

Weitere Informationen zur Materialprüfung an Schlauchlining-Produkten:

F+E Ing. GmbH

Benno-Strauß-Straße 5
D 90763 Fürth

www.funde.de

Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Reinhard Hösch

Tel: +49 911 9377 380

Fax: +49 911 9377 389

Mobil: +49 160 553 5156

Email: reinhard.hoesch@funde.de

Unser Labor ist akkreditiert nach DIN EN ISO/IEC 17 025



...und so finden sie uns:



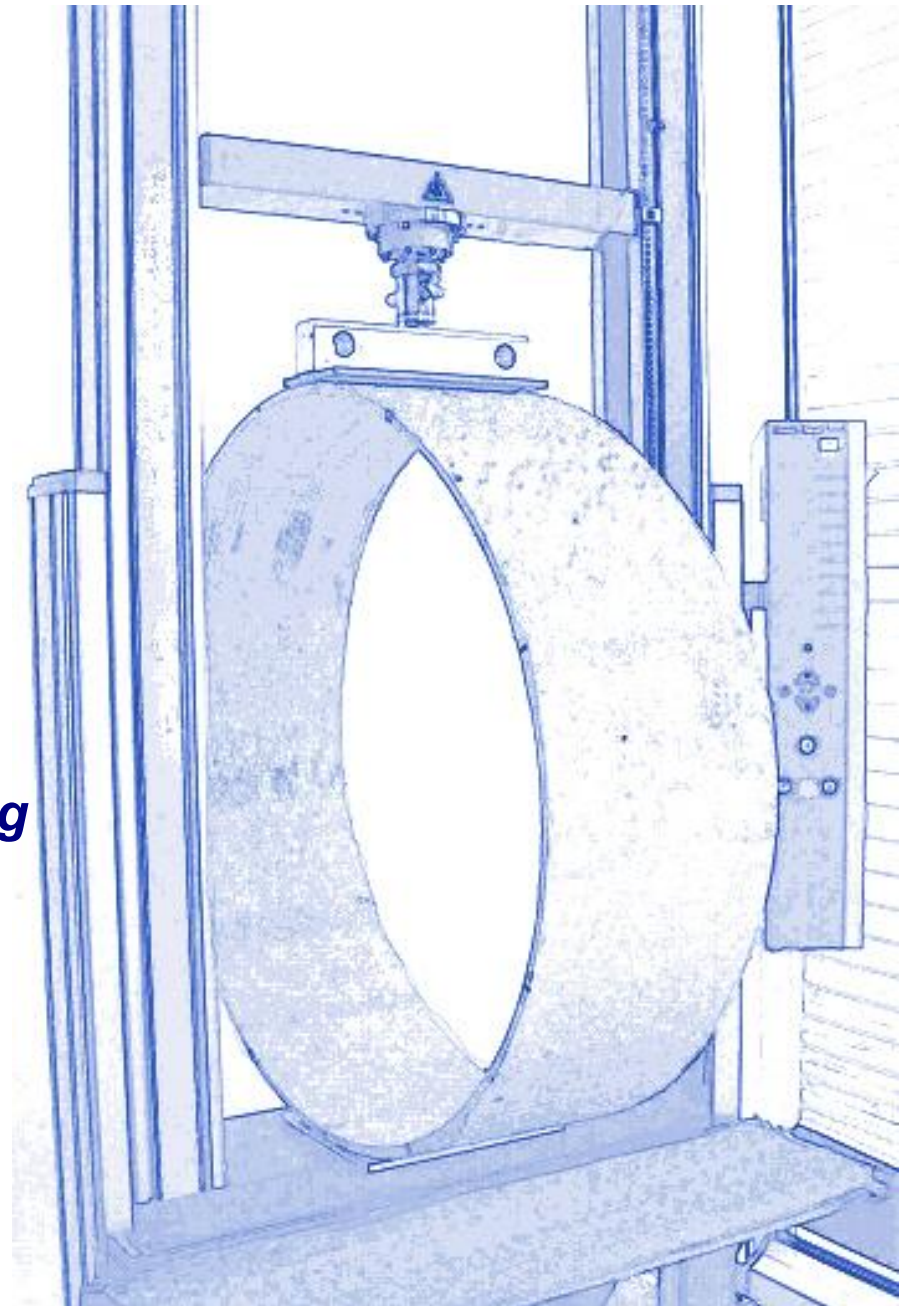
Schlauch-Lining

Prüfung

Überwachung

Qualitätssicherung

Beratung



Prüflabor akkreditiert nach DIN EN ISO/IEC 17025

F+E Ing. GmbH

Benno-Strauß-Straße 5
D 90763 Fürth

www.funde.de

Qualitätssicherung an Schlauchlining-Produkten

Im Gegensatz zu fabrikmäßig hergestellten Rohren, entstehen die fertigen Schlauchliner erst auf der Baustelle. Zur Sicherstellung einer gleichbleibenden Qualität ist es daher erforderlich, daß zusätzlich zu den produktionsbegleitenden Prüfungen an den Vorprodukten im Werk auch baustellenbegleitende Prüfungen am ausgehärteten Liner durchgeführt werden. Neben der Kontrolle und Aufzeichnung der Prozeßparameter während der Aushärtung ist es erforderlich, an Baustellenproben die Materialkennwerte des Liners zu überprüfen.

Nur anhand dieser Prüfungen in einem neutralen und unabhängigen Labor kann die Qualität des Liners und die Übereinstimmung der Materialkennwerte mit denen aus der Eignungsprüfung bzw. Bauaufsichtlichen Zulassung bestätigt werden.

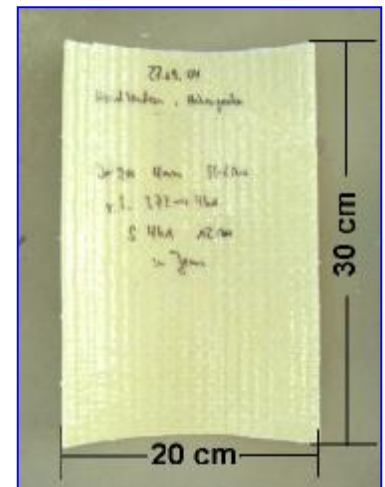
Prüfungen an Baustellenproben

