

| | |
|--|-----------|
| I ZTV | |
| Vorwort zum IKT-Sonderdruck 2012 | 3 |
| Vorwort zur 2. Auflage der ZTV | 5 |
| 1. Allgemeines | 6 |
| 1.1 Anwendungsbereich | 6 |
| 1.2 Begriffsdefinitionen | 6 |
| 1.3 Vertragsgrundlagen | 6 |
| 1.4 Fachkunde des Labors | 6 |
| 1.5 Beauftragung Dritter | 6 |
| 1.6 Verbleib der Probestücke, Rückforderung | 7 |
| 1.7 Übergabe und Darstellung der Prüfergebnisse | 7 |
| 2. Probenbegleitschein | 8 |
| 3. Materialprüfungen | 8 |
| 3.1 Dreipunkt - Biegeversuch | 8 |
| 3.2 Scheiteldruckversuch | 11 |
| 3.3 24h - Kriechneigung | 12 |
| 3.4 Bestimmung des Reststyrolgehaltes | 13 |
| 3.5 DDK – Dynamische Differenz Kalorimetrie (DSC-Analyse) | 14 |
| 3.6 Spektralanalyse | 14 |
| 3.7 Bestimmung von Füllstoff- und Glasgehalt | 15 |
| 3.8 Dichtheitsprüfung der Materialprobe des Liners | 16 |
| 4. Prüfergebnisse | 17 |
| Anhang 1 | 18 |
| Anhang 2 | 19 |
| Anhang 3 | 20 |
| 5. Normen | 21 |
| II Bauaufsichtlich zugelassene Schlauchlinungsverfahren | 22 |
| III IKT-Fördervereine | 27 |
| IV Formulare - Kopiervorlagen | 40 |

Vorwort zum IKT-Sonderdruck 2012

Schlauchliner erhalten im Gegensatz zu werkseitig produzierten Rohren erst bei der Aushärtung auf der Baustelle ihre endgültigen geometrischen sowie mechanischen Eigenschaften. Die Qualität der Ausführung ist entscheidend für die Beschaffenheit des Endprodukts. Der Abnahme und Qualitätssicherung des fertigen Produkts kommt daher eine besondere Bedeutung zu. Sie erfolgt unmittelbar nach Einbau (Bauabnahme) und umfasst in der Regel drei Stufen:

- die optische Zustandserfassung durch TV-Inspektion oder Begehung,
- die Dichtheitsprüfung am Rohrstrang,
- die labortechnische Prüfung an vor Ort gewonnenen Schlauchlinerproben als spezielle Abnahmeprüfung für diese Sanierungstechnik.

Da eine TV-Inspektion allein keine sichere Aussage über die Standsicherheit, Funktionsfähigkeit, Dichtheit und Dauerhaftigkeit des Schlauchliners ermöglicht und die Dichtheitsprüfung am Rohrstrang durch innere und äußere Folien beeinflusst wird, ist die Materialprüfung an vor Ort entnommenen Probestücken ein zentrales Element der Qualitätssicherung beim Schlauchlining.

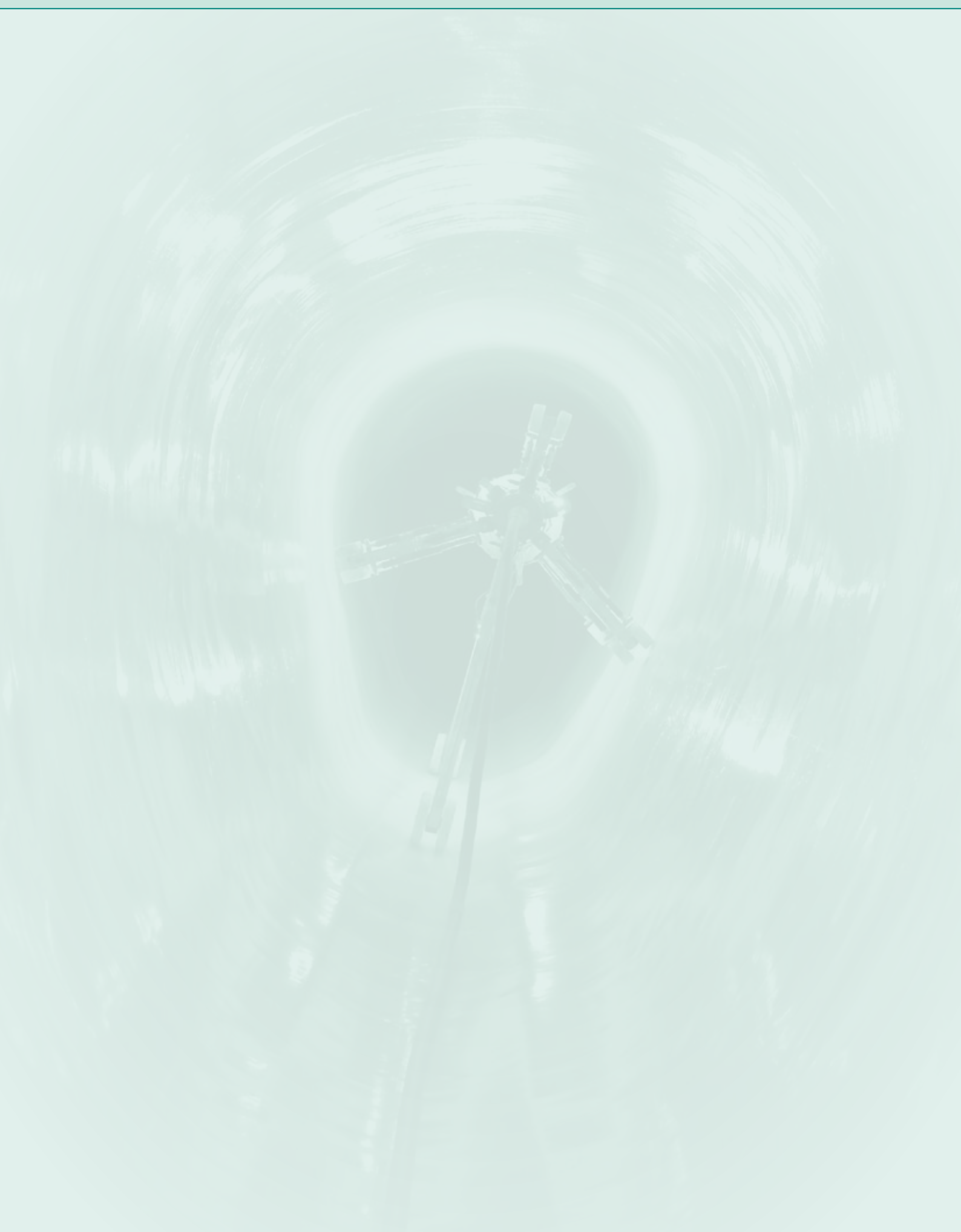
Die Materialprüfungen liefern zuverlässige Informationen über die mechanischen Kennwerte, die Dichtheit und das Langzeitverhalten der Schlauchliner. Denn durch Vergleich der Prüfergebnisse von Baustellenproben mit den Soll-Werten aus Zulassungen, statischen Berechnungen und den konkreten Qualitätsanforderungen der Einzelmaßnahme kann die Qualität der Sanierungsleistung nachvollziehbar beurteilt werden.

Um den Besonderheiten des Schlauchliningverfahrens auch bei der Ausschreibung von Sanierungsmaßnahmen gerecht zu werden, hat die Arbeitsgruppe süddeutscher Kommunen zusammen mit dem Rohrleitungssanierungsverband RSV zunächst das Anforderungsprofil für die Ausschreibung vor Ort härtenden Schlauchlinings entwickelt, das sich als verlässliche Vertragsgrundlage zwischen Bauherren und ausführenden Sanierungsfirmen bewährt hat und heute in wesentlichen Teilen in das DWA Merkblatt 144-3 und die DIN 18326 (VOB/C) eingeflossen ist. In der Folge kam den Ergebnissen der Material-

prüfung an vor Ort entnommenen Proben aus Schlauchlinern eine wachsende Bedeutung zu. Es zeigte sich, dass auch Vertragsverhältnisse zwischen Bauherren und Prüfinstitut geregelt und Details zu den einzelnen Prüfverfahren festgeschrieben werden mussten, um zuverlässige und aussagekräftige Ergebnisse aus Schlauchlinerprüfungen zu erhalten.

