BVEG

Leitfaden

Für GFK-Feldleitungen zum Transport von Flüssigkeiten

Stand: 01/2020

Bundesverband Erdgas,
Erdöl und Geoenergie e. V.

Inhaltsverzeichnis

		Seite
Vorbemerkung		3
Teil 1:	**Planung, Bau, Betrieb und Überwachung**	4
1.1	Verlegung und Untersuchung vor Inbetriebnahme	4
1.2	Druck- und Temperaturüberwachung	6
1.3	Überwachung während des Betriebes	6
1.4	Wiederkehrende Prüfungen	6
Teil 2:	**Anforderungen an die Beschaffenheit**	8
2.1	Eignungsfeststellung	8
2.2	Qualitätsnachweis	10
	- Ausgangswerkstoffe	10
	- Verbindungen	10
	- Rohre – Scheiteldruckeigenschaften	11
	- Rohrfittings und Rohrformstücke	11
	- Wasserdruckprüfungen	11
	- Bestimmung der Glasübergangstemperatur	11
	- Bestimmung des Glasgehalts	12
2.3	Gütesicherung	12
2.4	Kennzeichnung	13
Abkürzungen		14

Vorbemerkung

Zweck dieses Leitfadens ist die Festlegung von Anforderungen an glasfaserverstärkte Kunststoffrohrleitungen, die i. d. R. als unterirdische Feldleitungen in Erdöl-, Erdgas-, Kavernen- und Tiefspeicherbetrieben zum Transport von Flüssigkeiten verwendet werden. Der BVEG-Leitfaden gilt für Betriebe unter Bergaufsicht (Bergrecht) in Verbindung mit BVOT[1], TRFL und den dort genannten Vorgaben und Hinweisen. Teil 1 beschreibt ergänzende Betriebsvorschriften für GFK-Feldleitungen. In Teil 2 werden ergänzende Beschaffenheitsanforderungen definiert, bei deren Berücksichtigung die Eignung dieses Rohrsystems gemäß § 49 Abs. 1 BVOT unter Berücksichtigung der TRFL Teil 2 „Anforderung an die Beschaffenheit“ nachgewiesen ist. Der Leitfaden ist für Planung, Verlegung und Betrieb von GFK-Feldleitungen von den im BVEG zusammengeschlossenen Unternehmen, in Zusammenarbeit mit TÜV SÜD und TÜV NORD, verabschiedet und herausgegeben worden.

Autoren

An der Erarbeitung dieses Leitfadens waren die nachstehend aufgeführten Personen beteiligt:

Burkhard Grundmeier	BVEG – Bundesverband Erdgas, Erdöl und Geoenergie e.V., Hannover
Achim Dörfler	TÜV SÜD Industrie Service GmbH, München
Dr. Wolfgang Rühl	TÜV NORD EnSys GmbH, Hannover
Achim Dowengerds	Neptune Energy Deutschland GmbH, Lingen

[1] Dieser Leitfaden bezieht sich auf die BVOT Niedersachsen vom 20.09.2006 und kann in anderen Bundesländern sinngemäß angewendet werden.

Teil 1: Planung, Bau, Betrieb und Überwachung

1.1 Verlegung und Untersuchungen vor Inbetriebnahme

Die Überwachung der Rohrverlegung und Untersuchung vor Inbetriebnahme obliegt einem in Hinblick auf GFK-Rohrleitungssysteme qualifizierten Sachverständigen nach § 6 BVOT[1]. Die Rohre sind einer Eingangskontrolle durch einen Sachverständigen mit entsprechender Kunststofferfahrung am Verwendungsort zu unterziehen. Insbesondere sind dabei die Kennzeichnung und die Zuordnung zu den Abnahmeprüfzeugnissen, die vollumfängliche Unversehrtheit sämtlicher Rohrleitungsteile sowie die ausgeführten Wandstärken zu überprüfen. Darüber hinaus ist der Inhalt der mitgelieferten Abnahmeprüfzeugnisse zu verifizieren. Bei Nichtvollständigkeit der Abnahmeprüfzeugnisse gemäß den Erfordernissen dieser Richtlinie oder anderweitigen Unstimmigkeiten ist der anerkannte Sachverständige nach § 6 BVOT ebenfalls mit einzubinden.