Die Baustellenproben werden aus dem fertigen Liner an einer repräsentativen Stelle aus der Haltung bzw. aus einem Proberohr im Schachtbereich entnommen.

Sie sollten etwa eine Länge von 30 cm und eine Breite von 20 cm haben.

Bei Linerwanddicken über 10 mm sollte die Breite etwa 40 cm betragen.

Die relevanten Daten der Proben werden in einem Probenbegleitschein erfasst, in dem auch die Ergebnisse der Materialprüfungen eingetragen und beurteilt werden.



Folgende Prüfungen werden im Regelfall an Baustellenproben durchgeführt:

Wasserdichtheit des Laminates

Die Prüfung der im **Wasserdichtheit des Laminates** Labor erfolgt nach der APS-Richtlinie*. Diese Prüfung stellt keinen Ersatz für die haltungsweise Prüfung nach DIN EN 1610 dar, sondern eine ergänzende Prüfung im Labor.

Die Prüfbedingungen sind allerdings an die DIN EN 1610 angelehnt:

- Prüfdruck 0,5 bar
- Prüfdauer: 0,5 h

Der Durchmesser der Prüffläche beträgt 45 ± 5 mm, wobei die Prüfung an 3 verschiedenen Stellen der Baustellenprobe durchgeführt wird.

Vorhandene Beschichtungen oder Folien werden entfernt bzw. durch Gitterschnitte bis zum tragenden Laminat durchtrennt.

Bei der Prüfung erfolgt die Beurteilung, ob Wasser durch das Laminat tritt.



*erarbeitet vom Arbeitskreis Prüfinstitute Schlauchliner

Nachweis des Ringspalt zwischen Altrohr und Liner

Aufgrund von Schrumpfungsprozessen des Harzes während und nach der Aushärtung ergibt sich zwischen dem Altrohr und der Lineraußenwand ein Ringspalt.