Als Ergebnis der Zusammenarbeit von Netzbetreibern, Prüfinstituten und RSV liegen bereits seit 2009 die Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen (ZTV) für die Materialprüfung an Probestücken vor Ort härtender Schlauchliner vor, deren Anforderungen an die Prüfverfahren zukünftig auch im neuen DWA Arbeitsblatt 143-3 enthalten sein werden.

Mit diesem IKT-Sonderdruck 2012 stellt das IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur gemeinnützige GmbH allen interessierten Netzbetreibern, Ingenieurbüros und Sanierungsfirmen bereits in der dritten Auflage diese „ZTV – Materialprüfung“ kostenlos zur Verfügung. Die Normenbezüge dieser Ausgabe sind aktualisiert, so dass Verweise auf die DIN EN 13566-4 (Juni 2011 zurückgezogen) mit Blick auf die DIN EN ISO 11296-4 ersetzt worden sind. Ebenso wurde die tabellarische Übersicht über die Allgemeinen Bauaufsichtlichen Zulassungen des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) für Schlauchliningverfahren in Zusammenarbeit mit dem Referat III 54 (Abwassertechnik) des DIBt überarbeitet.



Vorwort zur 2. Auflage der ZTV

Nach der Diskussion um die Anforderungsprofile für die Ausschreibung vor Ort härtender Schlauchliningsysteme fokussierte sich die Branche auf die labortechnische Prüfung dieser Materialien. Die in den Diskussionen an den Tag getretenen Aussagen alarmieren umso mehr, wenn man sich vor Augen führt, dass eben die Ergebnisse der Materialprüfung über Wohl und Wehe in der Beurteilung der durchgeführten Kanalsanierung entscheiden. Es geht letztlich um eine verbindliche und belastbare Qualitätsfeststellung, die Grundlage für die Vergütung der Leistung ist.

In den am Markt befindlichen Vertragsbedingungen zwischen Bauherrn und ausführender Firma sind für die Beurteilung der Leistung sehr enge Toleranzen vorgegeben.

Aus diesem Grund haben

- die Arbeitsgruppe süddeutscher Kommunen,
- der Rohrleitungssanierungsverband RSV e.V.,
- die Hamburger Stadtentwässerung

und die Prüfinstitute

- F+E, Fürth
- IKT, Gelsenkirchen
- Dr. Sebastian, St. Wendel
- Siebert, Oststeinbek / Hamburg
- SKZ, Würzburg

die geltenden Normen auf Fehlstellen und Interpretationsspielräume durchleuchtet. Es wurde sehr schnell klar, dass es nötig ist, das Vertragsverhältnis zwischen dem Bauherrn als Auftraggeber der Laborprüfung und dem Prüfinstitut schriftlich und konkret zu regeln. Nur durch diese Festschreibung und der darin enthaltenen Konkretisierung jedes einzelnen Versuches ist sichergestellt, dass

- die Prüfabläufe in jedem Prüfinstitut annähernd gleich sind,
- die Ergebnisse vergleichbar sind,
- der Bauherr und die ausführende Firma in ihrem Vertragsverhältnis sicher sein können,

- die Besonderheiten des Probestücks gleichartig Berücksichtigung finden und
- letztendlich herausgefunden werden kann, welche Streuung der Ergebnisse aus dem Verbundmaterial selbst resultiert.

Das Endergebnis der Zusammenarbeit liegt nun in Form von zusätzlichen technischen Vertragsbedingungen (ZTV) in der zweiten Auflage vor.

Zusätzlich zu den einzelnen Materialprüfungen wurden allgemeine Vertragsinhalte, ein Probenbegleitschein und eine standardisierte Ergebnisdarstellung erarbeitet. Im Anhang 3 zeigt ein Ablaufdiagramm die Notwendigkeit der einzelnen Materialprüfungen.

Stand: 2. Auflage, 29. Juni 2009

1. Allgemeines

1.1 Anwendungsbereich

Zweck dieser ZTV ist es, mögliche Interpretationen der allgemein gültigen Normung für die Materialprüfung an vor Ort härtenden Schlauchlinern zu beheben. Hierfür werden der Versuchsaufbau, die Anforderungen an das Probestück und die Anforderungen an die Versuchsdurchführung für die jeweilige Materialprüfung für jedes Prüflabor verbindlich dargestellt. So ist dem Auftraggeber und dem ausführenden Unternehmen die Vergleichbarkeit der Materialprüfungsergebnisse in den jeweiligen noch verbleibenden Versuchstoleranzen gewährleistet.

1.2 Begriffsdefinitionen

| | |
|-------------------|--|
| Auftraggeber | Der Bauherr und gleichzeitig Auftraggeber des Prüflabors |
| Auftragnehmer | Das Prüflabor |
| Ausführende Firma | Die mit dem Einbau des Schlauchliners beauftragte Firma |

1.3 Vertragsgrundlagen

Dem Prüflabor wird durch den Auftraggeber eine Materialprobe des eingebauten Schlauchliners zugesandt. Dieser Materialprobe liegt ein Auftragsschreiben und der ausgefüllte Probenbegleitschein (siehe Punkt 2 und Anhang 1) bei. Für die Laborprüfungen an diesem Material und als Ergänzung zum Auftrag gelten die in dieser ZTV dargestellten Kriterien.

Bei einer Vorinformation von mehr als 5 Werktagen sind die Versuche 3-Punkt-Biegeversuch oder Scheiteldruckversuch und Dichtheit innerhalb von 2 Werktagen durchzuführen und die Ergebnisse an den Bauherrn zu übermitteln. Die Kriechneigung ist 4 Wochen nach Härtung des Schlauchliners zu ermitteln. Alle anderen Prüfungen sind innerhalb von 10 Werktagen zu realisieren.

Die Ergebnisse sind: (vom Auftraggeber auszufüllen)

- an ausführende Firma und Auftraggeber gleichzeitig zu übergeben.
- lediglich an den Auftraggeber zu übergeben.

Die Ergebnisse der Materialprüfung sind Eigentum des Auftraggebers. Eine Verwertung der Ergebnisse bedarf der Zustimmung des Auftraggebers.

1.4 Fachkunde des Labors

Akkreditierung

Das beauftragte Prüflabor ist im Besitz einer Akkreditierung des Deutschen Akkreditierungsrates. Mindestanforderung ist die Akkreditierung nach DIN EN ISO/IEC 17025 für sämtliche beauftragte Materialprüfungen und damit zusammenhängender national und international gültiger Normen.

Bauaufsichtlich anerkannte Überwachungsstelle

Das beauftragte Prüfinstitut ist eine durch das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) bauaufsichtlich anerkannte Überwachungsstelle für die Überwachung entsprechend § 17 Abs. 6 Musterbauordnung (MBO).

Zusatz zu den Zulassungen

Der Auftraggeber und über ihn das ausführende Unternehmen haben stets das Recht, Einsicht in die unter 1.4 genannten Zulassungs- und Akkreditierungsurkunden zu erhalten. Wird dem nicht zugestimmt, kann dem Prüflabor der Auftrag entzogen bzw. das Prüflabor vom weiteren Wettbewerb ausgeschlossen werden.

Die vorgenannten Qualifizierungen wurden im Vorfeld der Beauftragung durch den Auftraggeber überprüft. Wird eine dieser Forderungen während des bestehenden Auftragsverhältnisses aberkannt bzw. abgegeben, ist der Auftraggeber umgehend zu informieren.

1.5 Beauftragung Dritter

Soll für die Durchführung einzelner Materialprüfungen ein Dritter beauftragt werden, so ist dies dem Auftraggeber vor der Beauftragung des Dritten mitzuteilen. Die Beauftragung eines Dritten bedarf der ausdrücklichen Zustimmung des Auftraggebers.

