des Flansches bei Montage
- Überbiegung der Leitung durch falsche Ausrichtung
- fehlende UV- oder Temperaturabschirmung im Außenbereich
- Flanschmontage an belasteten Rohrabschnitten

7.10.8 Zusammenfassung

Für Kunststoffflansche gelten folgende wesentliche Regeln:

- kontrollierte, schonende Montage mit definierten Drehmomenten
- nur geeignete elastische Dichtungen verwenden
- Backing Rings / Stützflansche nutzen
- TA-Luft nur bei zertifizierten Systemen zulässig
- absolut spannungsfreie Montage erforderlich
- keine Nachspannung unter Betriebsbedingungen
- Dichtflächen sorgfältig reinigen und schützen
- Eigengewicht von Armaturen niemals durch den Flansch abtragen

Diese besonderen Anforderungen gewährleisten die Dichtheit, Betriebssicherheit und Langlebigkeit von Kunststoffflanschverbindungen.

7.11 Ergänzung: Montage von GFK und GFK-Verbundsystemen

Diese Ergänzung beschreibt die werkstoffspezifischen Anforderungen an die Montage von Rohrleitungssystemen aus glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK) und GFK-Verbundsystemen.

7.11.1 Allgemeine Montagegrundsätze

Die Montage von GFK-Rohrleitungen darf ausschließlich durch qualifiziertes Fachpersonal erfolgen.

Alle Arbeiten sind gemäß den Vorgaben der **DIN EN ISO 14692** sowie den jeweiligen Herstellervorschriften durchzuführen.

Abweichungen von den Montagevorgaben sind unzulässig.

7.11.2 Vorbereitung der Montage

Vor Beginn der Montage sind folgende Punkte sicherzustellen:

- Sichtprüfung aller Rohrleitungsbauteile auf Beschädigungen
- Prüfung der Bauteilkennzeichnung und Rückverfolgbarkeit

- Kontrolle der Lagerbedingungen
- Freigabe der Montageunterlagen
- Sicherstellung geeigneter Werkzeuge und Hilfsmittel

Beschädigte oder nicht eindeutig identifizierbare Bauteile dürfen nicht montiert werden.

7.11.3 Verbindungstechniken für GFK

Für GFK-Rohrleitungen sind ausschließlich die vom Hersteller freigegebenen Verbindungstechniken zulässig, insbesondere:

- Klebeverbindungen
- Lamierte Verbindungen
- Gewindemuffen
- Flanschverbindungen mit Stützflanschen

Die Verbindungstechniken sind systemabhängig und dürfen nicht miteinander kombiniert werden, sofern keine ausdrückliche Freigabe vorliegt.

7.11.4 Anforderungen an Rohrhalterungen

Bei der Montage von GFK-Rohrleitungen sind folgende Anforderungen an Rohrhalterungen verbindlich einzuhalten:

- flächige Auflagerung ohne Kanten
- Verwendung weicher Zwischenlagen
- keine metallische Direktauflage
- ausreichende Abstände zwischen Halterungen
- Vermeidung von Zwangskräften

7.11.5 Verbotene Tätigkeiten

Bei GFK-Rohrleitungen sind folgende Tätigkeiten unzulässig:

- Bohren oder Schneiden ohne statische Freigabe
- Nachträgliche Anpassungen der Rohrleitungslage durch Krafteinwirkung
- Verwendung nicht freigegebener Verbindungselemente
- thermische Bearbeitung
- mechanische Nacharbeit an tragenden Bereichen

7.11.6 Dokumentation der Montage

Die Montage von GFK-Rohrleitungen ist vollständig zu dokumentieren. Die Dokumentation umfasst mindestens:

- eingesetzte Rohrleitungssysteme und Komponenten
- angewandte Verbindungstechniken
- Prüfungen während der Montage
- Abweichungen und besondere Vorkommnisse

Die Montage von GFK-Rohrleitungssystemen erfolgt ausschließlich nach **DIN EN ISO 14692** und den Herstellervorgaben.

8 Erstprüfung und Inbetriebnahme

Die Erstprüfung und Inbetriebnahme dienen der abschließenden Bewertung der **Betriebssicherheit, Dichtheit und Funktionsfähigkeit** des gesamten Rohrleitungssystems nach Abschluss der Montage-, Halterungs- und Druckprüfungen. Ziel ist die dokumentierte Freigabe des Systems für den bestimmungsgemäßen Betrieb durch den Betreiber.

8.1 Ziel und Geltungsbereich

- Die Erstprüfung stellt sicher, dass das Rohrleitungssystem **ordnungsgemäß montiert, geprüft und dokumentiert** wurde und allen rechtlichen Anforderungen entspricht.
- Sie umfasst die **technische Abnahme**, die **Funktionskontrolle**, die **Sicherheitsüberprüfung** und die **Freigabe zur Inbetriebnahme**.
- Sie gilt für alle Rohrleitungen im Geltungsbereich der **EN 13480**, des **AD 2000-Regelwerks**, der **BetrSichV** und der **Richtlinie 2014/68/EU**.

Die Prüfung kann durch die **befähigte Person**, die **Qualitätssicherung (ISGT)** oder – bei überwachungsbedürftigen Anlagen, durch eine **zugelassene Überwachungsstelle (ZÜS, z. B. TÜV SÜD)** erfolgen.

8.2 Voraussetzungen

Vor Beginn der Erstprüfung müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

- **Montagearbeiten vollständig abgeschlossen**, einschließlich Halterungen, Armaturen, Dichtungen und Isolierungen.
- **Alle Druck- und Dichtheitsprüfungen** nach EN 13480-5 / AD 2000-HP 30 erfolgreich durchgeführt und dokumentiert.
- **Dokumentation vollständig** (Werkstoffnachweise, Schweiß- und ZfP-Protokolle, Montageberichte, Halterungsliste).
- **Betriebsmittel, Hilfsstoffe und Medien** nach Betreiberangabe freigegeben.
- **Sicherheits- und Entlüftungseinrichtungen** vollständig montiert und geprüft.
- **Freigabe durch Qualitätssicherung (ISGT-QS)** liegt vor.
- **Arbeitsfreigabe / Betriebserlaubnis** für die Inbetriebnahme von der Betriebsleitung genehmigt.

8.3 Sicht-, Dichtheits- und Funktionsprüfung

Die Erstprüfung umfasst drei Prüfarten, die nacheinander durchzuführen sind.

8.3.1 Sichtprüfung

Ziel: Erkennung äußerer Mängel, Beschädigungen oder fehlender Bauteile.

Prüfpunkte:

- Unversehrte Oberflächen, keine mechanischen Schäden.
- Korrekter Sitz aller Halterungen, Fest- und Loslager, Kompensatoren.
- Vollständigkeit der Isolierungen, Dichtungen, Armaturen und Entleerungen.
- Freigängigkeit beweglicher Bauteile (Federhalter, Entlüfter, Absperrorgane).
- Lesbare Kennzeichnungen (Leistungsnummer, Medium, Fließrichtung).

Bewertung: Sichtprüfung gilt als bestanden, wenn keine sicherheitsrelevanten Mängel festgestellt werden.

8.3.2 Dichtheitsprüfung

Dichtheitsprüfungen werden gemäß **EN 13480-5** oder **AD 2000-HP 30** durchgeführt.

Prüfmedium: Wasser (Standard), alternativ Stickstoff oder Luft bei Medienunverträglichkeit.

Prüfdruck:

- Flüssigkeitsprüfung = $1,3 \times PS$
- Gasprüfung = $1,1 \times PS$

Vorgehensweise:

1. Befüllung der Leitung von unten nach oben, Entlüfter öffnen.
2. Druckaufbau in drei Stufen (30 % – 60 % – 100 % Prüfdruck).
3. Haltezeit mindestens 30 Minuten, visuelle Kontrolle.
4. Kein Druckabfall, keine Leckagen, keine sichtbaren Verformungen zulässig.

Nachweis: Prüfprotokoll mit Angaben zu System, Druck, Medium, Temperatur, Dauer und Prüfer.

8.3.3 Funktionsprüfung

Nach bestandener Dichtheitsprüfung erfolgt die Funktionsprüfung.

Ziel: Kontrolle aller Armaturen, Sicherheitsventile, Entlüftungen, Messgeräte und beweglichen Bauteile im kalten und warmen Zustand.

Prüfpunkte:

- Öffnungs- und Schließverhalten von Absperr- und Regelarmaturen.
- Funktion von Entlüftungen, Entleerungen und Sicherheitsventilen.
- Anzeigeverhalten von Manometern, Thermometern und Durchflussmessern.
- Bewegungsfreiheit von Federhaltern, Rollaufhängungen, Kompensatoren.
- Kontrolle der Fließrichtung, Drosselstellungen, Leckagefreiheit der Flansche.

Ergebnis: Alle Funktionen müssen dem technischen Sollzustand entsprechen. Abweichungen sind im Prüfprotokoll mit Maßnahmen zur Nacharbeit zu dokumentieren.

8.4 Prüfung der Sicherheitseinrichtungen

- Sicherheitsventile: Soll- / Ist-Öffnungsdruck prüfen; Plombierung und Freigabe dokumentieren.
- Druck- und Temperaturbegrenzer: Sollwerte, Anzeige, Funktionsprüfung.

- Entlüftung / Inertisierung: Freigängigkeit, keine Blockierung.
- Rückschlagventile: Durchflussrichtung, Dichtheit.
- Druckentlastungseinrichtungen: Prüfnachweis durch Hersteller oder Betreiber.

Prüfergebnisse sind in das **Sicherheitsfunktionsprotokoll** aufzunehmen.

8.5 Kontrolle der Halterungen während der Erstprüfung

Während der Druckprüfung und der Funktionsprüfung sind zusätzlich folgende Punkte zu überprüfen:

- Bewegungen in Los- und Gleitlagern erfolgen frei, keine Blockierung.
- Festlager und Trägerstrukturen bleiben formstabil, keine Rissbildung.
- Federhalterungen bewegen sich innerhalb des berechneten Hubwegs.
- Keine unzulässigen Zusatzkräfte auf Flanschverbindungen oder Armaturen.
- Kennzeichnung und Prüfstatus der Halterungen vorhanden.

Abweichungen sind im **Halterungsprüfprotokoll** zu dokumentieren und vor Inbetriebnahme zu beheben.

8.6 Prüfbeteiligte und Verantwortlichkeiten

Funktion / Stelle	Aufgabe / Verantwortung
Montageleitung ISGT / Auftragnehmer	Vorbereitung, Eigenprüfung, Bereitstellung der Dokumentation
Qualitätssicherung (QS ISGT)	Überwachung der Prüfungen, Protokollkontrolle, Freigabe zur ZÜS-Abnahme
Befähigte Person (§ 2 Abs. 7 BetrSichV)	Durchführung und Bewertung der Erstprüfung, Freigabeempfehlung
ZÜS (z. B. TÜV SÜD)	Durchführung / Abnahme der vorgeschriebenen Druckprüfung (§ 14 BetrSichV)
Betreiber / Anlagenverantwortlicher	Endfreigabe zur Inbetriebnahme nach Vorlage aller Prüfdokumente

8.7 Prüfdokumentation

Die folgenden Unterlagen sind Bestandteil der **As-built-Dokumentation**:

- Prüfplan und Prüfschema (Isometrie oder Fließbild)
- Sichtprüfprotokoll
- Druck- und Dichtheitsprüfprotokoll
- Funktionsprüfprotokoll

- Sicherheitsfunktionsnachweise
- Halterungsprüfbericht
- Abnahmeprotokoll Rohrleitungssysteme
- ZÜS-Bescheinigung (sofern erforderlich)

Alle Dokumente müssen **vollständig, unterschrieben und datiert** in der Projektakte vorliegen.
Archivierungsdauer: **mindestens 10 Jahre** (§ 17 BetrSichV).

8.8 Abweichungen und Nacharbeiten

- Mängel sind im **Mängelprotokoll** zu erfassen (Art, Ort, Maßnahme, Verantwortlicher, Datum).
- Nacharbeiten dürfen nur durch autorisiertes Fachpersonal erfolgen.
- Jede Nacharbeit erfordert eine **erneute Teilprüfung**.
- Nach erfolgreicher Nacharbeit ist der betroffene Abschnitt durch die **QS oder befähigte Person** freizugeben.

8.9 Freigabe zur Inbetriebnahme

Die Rohrleitung darf nur dann in Betrieb genommen werden, wenn:

1. Alle Prüfungen gemäß diesem Kapitel erfolgreich durchgeführt wurden.
2. Alle Dokumente vollständig vorliegen und durch QS / ZÜS geprüft wurden.
3. Keine offenen Mängel mehr bestehen.
4. Die **befähigte Person oder ZÜS** die Abnahme schriftlich bestätigt hat.
5. Der **Betreiber die Betriebserlaubnis** erteilt hat.

Nach erfolgter Freigabe sind die Rohrleitungen mit **Betriebsdruck beaufschlagt** und in das **Betriebshandbuch** zu übernehmen.

8.10 Abschlussvermerk

Die Erstprüfung und Inbetriebnahme gelten als abgeschlossen, wenn:

- alle Rohrleitungsabschnitte geprüft, dokumentiert und abgenommen sind,
- die Systemfreigabe durch QS / Betreiber erfolgt ist,
- das Abnahmeprotokoll von allen Beteiligten unterzeichnet wurde.

Erst danach darf das System dauerhaft in Betrieb bleiben.

Mit Abschluss der Erstprüfung und Inbetriebnahme ist nachgewiesen, dass das Rohrleitungssystem den Anforderungen der **Druckgeräterichtlinie 2014/68/EU**, der **BetrSichV**, der **EN 13480-5** und der **AD 2000-Regelwerke** entspricht.

8.11 Erstmalige Inbetriebnahme von Kunststoffrohrleitungen

Die erstmalige Inbetriebnahme von Kunststoffrohrleitungen unterscheidet sich wesentlich von der Inbetriebnahme metallischer Rohrleitungen. Thermoplaste reagieren empfindlich auf Temperaturänderungen, Druckanstiege, Medienwechsel und mechanische Spannungen. Daher

gelten für die Erstprüfung und die Inbetriebnahme besondere Anforderungen, die ergänzend zu den Vorgaben in Kapitel 8 anzuwenden sind.

Dieses Kapitel basiert auf den technischen Grundsätzen der **DVS 2205**, den Schweißanforderungen der **DVS 2207** sowie den Prüfvorschriften der **BetrSichV** und **TRBS 1201**.