Die Größe dieses Ringspalt es bezogen auf den Durchmesser des Liners ist für die Statische Berechnung des Liners erforderlich.

Ein mit einem Liner ausgekleidetes Musterrohr, z.B. Beton- oder Steinzeugrohr, wird rechtwinklig zur Rohrachse aufgetrennt, so daß sich eine glatte ebene Schnittfläche ergibt.

An dieser Schnittfläche kann der sich ergebende Ringspalt über den gesamten Linerumfang vermessen werden.

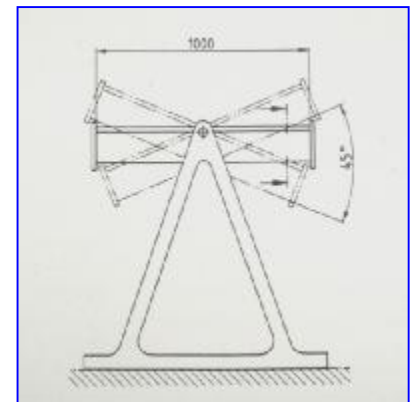


Abriebfestigkeit

Darmstädter Verfahren, Kipprinne

Ein ca. 1m langer Linerausschnitt wird mit einem Sand-Kies-Wassergemisch mit definierter Sieblinie gefüllt und anschließend um $\pm 22,5^\circ$ gekippt. Dadurch ergibt sich eine wechselnde Rutschbewegung der Füllung und somit eine abrasive Wirkung auf der Linerinnenseite.

Nach je 25. 000 Lastspielen wird der Abrieb im Sohlbereich des Liners gemessen. Die Prüfung wird zunächst bis 100.000 Lastspiele fortgesetzt und kann auf bis zu 400.000 Lastspiele ausgedehnt werden.