Dritte müssen für die beauftragten Prüfverfahren nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert sein. Dies wird dem Auftraggeber der Materialprüfung auf Nachfrage nachgewiesen.

1.6 Verbleib der Probestücke, Rückforderung

Der Auftraggeber hat das Recht, untersuchte Probestücke zurückzufordern. Die ausführende Firma kann auf Verlangen Probestücke, welche die Soll-Werte des Vertrages zwischen Bauherrn und ausführender Firma nicht erreicht haben, über den Auftraggeber zurückfordern. Die Ausgabe von Probestücken direkt an die ausführende Firma ist nicht zulässig.

Die Aushändigung von Probestücken an Dritte bedarf der ausdrücklichen Zustimmung des Auftraggebers.

Die Prüfstücke werden vom Prüflabor 6 Monate verwahrt und danach fachgerecht entsorgt.

1.7 Übergabe und Darstellung der Prüfergebnisse

Die Prüfergebnisse werden durch den Auftragnehmer in einem Prüfbericht zusammengefasst, der die unter Punkt 4 dieses Werkes genannten Anforderungen enthält. So entsteht eine eindeutige, lückenlose und nachvollziehbare Darstellung der Prüfergebnisse.

Wird in einzelnen der unter Punkt 3 dargestellten Prüfvorschriften von den Vorgaben abgewichen, so ist dies explizit im Prüfbericht gemäß Punkt 4 kenntlich zu machen und zu begründen.

Weicht das Probestück in Form und Geometrie bei Wareneingang im Prüflabor von den Vorgaben des Punktes 3 ab, so ist der Auftraggeber sofort zu informieren und zu klären, ob der Versuch durchgeführt werden soll. Eine Kostenerstattung erfolgt ansonsten nicht.

2. Probenbegleitschein

Der Probenbegleitschein stellt sicher, dass alle erforderlichen Material- und Baustellendaten erfasst werden. Der zeichnungsberechtigte Vertreter der ausführenden Firma ist verpflichtet, die Eintragungen bzgl. der Probenidentifikation auf Vollständigkeit und Richtigkeit zu prüfen und dies mit seiner Unterschrift zu bestätigen.

Der Probenbegleitschein wird vor Ort nach Entnahme des Probestücks von Bauherrn und ausführender Firma gemeinsam ausgefüllt. Die Richtigkeit der Daten wird nach gemeinsamer Prüfung durch die Unterschrift beider Vertragsparteien bestätigt. Unabhängig davon obliegt es dem Auftraggeber, zusätzliche Prüfungen nachträglich zu beauftragen.

Das Original des Probenbegleitscheins verbleibt beim Auftraggeber. Die ausführende Firma erhält einen Durchschlag bzw. eine Kopie. Ein weiterer Durchschlag oder die Kopie des Originals wird mit der Probe dem Prüfinstitut zugesandt.

3. Materialprüfungen

Die Materialprüfung hat nach den in den Folgepunkten dargestellten Kriterien zu erfolgen. Wird von den Darstellungen abgewichen, so ist dies im Prüfbericht explizit darzustellen. Auf Punkt 1.7 wird hingewiesen.

Alle durchzuführenden Materialprüfungen sollen sicherstellen, dass die gelieferte Qualität der bestellten Qualität entspricht.



Drei Punkt Biegeversuch nach DIN EN ISO 178

3.1 Dreipunkt - Biegeversuch

Gültige und hier zu Grunde gelegte Normen

| | |
|--------------------|---|
| DIN EN ISO 178 | Kunststoffe - Bestimmung der Biegeigenschaften |
| DIN EN ISO 11296-4 | Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Renovierung von erdverlegten drucklosen Entwässerungsnetzen (Freispiegelleitungen) Teil 4: Vor Ort härtendes Schlauch-Lining Anhang B (normativ) - Modifikationen der ISO 178 zu Biegeversuchen. |

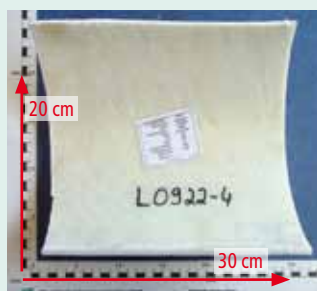
Prüfgeräte

Es sind nur Prüfgeräte zugelassen, die den Forderungen der DIN EN ISO 178 mit den Ergänzungen von DIN EN ISO 11296-4 Anhang B und denen dieser ZTV entsprechen.

| | |
|------------------------------------|--|
| Grundsätzliche Beschaffenheit | Definition nach DIN EN ISO 178 |
| Auflager | Nach DIN EN ISO 11296-4 Zusatz zur Norm: Ein Auflager senkrecht zur Probenachse kippbar. |
| Druckfinne | Definierte Finnenabmessung nach DIN EN ISO 11296-4: Senkrecht zur Probenachse kippbar (bei radialer Prüfung, in Längsachse des Prüflings). |
| Anzeige von Kraft und Durchbiegung | Nach DIN EN ISO 178, Punkt 5.4 |

Probekörperform und -maße

Prüfung in Umfangsrichtung nach DIN EN ISO 11296-4.



Baustellenprobe (20 cm x 30 cm)

Wenn die Höhendifferenz (V) zwischen dem Mittelpunkt des unbelasteten Probekörpers und der Höhe seiner Auflagerpunkte $0,07 \times L_1$ überschreitet, wobei L_1 der Abstand zwischen den Auflagerpunkten ist (siehe Bild B.1 DIN EN ISO 11296-4), ist der Dreipunktbiegeversuch in radialer Richtung nicht mehr normgerecht. Hier ist der Scheiteldruckversuch nach DIN EN 1228 bzw. ein Dreipunktbiegeversuch in axialer Richtung mit den Probegeometrien nach Tabelle B.1 DIN EN ISO 11296-4 durchzuführen. Die Vorgehensweise ist in diesem Fall mit dem Auftraggeber abzustimmen. Es ist in jedem Fall darauf zu achten, dass die Ergebnisse der Prüfung mit Ergebnissen gleicher Prüfungen (axial, radial, Scheiteldruckversuch) zu vergleichen sind.

| | |
|-----------------------------|--|
| Probenbreite/-länge | Nach DIN EN ISO 11296-4 Die Probenbreite bei Entnahme hat 50 ± 1 mm zu betragen. Bei axialer Entnahme ist die Probenbreite gemäß DIN EN ISO 11296-4, Tabelle B.1 zu verwenden. Durchführung des Scheiteldruckversuches nach Punkt 3.2 dieser ZTV |
| Mittlere Verbunddicke e_m | Die Verbunddicke wird durch Subtraktion der Dicken der Innen- und Außenfolie und Reinharzschichten von der Gesamtdicke ermittelt. Die äußere Reinharzschicht darf 20% der Verbunddicke nicht überschreiten. Bei stärkeren äußeren Reinharzschichten ist die Probe zu verwerfen. Ermittlung und Probenausschluss (10%-Abweichung) nach DIN EN ISO 11296-4, B.4.1. Die Angabe der mittleren Verbunddicke e_m erfolgt in mm mit einer Nachkommastelle. Die Punkte, an denen die Verbunddicke gemessen wird, werden farblich markiert, so dass die Ermittlung später nachvollzogen werden kann. |
| Länge der Probekörper l | $l \geq L + 4 \times e_m$ |

Durchführung der Materialprüfung

| | |
|---------------------------|--|
| Stützweite L | Nach DIN EN ISO 11296-4, Punkt B.4.2 und B.4.3 $(10 \pm 1) \times e_m \leq L \leq (16 \pm 1) \times e_m$ Der Stützweitenabstand jeder Prüfung ist mit einer Maßgenauigkeit ± 1 mm (Messschieber) zu messen und durch eine fotografische Dokumentation, die dem Prüfbericht beizulegen ist, zu dokumentieren. |
| Anordnung des Prüfstückes | Nach DIN EN ISO 11296-4, B.4.4 und Bild B.1 |
| Belastungsgeschwindigkeit | Nach DIN EN ISO 178, Punkt 8.5 10 mm/min |
| Vorkraft | 5 N |

Sonstiges

Alle geometrischen Daten der Probekörper und der wahren Stützweite L_2 sowie die Prüfgeschwindigkeit sind im Prüfbericht zu dokumentieren. Zusätzlich ist die Stützweite mittels Fotos zu dokumentieren. Zulässige Toleranz ± 1 mm.