8.11.1 Ziel und Anwendungsbereich

Dieses Kapitel beschreibt die notwendigen Schritte zur sicheren erstmaligen Inbetriebnahme von Kunststoffrohrleitungen aus:

- PVC-U
- PVC-C
- PP-H / PP-R
- PE-HD / PE-X
- PVDF

Es gilt für alle drucktragenden und nicht drucktragenden Kunststoffe in stationären Anlagen, einschließlich WHG-pflichtiger Systeme und medienführender Prozessleitungen.

8.11.2 Voraussetzungen vor der Erstprüfung

Vor Aufnahme jeder Inbetriebnahme müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

Sichtprüfung

- Kontrolle der gesamten Rohrleitung auf:
 - Risse
 - Spannungsrisse (weiße Zonen, matte Flecken)
 - Verformungen, ovalisierte Bereiche
 - Einschlüsse in Schweißnähten
 - verfärbte oder spröde Abschnitte
- Rohrleitungen müssen **spannungsfrei gelagert und montiert** sein.

Schweißdokumentation

- Vollständige Schweißprotokolle gemäß DVS 2207 müssen vorliegen.
- Schweißgeräte müssen kalibriert und dokumentiert sein.
- Schweißnähte müssen vollständig abgekühlt sein (keine Prüfung während der Abkühlphase).

Material- und Medienfreigabe

- Beständigkeit des Werkstoffes gegenüber dem Medium muss bestätigt sein.
- Rohrklasse und Medienfreigaben müssen vorliegen.

Armaturen- und Dichtungsprüfung

- Prüfung von Dichtungen auf TA-Luft-Eignung (falls erforderlich).
- Armaturen müssen mechanisch entkoppelt und korrekt gelagert sein.

8.11.3 Dichtheits- und Druckprüfung

Die Dichtheitsprüfung ist mit Wasser oder einem anderen geeigneten flüssigen Medium durchzuführen. Prüfungen **mit Druckluft** sind aufgrund der Explosionsgefahr **nicht zulässig**, außer in Ausnahmefällen mit Freigabe des Betreibers.

Vorbereitung

- Leitung vollständig entlüften.
- Prüfung bei konstanter Umgebungstemperatur durchführen.
- Prüftemperatur: ideal **+10°C bis +30°C**.
- Keine Sonneneinstrahlung oder Erwärmung während der Prüfung.

Druckaufbringung

- Druck **langsam** erhöhen, um Druckstöße zu vermeiden.
- Prüfdruck gemäß Rohrklasse (z. B. 1,3 × Betriebsdruck).
- Haltezeit gemäß DVS 2205 / TRBS 1201.

Prüfablauf

- Leitung muss während der Haltezeit stabil bleiben.
- sichtbare Leckage → sofortiger Abbruch.
- Ausdehnung des Kunststoffs berücksichtigen (Material vergrößert Volumen).

Bewertung

- Druckabfall darf nur innerhalb zulässiger Grenzen liegen.
- Schweißnähte dürfen keine Tropfenbildung oder Verfärbungen zeigen.
- Nach Druckabbau: erneute Sichtprüfung auf Spannungsrisse.

8.11.4 Funktionsprüfung

Die Funktionsprüfung umfasst:

- Funktionstests aller Armaturen
- Überprüfung des Durchflussverhaltens
- Freigängigkeit und Dichtheit der Ventile
- Kontrolle der Entlüftungs- und Ablassarmaturen

- Prüfung der Sensorik (Druck, Temperatur, Durchfluss)

Für Kunststoffleitungen gilt insbesondere:

- keine ruckartigen Ventilbetätigungen
- nur langsame Öffnungs- und Schließbewegungen, um Druckschläge zu vermeiden

8.11.5 Thermische Stabilisierung vor Medienbetrieb

Bevor der reguläre Betrieb aufgenommen wird, muss die Leitung:

- vollständig druckfrei sein
- auf Betriebstemperatur gebracht werden
- ggf. vorsichtig temperiert werden, wenn kaltes Medium in warme Anlage eintritt oder umgekehrt

Ein thermischer Schock kann zu sofortigen Spannungsrissen führen.

8.11.6 Kontrolle der Halterungen

Während der Erstprüfung sind die Halterungen zu prüfen:

- kein Zusammensacken oder Durchbiegen
- keine Reibung an ungeschützten Kanten
- Gleitlager müssen frei beweglich sein
- Fixpunkte dürfen nicht auf Kunststoffleitungen wirken
- keine Torsion in vertikalen Leitungen

8.11.7 Prüfbeteiligte und Verantwortlichkeiten

Analog zu Kapitel 8.6:

- Betreiber: Freigabe, Sicherheit, Überwachung
- Fachbetrieb: Ausführung, Dokumentation
- Befähigte Person: Bewertung der Prüfung
- ZÜS (falls erforderlich): Erstprüfung nach BetrSichV § 14

8.11.8 Dokumentation

Folgende Dokumente sind verpflichtend:

- Prüfbericht Dichtheitsprüfung
- Schweißprotokolle gemäß DVS 2207
- Material- und Beständigkeitsnachweise
- Protokoll Funktionsprüfung
- Sichtprüfprotokoll

- Fotodokumentation bei kritischen Bereichen
- Freigabevermerk durch Betreiber

8.11.9 Freigabe zur Inbetriebnahme

Die Anlage darf erst dann in Betrieb genommen werden, wenn:

- alle Prüfungen bestanden sind
- keine Risse, Verformungen oder Undichtigkeiten vorliegen
- alle Armaturen korrekt funktionieren
- die Dokumentation vollständig ist
- die befähigte Person / ZÜS die Anlage freigegeben hat
- der Betreiber die schriftliche Betriebsfreigabe erteilt

8.11.10 Zusammenfassung

Die erstmalige Inbetriebnahme von Kunststoffrohrleitungen ist nur sicher, wenn:

- spannungsfreie Montage gewährleistet ist
- Schweißdokumentation vorliegt
- Dichtheitsprüfung mit Flüssigkeit durchgeführt wird
- Temperatur- und Druckparameter streng eingehalten werden
- Sichtprüfungen sorgfältig und vollständig sind
- alle Prüfungen dokumentiert sind
- Verantwortlichkeiten klar geregelt sind

Dieses Kapitel ist verbindlich für alle Kunststoffrohrleitungen im Geltungsbereich der Betriebsanleitung anzuwenden.

8.12 Ergänzung: Erstprüfung und Inbetriebnahme von GFK und GFK-Verbundsystemen

Diese Ergänzung beschreibt die werkstoffspezifischen Anforderungen an Erstprüfung und Inbetriebnahme von Rohrleitungssystemen aus glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK) und GFK-Verbundsystemen.

8.12.1 Allgemeine Grundsätze

Die Erstprüfung und Inbetriebnahme von GFK-Rohrleitungen darf nur erfolgen, wenn:

- die Montage vollständig abgeschlossen ist
- alle Verbindungen gemäß Herstellervorgaben hergestellt wurden
- die Montage dokumentiert und freigegeben ist
- keine sichtbaren Beschädigungen vorliegen

Die Erstprüfung erfolgt vor der Inbetriebnahme und dient dem Nachweis der sicheren Verwendung.

8.12.2 Sichtprüfung

Vor jeder Druckprüfung ist eine umfassende Sichtprüfung durchzuführen. Dabei sind insbesondere zu prüfen:

- Oberflächenzustand der Rohrleitungen
- Vorhandensein von Rissen, Abplatzungen oder Delamination
- ordnungsgemäße Ausführung der Verbindungen
- korrekte Ausführung der Rohrhalterungen
- Schutzbeschichtungen und UV-Schutz

Festgestellte Mängel sind vor der weiteren Prüfung zu beseitigen.

8.12.3 Druckprüfung von GFK-Rohrleitungen

Die Druckprüfung von GFK-Rohrleitungen erfolgt ausschließlich gemäß den Vorgaben der **DIN EN ISO 14692** sowie den Herstellervorgaben.

Dabei sind folgende Grundsätze einzuhalten:

- Prüfung vorzugsweise mit Wasser
- Prüfdruck und Haltezeit gemäß Systemfreigabe
- kontrollierter Druckaufbau
- keine stoßartige Druckbeaufschlagung
- Beobachtung aller Verbindungsstellen während der Prüfung

Eine Übertragung von Prüfdrücken aus metallischen oder thermoplastischen Systemen ist unzulässig.

8.12.4 Dichtheitsprüfung

Zusätzlich zur Druckprüfung ist eine Dichtheitsprüfung durchzuführen.

Dabei sind insbesondere zu beachten:

- keine Nacharbeit an Verbindungen unter Druck
- keine Nachspannung von Flanschverbindungen während der Prüfung
- sofortiger Abbruch der Prüfung bei Auffälligkeiten

8.12.5 Inbetriebnahme

Die Inbetriebnahme von GFK-Rohrleitungen darf erst erfolgen, wenn:

- alle Prüfungen erfolgreich abgeschlossen sind
- die Prüfergebnisse dokumentiert wurden
- die Freigabe durch den Betreiber vorliegt

Die Inbetriebnahme hat schrittweise zu erfolgen, um unzulässige Belastungsspitzen zu vermeiden.

8.12.6 Dokumentation

Die Erstprüfung und Inbetriebnahme von GFK-Rohrleitungen sind vollständig zu dokumentieren. Die Dokumentation umfasst mindestens:

- Prüfmethode und Prüfumfang
- angewandte Prüfparameter
- Prüfergebnisse
- Freigaben und Abnahmen

8.12.7 Normativer Bezug

Erstprüfung und Inbetriebnahme von GFK-Rohrleitungssystemen erfolgen ausschließlich nach **DIN EN ISO 14692** sowie den Anforderungen der Betriebssicherheitsverordnung.

9 Betrieb

Der sichere Betrieb der Rohrleitungssysteme setzt voraus, dass sie **bestimmungsgemäß verwendet**, regelmäßig überwacht und innerhalb der zulässigen Betriebsgrenzen betrieben werden. Abweichungen vom vorgesehenen Zustand dürfen nur nach vorheriger Freigabe durch die **Anlagentechnik / Betreiber / befähigte Person** erfolgen.

9.1 Bestimmungsgemäße Verwendung

- Rohrleitungen dürfen nur für die im **Rohrklassensystem** und in den **technischen Unterlagen** festgelegten Medien, Drücke und Temperaturen eingesetzt werden.
- Jede Änderung des Mediums, der Betriebsparameter oder der Durchflussrichtung ist genehmigungspflichtig.
- Betrieb außerhalb der freigegebenen Parameter (z. B. Überdruck, Übertemperatur, chemisch abweichendes Medium) gilt als **nicht bestimmungsgemäßer Betrieb**.
- Wiederkehrende Prüfungen, Wartungen und sicherheitstechnische Kontrollen sind Bestandteil des bestimmungsgemäßen Betriebs.

9.2 Betriebsüberwachung und Kontrolle

- Der Betreiber hat die Rohrleitungssysteme regelmäßig auf **Dichtheit, Korrosionszustand, Isolierung und Befestigungen** zu kontrollieren.
- Sichtprüfungen sind nach festgelegten Intervallen (i. d. R. jährlich oder nach Betriebsanweisung) durchzuführen.
- Abweichungen (z. B. Leckagen, Verformungen, Rostbildung, ungewöhnliche Geräusche) sind sofort zu melden und im **Betriebsjournal** zu dokumentieren.
- Halterungen, Fest- und Loslager, Federaufhängungen und Kompensatoren sind auf **freie Beweglichkeit und Funktion** zu prüfen.
- Bei Medien mit Gefährdungspotenzial (z. B. HCl, NH₃, brennbare Gase) ist zusätzlich die **TA Luft-Dichtheit** zu kontrollieren.

9.3 Betriebsparameter

Parameter	Symbol / Einheit	Anforderung / Grenzwert	Bemerkung
Zulässiger Betriebsdruck	PS / bar	$\leq$ berechneter PS gemäß EN 13480-3	Keine Überschreitung erlaubt
Betriebstemperatur	TS / °C	Innerhalb des zugelassenen Temperaturbereichs	Werkstoffabhängig
Medienart	–	Nur freigegebene Medien	Änderung genehmigungspflichtig
Druckänderungsgeschwindigkeit	$\Delta p / \Delta t$	Max. 5 bar/s empfohlen	Zur Vermeidung von Druckstößen
Temperaturgradient	$\Delta T / \Delta t$	Nach Spezifikation Rohrklasse	Zur Begrenzung thermischer Spannungen

Überwachung:

Die Betriebsparameter sind kontinuierlich oder in festgelegten Intervallen zu kontrollieren. Bei Überschreitung ist die Anlage unverzüglich außer Betrieb zu nehmen und die Ursache zu analysieren.

9.4 Verhalten bei Abweichungen oder Störungen

- Bei sichtbarer Leckage, Dampf- oder Mediumsaustritt Anlage sofort **drucklos schalten**.
- Absperrorgane schließen und Bereich absichern.
- Meldung an **Schichtleitung / Betreiber / Sicherheitsbeauftragten**.
- Bei Gefahrstoffen (z. B. Säuren, Lösemittel, Gase): PSA tragen, Gefahrenbereich räumen, Lüftung aktivieren.
- Wiederanlauf erst nach Freigabe durch QS oder befähigte Person.
- Alle Vorkommnisse sind im **Betriebsstörungs- und Abweichungsprotokoll** festzuhalten.

9.5 Bedienung von Armaturen und Sicherheitseinrichtungen

- Armaturen **langsam öffnen und schließen**, um Druckstöße zu vermeiden.
- Stellwege und Positionen (z. B. für Regelventile) sind in der Betriebsanweisung festgelegt.
- Sicherheitsventile dürfen nicht blockiert oder manipuliert werden.
- Rückschlagventile, Druckminderer und Entlüfter regelmäßig auf Funktion prüfen.
- Armaturen mit TA-Luft-Anforderungen sind nur mit geprüften Stopfbuchsen- oder Membranabdichtungen zu betreiben.
- Bei automatisierten Systemen sind Antriebssteuerungen zyklisch zu testen.

9.6 Umgang mit Temperatur- und Druckänderungen

- **Aufheizen / Abkühlen** stets schrittweise, um thermische Spannungen und Materialermüdung zu vermeiden.
- Vor Inbetriebnahme auf Betriebstemperatur ist sicherzustellen, dass Kompensatoren, Gleitlager und Federhalter frei arbeiten.
- Bei plötzlichem Temperaturwechsel (z. B. Kaltstart) ist die Anlage zu entlüften und auf Geräusche, Vibrationen oder Undichtheiten zu prüfen.
- Nach jeder thermischen Zyklenänderung → Sichtkontrolle Halterungen, Flanschverbindungen, Armaturen.

9.7 Verhalten bei Notfällen

Im Falle einer Störung oder Havarie ist nach dem **Notfall- und Alarmplan des Betreibers** vorzugehen.