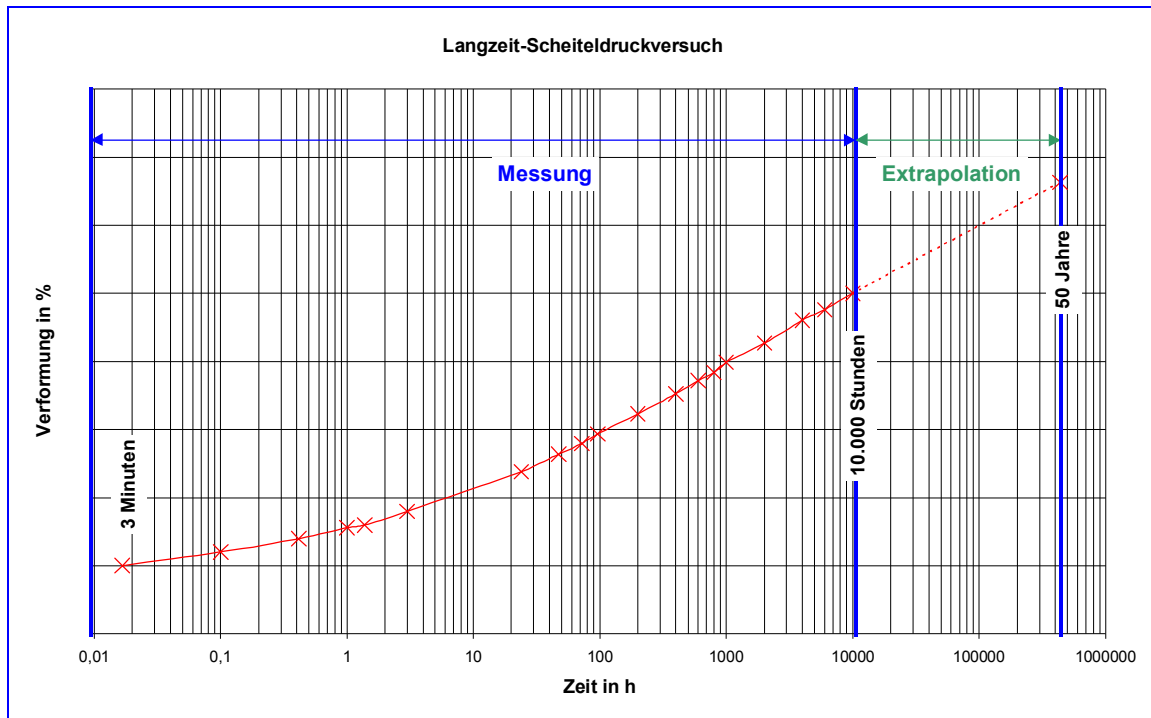
Hamburger Spülversuch

Eine Musterhaltung mit mehreren Seitenzuläufen bzw. Abzweigen wird mit einem Schlauchliner ausgekleidet. Anschließend wird sie mit definierten Spüldüsen bei vorgegebenem Spüldruck und Wasserdurchsatz unter Zugabe von Splitt hochdruckgespült.

Die Düse wird mit definierter Vorschub- und Rückzugsgeschwindigkeit in der Musterhaltung hin- und hergefahren, wobei an mehreren Stellen auch Stillstandszeiten der Düse vorgesehen sind.

Die Beurteilung des Liners erfolgt nach 50 Spülgängen auf Beschädigungen und Dichtheit.





Richtwerte für **Abminderungsfaktoren A_{1L}** von Schlauchlinern:

GFK	1,3 – 1,6
Nadelfilzliner	1,6 – 2,3

Zugfestigkeit der Linerwand nach DIN EN ISO 527

An Streifenproben, die in Längsrichtung aus der Linerwand entnommen wurden, werden Zugversuche nach DIN EN ISO 527 durchgeführt. Die Probe wird mit konstanter Geschwindigkeit bis zum Versagen belastet.

Aus diesem Versuch ergibt sich die Längszugfestigkeit und die Bruchdehnung des Materials.



Prüfung der chemischen Beständigkeit der Schlauchliner

Die Proben werden nach DIN EN ISO 175 unter definierten Bedingungen (Temperatur, Zeit) in bestimmte Flüssigkeiten, z.B. mit pH-Wert = 1 (Säure) und pH-Wert = 10 (Lauge) eingelagert. Anschließend erfolgt die Prüfung der Gewichtsänderung und von bestimmten Materialkennwerten.

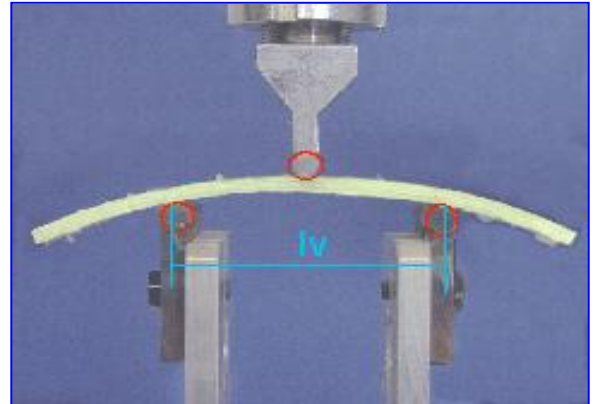
Anhand der Änderung dieser Kennwerte gegenüber dem Ausgangszustand kann die Beständigkeit der Linerwerkstoffe gegenüber den geprüften Medien eingeschätzt werden.

3-Punkt-Biegeversuch nach DIN EN ISO 178

An gekrümmten Prüflingen, die in Umfangsrichtung aus der Baustellenprobe entnommen wurden, werden die **Kurzzeitwerte** der **Biegefestigkeit** und des **Biege-E-Moduls** im 3-Punkt-Biegeversuch ermittelt.

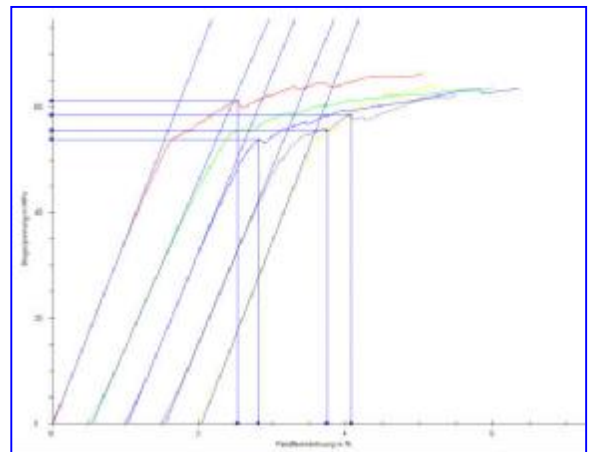
Der Auflagerdurchmesser beträgt 10 mm, der Abstand der Auflagepunkte (= Stützweite l_v) soll das 16-fache der Wanddicke des Liners betragen.