Bestimmung σ_{fb}

Messwertaufzeichnung: 0,02 s, 1 μ m

Brucherkenkung:

Empfindlichkeit: Dehnung 0,05 mm

Kraftabfall: 0,05 % F_{max}

Bei Probekörpern, die nach diesen Kriterien keinen Bruch aufweisen, wird die Biegespannung σ_{fc} bei der konventionellen Durchbiegung s_c ermittelt. (DIN EN ISO 178, 3.5)

Verläuft die σ/ϵ -Linie nach einem kurzen Abfall im elastischen Bereich weiter parallel zu Hook'schen Geraden, so wird dieser kurze Abfall nicht als maßgebend angesehen.

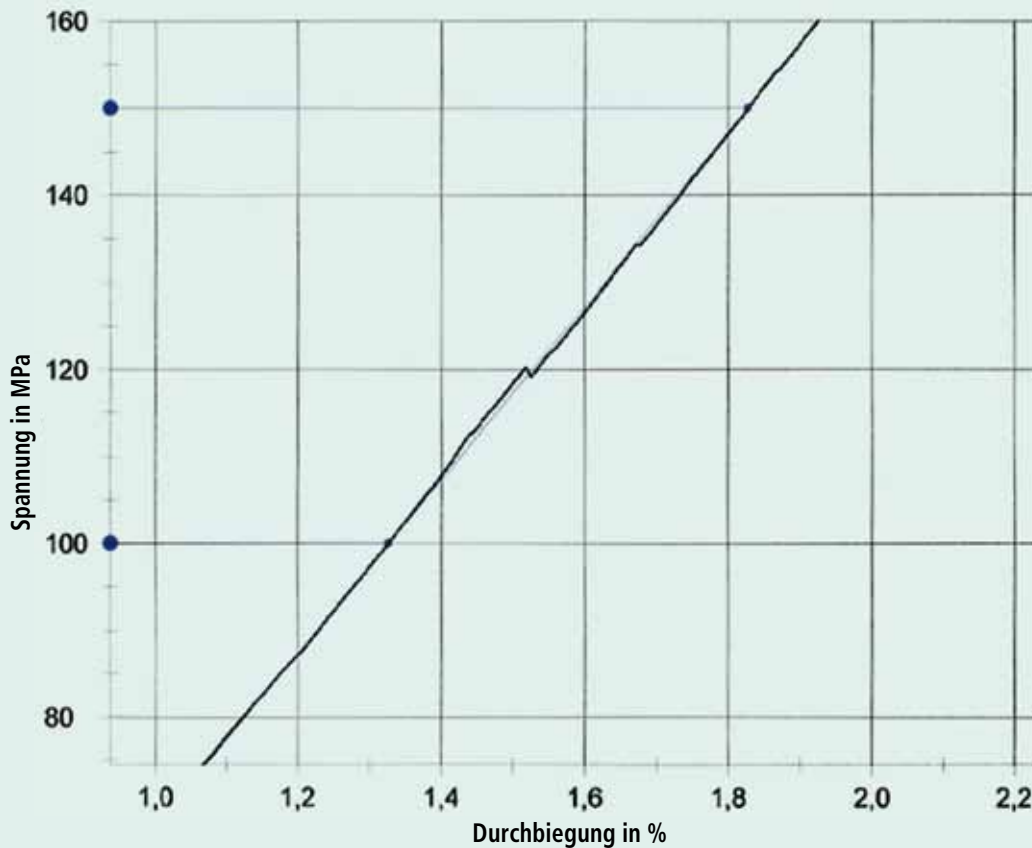


Abbildung 1: (vergrößerter Ausschnitt der Spannungs-Dehnungskurve) Bruch ohne anschließende Änderung im Spannungs-Dehnungsverhalten des Probekörpers. Der hier dargestellte Bruch deutet auf ein Versagen von Reinharzschichten ohne mechanische Schädigung des tragenden Laminats hin.

Bestimmung E-Modul

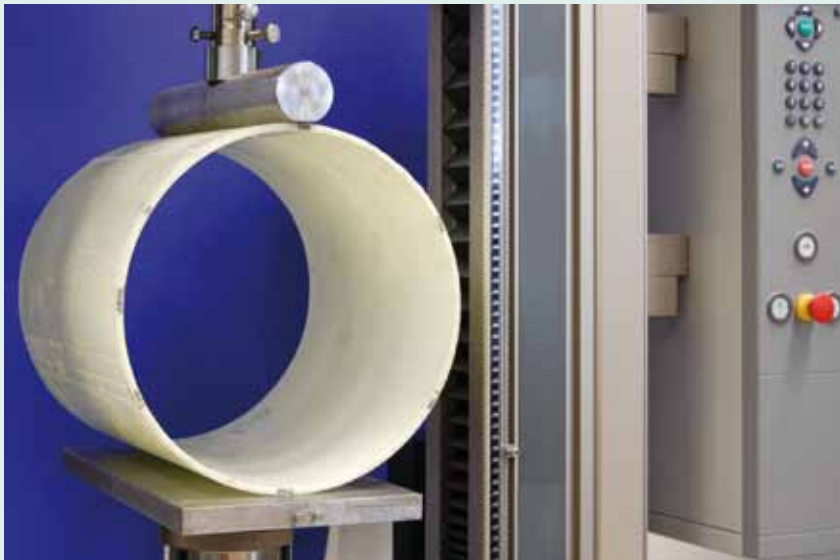
Regression im linearen Bereich der Kurve, $\Delta \epsilon \geq 0,2$ %

3.2 Scheiteldruckversuch

Gültige und hier zu Grunde gelegte Normen

DIN EN 1228

Ermittlung der spezifischen Anfangsringsteifigkeit



Scheiteldruckversuch
nach DIN EN 1228

| | |
|-----------------------------|--|
| Mittlere Verbunddicke e_m | <p>Ermittlung nach DIN EN ISO 11296-4, B.4.1</p> <p>Anzahl und Verteilung der Messstellen entspr. DIN EN 1228</p> <p>Ein Abschleifen von Reinharzschichten ist nicht zugelassen.</p> <p>Die äußere Reinharzschicht darf 20 % der Verbunddicke nicht überschreiten. Bei stärkeren äußeren Reinharzschichten ist die Probe zu verwerfen.</p> <p>Die Punkte, an denen die Wanddicke gemessen wird, werden farblich markiert, so dass die Waddickenermittlung später nachvollzogen werden kann.</p> <p>Die Angabe der mittleren Verbunddicke e_m erfolgt in mm mit einer Nachkommastelle.</p> |
| Länge der Probe | gemäß DIN EN ISO 11296-4, Punkt 8.5 Tabelle 5 |
| Lastaufbringung | <p>DIN EN 1228 Punkt 7.3</p> <p>Belastungsart: A</p> <p>Verfahren: B</p> |
| Lasteinleitung | Platte + abgeflachte Rundstange, eine davon kippbar |
| Vorkraft | 5 N |