Grundregeln:

- Anlage sofort **drucklos schalten**, Energiezufuhr stoppen.
- Gefährdete Bereiche absperren und lüften.
- PSA (Chemikalienschutzanzug, Atemschutz) verwenden.
- Brandschutz- und Gefahrstoffteam verständigen.
- Keine Eigenreparaturen unter Betriebsbedingungen durchführen.
- Freigabe zur Wiederinbetriebnahme nur durch befähigte Person oder Betreiber.

9.8 Reinigung und Spülung der Rohrleitungen

- Spülvorgänge vor Erst- und Wiederinbetriebnahme sind nach Medium, Werkstoff und Betreiberstandard auszuführen (z. B. Reinwasser-, Stickstoff- oder Chemikalien-Spülung).
- Spülmedium und -druck müssen im Prüfplan definiert sein.
- Nach Spülung: Kontrolle auf Rückstände, Filtereinsätze prüfen, Endkappen schließen.
- Alle Spül- und Reinigungsprotokolle dokumentieren und archivieren.

9.9 Betriebs- und Prüfaufzeichnungen

Folgende Aufzeichnungen sind zu führen und aufzubewahren:

Dokument / Nachweis	Verantwortlich	Archivierung
Betriebsjournal (Parameter, Ereignisse)	Betreiber / Schichtleitung	10 Jahre
Abweichungs- / Störungsprotokolle	Betreiber / QS	10 Jahre
Prüfberichte und Kontrollprotokolle	Befähigte Person / QS	10 Jahre

Dokument / Nachweis	Verantwortlich	Archivierung
Armaturen- und Sicherheitsventilprüfungen	Betreiber / Wartung	10 Jahre
Rohrleitungsinspektionsberichte	QS / Betreiber	10 Jahre

9.10 Freigabe zur regulären Betriebsführung

Nach Abschluss der Erstprüfung und Funktionskontrolle darf das Rohrleitungssystem in den **regulären Betriebszustand** überführt werden, wenn:

1. Alle Prüfungen nach Kapitel 7 erfolgreich bestanden wurden.
2. Alle Betriebsgrenzen und Sicherheitsfunktionen überprüft sind.
3. Die **Freigabe durch die befähigte Person oder ZÜS** vorliegt.
4. Der **Betreiber den Betrieb offiziell freigegeben** hat.

Die Rohrleitung ist anschließend in das **Betriebs- und Wartungsprogramm** aufzunehmen.

Das Rohrleitungssystem darf nur innerhalb der genehmigten Parameter betrieben werden. Die Einhaltung der Betriebs- und Überwachungspflichten nach BetrSichV, EN 13480 und TA Luft stellt sicher, dass die Anlage langfristig betriebssicher, emissionsarm und regelkonform bleibt.

9.11 Betrieb von Kunststoffrohrleitungen – Temperatur, Druck & Medienwechsel

Der Betrieb von Kunststoffrohrleitungen erfordert besondere Aufmerksamkeit, da thermoplastische Werkstoffe ein anderes mechanisches, thermisches und chemisches Verhalten aufweisen als metallische Rohrleitungssysteme. Bereits geringe Abweichungen von den zulässigen Betriebsparametern können zu Spannungsrissen, Verformungen oder zum vollständigen Versagen der Rohrleitung führen.

Dieses Kapitel beschreibt die zusätzlichen Betriebsanforderungen für Kunststoffleitungen und ergänzt die generellen betrieblichen Vorgaben aus Kapitel 9 dieser Betriebsanleitung.

9.11.1 Grundsätze des Betriebs von Kunststoffrohrleitungen

Beim Betrieb von Kunststoffrohrleitungen gelten folgende Grundprinzipien:

- Betrieb immer **innerhalb der zulässigen Druck- und Temperaturgrenzen** gemäß Rohrklasse.
- **Langsame Druckänderungen** – keine schnellen Öffnungs- oder Schließvorgänge.
- Kunststoffleitungen dürfen **nicht unter mechanischer Spannung** betrieben werden.
- UV- und Temperaturbelastungen minimieren, insbesondere bei Außeninstallationen.
- Regelmäßige Sichtkontrolle auf Spannungsrisse und Verfärbungen.
- Bei Medienwechsel: **Temperaturangleichung sicherstellen.**

9.11.2 Temperaturführung im Betrieb

Kunststoffe reagieren empfindlich auf Temperatur:

- Bei Überschreitung der zulässigen Grenzen → Erweichung, Verformung, Ovalisierung, Materialversagen.
- Bei schnellen Abkühlungen → Spannungsrisse.
- Bei längerer Wärmeeinwirkung → Kriechverhalten und Festigkeitsverlust.

Betriebsanforderungen:

- Temperaturänderungen nur langsam durchführen.
- Keine Heißmedien in kalten Kunststoffleitungen einleiten (thermischer Schock!).
- PE, PP und PVC dürfen nicht im Bereich von heißen Apparaten oder Wärmestrahlung betrieben werden.
- Bei UV- oder Wärmeeinwirkung Leitung regelmäßig kontrollieren.

9.11.3 Druckregelung und Druckführung

Druckänderungen wirken auf Kunststoff aufgrund des Kriechverhaltens stark ein.

Anforderungen:

- Druckerhöhung nur langsam und stufenweise.
- Keine Druckstöße oder hydraulischen Schläge.
- Sicherheitsventile so einstellen, dass Druckspitzen vermieden werden.
- Pumpenstart und -stopp langsam durchführen (Softstart bevorzugt).

Konsequenzen bei Verstößen:

- sofortige Spannungsrisse
- Verformung der Leitung
- Bruch der Schweißnähte
- Undichtigkeiten an Flanschen und Armaturen

9.11.4 Medienwechsel und chemische Belastung

Ein Medienwechsel stellt für Kunststoffe eine besondere Belastung dar.

Gefahren beim Medienwechsel:

- chemische Reaktion mit Restmedien
- Spannungsrisse durch Mediumsangriff
- Diffusion in den Werkstoff
- Quellung oder Versprödung
- thermische Schocks durch Temperaturunterschiede

Anforderungen:

1. **Leitung vollständig entleeren und spülen.**
2. **Temperatur angleichen**, bevor das neue Medium eingefüllt wird.
3. Chemische Beständigkeit des Mediums prüfen.
4. Bei aggressiven Medien: Vorabdrucktest mit neutralem Medium.
5. Medienwechsel dokumentieren.

9.11.5 UV-Belastung und Außeneinsatz

Viele Kunststoffe (z. B. PVC-U, PP) sind UV-empfindlich.

Anforderungen im Außeneinsatz:

- Leitung mit UV-Schutzummantelung versehen.
- Außenmontage nur mit UV-stabilen Werkstoffen (z. B. PVDF, PE-HD).
- Regelmäßige Sichtprüfung auf Versprödung, matte oder weiße Oberflächen.

9.11.6 Betrieb von Armaturen und sicherheitstechnischen Einrichtungen

Kunststoffleitungen reagieren empfindlich auf:

- Schlagbelastung
- Spannungen durch falsch montierte Armaturen
- unsachgemäße Bedienung

Anforderungen:

- Armaturen langsam und kontrolliert bedienen.
- Drehmomente strikt einhalten.
- Schwerere Armaturen separat abstützen (Rohr darf kein Gewicht tragen).
- Sicherheitsventile auf temperatur- und werkstoffgerechte Einstellung achten.
- Keine metallischen Hebel oder Schläge an Kunststoffarmaturen.

9.11.7 Sichtkontrollen während des Betriebs

Regelmäßige Sichtprüfungen sind entscheidend, da:

- Spannungsrisse frühzeitig erkannt werden können
- Verfärbungen auf Alterung hinweisen
- Deformationen auf mechanische oder thermische Überlastung hinweisen

Kontrollpunkte:

- Schweißnähte
- Flanschbereiche
- Halterungen

- UV-beanspruchte Abschnitte
- Armaturenanschlüsse
- Medienführung bei Temperaturwechseln

9.11.8 Betriebsstörungen und Abweichungen

Bei folgenden Erscheinungen ist der Betrieb **sofort einzustellen**, Anlage druckfrei zu machen und der Betreiber zu informieren:

- Auftreten von weißen oder milchigen Oberflächen (Spannungsrisse!!)
- Verformungen oder sichtbare Ovalisierung
- Tropfenbildung oder Leckage
- Geräusche wie Knacken, Knirschen (Hinweis auf Spannungsrisssbildung)
- starke Erwärmung an nicht dafür vorgesehenen Stellen
- Druckanstieg ohne erkennbare Ursache

9.11.9 Reinigungs- und Spülprozesse

Für die Reinigung gelten:

- nur medienverträgliche Reinigungsmittel verwenden
- keine stark oxidierenden Reinigungsmittel bei PVC und PP
- Leitungen nach Reinigung thermisch stabilisieren (wärmeangleichen)
- keine Dampf- oder Heißwasserverfahren bei PVC-U / PVC-C
- Spülvorgänge langsam durchführen → Druckstöße vermeiden

9.11.10 Dokumentation im Betrieb

Folgende Dokumente müssen geführt werden:

- Betriebsparameterprotokolle (Druck, Temperatur)
- Sichtprüfprotokolle (regelmäßig!)
- Medienwechselprotokolle
- Ereignisberichte bei Abweichungen
- Armaturenprüfung
- UV-Zustandsbewertung (falls Außenmontage)

Der Betreiber ist verpflichtet, diese Dokumentation aufzubewahren und für Prüfungen bereitzustellen (TRBS 1201).

9.11.11 Zusammenfassung

Die wichtigsten Betriebsregeln:

- Temperatur und Druck **streng** überwachen
- Druckänderungen nur langsam durchführen

- keine Druckstöße oder schnellen Ventilbetätigungen
- Medienwechsel nur mit Temperaturangleich
- UV-Schutz zwingend bei Außenmontage
- regelmäßige Sichtprüfung ist Pflicht
- Armaturen und Schweißnähte sensibel behandeln
- bei Störungen: sofort druckfrei schalten und prüfen

Diese Anforderungen gelten verbindlich für alle Kunststoffrohrleitungen im Geltungsbereich dieser Betriebsanleitung.

Ergänzung: Betrieb von GFK und GFK-Verbundsystemen

Diese Ergänzung beschreibt die werkstoffspezifischen Anforderungen für den sicheren Betrieb von Rohrleitungssystemen aus glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK) und GFK-Verbundsystemen.

9.11.12 Allgemeine Betriebsgrundsätze

GFK-Rohrleitungen dürfen nur innerhalb der festgelegten und dokumentierten Betriebsgrenzen betrieben werden.

Die zulässigen Betriebsparameter ergeben sich aus der Auslegung nach **DIN EN ISO 14692** sowie den herstellereigenen Angaben.

Eine Überschreitung der zulässigen Betriebsparameter ist unzulässig.

9.11.13 Betriebsüberwachung

Während des Betriebes sind GFK-Rohrleitungen regelmäßig zu überwachen.

Dabei sind insbesondere zu beachten:

- ungewöhnliche Geräusche
- sichtbare Leckagen
- Veränderungen der Oberflächenstruktur
- Verformungen oder Durchbiegungen
- Beschädigungen der Schutzbeschichtung

Festgestellte Abweichungen sind unverzüglich zu bewerten.

9.11.14 Thermische und mechanische Einflüsse

Bei GFK-Rohrleitungen sind thermische und mechanische Einflüsse besonders zu berücksichtigen:

- Vermeidung von schnellen Temperaturwechseln
- Vermeidung von Druckstößen
- Vermeidung von Vibrationen
- Vermeidung zusätzlicher mechanischer Belastungen

Unzulässige Belastungsspitzen können zu Materialschädigungen führen.

9.11.15 Eingriffe während des Betriebes

Während des Betriebes an GFK-Rohrleitungen sind folgende Tätigkeiten unzulässig:

- mechanische Nacharbeit
- Nachspannen von Verbindungen ohne Freigabe
- Änderung der Rohrhalterung
- eigenmächtige Modifikation des Rohrleitungssystems

Eingriffe dürfen nur nach Freigabe durch den Betreiber und gemäß Herstellervorgaben erfolgen.

9.11.16 Verhalten bei Störungen

Bei Störungen oder Schäden an GFK-Rohrleitungen sind folgende Maßnahmen einzuleiten:

- sofortige Reduzierung der Betriebsbelastung
- sichere Außerbetriebnahme
- Absperren des betroffenen Bereichs
- Bewertung durch qualifiziertes Fachpersonal
- Dokumentation der Feststellungen

9.11.17 Normativer Bezug

Der Betrieb von GFK-Rohrleitungssystemen erfolgt gemäß den Anforderungen der **DIN EN ISO 14692** sowie der Betriebssicherheitsverordnung.

10 Wartung und Inspektion

Die regelmäßige Wartung und Inspektion von Rohrleitungssystemen ist eine wesentliche Voraussetzung für deren **sicheren, dichten und wirtschaftlichen Betrieb**. Sie dient der Früherkennung von Schäden, der Erhaltung der Funktionstüchtigkeit und der Einhaltung gesetzlicher Prüfpflichten nach der **Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)**.

10.1 Ziel und Geltungsbereich

Dieses Kapitel regelt:

- den Umfang und die Intervalle der Wartung und Inspektion,
- die Verantwortlichkeiten, Prüfkriterien und Dokumentationspflichten,
- die spezifischen Anforderungen an TA-Luft-konforme und WHG-pflichtige Rohrleitungen.

Die Vorgaben gelten für alle stationären Rohrleitungssysteme, die unter Druck betrieben werden oder umweltrelevante Medien führen.

10.2 Rechtsgrundlagen und Normbezug

Vorschrift / Regelwerk	Inhalt / Relevanz
BetrSichV § 16	Wiederkehrende Prüfungen überwachungsbedürftiger Anlagen
TRBS 1201	Durchführung von Prüfungen an Arbeitsmitteln und Anlagen

Vorschrift / Regelwerk	Inhalt / Relevanz
TRBS 2141	Gefährdungsbeurteilung bei Druckanlagen
EN 13480-5	Prüfungen, Instandhaltung und Dokumentation metallischer Rohrleitungen
VDI 2290 / TA Luft	Anforderungen an Dichtheit und Überwachung emissionsarmer Systeme
WHG § 62 / AwSV	Anforderungen an Anlagen mit wassergefährdenden Stoffen

10.3 Begriffsdefinitionen

- **Wartung:** Maßnahmen zur Bewahrung des Sollzustands einer Anlage (z. B. Reinigung, Schmierung, Nachziehen von Schrauben).
- **Inspektion:** Maßnahmen zur Feststellung und Bewertung des Istzustands (z. B. Sichtprüfung, Messung, Dichtheitskontrolle).
- **Instandsetzung:** Maßnahmen zur Wiederherstellung des Sollzustands (z. B. Austausch von Bauteilen, Schweißreparaturen).
- **Prüfung:** Bewertung durch eine befähigte Person oder ZÜS, ob sicherer Betrieb gewährleistet ist.