Zur Vermeidung von Transportschäden wird empfohlen, die Bauteile originalverpackt bis direkt zum Verwendungsort zu bringen.

Verlegung und Bauüberwachung werden gemäß § 51 BVOT unter Berücksichtigung der TRFL mit dem Anhang III durchgeführt. Insbesondere gelten auch die Verlegerichtlinien des Herstellers und die zutreffenden Teile der KRV-Verlegeanleitung A-984/82-2 des Kunststoffrohrverbandes.

Elastische Biegungen sind im Rahmen der von den Rohrherstellern in den Verlegerichtlinien erlaubten und innerhalb der Eignungsfeststellung gem. § 49 Abs. 1 BVOT bestätigten Grenzen zulässig. Der zulässige minimale elastische Verlegeradius – bezogen auf die Betriebsparameter der Rohrleitung – ist durch den Rohrhersteller anzugeben.

Die Verlegefirma hat vor Bau- und Montagebeginn einen sog. Bauprüffolgeplan vorzulegen. Der Bauprüffolgeplan ist ein Dokument, in welchem die Einhaltung der unter Ziffer 1.1, 2.3 und 2.4 genannten (Qualitäts-) Merkmale bestätigt wird.

Für die Montage der Rohre, Rohrleitungsteile und das Herstellen der Verbindungen ist eine sorgfältige Einweisung des Verlegepersonals durch sachkundige Vertreter des Herstellers oder durch eine Prüfstelle nachzuweisen. Die Verlegerichtlinien des Herstellers, die Schulungsinhalte und -nachweise für das Verlegepersonal sowie der kontinuierlich analog dem Baufortschritt zu erstellende Bauprüffolgeplan sind im Rahmen der Qualitätssicherung durch den Sachverständigen nach § 6 BVOT zu begutachten und zu bewerten.

Für das Herstellen von Verbindungen bei Rohrleitungsteilen sind ausschließlich die vom Hersteller zugelassenen Werkzeuge und Montagehilfsmittel etc. zu verwenden.

Ggf. notwendige Reparaturen dürfen nur von qualifiziertem Fachpersonal mit entsprechenden Nachweisen (z.B. Laminierer-/Kleberprüfung nach DVS 2220 od. mind. gleichwertig) und nach entsprechender Verlegerichtlinie des Herstellers durchgeführt werden.

Ein Überlaminieren ist nur nach Abstimmung mit dem Hersteller bzw. der anerkannten Prüfstelle sowie in Ausnahmefällen zulässig.

Es ist eine Bauprüfung in Anlehnung an TRFL Anhang II unter Berücksichtigung des Anhanges III der TRFL durchzuführen.

Die ordnungsgemäße Verlegung bzw. Montage ist durch einen Sachverständigen nach § 6 BVOT überwachen zu lassen. Dazu ist neben visuellen Kontrollen, Maßprüfungen etc. (durch die anerkannte Prüfstelle) in Abhängigkeit vom Verbindungssystem insbesondere die Art- und Weise der Ausführung von Klebeverbindungen (Überprüfung der Aushärtung etc.), Gewindeverbindungen („Stand-Off“ etc.) sowie weitere die spätere Qualität der Rohrleitung beeinflussende Faktoren während des Einbaus durch entsprechende Prüfungen zu überwachen und zu dokumentieren.

Details zur Montage der Rohrleitung sind in einem Rohrbuch gemäß § 55 BVOT zu dokumentieren.

Die Durchführung der Druckprüfung (Prüfdruck, Prüfabschnitte, Druckbeaufschlagung etc.) ist zu Beginn der Baumaßnahme mit dem Sachverständigen abzustimmen.

Vor dem Verfüllen wird der jeweilige Leitungsabschnitt in Form einer Sichtprüfung auf Festigkeit und Dichtheit (im Sinne des VdTÜV Merkblatt 1051 bzw. DVGW 496) unterzogen. Zur besseren Erkennbarkeit ist das Wasser mit einem Farbstoff zu versehen.