3.3 24h - Kriechneigung

Gültige und hier zu Grunde gelegte Normen

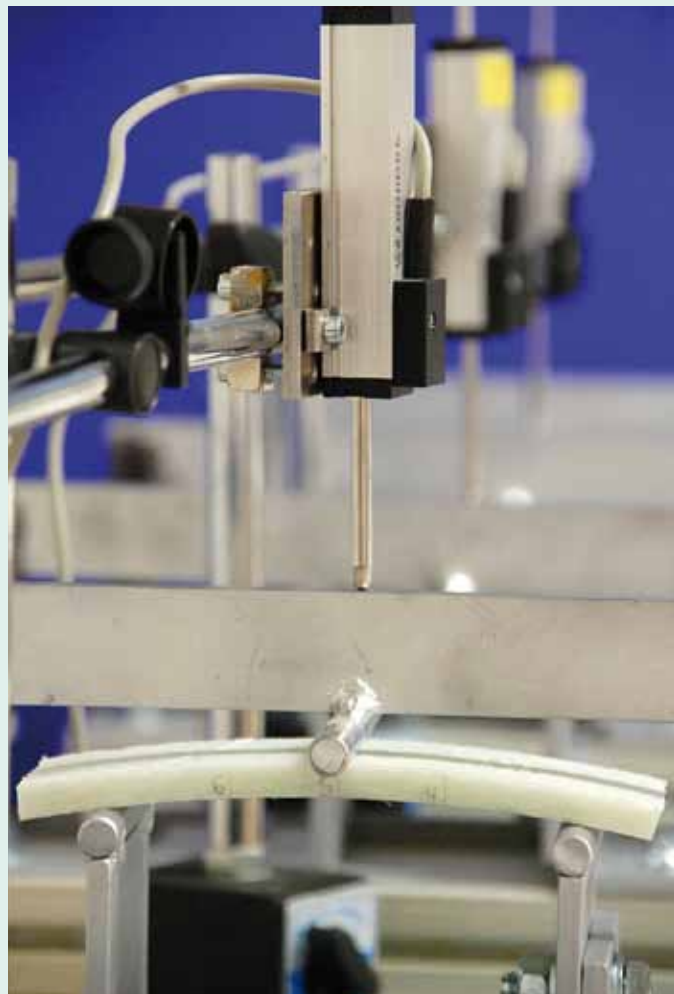
| | |
|------------------|---------------------------------|
| DIN EN ISO 899-2 | Bestimmung des Kriechverhaltens |
|------------------|---------------------------------|

Probenherstellung, Bestimmung der Abmessungen, Prüfvorrichtung analog DIN EN ISO 178 und DIN EN ISO 11296-4.

Formeln zur Berechnung der Biegespannung und des E-Moduls analog DIN EN ISO 178 und DIN EN ISO 11296-4, wobei beim E-Modul nicht die Steigung einer Geraden, sondern jeweils das Wertepaar Kraft/Durchbiegung nach 1 Stunde bzw. nach 24 Stunden eingesetzt werden.

| | |
|--------------------------------|--|
| Vorlast | 5 N |
| Ermittlung der Probenbelastung | Anfangsdurchbiegung: $s = \frac{0,0206 \cdot L_2^2}{d_m}$ L_2 = wahre Stützweite d_m = mittlerer Rohrdurchmesser |
| Datenaufzeichnung | nach 1h und 24h |

Die 24h-Kriechneigung wird frühestens 4 Wochen nach Linereinbau ermittelt.



Aufbau des Kriechversuches nach DIN EN ISO 899

3.4 Bestimmung des Reststyrolgehaltes

Der Reststyrolgehalt lässt eine Aussage über die Durchhärtung von styrolhaltigen Reaktionsharzstoffen zu.

Gültigkeit und hier zu Grunde gelegte Normen

| | |
|-------------|--|
| DIN 53394-2 | Bestimmung von monomerem Styrol in Reaktionsharzformstoffen auf Basis von ungesättigten Polyesterharzen. |
|-------------|--|

Prüfgeräte und Prüfmethode

Die dazu zu verwendenden Prüfmittel und Geräte sind detailliert in der angeführten Norm beschrieben und zu verwenden.

Probekörper

| | |
|---------------------------|--|
| Probekörperentnahme | Bei der Gewinnung der Probekörper ist eine diamantbesetzte Schneideeinrichtung zu verwenden, die Trennscheibe ist wassergekühlt. |
| Probekörperbeschaffenheit | Die Probekörper sind über die gesamte Probendicke der Linerprobe zu entnehmen, Beschichtungen sind zu entfernen |
| Probekörpergröße | gemäß DIN 53394-2 |

Probekörpervorbereitung

Die Probekörpervorbereitung stellt bei Extraktionsverfahren einen wesentlichen Bestandteil der Analyse dar. Die für die Extraktion erforderlichen Probekörper sind dem Formteil/Formstoff thermisch schonend (d.h. unter sorgfältigem Vermeiden lokaler Erwärmung an der Trennstelle) so zu entnehmen, dass die gesamte Dicke des Erzeugnisses repräsentativ erfasst wird.

Prüfungsdurchführung

Folien/Beschichtungen sind unmittelbar vor der Prüfung zu entfernen.

Probenanzahl entsprechend DIN 53394-2

Extraktionsmittel

Dichlormethan nach DIN 53394-2, andere Extraktionsmittel sind nicht zu verwenden.

Ergebnisdarstellung

Das Ergebnis wird gemäß DIN 53394-2 als Massenanteil ω [%] angegeben. Der angegebene Massenanteil bezieht sich auf die Gesamteinwaage an Linermaterial.



Bestimmung des Reststyrolgehaltes nach DIN 53394-2

3.5 DDK – Dynamische Differenz Kalorimetrie (DSC-Analyse)

Mit Hilfe der DDK-Prüfmethode wird die Aushärtung von Epoxidharzsystemen bestimmt und mit einem Referenzwert verglichen.

Gültigkeit und hier zu Grunde gelegte Norm

| | |
|-----------|---|
| DIN 53765 | „Prüfung von Kunststoffen und Elastomeren – Thermische Analyse – DDK“ |
|-----------|---|

Prüfgeräte und Prüfmethode DIN 53765-A-20

Die dazu zu verwendenden Prüfmittel und Geräte sind detailliert in der angeführten Norm beschrieben und zu verwenden. Die Obergrenze der Prüftemperatur muss 230 °C betragen.

Probekörperform und -masse

| | |
|---------------------|--|
| Probekörperform | flächig mit mind. 4 mm ² Querschnittsfläche |
| Einzuwiegende Masse | Tabelle 2 DIN 53765 |



Dynamische Differenz Kalometrie DDK-Analyse

Prüfungsdurchführung

Folien/Beschichtungen sind unmittelbar vor der Prüfung zu entfernen.

Die zur Prüfung ausgewählte Probe muss aus dem äußeren Bereich des tragenden Laminates entnommen werden. Außenliegende Reinharzansammlungen sind von der Prüfung auszuschließen.

Ergebnisdarstellung

Das Ergebnis wird gemäß DIN 53765 mit den Glasübergangstemperaturen T_{G1} und T_{G2} angegeben.

3.6 Spektralanalyse

Mit Hilfe der Spektralanalyse wird überprüft, ob die eingesetzte Harzqualität der angebotenen Harzqualität entspricht. Diese Methode ermittelt nicht die quantitative, sondern die qualitative Zusammensetzung.

Jeder Anbieter hat für sein zugelassenes Liner-/ Harzsystem gemäß DIBt-Zulassung eine ausgehärtete Referenzprobe an das jeweilige Prüflabor zu übergeben. Das durch den Auftraggeber beauftragte Prüflabor erstellt für die angegebene Probe ein Referenzspektrum.



Spektralanalyse

Gültigkeit und hier zu Grunde gelegte Norm

Keine gültige Norm; ASTM 5576, DIN 55673 (in Anlehnung)

Prüfgeräte bzw. Prüfmethode

FT-IR (mit ATR) in Anlehnung an DIN EN 1767

Prüfungsdurchführung

- Lichtdurchgängigkeit: Auflösung 2%-Transmission
- Es sind mindestens 8 Scans erforderlich
- Vergleich mit Referenzspektren

Ergebnisdarstellung

Es sind Darstellungen in mindestens nachfolgenden Wellenzahlbereichen zu erstellen: 600 - 2000 cm^{-1}

Es ist der Übereinstimmungsgrad der beiden Spektren (Referenzspektrum und Spektrum des nun vorliegenden Werkstoffes) bezogen auf die Bandenlage zu ermitteln. Die Prüfspektren sind dem Ergebnisprotokoll beizulegen.

3.7 Bestimmung von Füllstoff- und Glasgehalt

Gültigkeit und hier zu Grunde gelegte Norm

| | |
|-----------------|---|
| DIN EN ISO 1172 | Bestimmung des Textilglas- und Mineralfüllstoffgehalts, Kalzinierungsverfahren (ISO 1172: 1996) |
|-----------------|---|

Diese Norm legt zwei Kalzinierungsverfahren zur Bestimmung des Textiglas- und Mineralfüllstoffgehalts von glasfaserverstärkten Kunststoffen fest.