10.4 Verantwortlichkeiten

Funktion / Stelle	Aufgabe / Verantwortung
Betreiber / Anlagenverantwortlicher	Organisation und Durchführung der Wartung, Einhaltung der Prüffristen
Qualitätssicherung (QS ISGT)	Kontrolle und Freigabe der Wartungsdokumentation
Befähigte Person (§ 2 Abs. 7 BetrSichV)	Durchführung und Bewertung der wiederkehrenden Prüfungen
ZÜS (z. B. TÜV SÜD)	Externe Prüfung bei überwachungsbedürftigen Rohrleitungssystemen
Fachabteilung Anlagentechnik / Rohrleitungsbau	Technische Unterstützung, Bewertung von Schäden, Freigabe von Instandsetzungen

10.5 Inspektionsintervalle und Prüffristen

Die Prüffristen richten sich nach Gefährdungsbeurteilung, Medium, Betriebsdruck, Temperatur und Werkstoff.

Anlagentyp / Medium	Art der Prüfung	Intervall	Verantwortlich
Prozess- / Hilfsmedien (Wasser, Dampf, Stickstoff)	Sichtprüfung	jährlich	Betreiber
TA-Luft-relevante Medien (Säuren, Ammoniak, VOC)	Sicht- und Dichtheitsprüfung	jährlich	Befähigte Person / QS
Hochdruck- oder Heißöl-Leitungen	Druck- und Funktionsprüfung	alle 3 Jahre	Befähigte Person / ZÜS
WHG-Anlagen (wassergefährdende Stoffe)	Dichtheitsprüfung nach AwSV	alle 2,5 Jahre	Sachverständiger nach WHG
Edelstahlleitungen in Reinmedienanwendungen	Reinigung / Passivierungskontrolle	halbjährlich	Betreiber / QS
Halterungen und Federaufhängungen	Funktionsprüfung	jährlich	Betreiber / QS

Abweichungen von den Richtintervallen sind im Prüfplan zu begründen und zu dokumentieren.

10.6 Prüfumfang und Prüfkriterien

10.6.1 Sichtprüfung

- Kontrolle auf Leckagen, Korrosion, Materialverfärbungen.
- Kontrolle der Kennzeichnung und Isolierung.
- Prüfung auf Spannungsrisse, Dellen, Riefen, Deformationen.

10.6.2 Dichtheitsprüfung

- Nachweis mittels Druck- oder Lecksuchprüfung.
- Prüfdruck gemäß EN 13480-5 (in der Regel 1,1 × PS).
- Keine Blasenbildung oder Druckabfall zulässig.

10.6.3 Halterungsprüfung

- Kontrolle aller Halterungen auf Festigkeit, Schweißnahtzustand, Beschichtung, Beweglichkeit.
- Federhalter müssen in Nulllage zurückkehren; Gleitlager frei beweglich.
- Prüfstatus dokumentieren (z. B. H-Statuskarte).

10.6.4 Armaturen- und Sicherheitsprüfung

- Funktion von Absperr-, Regel- und Sicherheitsarmaturen prüfen.
- Ventile auf Leckage und Beweglichkeit testen.
- Dichtungen auf Materialermüdung oder Verhärtung kontrollieren.

10.6.5 Korrosions- und Isolationskontrolle

- Prüfung der Oberflächen auf Rost, Beschädigung, Unterwanderung.
- Kontrolle der Isolierungen auf Dichtigkeit, Beschädigungen, Feuchtigkeitseintritt.
- Dokumentation in Korrosionsschutzprotokoll.

10.7 Wartungsplan und Tätigkeiten

Ein systematischer Wartungsplan ist vom Betreiber zu führen.

Beispielhafte Tätigkeiten:

Wartungsmaßnahme	Frequenz	Ziel / Nutzen
Reinigung der Rohrleitungen und Filter	jährlich	Entfernung von Rückständen / Sedimenten
Kontrolle und Schmierung beweglicher Armaturen	halbjährlich	Sicherstellung der Leichtgängigkeit
Nachziehen von Flanschverbindungen (Klasse 2/3)	alle 2 Jahre	Sicherung der Dichtheit
Überprüfung der TA-Luft-Verbindungen (Klasse 1)	jährlich	Emissionssicherheit
Kontrolle und Nachlackierung von Halterungen	alle 3 Jahre	Korrosionsschutz
Funktionstest von Entlüftern und Entleerungen	jährlich	Betriebssicherheit

10.8 Dokumentation und Archivierung

Alle Wartungs- und Inspektionsmaßnahmen sind vollständig zu dokumentieren.

Pflichtunterlagen:

- Wartungsplan / Prüfkalender
- Inspektions- und Prüfprotokolle
- Mängel- und Nacharbeitsliste
- Prüfzertifikate und Kalibrierscheine (Messgeräte)
- Freigabe- und Abnahmevermerke

Archivierungsdauer:

mindestens **10 Jahre** (§ 17 BetrSichV),

10.9 Abweichungen und Instandsetzung

- Festgestellte Mängel sind im **Mängelprotokoll** zu erfassen.
- Bewertung durch **befähigte Person oder QS** (z. B. kritisch, geringfügig, beobachtungswürdig).
- Instandsetzungsmaßnahmen dürfen nur durch **qualifizierte Fachkräfte oder zertifizierte Schweißbetriebe (z. B. HP0, EN ISO 3834)** erfolgen.
- Nach Instandsetzung ist eine **erneute Prüfung (Teil- oder Gesamtsystem)** durchzuführen.

10.10 Freigabe und Abschlussbewertung

- Nach erfolgter Wartung / Inspektion: Freigabe durch **befähigte Person** oder **QS ISGT**.
- Ergebnisse werden in der **Inspektionsbewertung** zusammengefasst.
- Wiederkehrende Prüfungen werden im **Betriebs- und Prüfplan** fortgeschrieben.

Freigabedokument:

„Wartung und Inspektion gemäß BetrSichV § 16 durchgeführt

Durch die regelmäßige Wartung und Inspektion nach **BetrSichV, EN 13480-5, TRBS 1201 und internen Vorgaben** wird die dauerhafte **Betriebssicherheit, Dichtheit und Lebensdauer** der Rohrleitungssysteme gewährleistet.

10.11 Wartung und Inspektion von Kunststoffrohrleitungen

Kunststoffrohrleitungen benötigen aufgrund ihrer materialtypischen Eigenschaften – insbesondere Spannungsrissanfälligkeit, Kriechverhalten, UV-Einflüsse und temperaturabhängige Festigkeit – ein eigenständiges Wartungs- und Inspektionskonzept. Die Anforderungen dieses Kapitels gelten **zusätzlich** zu den allgemeinen Vorgaben in Kapitel 10 dieser Betriebsanleitung.

10.11.1 Ziel und Geltungsbereich

Dieses Kapitel beschreibt die spezifischen Inspektions-, Wartungs- und Prüfanforderungen für Kunststoffrohrleitungen aus:

- PVC-U
- PVC-C
- PP-H / PP-R
- PE-HD / PE-X
- PVDF
- ABS (falls noch im Einsatz)

Der Geltungsbereich umfasst:

- druckführende Rohrleitungen
- WHG-pflichtige Leitungssysteme
- Prozessleitungen für aggressive Medien

- Leitungen in Temperaturbereichen > 40°C
- Leitungen mit UV- und Witterungseinfluss

10.11.2 Rechtsgrundlagen und Normbezug

Die Wartung und Inspektion erfolgt gemäß:

- **BetrSichV** (Anhang 2 Abschnitt 4 – Druckanlagen)
- **TRBS 1201** (Prüfungen von Arbeitsmitteln und Anlagen)
- **DVS 2205** (Auslegung und Werkstoffverhalten)
- **DVS 2207** (Schweißen von Thermoplasten)
- **AwSV § 46** (WHG-Anlagen)
- Hersteller- und Rohrklassenvorgaben

Kunststoffleitungen folgen denselben Prüfpflichten wie metallische Leitungen, benötigen jedoch **abweichende Prüfkriterien**.

10.11.3 Besondere Alterungsmechanismen bei Kunststoffrohren

Kunststoffrohrleitungen altern durch:

- **Spannungsrissskorrosion (SRC)**
- **thermische Alterung**
- **UV- und Witterungseinflüsse**
- **Kriechverformungen** unter Dauerlast
- **chemische Interaktion** mit Medien
- **mechanische Überlastung durch falsche Halterung**

Typische Anzeichen:

- matte oder milchige Oberflächen
- weiße Spannungsrisse („stress whitening“)
- Verfärbungen
- Ovalisierung
- lokale Einziehungen an Halterungen
- Verformung bei Temperaturbelastung
- Tropfenbildung oder Nässespuren

Diese sind im Rahmen der Inspektionen besonders zu beachten.

10.11.4 Verantwortlichkeiten

Betreiber:

- Festlegung des Inspektionsumfangs gemäß Gefährdungsbeurteilung
- Umsetzung der Prüfzeiten
- Dokumentation aller Inspektionen und Wartungsmaßnahmen

- spannungsfreie Nachjustierung von Halterungen
- Instandsetzung von Schweißnähten nur durch DVS-qualifiziertes Personal

Befähigte Person:

- Bewertung der Materialalterung
- Prüfung gemäß TRBS 1201
- Freigabe der Prüfberichte

10.11.5 Inspektionsintervalle und Prüffristen

Grundsätzliche Empfehlung:

Leitungstyp	Intervall
Prozessleitungen / aggressive Medien	jährlich
Warmmedien (> 50°C)	jährlich
Kaltmedien / neutrale Medien	alle 2 Jahre
Außeninstallationen (UV)	halbjährlich
WHG-pflichtige Leitungen	nach AwSV § 46 – jährlich
Leitungen mit Schweißanteil > 25 %	jährlich

Der Betreiber kann die Intervalle gemäß Gefährdungsbeurteilung anpassen.

10.11.6 Prüfumfang und Prüfkriterien

Sichtprüfung (zwingend)

- Spannungsrisse (weißliche Linien, matte Zonen)
- Verwerfungen, Beulen, Einziehungen
- Schweißnähte: Einfallstellen, Einschlüsse, Unregelmäßigkeiten
- Flansche: Verformung, Einzug, Dichtungsversatz
- UV-Schäden: Vergilbung, Versprödung, matte Oberfläche
- Halterungen: korrekte Auflage, keine Punktlasten

Dichtheitsprüfung

- bei Verdacht auf Leckage, nach Umbau oder Reparatur
- bevorzugt mit Flüssigkeit (Wasser)
- keine Druckluft bei hohen Drücken → Explosionsgefahr

Funktionsprüfung der Armaturen

- Betätigung nur langsam → keine Druckstöße
- Kontrolle auf Verklemmung oder Schwergängigkeit
- Kontrolle der TA-Luft-Dichtheit (falls erforderlich)

Halterungsprüfung

- Bewegliche Gleitlager müssen frei funktionieren
- Fixpunkte dürfen nicht auf Kunststoffleitungen wirken
- kein Abrieb oder Einkerbung durch falsche Schellen

Temperatur- und Druckhistorie (optional)

- Auswertung der Betriebstemperaturen
- Auswertung der Druckverläufe (zur Früherkennung von Überlast)

10.11.7 Wartungsmaßnahmen

Die Wartung umfasst:

- Reinigung mit kunststoffverträglichen Mitteln
- Nachziehen der Halterungen (vorsichtig, ohne Punktlast!)
- Austausch gealterter Dichtungen
- Entfernung von UV-Schäden durch Austausch betroffener Rohrabschnitte
- Reparatur kleinerer Schäden durch Warmgasziehschweißen (falls zulässig)
- Ersatz beschädigter Schweißnähte durch Neuschweißung

Nicht zulässig:

- Reparaturen an drucktragenden Bereichen durch Kleben
- Verstärkung durch metallische Schellen
- Überbrücken von Rissen durch zusätzliche Halterungen

10.11.8 Dokumentation und Archivierung

Folgende Daten sind zu dokumentieren:

- Inspektionsdatum und Umfang
- Sichtprüfungsergebnisse
- Dichtheits- und Funktionsprüfungen
- Festgestellte Mängel und deren Bewertung
- durchgeführte Wartungsmaßnahmen
- Austausch von Bauteilen
- Prüfberichte der befähigten Person
- Foto- und Messdokumentation bei kritischen Befunden

Dokumentation gemäß TRBS 1201 mindestens **5 Jahre**, bei WHG-Anlagen **10 Jahre** aufbewahren.

10.11.9 Abweichungen und Instandsetzung

Wenn Abweichungen festgestellt werden:

1. Anlage/die Leitung **sofort druckfrei schalten**.
2. Bereich absperren und sichern.
3. Ursache analysieren (Riss, Verformung, Materialangriff).
4. Reparatur nur durch qualifiziertes DVS-Fachpersonal.
5. erneute Prüfung (Dichtheit + Sichtkontrolle) durchführen.
6. Dokumentation nachführen.
7. Wiederinbetriebnahme nur nach Freigabe durch den Betreiber.

10.11.10 Freigabe und Abschlussbewertung

Die Leitung darf nach der Wartung oder Inspektion nur wieder in Betrieb genommen werden, wenn:

- keine Mängel mehr vorliegen
- alle Reparaturen dokumentiert und geprüft sind
- die befähigte Person ggf. freigegeben hat
- der Betreiber die Betriebsfreigabe erteilt hat

10.11.11 Zusammenfassung

Die wichtigsten Punkte:

- Kunststoffleitungen altern – regelmäßige Sichtprüfungen sind entscheidend
- Spannungsrisse → sofort außer Betrieb
- Halterungskonzept kritisch prüfen
- Dichtheitsprüfungen nur mit Flüssigkeit
- Reparaturen ausschließlich durch DVS-qualifiziertes Personal
- UV- und Temperaturbelastungen berücksichtigen
- Dokumentation vollständig halten

Diese Anforderungen gelten für alle Kunststoffrohrleitungen im Geltungsbereich dieser Betriebsanleitung und sind verbindlich einzuhalten.

10.12 Ergänzung: Wartung und Inspektion von GFK und GFK-Verbundsystemen

Diese Ergänzung beschreibt die werkstoffspezifischen Anforderungen an Wartung und Inspektion von Rohrleitungssystemen aus glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK) und GFK-Verbundsystemen.

10.12.1 Allgemeine Grundsätze

GFK-Rohrleitungen sind regelmäßig zu inspizieren, um materialbedingte Schädigungen frühzeitig zu erkennen.