Die Wasserdruckprüfung erfolgt bei Umgebungstemperatur mit mindestens dem 1,3-fachen Auslegungsdruck (DP) gem. Zuordnungstabelle (siehe Anlagen).

Zur Durchführung der abschließenden Druckprüfung (im Sinne des VdTÜV Merkblatt 1051 bzw. DVGW 469) sind vom Rohrhersteller die mechanischen Kennwerte (E-Modul in tangentialer Richtung, Querkontraktionszahl) im Abnahmeprüfzeugnis aufzuführen.

Vorgaben des Rohrherstellers zur Durchführung der Druckprüfung müssen berücksichtigt werden. Die Druckbeaufschlagung soll schrittweise mit angemessenen Zeiten zur Druckstabilisierung erfolgen.

Höhenunterschiede sind zu berücksichtigen.

Schwelldruckprüfungen und Stresstests sind nicht zulässig.

1.2 Druck- und Temperaturüberwachung

Durch geeignete Einrichtungen ist sicherzustellen, dass während des Förderbetriebes und in Pausen unzulässige Drücke und Temperaturen nicht auftreten können.

1.3 Überwachung während des Betriebes

Die Überwachung der Leitung bzw. der Leitungstrasse wird in die betriebliche Feldüberwachung einbezogen und regelt sich nach BVOT §§ 10, 5 und Anlage BVOT, nach dem Betriebsplan und sofern erforderlich einer vorhandenen wasserrechtlichen Genehmigung.

1.4 Wiederkehrende Prüfungen

1.4.1 Dichtheitsprüfungen

Die Zeitabstände für die wiederkehrenden Dichtheitsprüfungen regeln sich nach den BVEG-Grundsätzen für wiederkehrende Prüfungen an Feldleitungen in der jeweils geltenden Fassung unter Berücksichtigung der Gefährdungsbeurteilung gem. ABBergV, der Festlegung des Sachverständigen und des Betriebsplanes. Hierbei kommen Verfahren, wie die Überprüfung der Leitungstrasse mit einem Gasspürgerät, die Druckprüfung, die Untersuchung mit einem Lecksuchgerät, die sicherheitstechnische Beurteilung des Leitungszustandes, Verfahren zum Feststellen austretender Stoffe gemäß TRFL Anhang VIII sowie geeignete andere Methoden zur Anwendung.

Diese wiederkehrenden Prüfungen der für die Sicherheit wesentlichen Einrichtungen richten sich nach § 5 BVOT.

Der Nachweis der Beständigkeit der Rohrleitungsbauteile gegenüber den zu erwartenden mechanischen, thermischen und chemischen Beanspruchungen erfolgt im Rahmen der Eignungsfeststellung gem. Ziffer 2.1.

GFK-Rohrleitungen (im wesentlichen EP-GF) sind aufgrund des verwendeten Materials resistent sowohl gegen Außen- als auch Innenkorrosion für die unter 2.1 aufgeführten Medien, so dass entsprechende Schutzmaßnahmen im Regelfall nicht erforderlich sind.

1.4.2 Permeation

GFK-Feldleitungen gelten nach einer Studie von TÜV NORD an betriebenen GFK-Rohrleitungen in Erdöl- und Erdgasfeldern[1] für einen bestimmungsgemäßen Einsatz zum Transport von Lagerstättenwasser und anderen gefährlichen Stoffen in Erdöl-, Erdgas- und Untergrundspeicherbetrieben bei maximal 65°C über mindestens 50 Jahre als permeationsdicht, wenn folgende Eigenschaften im Rahmen der Eignungsfeststellung gem. Ziffer 2.1 dokumentiert wurden:

- Sie wurden aus Epoxid- oder Vinylesterharz hergestellt.
- Der Glasfaseranteil beträgt mind. 65 Masse-%.
- Die Glasübergangstemperatur wurde mit mind. 105°C festgestellt.

Der Nachweis der Permeationsdichtheit der Rohrleitungsbauteile gegenüber den zu erwartenden Medien erfolgt im Rahmen der Eignungsfeststellung gem. Ziffer 2.1.