Bestimmung von Füllstoff und Glasgehalt

Verfahren A: zur Bestimmung des Textilglasgehalts, falls keine Mineralfüllstoffe vorhanden sind.

Verfahren B: zur Bestimmung des Textilglas- und Mineralfüllstoffgehalts, wenn beide Bestandteile vorhanden sind. Abweichend zur Norm wird die Trennung des Rückstandes manuell vorgenommen.

Prüfgeräte bzw. Prüfmethode

Prüfgeräte und Prüfmethoden sind detailliert in der Norm beschrieben.

Probenvorbereitung

Die Probenvorbereitung ist in Punkt 6 der DIN EN ISO 1172 „Vorbereitung der Probekörper“ erklärt.

Ergebnisdarstellung

Für die Ergebnisdarstellung wird sowohl das Ergebnis des Probenendstoffes als auch des Probenausgangsstoffes in Massen-% bezogen auf die Gesamtprobenmasse angegeben. Die Angabe der verwendeten Füllstoffe erfolgt im Probenbegleitschein.

1. Beispiel: Synthesefaserfilz mit Füllstoff Aluminiumhydroxid. Der Messwert ist das Gewicht von Aluminiumoxid der Probe. Daraus ist der Aluminiumhydroxydgehalt rechnerisch über die molaren Verhältnisse zwischen Ausgangsstoff (Aluminiumhydroxid) und Endstoff (Aluminiumoxid) nach Kalzinierung zu bestimmen.

2. Beispiel: Bei GFK Trägermaterialien ohne Füllstoff ist der Messwert das Glasgewicht der Probe.



Sollwert (Ausgangsstoff-Massenanteil am Verbundwerkstoff, im Probenbegleitschein ausgewiesen) und Istwert (Massenanteil des Ausgangsstoffes) an der Gesamtprobe sind in der Ergebnisdarstellung gegenüberzustellen.

3.8 Dichtheitsprüfung der Materialprobe des Liners

Gültigkeit und hier zu Grunde gelegte Norm

Die in DIN EN 1610 beschriebene Dichtheitsprüfung ist eine hal-tungsweise Dichtheitsprüfung. Diese kann nicht auf Laborprü-fungen mit sehr kleinen Prüfflächen übertragen werden. Aus diesem Grund ist die nachfolgend beschriebene Dichtheitsprü-fung an den Materialprobestücken des Liners durchzuführen.

Prüfgeräte bzw. Prüfmethode

- Die Prüfung wird an drei Stellen des Probestücks durchgeführt.
- Die Prüfung ist unter Raumtemperatur ($23 \pm 5^\circ\text{C}$) durchzuführen.



Dichtheitsprüfung der Materialprobe des Liners

Probenvorbereitung

Beschichtungen, die integraler Bestandteil des Liners gemäß DIBt-Zulassung sind, werden nicht zerstört.

Bei Beschichtungen, die kein integraler Bestandteil des Liners gemäß DIBt-Zulassung sind, wird wie folgt verfahren:

- Die Foliendicke bzw. Beschichtungsdicke wird mit digitalen Präzisions-Messschiebern gemessen.
- Die Schnitttiefe ist so zu begrenzen, dass die Einbauhilfen wie Außen- und Innenfolien durchtrennt werden und eine nennenswerte Beschädigung des Laminates vermieden wird.
- Es wird ein Schnittgitter aus jeweils 10 zueinander senkrecht stehenden Schnitten erstellt. Der Abstand der Schnittlinien beträgt 4 mm.

Die Proben sind mindestens 4 h vor der Prüfung unter dem an-gegebenen Prüfklima zu lagern.

Durchführung der Materialprüfung

- Unterdruckprüfung: Die Probe wird mit Unterdruck an der Außenseite beaufschlagt.
- Die Prüffläche hat einen Durchmesser von $45 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$.
- Das Prüfmedium wird auf der Probeninnenseite aufgebracht.
- Prüfdruck $-0,5 \text{ bar} \pm 25 \text{ mbar}$
- Prüfdauer 30 Minuten
- Prüfmedium Trinkwasser (eingefärbt), ohne Entspannungsmittel
- Auswahl von drei Einzelprüfungen je Baustellenprobe

Prüfergebnis

An der Probe darf an keiner der drei geprüften Stellen ein Was-serdurchtritt zu verzeichnen sein. Ein Wasserdurchtritt gilt als gegeben, wenn auf die Probe aufgelegtes Papier durch Feuch-tigkeit verfärbt wird. Verfärbungen im Laminat sind zulässig.

4.0 Prüfergebnisse

Die Ergebnisse der Materialprüfung sind im Anhang 2 dieser ZTV einzutragen und in der dort aufgezeigten Form bzw. dem dort aufgezeigten Umfang dem Auftraggeber zu übermitteln. Vom Prüfinstitut sind nur dort Bewertungen der Ergebnisse abzugeben, wo eine diesbezügliche eindeutige Aufforderung vorhanden ist. Es ist lediglich eine Bestandsaufnahme des Ist-Zustandes gefordert.

Darstellung der Ergebnisse

| Prüfung | Norm | Wert | Einheit | Ergebnisangabe |
|---|---------------------------------------|---|------------------|------------------------------------|
| Drei-Punkt-Biegung | DIN EN ISO 178, DIN EN ISO 11296-4 | Verbunddicke e_m | mm | 1 Nachkommastelle |
| | | Biege-E-Modul E | MPa | 3 bedeutsame Ziffern ¹⁾ |
| | | Biegebruchspannung σ_{fB} | MPa | 3 bedeutsame Ziffern ¹⁾ |
| Scheiteldruckversuch | DIN EN 1228 | Verbunddicke e_m | mm | 1 Nachkommastelle |
| | | Ringsteifigkeit S_0 | N/m ² | ganzzahlig |
| | | Umfangs-E-Modul | MPa | 3 bedeutsame Ziffern |
| Kriechneigung | DIN EN ISO 899-2 | Verbunddicke e_m | mm | 1 Nachkommastelle |
| | | E-Modul E_{1h} | MPa | 3 bedeutsame Ziffern |
| | | E-Modul E_{24h} | MPa | 3 bedeutsame Ziffern |
| | | Kriechneigung K_{N24h} | % | 1 Nachkommastelle |
| Kriechneigung | DIN EN 761 | Verbunddicke e_m | mm | 1 Nachkommastelle |
| | | Umfangs-E-Modul E_{1h} | MPa | 3 bedeutsame Ziffern |
| | | Umfangs-E-Modul E_{24h} | MPa | 3 bedeutsame Ziffern |
| | | Kriechneigung K_{N24h} | % | 1 Nachkommastelle |
| Reststyrolgehalt | DIN 53394, Teil 2 | Probeneinwaage | g | 3 Nachkommastellen ¹⁾ |
| | | Reststyrolgehalt | % | 1 Nachkommastelle ¹⁾ |
| DSC-Analyse | DIN 53765 | Glasübergangstemperatur (T_{G1}, T_{G2}) | °C | ganzzahlig ¹⁾ |
| Bestimmung des Füllstoff- und Glasgehaltes | DIN EN ISO 1172 | Harzanteil | % | 1 Nachkommastelle |
| | | Füllstoffanteil | % | 1 Nachkommastelle |
| | | Glasanteil | % | 1 Nachkommastelle |