Die Wartungs- und Inspektionsintervalle sind betriebs- und anlagenspezifisch festzulegen und zu dokumentieren.

10.12.2 Sichtprüfung

Die regelmäßige Sichtprüfung von GFK-Rohrleitungen umfasst insbesondere:

- Oberflächenzustand
- Rissbildung
- Delamination
- Verfärbungen oder Blasenbildung
- Zustand der Schutzbeschichtung
- Zustand der Rohrhalterungen

Festgestellte Auffälligkeiten sind zu dokumentieren und zu bewerten.

10.12.3 Erweiterte Prüfungen

Abhängig von Betriebsbedingungen, Alter und Beanspruchung können erweiterte Prüfungen erforderlich sein, beispielsweise:

- Klopffprüfung zur Erkennung von Delamination
- Ultraschallprüfung bei geeigneten Systemen
- Waddickenmessungen gemäß Herstellerfreigabe

Die Auswahl der Prüfmethoden erfolgt in Abstimmung mit dem Betreiber und dem Hersteller.

10.12.4 Wartungsarbeiten

Wartungsarbeiten an GFK-Rohrleitungen sind auf das notwendige Maß zu beschränken.

Zulässig sind ausschließlich:

- Reinigungsarbeiten
- Ausbesserung von Schutzbeschichtungen
- Austausch freigegebener Verbindungselemente

Alle Arbeiten sind gemäß Herstellerfreigabe durchzuführen.

10.12.5 Unzulässige Maßnahmen

An GFK-Rohrleitungen sind folgende Maßnahmen unzulässig:

- Schleifen, Bohren oder Fräsen tragender Bereiche
- thermische Bearbeitung
- eigenmächtige Reparaturen
- Verwendung nicht freigegebener Materialien

10.12.6 Dokumentation

Wartungs- und Inspektionsmaßnahmen an GFK-Rohrleitungen sind vollständig zu dokumentieren.

Die Dokumentation umfasst mindestens:

- Art und Umfang der Maßnahme

- Datum und verantwortliche Person
- festgestellte Mängel
- getroffene Maßnahmen

10.12.7 Normativer Bezug

Wartung und Inspektion von GFK-Rohrleitungssystemen erfolgen gemäß **DIN EN ISO 14692** sowie den Herstellervorgaben.

11 Wiederkehrende Prüfungen

Wiederkehrende Prüfungen dienen der **Erhaltung des sicheren Zustands** von Rohrleitungssystemen über den gesamten Lebenszyklus. Sie sind gesetzlich vorgeschrieben und müssen in den vom Betreiber festgelegten Zeitabständen durch **befähigte Personen** oder **zugelassene Überwachungsstellen (ZÜS)** durchgeführt werden.

11.1 Ziel und Geltungsbereich

Dieses Kapitel legt fest:

- die Anforderungen an Art, Umfang und Häufigkeit der wiederkehrenden Prüfungen,
- die Verantwortlichkeiten der Prüfstellen,
- die Prüfdokumentation und Freigabeverfahren,
- sowie die Maßnahmen bei Abweichungen oder festgestellten Mängeln.

Geltungsbereich: Alle stationären Rohrleitungssysteme unter Druck, einschließlich TA-Luft- und WHG-relevanter Systeme.

11.2 Rechtsgrundlagen und Normbezug

Vorschrift / Regelwerk	Inhalt / Bedeutung
BetrSichV § 16	Pflicht zu wiederkehrenden Prüfungen überwachungsbedürftiger Anlagen
TRBS 1201	Prüfverfahren, Prüfinhalte und Anforderungen an befähigte Personen
TRBS 2141	Gefährdungsbeurteilung für Druckanlagen
EN 13480-5	Prüfungen an metallischen Rohrleitungen

Vorschrift / Regelwerk	Inhalt / Bedeutung
AD 2000-HP 30 / HP 100 R	Druck- und Dichtheitsprüfung, Materialanforderungen
VDI 2290 / TA Luft	Anforderungen an Dichtheit und Überwachung emissionsarmer Systeme
WHG § 62 / AwSV	Prüfpflichten bei wassergefährdenden Medien

11.3 Prüfarten

Prüfart	Ziel / Beschreibung	Normgrundlage / Prüfer
Äußere Prüfung	Sichtkontrolle der Rohrleitung, Halterungen, Isolierung und Korrosionsschutz	Befähigte Person / TRBS 1201
Innere Prüfung	Kontrolle der Innenoberflächen auf Korrosion, Ablagerungen, Erosion (falls zugänglich)	Befähigte Person / ZÜS
Festigkeitsprüfung	Nachweis der Druckfestigkeit nach Änderungen oder Reparaturen	EN 13480-5 / AD 2000-HP 30
Dichtheitsprüfung	Kontrolle der Verbindungen auf Leckagefreiheit (TA Luft / VDI 2290)	Befähigte Person / QS
Funktionsprüfung	Kontrolle von Armaturen, Sicherheitsventilen, Entlüftern, Instrumentierung	Befähigte Person / Betreiber

11.4 Prüfintervalle

Die Intervalle sind abhängig von Medium, Druck, Temperatur, Werkstoff, Umgebungseinflüssen und Gefährdungspotenzial.

Die folgende Tabelle stellt Richtwerte dar (abweichende Fristen können durch Gefährdungsbeurteilung festgelegt werden):

System / Medium	Art der Prüfung	Intervall	Prüfverantwortung
Standardrohrleitungen (Wasser, Dampf, Inertgas)	Äußere Prüfung	jährlich	Betreiber / Befähigte Person
	Innere Prüfung (falls möglich)	alle 5 Jahre	Befähigte Person

System / Medium	Art der Prüfung	Intervall	Prüfverantwortung
TA-Luft-relevante Leitungen (Säuren, Ammoniak, VOC)	Sicht- und Dichtheitsprüfung	jährlich	Befähigte Person / QS
WHG-Anlagen (wassergefährdende Medien)	Dichtheitsprüfung nach AwSV	alle 2,5 Jahre	Sachverständiger nach WHG
Hochdruck- und Heißölleitungen	Druckprüfung	alle 3 Jahre	Befähigte Person / ZÜS
Edelstahlleitungen in Reinmedien-Anwendungen	Oberflächen- und Passivierungskontrolle	jährlich	Betreiber / QS
Halterungen / Federaufhängungen	Funktionsprüfung	jährlich	Betreiber / QS

11.5 Prüfumfang und Kontrollpunkte

11.5.1 Äußere Prüfung

- Kontrolle auf Leckagen, Korrosion, Materialverfärbungen, Risse, Beulen.
- Überprüfung der Beschriftung, Isolierung und Kennzeichnung.
- Kontrolle von Flanschen, Schweißnähten, Dichtungen und Entleerungen.
- Sichtprüfung der Halterungen auf Stabilität und Korrosionsschutz.

11.5.2 Innere Prüfung

- Inspektion durch Endoskopie oder Demontage von Teilstücken (falls technisch möglich).
- Bewertung von Korrosions-, Ablagerungs- oder Erosionserscheinungen.
- Reinigung oder Austausch bei Unterschreitung der Wanddickegrenze.

11.5.3 Dichtheitsprüfung

- Prüfdruck gemäß EN 13480-5 / AD 2000-HP 30.
- Medienabhängige Prüfverfahren (Flüssigkeit / Gas / Helium-Lecktest).
- Kein Druckabfall oder Leckage zulässig.

11.5.4 Halterungs- und Aufhängungsprüfung

- Kontrolle der Fest- und Loslager auf freie Beweglichkeit.
- Federhalter in Grundstellung, kein Klemmen oder Bruch.
- Schweißnähte und Beschichtungen prüfen, ggf. nachlackieren.

11.5.5 TA-Luft-Prüfung (Klasse 1 Verbindungen)

- Sichtprüfung und Lecktest nach VDI 2440 oder Helium-Sniff-Verfahren.
- Grenzwert $\leq 10^{-4}$ mbar·l/s.

- Dokumentation im TA-Luft-Prüfprotokoll.

11.6 Prüfdokumentation

Die Ergebnisse sind in einem **Prüfbericht** festzuhalten und müssen folgende Angaben enthalten:

- Anlage / Rohrleitungsnummer
- Prüfort und Prüfumfang
- Datum, Prüfer, Qualifikation
- Prüfverfahren und Messmittel
- Prüfergebnisse, Mängel, Maßnahmen
- Bewertung (bestanden / Nacharbeit erforderlich)
- Unterschrift der befähigten Person / ZÜS

Die Prüfdokumente sind Bestandteil der **Anlagenhistorie** und bilden die Basis für die Gefährdungsbeurteilung.

11.7 Abweichungen, Mängel und Maßnahmen

- Festgestellte Mängel sind im **Mängelprotokoll** mit Priorität (A = kritisch, B = relevant, C = gering) zu bewerten.
- **A-Mangel:** Anlage außer Betrieb nehmen, Reparatur und Wiederholprüfung erforderlich.
- **B-Mangel:** zeitnahe Instandsetzung innerhalb definierter Frist.
- **C-Mangel:** Beobachtung bis zur nächsten Prüfung.
- Alle Maßnahmen sind von der QS-Stelle zu überwachen und im **Nacharbeitsprotokoll** zu dokumentieren.

11.8 Freigabe und Prüfstempelung

Nach erfolgreicher Prüfung wird das Rohrleitungssystem freigegeben und gekennzeichnet.

- Freigabevermerk durch **befähigte Person oder ZÜS** im Prüfbericht.
- Aufbringen eines **Prüfstempels / Prüfschilds** mit:
 - Datum der Prüfung
 - Prüferkürzel
 - nächste fällige Prüfung (MM/JJ)
- Eintrag in das **digitale Prüfregister**

11.9 Besondere Prüfpflichten

11.9.1 TA-Luft-Anlagen

- Jährliche Dichtheitsprüfung aller Klasse-1-Verbindungen.
- Dokumentation im TA-Luft-Monitoring-Bericht.

11.9.2 WHG-Anlagen

- Prüfung gemäß **§ 46 AwSV** durch Sachverständigen.

- Nachweis über Dichtheit, Auffangräume, Absperreinrichtungen.
- Prüfbescheinigung ist 10 Jahre aufzubewahren.

11.9.3 Anlagen mit Sonderwerkstoffen

- Prüffristen können verlängert werden, wenn Materialprüfungen (z. B. 1.4571, 1.4539) keinen Abtrag zeigen.
- Freigabe durch QS und Betreiber erforderlich.

11.10 Abschlussbewertung und Archivierung

- Zusammenfassende **Prüfbewertung** durch die befähigte Person.
- Einstufung des Systems:
 - o „ohne Befund – Betrieb fortsetzen“
 - o „mit Auflagen – Nacharbeit erforderlich“
 - o „nicht betriebsbereit – Sperrung bis Instandsetzung“
- Freigabe nach Abarbeitung aller Maßnahmen.
- Archivierung sämtlicher Prüfberichte, Mängellisten und Freigabevermerke für mindestens **10 Jahre** (§ 17 BetrSichV).

Die wiederkehrenden Prüfungen stellen sicher, dass Rohrleitungssysteme auch nach Jahren des Betriebs **technisch sicher, dicht, dokumentiert und rechtskonform** betrieben werden. Sie bilden die Grundlage für den **dauerhaften sicheren Betrieb gemäß BetrSichV und Druckgeräte richtlinie 2014/68/EU**.

11.11 Wiederkehrende Prüfungen von Kunststoffrohrleitungen

Kunststoffrohrleitungen unterliegen wie metallische Rohrleitungen den gesetzlichen Prüfpflichten der BetrSichV und der TRBS 1201. Aufgrund ihres spezifischen Werkstoffverhaltens (Kriechen, Spannungsrisse, thermische Alterung, UV-Einflüsse) sind die Prüfungsschwerpunkte jedoch unterschiedlich auszulegen. Dieses Kapitel ergänzt die allgemeinen Vorgaben aus Kapitel 11 und beschreibt die spezifischen Anforderungen für wiederkehrende Prüfungen an Kunststoffleitungen.

11.11.1 Ziel und Geltungsbereich

Dieses Kapitel gilt für alle Kunststoffrohrleitungen aus:

- PVC-U
- PVC-C
- PP-H / PP-R
- PE-HD / PE-X
- PVDF
- ABS (falls im Bestand)

Es umfasst:

- regelmäßige Prüfungen nach § 16 BetrSichV

- Sonderprüfungen nach AwSV für WHG-Anlagen
- zusätzliche Sicht- und Zustandserfassungen aufgrund der besonderen Alterungsmechanismen von Kunststoffen

11.11.2 Rechtsgrundlagen und Normen

Die wiederkehrenden Prüfungen richten sich nach:

- **BetrSichV § 16**
- **TRBS 1201 Teil 1 und Teil 2**
- **DVS 2205** (Auslegung und Festigkeitsverhalten)
- **DVS 2207** (Schweißverbindungen)
- **AwSV § 46** (für wassergefährdende Medien)
- Rohrklassenvorgaben des Betreibers
- Herstellerangaben für Bauteile, Dichtungen, Armaturen

11.11.3 Prüfarten

Die wiederkehrenden Prüfungen umfassen:

Äußere Prüfung

(zwingend)

- Erkennung von Spannungsrissen
- Sichtprüfung der Schweißnähte
- UV-Schäden (Versprödung, Vergilbung, matte Flächen)
- Verformungen, Durchbiegung, Ovalisierung
- Zustand der Halterungen
- Zustand der Flansche und Dichtungen

Innere Prüfung

(optional, abhängig von Anlage)

- nur bei Rohrleitungen, die innen zugänglich sind
- Kamera- oder Endoskopprüfung bei Prozessleitungen
- Prüfung auf Inkrustation, Ablagerung, chemischen Angriff

Dichtheitsprüfung

(bei Verdacht, nach Umbau, oder regelmäßig bei WHG-Anlagen)

- vorzugsweise **Wasserprüfung**

- langsame Drucksteigerung
- Abgleich mit zulässigen Druckverlusten

Funktionsprüfung

- Armaturen, Sicherheitsventile, Entlüftungen
- TA-Luft-Dichtheit (falls relevant)

11.11.4 Prüfindteralle

Empfohlene Intervalle (durch Gefährdungsbeurteilung anzupassen):

Leitungsart	Intervall
Kunststoffleitungen mit aggressiven Medien	jährlich
Warmmedien (> 50°C)	jährlich
Standard-Prozessleitungen	alle 2 Jahre
Außenleitungen (UV-Belastung)	halbjährlich
WHG-pflichtige Leitungen	jährlich nach AwSV
Leitungen mit hoher Schweißnahtdichte	jährlich

11.11.5 Prüfumfang und Kontrollpunkte

Spannungsrisse

Der wichtigste Prüfpunkt bei Kunststoffleitungen.