Der Prüfling wird mittig mit einer Druckfinne ($\varnothing = 10$ mm) mit konstanter Verformungsgeschwindigkeit (10 mm/min) bis zum Bruch belastet.



Dabei werden Kraft und Verformung aufgezeichnet und in einem Spannungs-Dehnungsdiagramm dargestellt.

Aus dem linearen Anfangsteil des Spannungs-Dehnungs-Diagrammes wird der **Biege-E-Modul** ermittelt. Je steiler die Kurve verläuft, desto höher ist der E-Modul, je höher der E-Modul, desto steifer ist das Material.



E-Modul-Werte einiger Rohrwerkstoffe in MPa

GFK-Liner	8.000 – 16.000
Nadelfilzliner	2.000 – 3.500
PE (Polyethylen)	800 – 1.000
PP (Polypropylen)	1.200 – 1.800
PVC-U (Polyvinylchlorid)	3.000 – 3.500

Die **Biegefestigkeit** (= Biegezugfestigkeit) wird aus dem ersten Maximum (Peak) der Kurve, die **Bruchfestigkeit** aus der maximalen Last ermittelt. Die **Bruchdehnung** errechnet sich aus der Verformung der Probe beim Bruch.

Je Baustellenprobe werden 5 Prüflinge, Breite 50 mm, Länge = 20 x Wanddicke, geprüft.

Laminataufbau nach DIN EN ISO 1172

Der **Gehalt von Harz, Glas bzw. Füllstoffen** wird durch Veraschung eines Linerausschnittes bei ca. 625°C bestimmt. Dabei bleiben nur organische Füllstoffe und Glas übrig.

Aus dem Gewicht der Probe vor und nach der Veraschung können die Gewichtsanteile der einzelnen Komponenten ermittelt werden.

Außerdem kann die Lagenfolge der Glasschichten in der Linerwand bestimmt werden.

Typische Glasgehalte liegen zwischen 30 und 50 %. Benötigt werden ca. 5 cm² des Laminates.



Dichte (spezifisches Gewicht) des Laminates nach DIN EN ISO 1183-1

Die Prüfung erfolgt nach dem Auftriebsverfahren, d.h. die Probe wird zunächst an Luft und danach in einer Flüssigkeit mit bekannter Dichte (z.B. Wasser, Alkohol) gewogen. Aus dem Verhältnis der beiden Gewichte wird die **Dichte** berechnet.

Richtwerte für die Dichte einiger Rohrwerkstoffe in g/cm³

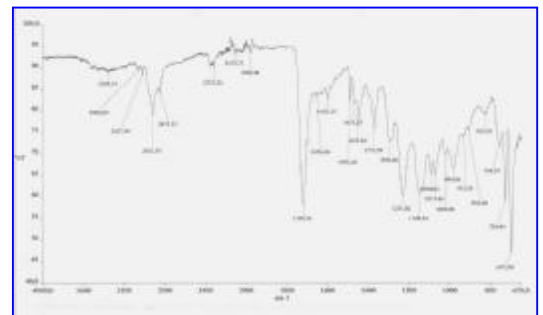
GFK-Liner	1,3 - 1,5
Nadelfilzliner	1,3 - 1,4
PE	0,92 – 0,96
PP	0,90
PVC-U	1,4

Benötigt werden ca. 1-2 cm² des Laminates.

Harzbestimmung mittels IR (Infrarot)-Spektroskopie

Jeder Stoff bzw. Werkstoff besitzt ein charakteristisches **IR-Spektrum**. Anhand dessen kann bei Schlauchlinern die Identität des eingesetzten Harzes mit den Herstellerangaben nachgewiesen werden.