Nach 50 Jahren Betrieb (bzw. mit Erreichen der maximal genehmigten Betriebsdauer) ist erneut der Nachweis der Permeationsdichtheit zu erbringen. Nach derzeitigem Stand der Technik kann dies erfolgen durch:

- indirektem Eignungsnachweis über Boden- und Wasseranalysen (wiederkehrend im 4-Jahres-Turnus) oder
- direktem Eignungsnachweis über schichtweise Materialuntersuchungen (wiederkehrend im 10-Jahres-Turnus bzw. nach Maßgabe des Sachverständigen) oder
- Prognose nach Janssen[2] zur Permeation von leichtflüchtigen Kohlenwasserstoffen unter Berücksichtigung der Wandstärke und der Temperatur und ggf. auf der Grundlage von Ergebnissen direkter Eignungsnachweise an baugleichen Leitungen unter vergleichbaren Betriebsbedingungen

Die mechanische Integrität ist nach max. 50 Jahren (entsprechend Zuordnungstabellen) ebenfalls zu betrachten und die maximale Betriebsdauer entsprechend zu verlängern. Dazu können statische Regressionskurven ausgewertet werden.

---

[1] TÜV NORD Systems GmbH & Co. KG, Genereller Eignungsnachweis bezüglich Permeationsdichtheit für Feldleitungen aus GFK, Az.: 1126201600612 – M.HES.19.003.99 vom 21.12.2016

[2] TÜV NORD EnSys Hannover GmbH & Co. KG
Eignungsnachweis für Feldleitungen aus GFK mittels Janssen-Prognose - Anwendbarkeit des Prognoseverfahrens zur Ermittlung der Durchtrittszeit von leichtflüchtigen aromatischen Kohlenwasserstoffen auf GFK-Rohre aus Epoxidharz (GRE-Rohre), gehärtet mit Aminen oder Anhydrid als Eignungsnachweis gemäß Nr. 3. der 3. Anordnung des LBEG vom 21.12.2012,
ETE - Dr. Rühl vom 18.02.2015

Teil 2: Anforderungen an die Beschaffenheit

2.1 Eignungsfeststellung

Verbundwerkstoffe aus Glasfaser und Harz (im wesentlichen EP-GF) können für den Transport von Nassöl, Lagerstättenwasser, Kondensat und anderen wassergefährdenden Stoffen in Erdöl-, Erdgas-, Kavernen- und Tiefspeicherbetrieben eingesetzt werden, wenn die Eignung von Rohrtyp und Verbindungsart gemäß § 49 BV0T nachgewiesen wird. Der Einsatz von GFK-Rohrsystemen erfolgte auch in der Vergangenheit auf der Basis der Vorläufer dieses Leitfadens und hat seine Bewährung in bis zu 50-jährigem Einsatz bestätigt.

Der Eignungsnachweis erfolgt durch eine Eignungsuntersuchung einer von der Bergbehörde anerkannten Prüfstelle. Diese Stelle legt Art und Umfang der erstmaligen und auch wiederkehrenden Qualitätsprüfungen gemeinsam mit den Herstellern fest.

Als Grundlage für die Beurteilung der Eignung des Rohrsystems gelten die anwendbaren Regelwerke im wesentlichen API 15 HR bzw. 15 LR einschließlich der dort aufgeführten Referenzen, sowie z. B. ISO 14692 soweit sie für den Anwendungszweck und das gewählte Rohrsystem geeignet sind. Darüber hinaus sind die technischen Daten mit Fertigungs- und Prüfvorschriften des Herstellers für seine Produkte heranzuziehen.

Im Rahmen der Eignungsuntersuchung werden die Rohrsysteme aus der laufenden Fertigung Zeitstand-Innendruckversuchen gemäß ASTM D 2992, Methode B unterworfen, wobei die Eignung der Rohre einschließlich der Verbindungen durch einen Zeitstand-Innendruckversuch unter biaxialem Spannungszustand und statischem Prüfdruck bei einer Mindestprüftemperatur von 65°C (bzw. 93,3° C) mit mindestens 18 Versagenspunkten entsprechend der Verteilung nach o.g. Norm nachzuweisen ist. Hierbei müssen die Rohre bei Extrapolation auf eine geplante Einsatzdauer von mindestens 20 Jahren eine Mindestsicherheit von 2,0 gegenüber dem höchstzulässigen Betriebsdruck aufweisen, wobei die höchstzulässige Temperatur zu berücksichtigen ist.