Merkmale:

- weiße, haarfeine Linien
- matte oder milchige Oberflächen
- sternförmige Rissbildung an Kerben
- Risse entlang der Schweißnaht

Bewertung:

- bereits kleine Spannungsrisse → **sofort außer Betrieb**

Schweißnähte

- Kontrolle auf Einschlüsse
- Einfallstellen
- Rissbildung
- untypische Wulstbildung
- Nachweis der Schweißparameter kontrollieren

Halterungen

- keine Punktlasten
- keine Einschnürungen
- genügend Gleitfähigkeit
- keine Verklemmen oder Verhärten durch Alterung

Flansche & Dichtungen

- Verformungen, Einsenkungen
- Einzug der Kunststoffflansche
- Dichtungsquellung oder Versprödung
- Schraubenauszug erkennen

Wanddicken und Dimension

Bei Verdacht:

- Ultraschallmessung
- optische Kontrolle
- Vergleich mit Rohrklassenvorgaben

11.11.6 Dokumentationspflichten

Die Dokumentation muss enthalten:

- Prüfdatum
- Prüfer (befähigte Person)
- Art der Prüfung
- verwendete Prüfmittel
- Prüfparameter (Druck, Temperatur, Medien)
- alle festgestellten Abweichungen
- Fotodokumentation kritischer Stellen
- Bewertung und Maßnahmenvorgaben
- Freigabevermerk

11.11.7 Typische Mängel und Maßnahmen

Typische Mängel:

- Spannungsrisse an Halterungen
- UV-Schäden (Vergilbung, Auskreidung)
- Verformungen durch Temperatur oder Last
- Schweißnahtfehler
- Dichtungsversagen
- Leckagen bei Flanschen

Maßnahmen:

- sofortige Druckentlastung
- betroffener Bereich außer Betrieb
- Reparatur durch DVS-qualifiziertes Personal
- Austausch beschädigter Rohrabschnitte
- erneute Prüfung nach Reparatur
- Prüfung der Anlageparameter (Temperatur, Druck, Medien)

11.11.8 Freigabe und Prüfstempelung

Die Leitung darf erst wieder in Betrieb:

- wenn alle Abweichungen behoben sind
- die befähigte Person die Prüfbescheinigung erteilt hat
- ggf. eine ZÜS-Freigabe für überwachungsbedürftige Anlagen vorliegt
- die Freigabe durch den Betreiber dokumentiert ist

11.11.9 Besondere Prüfpflichten bei Kunststoffrohrleitungen

- **TA-Luft:** nur bei zugelassenen Dichtungssystemen
- **WHG:** jährliche Prüfung nach AwSV § 46
- **Hochtemperatur-Anwendungen:** engmaschige Kontrolle
- **UV-Exposition:** halbjährliche Sichtprüfung
- **Dickwandige PP-/PE-Systeme:** Fokus auf Langzeitverformung

11.11.10 Zusammenfassung

Die wiederkehrende Prüfung von Kunststoffrohrleitungen ist entscheidend für die Betriebssicherheit:

- Spannungsrisse sind der zentrale Gefahrenpunkt
- UV- und Temperatureinflüsse sorgfältig prüfen
- Schweißnähte kritisch bewerten
- Dichtheitsprüfungen bevorzugt mit Wasser
- Dokumentation lückenlos führen
- Reparaturen nur durch DVS-zertifiziertes Personal
- Freigabe ausschließlich durch befähigte Person / Betreiber

Dieses Kapitel ist verbindlich für alle Kunststoffrohrleitungen im Geltungsbereich dieser Betriebsanleitung.

11.12 Ergänzung: Wiederkehrende Prüfungen von GFK und GFK-Verbundsystemen

Diese Ergänzung beschreibt die werkstoffspezifischen Anforderungen an wiederkehrende Prüfungen von Rohrleitungssystemen aus glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK) und GFK-Verbundsystemen.

11.12.1 Allgemeine Grundsätze

GFK-Rohrleitungen unterliegen wiederkehrenden Prüfungen gemäß den Anforderungen der Betriebssicherheitsverordnung.

Art, Umfang und Fristen der Prüfungen sind auf Basis der Gefährdungsbeurteilung festzulegen und zu dokumentieren.

11.12.2 Prüfarten

Bei wiederkehrenden Prüfungen von GFK-Rohrleitungen sind insbesondere folgende Prüfarten anzuwenden:

- Sichtprüfung
- Funktionsprüfung
- Dichtheitsprüfung
- Bewertung der Schutzbeschichtung

Die Auswahl der Prüfarten erfolgt unter Berücksichtigung der Betriebsbedingungen und des Anlagenzustandes.

11.12.3 Prüfumfang

Der Prüfumfang umfasst mindestens:

- äußeren Zustand der Rohrleitungen
- Verbindungen und Übergänge
- Rohrhalterungen und Auflager
- Hinweise auf Rissbildung oder Delamination

- Veränderungen der Oberflächenstruktur

11.12.4 Prüffristen

Die Prüffristen für GFK-Rohrleitungen werden festgelegt auf Grundlage von:

- Betriebsdruck und Betriebstemperatur
- Medium und chemischer Beanspruchung
- Alter der Rohrleitung
- bisherigen Prüfergebnissen

11.12.5 Bewertung der Prüfergebnisse

Festgestellte Mängel sind zu bewerten und in folgende Kategorien einzuordnen:

- keine Beanstandung
- Beobachtung erforderlich
- Instandsetzung erforderlich
- Außerbetriebnahme erforderlich

Maßnahmen sind entsprechend der Bewertung festzulegen.

11.12.6 Dokumentation

Die Ergebnisse der wiederkehrenden Prüfungen sind vollständig zu dokumentieren.

Die Dokumentation umfasst mindestens:

- Datum der Prüfung
- Art der Prüfung
- Prüfergebnis
- festgelegte Maßnahmen
- verantwortliche Person

11.12.7 Normativer Bezug

Wiederkehrende Prüfungen von GFK-Rohrleitungssystemen erfolgen gemäß **DIN EN ISO 14692**, der Betriebssicherheitsverordnung sowie den TRBS.

12 Außerbetriebnahme und Entsorgung

Die Außerbetriebnahme eines Rohrleitungssystems darf nur durch einen **autorisierten Fachbetrieb** erfolgen und ist vor Beginn mit dem **Betreiber, der Anlagentechnik und der Qualitätssicherung (ISGT-QS)** abzustimmen.

Ziel ist die sichere, dokumentierte und umweltgerechte Stilllegung sowie die fachgerechte Entsorgung aller drucktragenden und medienführenden Komponenten.

12.1 Ziel und Geltungsbereich

Dieses Kapitel gilt für:

- alle stationären Rohrleitungen und Baugruppen unter Druck,

- Systeme mit gefährlichen, brennbaren oder wassergefährdenden Medien,
- temporäre und dauerhafte Stilllegungen.

Die Regelungen betreffen den **mechanischen Rückbau, die Dekontamination, Entsorgung und Dokumentation** einschließlich Freigabe durch die befähigte Person.

12.2 Rechtsgrundlagen und Normbezug

Vorschrift / Norm	Inhalt / Bedeutung
BetrSichV § 17	Außerbetriebnahme und Demontage überwachungsbedürftiger Anlagen
WHG § 62 / AwSV § 46	Anforderungen an Fachbetriebe bei wassergefährdenden Stoffen
TRBS 1201 / TRBS 2141	Anforderungen an Prüfungen, Gefährdungsbeurteilung, Dokumentation
EN 13480-5	Prüfungen vor Demontage, Wiederverwendung, Entleerung
VDI 2290 / TA Luft	Anforderungen an Emissionsschutz bei Demontage

12.3 Vorbereitung der Außerbetriebnahme

Vor Beginn der Arbeiten sind folgende Punkte durch den Betreiber sicherzustellen:

- **Schriftliche Stilllegungsanweisung** mit Freigabe durch Anlagentechnik und QS.
- **Abschätzung der Gefährdungen** (Druck, Medium, Temperatur, Rückstände).
- **Betriebserlaubnis / Freigabeformular „Außerbetriebnahme“** (AE-Formblatt ISGT-Q-AE-001).
- **Druckentlastung, Entleerung und Entlüftung** des Systems.
- **Sicherer Zustand der Anlage:** drucklos, spannungsfrei, elektrisch getrennt.
- **Information der betroffenen Bereiche (Betrieb, Instandhaltung, Umwelt, Sicherheit).**

12.4 Vorgehensweise bei Stilllegung

1. Druckentlastung und Entleerung

- Anlage vollständig drucklos machen.
- Flüssigkeiten oder Gase kontrolliert ableiten, ggf. in Auffangsysteme.
- Absperrorgane schließen und gegen Wiedereinschalten sichern (Lock-out / Tag-out).

2. Reinigung und Neutralisation

- Rohrleitung intern reinigen, neutralisieren oder spülen (je nach Medium).

- o Reinigungsprotokoll anfertigen.
- o Bei Gefahrstoffen: neutralisierende oder adsorbierende Mittel gemäß SDB verwenden.

3. Entlüftung / Inertisierung

- o Restgase oder Dämpfe durch Spülen mit Stickstoff oder Luft entfernen.
- o Nachweis „gasfrei / frei von gefährlichen Stoffen“ durch Gasmessung.

4. Freigabe zur Demontage

- o Kontrolle durch befähigte Person oder QS-Stelle.
- o Freigabevermerk im AE-Protokoll (Freigabestufe 1 = technisch sicher; Freigabestufe 2 = dekontaminiert).

12.5 Demontage der Rohrleitungen

- Demontage nur durch **zertifizierte Fachbetriebe (z. B. HP0 / WHG)**.
- Trennen, Schneiden oder Brennen nur nach Freigabe „gasfrei“ durch QS / Sicherheit.
- Rohre, Flansche, Armaturen und Halterungen sind spannungsfrei zu lösen.
- Schweißnähte, Kompensatoren und Federhalterungen vorsichtig demontieren.
- Gefahrstoffe getrennt auffangen und in zugelassene Sammelbehälter überführen.
- Rückbaufortschritt dokumentieren (Fotodokumentation, Demontageplan).

12.6 Reinigung und Dekontamination

Nach Abschluss der Demontage:

- Reinigung aller demontierten Bauteile und Oberflächen.
- Bei kontaminierten Teilen: chemische oder thermische Dekontamination nach Hersteller-SDB.
- Spül- und Reinigungsmedien als **Abfall mit Abfallschlüssel nach AVV** deklarieren.
- Erstellung eines **Dekontaminationsprotokolls** durch Fachbetrieb.

12.7 Entsorgung und Recycling

- Materialien sind nach Werkstoffgruppen zu trennen (C-Stahl, Edelstahl, Kunststoffe, Isolierungen).
- Entsorgung ausschließlich über **zugelassene Entsorgungsfachbetriebe** gemäß KrWG / AVV.
- Für Stahlbauteile: Recycling über Schrotthandel mit Nachweis „frei von Gefahrstoffen“.
- Dichtungen, Isolierungen und Dämpfungselemente ggf. als **Sonderabfall** entsorgen (z. B. FCKW-haltig, asbestfrei).
- Erstellung eines **Entsorgungsnachweises** mit Mengenangabe, Entsorgungsweg und Entsorgungsnummer.

12.8 Dokumentation der Außerbetriebnahme

Pflichtdokumente:

- Stilllegungsauftrag / Freigabeformular
- Reinigungs- und Spülprotokolle
- Gasmess- und Freigabebescheinigung
- Dekontaminationsprotokoll
- Demontage- und Entsorgungsnachweise
- Fotodokumentation
- Freigabe durch befähigte Person / QS
- Abschlussprotokoll „Anlage außer Betrieb genommen“

Archivierung: **mindestens 10 Jahre** (§ 17 BetrSichV)

12.9 Besonderheiten bei WHG-pflichtigen Anlagen

Für Rohrleitungssysteme, die **wassergefährdende Stoffe** fördern:

- Außerbetriebnahme darf nur durch einen **Fachbetrieb nach § 62 WHG** erfolgen.
- Entleerung und Reinigung müssen **vollständig und nachweislich** erfolgen.
- Abdichtung der Restleitungen / Auffangwannen gegen Austritt von Restmedien.
- Prüfbericht und Bescheinigung nach **§ 46 AwSV** erstellen und archivieren.
- Überwachung der Stilllegung durch Sachverständigen oder Behördenvertreter möglich.

12.10 Abschluss und Freigabe

- Nach vollständiger Demontage und Entsorgung erfolgt eine abschließende **Sicht- und Sicherheitsprüfung** durch die befähigte Person oder QS-Stelle.
- Der **Abschlussbericht** bestätigt:
 1. Drucklosigkeit und Dekontamination der Leitung,
 2. ordnungsgemäße Entsorgung der Bauteile,
 3. Archivierung aller Nachweise.

Freigabeformel:

„Die Rohrleitung wurde gemäß BetrSichV § 17, EN 13480-5 und WHG ordnungsgemäß außer Betrieb genommen, gereinigt und entsorgt. Sicherheits- und Umweltschutz sind gewährleistet.“

Unterschrift: Befähigte Person / QS / Betreiber.

Durch die strukturierte Außerbetriebnahme nach **BetrSichV § 17, EN 13480-5** und **WHG** ist gewährleistet, dass Rohrleitungssysteme sicher, umweltgerecht und nachvollziehbar stillgelegt werden.

Alle Arbeitsschritte sind dokumentationspflichtig und bilden die Grundlage für die behördliche oder interne Nachverfolgung.

12.11 Besonderheiten bei Außerbetriebnahme und Entsorgung von Kunststoffrohrleitungen

Kunststoffrohrleitungen weisen aufgrund ihres Werkstoffverhaltens (thermoplastische Verformbarkeit, chemische Beständigkeit, mögliche Kontamination, UV-Schädigung und

Diffusionsverhalten) besondere Anforderungen bei Stilllegung, Demontage, Reinigung und Entsorgung auf. Dieses Kapitel ergänzt die allgemeinen Vorgaben aus Kapitel 12 und beschreibt die spezifischen Schritte für die sichere Außerbetriebnahme von Kunststoffleitungssystemen.