1) gemäß der geltenden Norm

Anhang 1: Probenbegleitschein

| | | | | | |
|--|--|---------------------|--|-----------------------|-----------------------|
| <input type="checkbox"/> Erstprüfung | <input type="checkbox"/> Wiederholungsprüfung | zu Prüfbericht Nr.: | | | |
| Angaben zur Probenentnahme | | | | | |
| Probenentnahme | Bestätigung der Probenentnahme (ausführende Firma / Bauleitung) | | Bestätigung der Probenentnahme (Bauherr / Bauleitung) | | |
| Datum | Druckbuchstaben | Unterschrift | Druckbuchstaben | Unterschrift | |
| | | | | | |
| Probenidentifikation | | | | | |
| Auftraggeber Materialprüfung | | Liner-Material-ID | | | |
| Bauherr | | Länge des Liners | | | |
| Bauvorhaben | | Haltungsbezeichnung | | | |
| Ausführende Firma | | Probenbezeichnung | | | |
| Linerhersteller | | Einbaudatum | | | |
| Harztyp | <input type="radio"/> UP <input type="radio"/> VE <input type="radio"/> EP <input type="radio"/> Sonst. | Entnahmestelle | Haltung | Endschacht | ZW-Schacht |
| Trägermaterial | <input type="radio"/> Synthesef. <input type="radio"/> GFK | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Rohrgeometrie | <input type="radio"/> Kreis DN..... | Entnahmeposition | Scheitel | Kämpfer | Sohle |
| | <input type="radio"/> Ei...../..... | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Beschichtung ist integraler Bestandteil des Liners | <input type="radio"/> Ja <input type="radio"/> nein <input type="radio"/> außen <input type="radio"/> innen | | | | |
| Mindestprobengröße: 20 x Wanddicke in Umfangsrichtung und 35 cm in Längsrichtung Wird eine Kriechneigungsprüfung beauftragt, muss die Länge insgesamt mind. 40 cm betragen Eine Teilung der Probe ist möglich. Mindestgröße der Einzelsegmente: 50mm Breite und 20 x Wanddicke in Umfangsrichtung Für Scheiteldruckversuche muss ein Kreisringabschnitt von mind. 40 cm Länge entnommen werden. | | | | | |
| Ist - Probengröße | In Umfangsrichtung | cm | In Längsrichtung | cm | |
| Durchzuführende Prüfungen (durch den AG anzukreuzen) | | | | | |
| Mechanische Eigenschaften (Standardprüfung) | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | 3-Punkt-Biegeversuch in radialer Richtung (Standardprüfung) nach DIN EN ISO 178/DIN EN ISO 11296-4 und Abschnitt 3.1 der ZTV Materialprüfung zur Ermittlung von - E-Modul - Biegespannung | | | | |
| <input type="checkbox"/> | - 3-Punkt-Biegeversuch in axialer Richtung (Notwendigkeit siehe 3.1 „Probekörperform und -Maße) | | | | |
| <input type="checkbox"/> | - Scheiteldruckversuch (Notwendigkeit siehe 3.1 „Probekörperform und -Maße) nach DIN EN 1228 und Abschnitt 3.2 der ZTV Materialprüfung zur Ermittlung des E-Moduls | | | | |
| Wasserdichtheit (Standardprüfung) | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | nach Abschnitt 3.8 ZTV Materialprüfung an Probestücken vor Ort härtender Schlauchliner | | | | |
| Überprüfung der Härtung des Laminats bei Unterschreitung der Sollwerte bei E-Modul bzw. Biegespannung | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | Ermittlung des Reststyrolgehalts nach DIN 53394-2 und Abschnitt 3.4 der ZTV Materialprüfung (GC) (für UP-Harze) | | | | |
| <input type="checkbox"/> | Thermische Analyse (DDK-Messung) nach DIN 53765 und Abschnitt 3.5 der ZTV Materialprüfung (für Epoxidharze) | | | | |
| Überprüfung des Langzeitverhaltens bei Unterschreitung der Sollwerte bei E-Modul bzw. Biegespannung | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | 24h-Kriechneigung 3-Punkt in Anlehnung an DIN EN ISO 899-2 und Abschnitt 3.3 der ZTV Materialprüfung | | | | |
| <input type="checkbox"/> | 24h-Kriechneigung Scheiteldruck nach DIN-EN 761 (nicht in der ZTV Materialprüfung behandelt) | | | | |
| Materialidentifikation | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | Spektralanalyse in Anlehnung an DIN 55673, DIN EN 1767 und Abschnitt 3.6 der ZTV Materialprüfung | | | | |
| <input type="checkbox"/> | Kalzinierungsverfahren in Anlehnung an DIN EN ISO 1172 und Abschnitt 3.7 der ZTV Materialprüfung | | | | |
| <input type="checkbox"/> | Dichtemessung in Anlehnung an DIN EN ISO 1183-1 (nicht in der ZTV Materialprüfung behandelt) | | | | |

Anhang 2: Ergebnisdarstellung

| | | |
|---|--|---------------------|
| <input type="checkbox"/> Erstprüfung | <input type="checkbox"/> Wiederholungsprüfung | zu Prüfbericht Nr.: |
|---|--|---------------------|

Angaben zur Probenentnahme

| Überwachung durch (Name) | Probenentnahme | | Bestätigung der Probenentnahme (ausführende Firma/Bauleitung) | |
|--------------------------|----------------|---------|--|--------------|
| | Datum | Uhrzeit | Druckbuchstaben | Unterschrift |
| | | | | |

Probenidentifikation

| | | | |
|------------------------------|---|---------------------|------------|
| Auftraggeber Materialprüfung | | Liner-Material-ID | |
| Bauherr | | Länge des Liners | |
| Bauvorhaben | | Haltungsbezeichnung | |
| Ausführende Firma | | Probenbezeichnung | |
| Linerhersteller | | Einbaudatum | |
| Harztyp | <input type="radio"/> UP <input type="radio"/> VE <input type="radio"/> EP <input type="radio"/> Sonst. | Entnahmestelle | Haltung |
| Trägermaterial | <input type="radio"/> Synthesef. <input type="radio"/> GFK | | Endschacht |
| Rohrgeometrie | <input type="radio"/> Kreis DN | Entnahmeposition | ZW-Schacht |
| | <input type="radio"/> Ei...../..... | | Scheitel |
| | | | Kämpfer |
| | | | Sohle |

Gemäß ZTV Materialprüfung und den darin enthaltenen Zusätzen zu den Normen wurden folgende Prüfergebnisse erreicht:

| | | | | | | |
|--------------------------|--|----------------------------------|-----------------------|--|------------------------------|----------------------|
| <input type="checkbox"/> | Biege-E-Modul, Biegespannung nach DIN EN ISO 178/DIN EN SO 11296-4 | | | 24h-Kriechneigung in Anlehnung an DIN EN ISO 899-2 | | |
| | Prüfdatum | E _r [MPa] | σ _{FB} [MPa] | Prüfrichtung | | K _{n24} [%] |
| | | | | <input type="radio"/> axial | <input type="radio"/> radial | |
| | Gesamtdicke e [mm] | Verbunddicke e _m [mm] | | | | |

| | | | | | | | |
|--------------------------|---|----------------------|------------------------------------|--------------------|--|----------------------|--|
| <input type="checkbox"/> | Umfangs-E-Modul, Anfangs-Ringsteifigkeit nach DIN EN 1228 | | | | 24h-Kriechneigung in Anlehnung an DIN EN 761 | | |
| | Prüfdatum | E _U [MPa] | S ₀ [N/m ²] | Gesamtdicke e [mm] | Verbunddicke e _m [mm] | K _{n24} [%] | |
| | | | | | | | |

| | | | | | |
|--------------------------|--|----------------|-----------------|-----------------------------|-------------------------------|
| <input type="checkbox"/> | Wasserdichtheit nach Abschnitt 3.8 ZTV Materialprüfung | | | | |
| | Prüfdatum | Prüfzeit [min] | Prüfdruck [bar] | Prüfergebnis | |
| | | 30 | 0,5 ± 5% | <input type="radio"/> dicht | <input type="radio"/> undicht |

| | | | | | |
|--------------------------|---|----------------|----------------------|----------------|-------------------|
| <input type="checkbox"/> | Kalzinierungsverfahren nach DIN EN ISO 1172 | | | | |
| | Prüfdatum | Harzanteil [%] | Rückstand gesamt [%] | Glasanteil [%] | Zuschlagstoff [%] |
| | | | | | |

| | | | | | |
|--------------------------|--|------|--|-------------------------------|-------------------------------|
| <input type="checkbox"/> | Spektralanalyse in Anlehnung an ASTM D5576 (FT-IR) | | | Dichte nach DIN EN ISO 1183-1 | |
| | Prüfdatum | Harz | | Prüfdatum | Dichte ρ [g/cm ³] |
| | | | | | |