Für die Materialfestigkeit sind die 95 %-LCL-Werte gemäß der ASTM-2992 Prüfmethode in der jeweiligen Fassung zu verwenden.

Damit erfolgt die Festlegung des zulässigen Betriebsdruckes P_r für die Rohrleitung gemäß API 15 HR / LR, Gleichung 2, wobei als Service(design)-Faktor S_f = 0,5 für die Eignungsprüfungen der LCL-Wert S_s zu multiplizieren ist. Die Fittings haben die in API 15 LR / HR beschriebenen Testbedingungen zu erfüllen.

Die Hersteller dokumentieren die Ergebnisse dieser Prüfungen in einer durch die anerkannte Prüfstelle zusammen mit dem Hersteller erstellten Zuordnungstabelle mit mindestens Angaben zu Rohrtyp, Fittings, Verbindungssystem, geometrischen Daten, tragender Minimumwandstärke und maximal zulässigem Betriebsdruck bzw. Betriebsspannung bei 65° C (bzw. 93,3° C) und

20-jähriger Einsatzdauer bei 2-facher Restsicherheit am Ende der theoretischen Einsatzdauer. Zusätzlich ist ein auf 50-jährige Einsatzdauer zu extrapolierender Betriebsdruck bzw. Betriebsspannung anzugeben, wobei ebenfalls als Service(design)-Faktor S_f = 0,5 für die Eignungsprüfungen der LCL-Wert S_s zu multiplizieren ist.

Soweit die Eignung zusätzlich bei höheren Einsatztemperaturen nachgewiesen wurde, ist eine lineare Interpolation zwischen diesen und dem 65° C-Betriebsdruckwert erlaubt. Eine Extrapolation ist nicht gestattet.

Eine Unterschreitung der Rohr-Gesamtwanddicke von 4,0 mm ist für Nennweiten größer 2“ generell unzulässig. Eine minimale tragende Rohrwanddicke von 3,0 mm ist nur für Nennweiten kleiner/gleich 2“ für entsprechend nachgewiesene Druckstufen zulässig. Sofern Liner und Topcoat auch aus glasfaserverstärktem Harz bestehen (mind. 50 % Glasanteil), können diese bei der Mindestwandstärke berücksichtigt werden. Diese Vorgaben beruhen auf allgemeinen Anforderungen an die Stabilität, unabhängig von der Auslegung gegen Innendruck oder äußere Beanspruchung.

Die Zuordnungstabelle ist durch die von der Bergbehörde anerkannte Prüfstelle in 3-jährigem Intervall zu aktualisieren und durch Stempel, Ausgabedatum sowie Unterschrift zu bestätigen.

Soweit noch keine Zeitstand- bzw. Lebensdaueruntersuchungen vorliegen, können Rohrsysteme im Ausnahmefall auch dann eingesetzt werden, wenn sie eine mindestens 4-fache Anfangssicherheit im Kurzzeitberstversuch bei Raumtemperatur aufweisen und wenn ein Regressionstrend mit mindestens 6 Proben über ca. 4000 Stunden bei einer Extrapolation der Zeitstandsfestigkeit auf 20 Jahre mindestens auf den gleichen 95 %-LCL-Festigkeitswert der vergleichbaren getesteten Rohrsysteme hinweist. Für die Durchführung der Zeitstandsuntersuchungen wird ASTM D 2992 Methode B bzw. für die Kurzzeitberstversuche ASTM D 1599 zugrunde gelegt.

Ein Ausnahmefall im Sinne des Leitfadens liegt nur dann vor, wenn von einem Rohrhersteller bereits in der Vergangenheit vergleichbare Rohrsysteme getestet worden sind und gemäß diesem Leitfaden bzw. ihrer Vorläufer-Richtlinie die Eignung festgestellt wurde, jetzt aber zwei nach oben abweichende Durchmesser- und/oder PSI-Druckstufen sowie ggf. andersartige Verbindungen eingesetzt werden sollen. Dies ist ebenfalls durch die von der Bergbehörde anerkannte Prüfstelle durch Stempel, Ausgabedatum sowie Unterschrift in der entsprechenden Zuordnungstabelle zu bestätigen.