12.11.1 Ziel und Geltungsbereich

Dieses Kapitel gilt für alle Kunststoffrohrleitungen aus:

- PVC-U
- PVC-C
- PP-H / PP-R
- PE-HD / PE-X
- PVDF
- ABS

Es umfasst:

- ordnungsgemäße Außerbetriebnahme
- sichere Demontage
- Dekontamination und Reinigung
- fachgerechte Entsorgung und Recycling
- Dokumentation und Freigabe

12.11.2 Rechtsgrundlagen und Normbezug

Die Außerbetriebnahme richtet sich nach:

- **BetrSichV (Anhang 2)**
- **GefStoffV**
- **AwSV § 46** (WHG-Anlagen)
- **KrWG** (Kreislaufwirtschaftsgesetz)
- **DVS 2205** (Werkstoffverhalten)
- Entsorgungsvorschriften der Hersteller

Kunststoffleitungen können – je nach Medium – als gefährlicher Abfall gelten.

12.11.3 Vorbereitung der Außerbetriebnahme

Vor Beginn der Arbeiten:

- Anlage vollständig **druckfrei** schalten
- Leitung **entleeren**, spülen und belüften
- Medienreste abführen und getrennt sammeln
- mögliche chemische Reaktionen bei Reststoffen überprüfen
- Bereich absperren und sichern

- persönliche Schutzausrüstung (PSA) gemäß Medium tragen
- Freigabe nach internen Betreiberregeln einholen

12.11.4 Vorgehensweise bei Stilllegung

Schritte:

1. **Absperrung** der Zuleitungen und Entleerstellen.
2. **Spülen** der Rohrleitungen mit geeignetem Medium (Wasser oder neutralisierendes Medium).
3. **Drucklos machen** und gegebenenfalls entlüften.
4. **Trennung der Leitung** an geeigneten Punkten (Schweißnähte nicht beschädigen).
5. **Dokumentation**, ob Leitung wiederverwendet, recycelt oder entsorgt wird.

Besonderheit Kunststoff:

Die thermoplastische Struktur kann bei Kontakt mit scharfen Werkzeugen schnell einreißen → vorsichtig schneiden.

12.11.5 Demontage der Rohrleitungen

- **Allgemeine Grundsätze**
- Leitungen **spannungsfrei** demontieren.
- Schneidwerkzeuge mit **geeigneter Klinge** einsetzen (Rohrscheren, feinzahnige Sägen).
- Keine hohen Drehmomente oder Verwindungen einleiten.
- Schweißnähte dürfen nicht als Hebepunkte genutzt werden.
- Keine Schlagwerkzeuge einsetzen (Verformungs- und Rissgefahr).
- **Schweißverbindungen**
- Stumpfschweißverbindungen werden durch **Trennschnitt** geöffnet.
- Muffenschweißverbindungen können warm gelöst oder ausgeschnitten werden.
- Reparatur oder Weiterverwendung der Verbindung ist ausgeschlossen.

12.11.6 Reinigung und Dekontamination

Die Reinigung richtet sich nach:

- Medium
- WHG-Klassifizierung
- chemischer Beständigkeit des Werkstoffs
- Betreiberanforderung
- **Regelgrundsätze:**
- keine heißen Dampf- oder Hochtemperaturverfahren bei PVC-U, PVC-C
- keine lösungsmittelhaltigen Reiniger, wenn sie den Kunststoff angreifen
- geeignete, kunststoffverträgliche Reinigungsmittel verwenden

- Restmedien vollständig entfernen
- kontaminierte Leitungen gesondert behandeln

Bei WHG-Anlagen:

Reinigung gemäß § 46 AwSV dokumentieren und ggf. durch Sachverständige begleiten.

12.11.7 Entsorgung und Recycling

Kunststoffleitungen können grundsätzlich recycelt werden, sofern:

- keine gefährlichen Anhaftungen vorhanden sind
- keine chemische Kontamination vorliegt
- Material sortenrein ist
- **Werkstoffspezifische Hinweise:**
- **PVC-U / PVC-C:** recycelbar, aber bei Kontamination → Sonderabfall
- **PP / PE-HD:** sehr gut recycelbar
- **PVDF:** thermisch verwertbar, jedoch nicht mischen
- **ABS:** meist thermische Verwertung

Gefährlicher Abfall:

Wenn kontaminiert mit:

- aggressiven Chemikalien
- ölhaltigen Medien
- organischen Lösungsmitteln

→ als gefährlicher Abfall gemäß KrWG zu behandeln.

- **Thermische Verwertung:**
- nur in zugelassenen Verbrennungsanlagen
- PVC-haltiges Material erzeugt HCl → spezielle Rauchgasbehandlung notwendig

12.11.8 Dokumentation der Außerbetriebnahme

Die Dokumentation umfasst:

- Medium und mögliche Reststoffe
- Reinigungs- und Spülprotokolle
- Abfallbegleitmachweise
- Fotodokumentation der Demontage
- Materialnachweise (Werkstoffkennzeichnung)
- Freigabe durch Betreiber oder befähigte Person
- WHG-Dokumentation (falls Anlage wassergefährdend)

12.11.9 Besondere Hinweise für Kunststoff

- Kunststoffleitungen können bei Kälte **spröde brechen** → vorsichtig schneiden.
- UV-gealterte Leitungen brechen leichter → Gefahr bei Demontage.
- Spannungsrisse können sich beim Schneiden plötzlich ausbreiten.
- Bei Heißmedienleitungen: Leitungen vorher **thermisch abkühlen** lassen.
- Keine Funken erzeugenden Werkzeuge in explosionsgefährdeten Bereichen.
- Keine thermischen Schneidverfahren (Brand-, Schmelzgefahr).

12.11.10 Zusammenfassung

Wesentliche Regeln:

- sicher entleeren, spülen, belüften
- spannungsfreie, schonende Demontage
- kunststoffverträgliche Reinigungsmittel
- recyclingfähige Werkstoffe sortenrein trennen
- kontaminierte Leitungen korrekt entsorgen
- umfassende Dokumentation durchführen
- Freigabe durch Betreiber erforderlich

Die besonderen Eigenschaften der thermoplastischen Werkstoffe müssen bei jeder Stilllegung berücksichtigt werden, um Sicherheit, Umwelt- und Gesundheitsschutz zu gewährleisten.

12.12 Ergänzung: Außerbetriebnahme und Stilllegung von GFK und GFK-Verbundsystemen

Diese Ergänzung beschreibt die werkstoffspezifischen Anforderungen an die Außerbetriebnahme und Stilllegung von Rohrleitungssystemen aus glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK) und GFK-Verbundsystemen.

12.12.1 Allgemeine Grundsätze

Die Außerbetriebnahme und Stilllegung von GFK-Rohrleitungen ist so durchzuführen, dass keine Gefährdung für Personen, Umwelt oder Sachwerte entsteht.

Alle Maßnahmen sind zu planen, zu dokumentieren und vom Betreiber freizugeben.

12.12.2 Vorbereitung der Außerbetriebnahme

Vor der Außerbetriebnahme sind folgende Schritte durchzuführen:

- kontrollierte Entleerung der Rohrleitung
- Spülung und Reinigung, sofern erforderlich
- Druckentlastung
- Sicherung gegen unbeabsichtigtes Wiederinbetriebnehmen
- Kennzeichnung des außer Betrieb befindlichen Systems

12.12.3 Demontage von GFK-Rohrleitungen

Bei der Demontage von GFK-Rohrleitungen sind folgende Anforderungen einzuhalten:

- mechanische Belastungen sind zu vermeiden
- Schneidarbeiten nur mit geeigneten Werkzeugen und Staubabsaugung
- Tragen geeigneter persönlicher Schutzausrüstung
- Vermeidung von Faserfreisetzung
- keine Wiederverwendung beschädigter Bauteile

12.12.4 Entsorgung

Die Entsorgung von GFK-Rohrleitungen erfolgt gemäß den geltenden gesetzlichen Vorgaben.

Dabei sind insbesondere zu beachten:

- Trennung von GFK und metallischen Komponenten
- Entsorgung über zugelassene Entsorgungsbetriebe
- Einhaltung der Abfallklassifizierung

12.12.5 Dokumentation

Die Außerbetriebnahme und Stilllegung von GFK-Rohrleitungen ist vollständig zu dokumentieren.

Die Dokumentation umfasst mindestens:

- Grund der Stilllegung
- durchgeführte Maßnahmen
- verantwortliche Personen
- Entsorgungsnachweise

12.12.6 Normativer Bezug

Außerbetriebnahme und Stilllegung von GFK-Rohrleitungssystemen erfolgen gemäß **DIN EN ISO 14692**, der Betriebssicherheitsverordnung sowie den geltenden Umweltvorschriften.

13 Mitgeltende Unterlagen

Dieses Kapitel beschreibt alle **Rechtsgrundlagen, Normen, Kundenspezifikationen und Betreiberunterlagen**, die für Planung, Fertigung, Prüfung, Betrieb und Außerbetriebnahme der Rohrleitungssysteme maßgeblich sind.

Sie gelten als **integraler Bestandteil dieser Betriebsanleitung** und sind bei allen Arbeiten verbindlich zu berücksichtigen.

13.1 Geltende Normen und rechtliche Grundlagen

Die nachfolgend aufgeführten Gesetze, Verordnungen und technischen Regelwerke bilden den verbindlichen Rahmen für Konstruktion, Prüfung und Betrieb von Rohrleitungssystemen:

Nr.	Regelwerk / Norm	Titel / Anwendungsbereich
1	Richtlinie 2014/68/EU (DGRL)	Europäische Druckgeräte richtlinie – grundlegende Sicherheitsanforderungen für Druckgeräte und Baugruppen
2	Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)	Nationale Umsetzung der DGRL – Prüf- und Überwachungspflichten gemäß §§ 14 bis 17
3	AD 2000-Regelwerk (HP 0, HP 30, W 0)	Technische Regeln für Druckgeräte – Schweißaufsicht, Druck- und Festigkeitsprüfung
4	EN 13480 (Teile 1 bis 5)	Metallische Rohrleitungen – Berechnung, Fertigung, Prüfung und Dokumentation
5	TRBS 1201 / 2141	Technische Regeln für Betriebssicherheit – Prüfanforderungen und Gefährdungsbeurteilung von Druckanlagen
6	VDI 2290 / TA Luft / ISO 15848-1	Emissionsarme Dichtsysteme und Dichtheitsnachweis (Klassen 1 – 3)
7	Wasserhaushaltsgesetz (WHG)	§ 62 – Anforderungen an Anlagen mit wassergefährdenden Stoffen
8	AwSV	Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen – Fachbetriebs- und Prüfpflichten
9	EN 10204	Abnahmeprüfzeugnisse (3.1 / 3.2) für metallische Erzeugnisse
10	EN ISO 3834 / EN ISO 9606-1	Qualitätsanforderungen und Schweißerqualifikation

Hinweis:

Es gilt stets die zum Zeitpunkt der Fertigstellung gültige Normen- und Rechtsfassung. Änderungen oder Aktualisierungen sind durch die QS-Stelle ISGT regelmäßig zu prüfen und zu dokumentieren.

13.2 Unterlagen des Betreibers / Kunden

Die vom **Betreiber oder Kunden bereitgestellten Dokumente** sind Bestandteil dieser Betriebsanleitung und stellen die **verbindliche Grundlage für Planung, Fertigung, Prüfung und Betrieb** dar.

Dokumententyp	Beispiel / Inhalt	Verantwortung / Quelle
Kundenspezifikationen	Rohrklassendaten, Mediumsdefinitionen, Druck-/Temperaturvorgaben, Armaturenlisten	Betreiber / Kunde
Planungsunterlagen	Isometrien, Rohrleitungs- und Instrumentenfließbilder, Halterungskonzepte	Betreiber / Planungsbüro
Betriebs- und Wartungspläne	Prüffristen, Inspektions- und Wartungsintervalle	Betreiber
Freigabedokumente	ZÜS-Berichte, Abnahme- und Prüfprotokolle, WHG-Nachweise	Betreiber / QS
Sicherheits- und Umweltdaten	Sicherheitsdatenblätter (SDB), Entsorgungs- und Emissionsnachweise	Betreiber / Umweltstelle

Grundsatz:

Kundenspezifikationen besitzen Vorrang vor allgemeinen Normen, sofern sie gleichwertig oder sicherheitstechnisch höherwertig sind.

13.3 Rohrklassen

- Rohrklassen werden **ausschließlich vom Betreiber oder Kunden vorgegeben**.
- Sie definieren Medium, Druck, Temperatur, Werkstoff, Dichtsystem und Prüfverfahren.
- Der Fachbetrieb fertigt ausschließlich nach diesen Vorgaben.
- Abweichungen, Sonderwerkstoffe oder nicht standardisierte Komponenten dürfen nur mit **schriftlicher Genehmigung des Betreibers** verwendet werden.
- Rohrklassendokumente gelten als **mitgeltende Kundendokumente** und werden projektbezogen archiviert.

13.4 Verantwortlichkeiten

Rolle / Funktion	Aufgaben und Zuständigkeiten
Betreiber / Anlagenverantwortlicher	Verantwortlich für Auslegung, bestimmungsgemäße Verwendung, Medienfreigabe, Betrieb, Instandhaltung und wiederkehrende Prüfungen
Hersteller / Fachbetrieb (ISGT)	Fertigung, Montage, Prüfung, Dokumentation nach EN 13480 und AD 2000
Qualitätssicherung (QS ISGT)	Überwachung der Fertigungs- und Prüfdokumentation, Freigabe, Archivierung

Rolle / Funktion	Aufgaben und Zuständigkeiten
Befähigte Person / ZÜS	Durchführung und Bewertung der gesetzlichen Prüfungen (§§ 14 – 16 BetrSichV)
Kunde / Betreiber/Ingenieur	Bereitstellung aller projekt- und medienspezifischen Rohrklassendaten

Der Betreiber trägt die Gesamtverantwortung für die **Betriebssicherheit und Regelkonformität** der Rohrleitungssysteme.

Der Hersteller gewährleistet die **technisch einwandfreie Ausführung und Dokumentation** nach geltenden Normen.

13.5 Übersicht der mitgeltenden Unterlagen

Dokumentengruppe	Inhalt / Zweck	Verantwortlich / Verwahrt
Gesetzliche Grundlagen	DGRL, BetrSichV, WHG, AwSV	Betreiber / QS
Technische Regelwerke	EN 13480, AD 2000, TRBS, VDI 2290 / TA Luft	QS / Anlagentechnik
Kundenspezifikationen	Rohrklassendaten, Planungsunterlagen, Medienlisten	Betreiber
Prüf- und Freigabedokumente	Prüfprotokolle, Abnahmen, ZÜS-Berichte	QS / Betreiber
Sicherheits- und Umweltunterlagen	SDB, Entsorgungs- und Emissionsnachweise	Betreiber / Umwelt
Qualitäts- und Werkstoffdokumente	WPS, WPQR, Materialzeugnisse	QS ISGT
Freigabe- und Versionskontrolle	Änderungs- und Freigabeprotokolle	QS / Anlagentechnik

13.6 Mitgeltende Dokumente für Kunststoffrohrleitungen

Dieses Kapitel ergänzt die allgemeinen Vorgaben zu mitgeltenden Unterlagen gemäß Kapitel 13 und beschreibt die spezifischen Dokumente, Regelwerke und Nachweise, die für Planung, Ausführung, Prüfung, Betrieb, Wartung und Entsorgung von Kunststoffrohrleitungen verbindlich heranzuziehen sind. Aufgrund der besonderen Eigenschaften thermoplastischer Werkstoffe gelten – zusätzlich zu den Normen für metallische Rohrleitungen – eigene technische Regelwerke und Herstellerunterlagen.