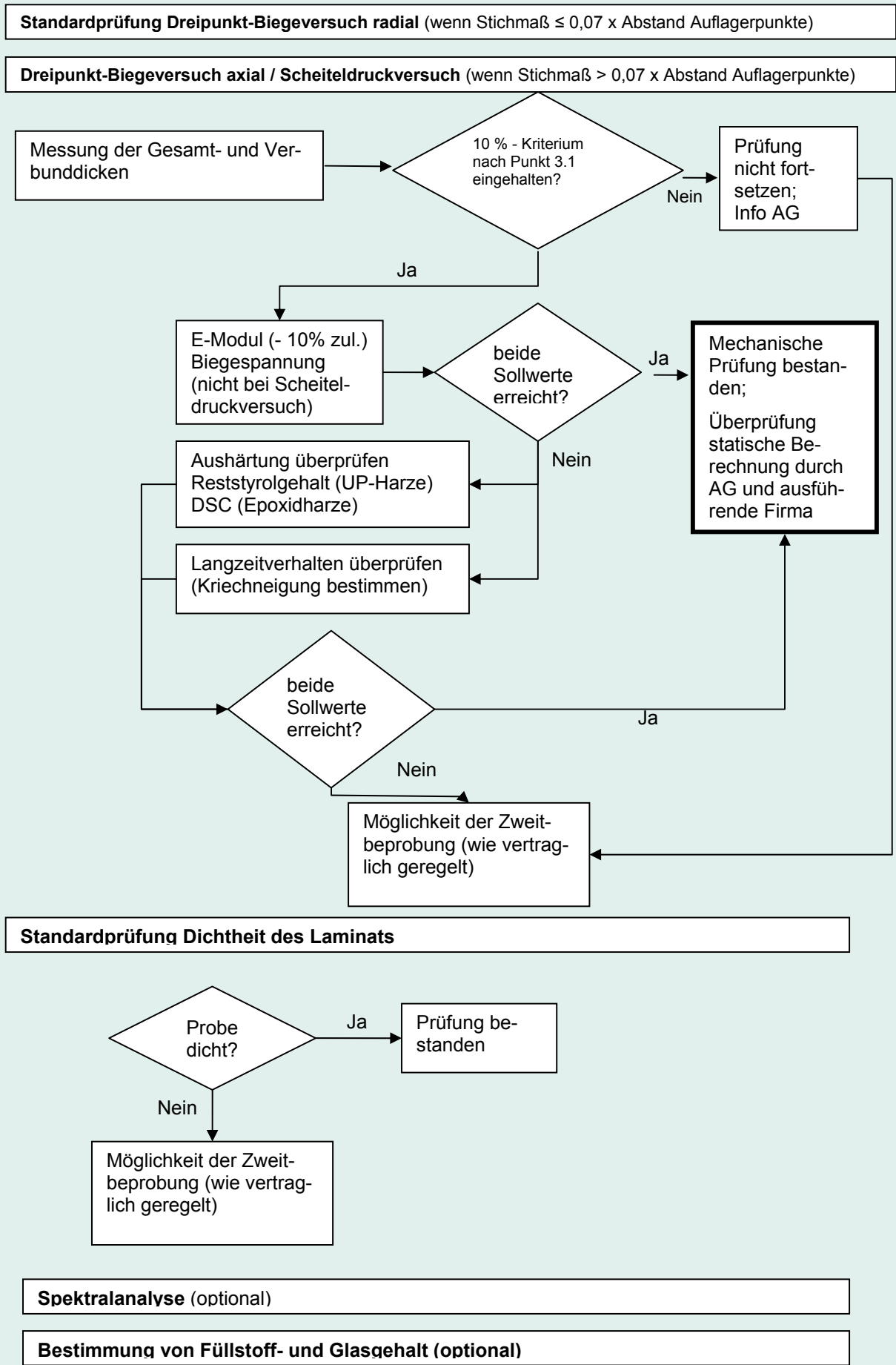
| | | | | | | |
|--------------------------|--|---|--|------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| <input type="checkbox"/> | Thermische Analyse nach DIN EN ISO 11357-1/DIN 53765 (DDK-Messung) | | | | | |
| | Prüfdatum | Glasübergangstemperatur T _g [°C] | | | Enthalpie [J/g] | |
| | | T _{G1} | | Δ T _G | <input type="radio"/> exotherm | <input type="radio"/> endotherm |
| | | T _{G2} | | | | |

| | | | | | | |
|--------------------------|--|---------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|----------|
| <input type="checkbox"/> | Reststyrolgehalt nach DIN 53394-2 (GC) | | | | | |
| | Prüfdatum | Einwaage [mg] | Reststyrolgehalt [mg/kg] | Reststyrolgehalt [%] | Einwaage bezogen auf | |
| | | | | | Gesamteinwaage | Reinharz |
| | | | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |

Bewertung der Ergebnisse Vom Prüfinstitut durchzuführen: ja nein

| Anforderung | Istwert | Sollwert | Anforderung | Istwert | Sollwert |
|----------------------------|---------|----------|-------------------------|---------|----------|
| Biege-E-Modul | | | Umfangs-E-Modul | | |
| Biegespannung | | | Anfangs-Ringsteifigkeit | | |
| Statisch erf. Verbunddicke | | | 24h-Kriechneigung | | |
| Wasserdichtheit | | | Dichte | | |

Anhang 3: Ablaufdiagramm



5. Normen

- **DIN EN ISO/IEC 17025**
Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien, 2005-08
- **DIN EN ISO 11296**
Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Renovierung von erdverlegten drucklosen Entwässerungsnetzen (Freispiegelleitungen), 2011-07
Teil 1: Allgemeines
Teil 4: Vor Ort härtendes Schlauch-Lining
- **DIN EN ISO 178**
Kunststoffe – Bestimmung der Biegeeigenschaften, 2006-04
- **DIN EN 1228**
Kunststoff-Rohrleitungssysteme – Rohre aus glasfaserverstärkten duroplastischen Kunststoffen (GFK) – Ermittlung der spezifischen Anfangs-Ringsteifigkeit, 1996-08
- **DIN EN ISO 899-2**
Kunststoffe – Bestimmung des Kriechverhaltens – Teil 2: Zeitstand-Biegeversuch bei Dreipunkt-Belastung, 2003-10
- **DIN 53394-2**
Prüfung von Kunststoffen; Bestimmung von monomerem Styrol in Reaktionsharzformstoffen auf Basis von ungesättigten Polyesterharzen; Gaschromatographisches Verfahren, 1993-12
- **DIN 53765**
Prüfung von Kunststoffen und Elastomeren; Thermische Analyse; Dynamische Differenzkalorimetrie (DDK), 1994-03
- **DIN EN ISO 11357-1**
Kunststoffe – Dynamische Differenz Thermoanalyse (DDK) – Teil 1: Allgemeine Grundlagen, 2008-04
- **DIN 55673**
Beschichtungsstoffe und deren Rohstoffe – Nahinfrarotspektrometrische Analyse – Allgemeine Arbeitsgrundlagen, 2000-02
- **ASTM 5576**
Standard Practice for Determination of Structural Features in Polyolefins and Polyolefin Copolymers by Infrared Spectrophotometry (FT-IR), 2000
- **DIN EN 1767**
Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Prüfverfahren – Infrarotanalyse, 1999-09
- **DIN EN ISO 1172**
Textilglasverstärkte Kunststoffe – Prepregs, Formmassen und Lamine – Bestimmung des Textilglas- und Mineralfüllstoffgehalts; Kalzinierungsverfahren, 1998-12
- **DIN EN 1610**
Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen, 1997-10
- **DIN EN ISO 1183-1**
Kunststoffe – Verfahren zur Bestimmung der Dichte von nicht verschäumten Kunststoffen – Teil 1: Eintauchverfahren, Verfahren mit Flüssigkeitspyknometer und Titrationsverfahren, 2004-05