Von den Langzeituntersuchungen und den anderen klassifizierenden Prüfungen eines Rohrsystems (z.B. 1000-h Zeitstand-Innendruckversuch nach ISO 14692 in Kombination mit Regressionslinie nach ASTM D 2992) abgeleitet, können zudem im Ermessen der Prüfstelle Analogieschlüsse für abweichende Nennweiten und Druckstufen gezogen werden.

Folgende Kriterien sind hierbei u.a. zu berücksichtigen und seitens der anerkannten Prüfstelle jeweils festzulegen:

- gleiche Sicherheiten gegen Nenndruck beim Kurzzeitberstversuch nach ASTM D 1599,
- gleiche Verarbeitungsparameter beim Hersteller,
- gleiche Grundwerkstoffe,
- geometrisch vergleichbarer Materialaufbau,
- gleiche Werkstoffkennwerte,
- gleiches Verbindungssystem.

2.2 Qualitätsnachweis

Die Einhaltung der Anforderungen an die Qualitätssicherung sind gemäß der API 15 HR Abschnitt 7, bzw. API 15 LR Abschnitte 6 u. 7 nachzuweisen.

Die im Rahmen der Eignungsfeststellung durch die von der Bergbehörde anerkannten Prüfstelle darüber hinaus ggf. festgelegten Anforderungen/Nachweise sind zu bestätigen (Nachweis der Maße, Ausgangswerkstoffe etc.).

Die zur Qualitätssicherung verwendeten Prüfmethoden sollen den in der Eignungsprüfung festgelegten Verfahren entsprechen.

Der beim Hersteller ausgeführte Qualitätssicherungsumfang ist von der anerkannten Prüfstelle zu bestätigen.

Ausgangswerkstoffe

Die eingesetzten Ausgangswerkstoffe/Rohstoffe, wie Verstärkungsmaterialien/Glas, Harz, Reaktionsmittel, Klebstoffe etc., müssen den Anforderungen des Kapitels 2.1 (Eignungsfeststellung) entsprechen. Die eingesetzten Rohstoffe sind für die jeweils gefertigten Rohrleitungsteile durch Abnahmeprüfzeugnisse 3.1 nach DIN EN 10204 nachzuweisen.

Verbindungen

Abweichend von der TRFL können lösbare Verbindungen eingesetzt werden, wenn eine gleichwertige Sicherheit durch eine anerkannte Prüfstelle nachgewiesen wird.

Für die Verbindungsarten (z.B. Gewindeverbinder nach API 15 HR/LR-API Gewinde, API Standard 5 B, Klebeverbindung konisch / zylindrisch bzw. konisch / konisch, Steckmuffe) sind jeweils weitere Details für den Qualitätsnachweis durch die anerkannte Prüfstelle in Abstimmung mit dem Hersteller – sofern erforderlich – festzulegen und zu dokumentieren. Es dürfen ausschließlich zugfeste Verbindungen zum Einsatz kommen. Für den dauerhaften Einsatz von Verbindungen sind Dichtmittel, Kleber usw. gem. Rohrherstellerempfehlung zu verwenden. Sollten härtende

Gewinde-Dichtmittel zum Einsatz gelangen, sind diese von der anerkannten Prüfstelle zu bewerten und frei zu geben.

Rohre – Scheiteldruckeigenschaften

Bei für die Erdverlegung vorgesehenen Rohren mit Nennweite DN > 200 sind die Kurzzeit- bzw. Langzeit-Scheiteldruckeigenschaften nach DIN EN 1228 (spez. Anfangs-Ringsteifigkeit), DIN EN 1226 (Anfangs-Ringverformbarkeit) sowie DIN EN ISO 10468 (spez. Langzeit-Ringsteifigkeit u. Kriechfaktor) zu prüfen. Der Umfang und die Prüfhäufigkeit sind durch die Prüfstelle in Abstimmung mit dem Hersteller festzulegen und zu dokumentieren.