13.6.1 Normative Grundlagen und technische Regelwerke

Folgende Regelwerke sind für Kunststoffrohrleitungen maßgeblich und Bestandteil der technischen Dokumentation:

DVS-Regelwerke

- **DVS 2205** – Thermoplaste, Auslegung und Bemessung von Rohrleitungen
- **DVS 2207** – Schweißen von Thermoplasten
- DVS-Werkstoffblätter (Werkstoffkennwerte, Prüfkennwerte)

ISO- / DIN-Normen

- **DIN EN ISO 1452** – PVC-U Druckrohrsysteme
- **DIN EN ISO 15874** – PP-R Rohrleitungssysteme
- **DIN EN ISO 4427** – PE-HD Rohrleitungssysteme
- **DIN EN ISO 10931** – PVDF Rohrleitungssysteme
- **ISO 15494** – Kunststoffrohrleitungen für industrielle Anwendungen (Basisnorm)
- **DIN 8077/8078** – Maße und Kennwerte für PP-R
- **DIN EN 12201** – PE-Rohrsysteme für Druckleitungen

BetrSichV / TRBS

- BetrSichV (insbesondere §§ 14–16)
- TRBS 1201 (Prüfanforderungen)
- TRBS 2141 (Gefährdungen durch Druck)

WHG / AwSV

- AwSV § 46 – Prüfpflichten für Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen
- Nachweise der Medienbeständigkeit

TA Luft (wenn relevant)

- TA-Luft-zertifizierte Dichtsysteme für Kunststoffflanschverbindungen
- Nachweis geeigneter Dichtungstypen abhängig vom Medium

13.6.2 Herstelldokumente

Herstellerunterlagen müssen zwingend vorliegen und enthalten:

- Produktdatenblätter
- Medienbeständigkeitstabellen
- Temperatur- und Druckgrenzwerte
- Schweißanleitungen und Parameter
- Montageanleitungen
- Prüf- und Abnahmehinweise
- Dichtungs- und Flanschfreigaben
- Vorgaben für Reparatur und Austausch

Diese Unterlagen sind integraler Bestandteil der technischen Dokumentation und müssen vom Betreiber archiviert werden.

13.6.3 Projekt- und Anlagenspezifische Dokumente

Kunststoffrohrleitungen benötigen zusätzlich:

- **Rohrklassen für Kunststoff (siehe 2.6.1)**
- Werkstofffreigaben des Betreibers
- Beständigkeitsnachweise zum eingesetzten Medium
- Prüfprotokolle (Dichtheit, Sichtprüfung)
- Schweißprotokolle gemäß DVS 2207
- Material- und Chargennachweise
- Zeichnungen, Isometrien und Fließbilder
- Montage- und Abnahmeprotokolle
- Dokumentation der UV-Schutzmaßnahmen (Außenleitungen)

13.6.4 Dokumente zur Inbetriebnahme und zum Betrieb

Für den Betrieb müssen folgende Dokumente vorliegen:

- Bestätigung der Erstprüfung gemäß § 14 BetrSichV
- Funktionsprüfung der Armaturen
- Druck- und Temperaturprotokolle
- Sichtprüfprotokolle
- Medienwechselprotokolle
- Betreiberfreigabe zur Inbetriebnahme
- Betriebsparameterlimits (Druck, Temperatur, Medium)

13.6.5 Dokumente zur Wartung und Prüfung

Bei der Wartung und den wiederkehrenden Prüfungen gelten folgende Dokumente als mitgeltend:

- Prüfberichte gemäß TRBS 1201
- Sichtprüfberichte Kunststoff
- Dichtheitsprüfprotokolle
- Prüfberichte WHG / AwSV
- Dokumentation von Reparaturen (inkl. Schweißprotokolle)
- UV- und Witterungszustandsberichte
- Foto- und Messdokumentation kritischer Leitungsbereiche

13.6.6 Entsorgungs- und Recyclingdokumente

Für die Stilllegung und Entsorgung:

- Reinigungs- und Dekontaminationsprotokolle
- Abfallbegleitschein gemäß KrWG
- Nachweis über sortenreine Trennung der Werkstoffe
- Freigabe zur Entsorgung durch Betreiber
- ggf. Sachverständigenberichte für WHG-Anlagen

13.6.7 Verbindlichkeit

Alle genannten Dokumente sind Bestandteil der technischen Gesamtkarte der Rohrleitung und müssen:

- vollständig vorliegen
- über die gesamte Lebensdauer der Leitung nachvollziehbar sein
- bei Prüfungen durch Betreiber, befähigte Personen oder ZÜS vorgelegt werden können
- gemäß interner Vorgaben archiviert werden

Ohne vollständige Dokumentation ist eine fachgerechte Bewertung, Wartung oder Wiederinbetriebnahme von Kunststoffrohrleitungen nicht zulässig.

13.6.8 Ergänzung: Mitgeltende Unterlagen und Normen für GFK und GFK-Verbundsysteme

Diese Ergänzung erweitert das Kapitel „Mitgeltende Unterlagen und Normen“ um die für Rohrleitungssysteme aus glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK) und GFK-Verbundsysteme verbindlichen Regelwerke.

13.7 Verbindliche Normen für GFK-Rohrleitungen

Für Planung, Auslegung, Fertigung, Montage, Prüfung, Betrieb und Stilllegung von GFK-Rohrleitungssystemen gelten verbindlich:

- **DIN EN ISO 14692 Teil 1** – Begriffe, Symbole und Materialien
- **DIN EN ISO 14692 Teil 2** – Qualifikation und Herstellung
- **DIN EN ISO 14692 Teil 3** – Systemdesign und Berechnung
- **DIN EN ISO 14692 Teil 4** – Installation, Betrieb und Wartung

Diese Normen bilden die alleinige technische Grundlage für GFK-Rohrleitungen im Anwendungsbereich dieser Betriebsanleitung.

13.7.1 Herstellerspezifische Unterlagen

Zusätzlich zu den normativen Anforderungen sind folgende herstellerepezifische Unterlagen mitgeltend und verbindlich:

- Produktdatenblätter der GFK-Rohrleitungssysteme
- Montageanleitungen
- Verbindungs- und Klebevorschriften
- Angaben zu zulässigen Betriebsparametern
- Prüf- und Abnahmevorgaben
- Reparatur- und Instandsetzungsvorgaben

Die jeweils aktuelle Version der Herstellervorgaben ist anzuwenden.

13.7.2 Abgrenzung zu anderen Regelwerken

Für GFK-Rohrleitungen gelten folgende Abgrenzungen:

- DVS-Regelwerke sind nicht anwendbar
- Kennwerte und Berechnungsansätze aus metallischen Rohrleitungen sind nicht übertragbar
- Abweichungen von ISO 14692 sind nur mit schriftlicher Herstellerfreigabe und Betreiberzustimmung zulässig

13.7.3 Dokumentationspflicht

Für GFK-Rohrleitungssysteme sind mindestens folgende Unterlagen bereitzuhalten:

- Auslegungsnachweise gemäß DIN EN ISO 14692
- Werkstoff- und Systemnachweise
- Montage- und Prüfprotokolle
- Freigaben und Abnahmen
- Wartungs- und Prüfberichte
- Entsorgungsnachweise bei Stilllegung

14 Abschluss und Freigabe

Diese Betriebsanleitung wurde gemäß den Anforderungen der **Richtlinie 2014/68/EU (Druckgeräterichtlinie)**, der **Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)**, den relevanten technischen Regelwerken (**EN 13480, AD 2000, TRBS, VDI 2290**), sowie den internen Verfahrensrichtlinien der **InfraServ Gendorf Technik GmbH** erstellt.

Sie dokumentiert den vollständigen Lebenszyklus des Rohrleitungssystems, von Planung und Herstellung über Prüfung, Inbetriebnahme, Betrieb, Wartung und wiederkehrende Prüfung bis hin zur Außerbetriebnahme und Entsorgung – und dient als verbindliche Grundlage für Betrieb und Überwachung.

14.1 Zweck und Gültigkeit

Diese Betriebsanleitung ist:

- Bestandteil der technischen Dokumentation gemäß **Anhang I, Nr. 3.4 der Richtlinie 2014/68/EU**,
- für das jeweilige Rohrleitungssystem **verbindlich gültig**,
- und für alle Personen, die mit **Betrieb, Wartung, Inspektion oder Prüfung** betraut sind, maßgeblich.

Sie gilt bis zur Außerbetriebnahme oder bis zur **Freigabe einer neuen, revidierten Version** durch die QS-Stelle oder den Betreiber.

14.2 Verantwortlichkeiten und Änderungen

- Änderungen an Rohrleitungssystem, Medium, Druck, Temperatur oder Dichtsystem bedürfen einer **schriftlichen Genehmigung des Betreibers / der QS ISGT**.
- Überarbeitungen dieser Betriebsanleitung dürfen nur durch autorisierte Personen erfolgen.

14.3 Archivierung und Aufbewahrung

Alle im Rahmen dieser Betriebsanleitung erstellten **Prüf-, Fertigungs- und Betriebsdokumente** sind:

- für mindestens **10 Jahre** aufzubewahren (§ 17 BetrSichV),
- revisionssicher im zu speichern,
- und auf Anfrage der Behörden oder Überwachungsstellen vorzulegen.

Die Verantwortung für die Dokumentenpflege liegt beim **Betreiber**.

14.4 Sicherheit, Verantwortung und Haftung

Die Sicherheit des Rohrleitungssystems beruht auf:

- der Einhaltung aller Betriebsparameter und Wartungsintervalle,
- der sachgemäßen Bedienung durch qualifiziertes Personal,
- und der lückenlosen Dokumentation aller Prüfungen und Änderungen.

Die **Gesamtverantwortung** für den sicheren Betrieb liegt beim **Betreiber**, die **technische Verantwortung** für Fertigung und Ausführung beim **Fachbetrieb / Hersteller**.

Bei Abweichungen, Manipulationen oder unsachgemäßer Verwendung erlischt die Konformität nach Druckgeräterichtlinie und die Haftung des Herstellers.

14.5 Schlussvermerk

Mit der Unterzeichnung dieser Betriebsanleitung wird bestätigt, dass:

1. das Rohrleitungssystem entsprechend den gültigen Regelwerken gefertigt und geprüft wurde,
2. alle sicherheitsrelevanten Prüfungen erfolgreich abgeschlossen sind,
3. die Dokumentation vollständig und archiviert ist,
4. und das System gemäß BetrSichV § 14 zur Inbetriebnahme freigegeben wurde.

14.6 Ergänzung: Besondere Hinweise, Anhänge und ergänzende Festlegungen für GFK und GFK-Verbundsysteme

Diese Ergänzung beschreibt ergänzende und zusammenfassende Festlegungen für Rohrleitungssysteme aus glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK) und GFK-Verbundsysteme, die nicht einzelnen Prozessschritten zugeordnet sind.

14.6.1 Qualifikation und Fachkunde bei GFK-Arbeiten

Arbeiten an GFK-Rohrleitungssystemen dürfen ausschließlich durch fachkundiges Personal durchgeführt werden.

Die Fachkunde umfasst insbesondere:

- Kenntnisse der werkstoffspezifischen Eigenschaften von GFK
- Vertrautheit mit den Anforderungen der DIN EN ISO 14692
- Kenntnis der herstellereigenen Montage- und Prüfvorgaben
- Erfahrung im Umgang mit GFK-Verbindungstechniken

Der Nachweis der Fachkunde ist auf Verlangen vorzulegen.

14.6.2 Umgang mit Änderungen und Reparaturen

Änderungen oder Reparaturen an GFK-Rohrleitungen sind nur zulässig, wenn:

- eine herstellereigene Freigabe vorliegt
- die Maßnahme nach DIN EN ISO 14692 bewertet wurde
- der Betreiber schriftlich zugestimmt hat

Eigenmächtige Reparaturen oder Änderungen sind unzulässig.

14.6.3 Ersatzteile und Systemtreue

Bei GFK-Rohrleitungssystemen dürfen ausschließlich:

- systemzugehörige Ersatzteile
- vom Hersteller freigegebene Komponenten

verwendet werden.

Der Austausch einzelner Komponenten unterschiedlicher Systeme ist unzulässig, sofern keine ausdrückliche Freigabe vorliegt.

14.6.4 Hinweise zur Lebensdauer und Alterung

Die Lebensdauer von GFK-Rohrleitungen ist abhängig von:

- Betriebsdruck und Betriebstemperatur
- Medium und chemischer Beanspruchung
- UV-Einwirkung
- mechanischer Beanspruchung

Die projektbezogene Auslegungslbensdauer ist gemäß DIN EN ISO 14692 festzulegen und regelmäßig zu überprüfen.

14.6.5 Ergänzende Dokumentation

Für GFK-Rohrleitungssysteme sind ergänzend aufzubewahren:

- Auslegungsannahmen zur Lebensdauer
- Herstellerfreigaben bei Abweichungen
- Dokumentation von Reparaturen oder Änderungen
- besondere Betriebsanweisungen

14.6.6 Normativer Bezug

Alle ergänzenden Festlegungen für GFK-Rohrleitungssysteme basieren auf der **DIN EN ISO 14692** sowie den geltenden gesetzlichen Vorgaben.

14.7 Freigabevermerk

Erstellt:	Geprüft:	Freigegeben
Kalchgruber- Knuth, Ludwig	Geisberger, Josef	Bayerl, Werner

Hinweis zur Verwendung

Diese Betriebsanleitung ist urheberrechtlich geschützt. Vervielfältigungen, Änderungen oder Weitergaben – auch auszugsweise – sind nur mit Zustimmung der **InfraServ Gendorf Technik GmbH, Anlagentechnik / Projekte**, zulässig.

Nur die **freigegebene und unterschriebene Version** gilt als verbindlich. Gedruckte oder elektronische Kopien ohne Freigabevermerk verlieren ihre Gültigkeit.

Ende der Betriebsanleitung

InfraServ Gendorf Technik GmbH – Anlagentechnik / Projekte
Industrieparkstraße 1 · 84508 Burgkirchen a.d.Alz