Benötigt werden wenige Gramm des Harzes bzw. Liners.



Bestimmung des Reststyrolgehaltes nach DIN 53 394-2

Ungesättigte Polyester (UP)-Harze besitzen als Löse- bzw. Reaktionsmittel den Stoff „Styrol“. Nach der Aushärtung bleiben bestimmte Mengen an **Reststyrol** im Laminat enthalten.

Durch die Quantifizierung des vorhandenen **Reststyrols** kann somit eine Aussage über die vollständige Aushärtung des Liners getroffen werden.

Nach Herauslösen des freien Styrols aus dem Laminat mit einem geeigneten Lösemittel (z.B. Methylenchlorid) wird gaschromatographisch (GC-Headspace-Verfahren) der **Reststyrolgehalt** bestimmt.

Benötigt werden wenige Gramm des Laminates.

Bestimmung der Aushärtung/Kriechneigung im 24h-Biegekriechversuch nach DIN EN ISO 899-2

Die Prüfanordnung und die Probengeometrie entsprechen denen des 3-Punkt-Biegeversuches.

Die Probe wird mit einer konstanten Gewichtsbelastung beaufschlagt und die Verformung (Durchbiegung) in Abhängigkeit der Zeit gemessen.

Die sog. **Kriechneigung Kn** wird aus den Verformungen *f* der belasteten Probe nach 1 Stunde und nach 24 Stunden berechnet.

$$Kn = \frac{f_{24h} - f_{1h}}{f_{24h}} \cdot 100\%$$

Je höher der Wert der **Kriechneigung Kn**, desto niedriger ist i.d.R. der Aushärtungsgrad des Liners.



Eignungsprüfung

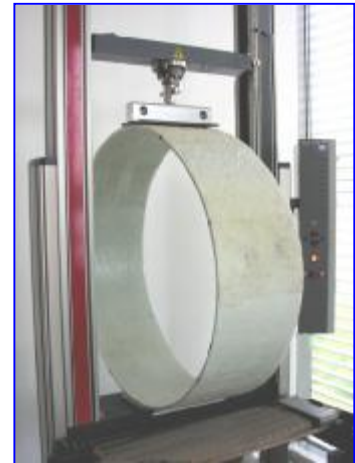
Im Rahmen der Eignungsprüfung von Schlauchlinern werden zusätzlich zu den vorgenannten Prüfungen u.a. folgende Prüfungen durchgeführt:

Prüfung der Anfangs-Ringsteifigkeit nach DIN EN 1228

Linerabschnitte von 30 cm Länge werden im Kurzzeit-Scheitel-druckversuch innerhalb von 60 Sekunden um 3% des mittleren Durchmessers verformt.

Nach einer Haltezeit von 2 Minuten wird aus der sich ergebenden Kraft die **Anfangs-Ringsteifigkeit S_0** bzw. der Umfangs-E-Modul berechnet.

$$E = \frac{S_0 \cdot d_m^3 \cdot 12}{e^3} \quad \begin{array}{l} d_m = \text{mittlerer Durchmesser} \\ e = \text{Wanddicke} \end{array}$$



Kriechversuch über 10.000 Stunden nach DIN EN 761

An Linerabschnitten mit einer Länge von 30 cm wird ein Langzeit-Scheiteldruckversuch durchgeführt. Die Proben werden dazu mit konstanter Last so beaufschlagt, daß eine Anfangs-Vertikalverformung von ca. 1,75 % des Durchmessers erreicht wird. Danach wird die Verformung in Abhängigkeit der Zeit bis zu einer Dauer von 10.000 Stunden (= 13 Monate) gemessen.

Anhand dieser Werte kann eine Extrapolation der Verformung auf 50 Jahre (438.000 Stunden) erfolgen.



Der **Langzeit-Abminderungsfaktor A_{1L}** für den E-Modul und die Biegefestigkeit wird aus den Verformungen nach 3 Minuten (gemessen) und nach 50 Jahren (extrapoliert) berechnet.

Je höher der Abminderungsfaktor ist, desto stärker kriecht das Material unter Belastung, d.h. desto nachgiebiger ist es gegenüber dauernden Lasten.