Anmerkung

Sofern im Rahmen einer ggf. erforderlichen statischen Nachweisführung für erdverlegte Rohre z. B. Merkblatt AWWA M-45 sinngemäß angewendet wird, können diese Kennwerte für die Beurteilung herangezogen werden.

Es ist bei der Erdverlegung nur qualifiziertes Verfüllmaterial mit Partikelgrößen gemäß Herstellervorschrift in der Rohrzone zulässig.

Rohrfittings und Rohrformstücke

Formstücke unterliegen als Bestandteil des Rohrsystems den gleichen Qualitätsanforderungen. Soweit nicht durch die entsprechende Qualitätsnachweise gemäß API 15 HR Ziffer 5.1.2, bzw. API 15 LR Ziffer 5.6 u. 5.7 die mindestens gleich hohen LCL-Werte wie für die zugeordneten Rohre nachgewiesen und durch die anerkannte Prüfstelle anerkannt werden können, ist generell eine um eine Druckstufe höhere Rohrklasse zu verwenden.

Wasserdruckprüfung

Auf die in API 15 LR / HR geforderten Wasserdruckprüfungen an Rohrleitungsteilen im Werk, kann abweichend von der TRFL verzichtet werden, wenn eine Sichtdruckprüfung im offenen Rohrgraben und zusätzlich eine Druckprüfung (z.B. im Sinne der VdTÜV 1051, angepasst auf GFK) nach Verfüllung des Rohrgrabens bei der Verlegung durchgeführt wird. In diesem Fall ist eine Wasserdruckprüfung im Werk an 5 % der Rohre und 5 % der Formstücke in bei nicht lösbaren Verbindungen mit einem 1,5-fachen Nenndruck (= max. Betriebsdruck) und einer Mindesthaltezeit von 120 s ausreichend.

Sofern die Art und Weise der Herstellung der Rohrleitungsteile eine 100 % - Wasserdruckprüfung im Herstellwerk mit vertretbarem Aufwand gemäß API 15HR/LR erlaubt, ist diese vorzuziehen.

Bestimmung der Glasübergangstemperatur

Die Messung wird mit Hilfe der Differential-Scanning-Calorimetrie - Analyse (DSC) durchgeführt (ISO 11357 etc.).

Die Mindestanforderungen an die Glasübergangstemperaturen für Harze und Klebstoffe sowie die Prüfhäufigkeit werden durch die anerkannte Prüfstelle zusammen mit dem Hersteller im Rahmen der Eignungsfeststellung, bezogen auf das jeweils eingesetzte Harz-/Härtungssystem, festgelegt.

Bestimmung des Glasgehalts

Die Bestimmung des Glasgehalts wird mit Hilfe der Veraschungsmethode durchgeführt (ISO 1172 etc.).

Die Mindestanforderungen an den Glasgehalt für Rohre und Rohrfittings sowie die Prüfhäufigkeit werden durch die anerkannte Prüfstelle zusammen mit dem Hersteller im Rahmen der Eignungsfeststellung, bezogen auf das jeweils eingesetzte Rohrsystem, festgelegt.

2.3 Gütesicherung

Die nach den Anforderungen unter Punkt 2.2 vorzunehmenden Prüfungen im Rahmen der Fertigung der Rohre bzw. Rohrleitungsteile sind durch Abnahmeprüfzeugnisse 3.2 nach DIN EN 10204 nachzuweisen. Ein Abnahmeprüfzeugnis 3.1 reicht aus (ausgenommen: Gebiete mit erhöhtem Schutzbedürfnis), wenn der Hersteller mit einer bergbehördlich anerkannten Prüfstelle einen Überwachungsvertrag abgeschlossen hat. Im Rahmen dieser Überwachung ist die Herstellung der Produkte regelmäßig, alle zwei Jahre im Herstellwerk vor Ort zu auditieren, bei gleichbleibenden Produktionsbedingungen kann in Abstimmung mit einer anerkannten Prüfstelle auf 4 Jahre ausgedehnt werden. Bei einer signifikanten Änderung des Produktions-, oder Prüfprozesses durch den Hersteller ist eine Auditierung vor Ort kurzfristig durchzuführen.

Ferner ist die Fertigungsgüte anhand von Bauteilen aus der laufenden Fertigung mindestens im dreijährigen Intervall von der anerkannten Prüfstelle zu kontrollieren. Die Details der Bauteil- und Materialprüfung sind mit der anerkannten Prüfstelle abzustimmen.

Im Rahmen der Fertigung des Rohrsystems nach diesem Leitfaden hat der Hersteller ein Inspektions- und Test-Programm (ITP) schriftlich festzulegen und die Inhalte mit der anerkannten Prüfstelle im Vorfeld abzustimmen. Inhalt dieses ITP sind auch die ordnungsgemäße Transportverpackung sowie Auf- und Abladevorschriften.

Das ITP-Protokoll ist in Form eines Abnahmeprüfzeugnisses der Auslieferung des Produktes beizufügen.

2.4 Kennzeichnung

Rohre, Fittings und Formstücke müssen dauerhaft und lesbar mit untenstehenden Parametern gekennzeichnet sein. Bei umhüllten Rohren bzw. Rohrleitungsteilen ist eine eindeutige Zuordnung des jeweiligen Bauteils zu diesen Parametern zu gewährleisten:

- Herstellerzeichen
- Werkstoff (Typenbezeichnung, z.B. EP-GF)
- Kennzahl f. d. Rohrleitungsteil, z.B. Maschinen- und Seriennummer
- Herstellungsmonat und -jahr
- Nenndurchmesser und Nenndruckstufe

Abkürzungen

ABBergV: Bergverordnung für alle bergbaulichen Bereiche

ASTM: American Society for Testing Materials

ASTM-D1599: Standard Test Method for resistance to Short-Time Hydraulic Pressure of Plastic Pipe, Tubing and Fitting, 2018

ASTM-D2992: American Society for Testing Materials, Standard Practice for obtaining Hydrostatic or Pressure Design Basis for "Fiberglass" (Glass-Fiber-Reinforced Thermosetting-Resin) Pipe and Fittings, 2018

ASTM-D3567: Standard Practice for Determining Dimensions of "Fiberglass" (Glass-Fiber-Reinforced Thermosetting Resing Pipe and Fittings, 2017

AVVVVA-M45: American Water Works Association, Fiberglass Pipe Design

BVOT: Tiefbohrverordnung

DIN EN 10204: Metallische Erzeugnisse-Arten von Prüfbescheinigungen, 2018

DIN EN 10468: Ermittlung der spezifischen Langzeit-Ring'steifigkeit unter Feuchteeinfluss und Berechnung des Kriechfaktors in Feuchte, 2018

DIN EN 1226: Verfahren zur Überprüfung der Anfangs-Ringverformbarkeit, 2008

DIN EN 1228: Ermittlung der spezifischen Anfangs-Ringsteifigkeit, 2008

DIN EN: Deutsches Institut für Normung — Europäische Norm

DSC: Differential-Scanning-Calorimetrie

DVGW-496: Deutsche Verein des Gas- und Wasserfaches, Rohrleitungen in Verdichter- und Expansionsanlagen, 2015

DVS-2220: Prüfung von Kunststofflaminieren und —kleben, 2011

EP-GF: Glasfaserverstärktem Kunststoff Rohrleitungen auf Epoxidharzbasis

GFK: Glasfaserverstärkte Kunststoffrohrleitungen

ISO 14692: Petroleum and natural gas industries — Glass reinforced plastics (GRP) piping Part 1 Vocabulary, symbols, applications and materials, 2017

ISO: International Organization for Standardization

ITP: Inspektions- und Test Programm

KRV-Verlege Anleitung: Kunststoffrohrverband-Verlege Anleitung

LCL: Lower Confidence Limit

PSI-Druckstufen: Pound per Square lnch-Druckstufen (14,5 PSI=1 bar)

TRFL: Technische Regeln für Rohrfernleitungen

VdTÜV-Merkblatt 1051: Wasserdruckprüfung von erdverlegten Rohrleitungen nach dem Druck-Temperatur-Messverfahren (D-T-Verfahren); Rohrleitungen 1051

Anlagen

Zuordnungstabellen der Hersteller, testiert von der anerkannten Prüfstelle.