

# Prüfverfahren zur Eignung der Linertechnik im im WHG-Bereich

Dipl.-Ing. Andreas Haacker



- Anforderungen an Sanierungsverfahren
- Prüfungen zur Eignungsfeststellung
- Eine bisschen Materialkunde
- Mögliche Fehlerquellen
- Prüfungen nach Liner-Installation
- Auswertung von Prüfberichten
- Woran man Qualität erkennt
- Empfehlungen...

# Über uns



# Über uns

Siebert + Knipschild ist in Deutschland führend bei der Qualitätssicherung von Schlauchlinern – mit rund 7000 Proben jährlich



Fremdprüfende Stelle für LAU-Anlagen

Sachverständige nach AwSV

Anerkannte Prüfstelle des



Akkreditiert durch

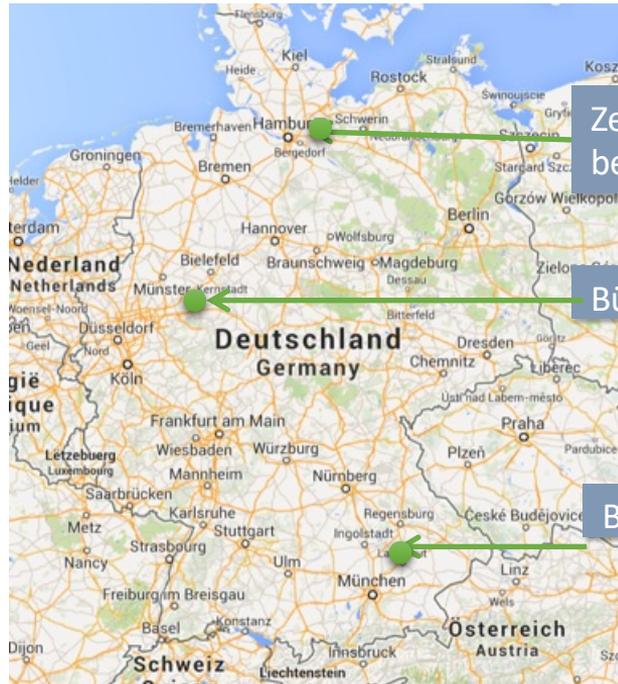


# Über uns

- Prüfstelle für Verbundwerkstoffe
- Prüf- und Zertifizierungsstelle für Bauprodukte
- Kanal- und Schachtsanierung, Rohrwerkstoffe und Kunststoffabdichtungen u.a. im Bereich AwSV



# Hier finden Sie uns



Zentrale in Oststeinbek  
bei Hamburg

Büro in Hamm / NRW

Büro in Haar bei München

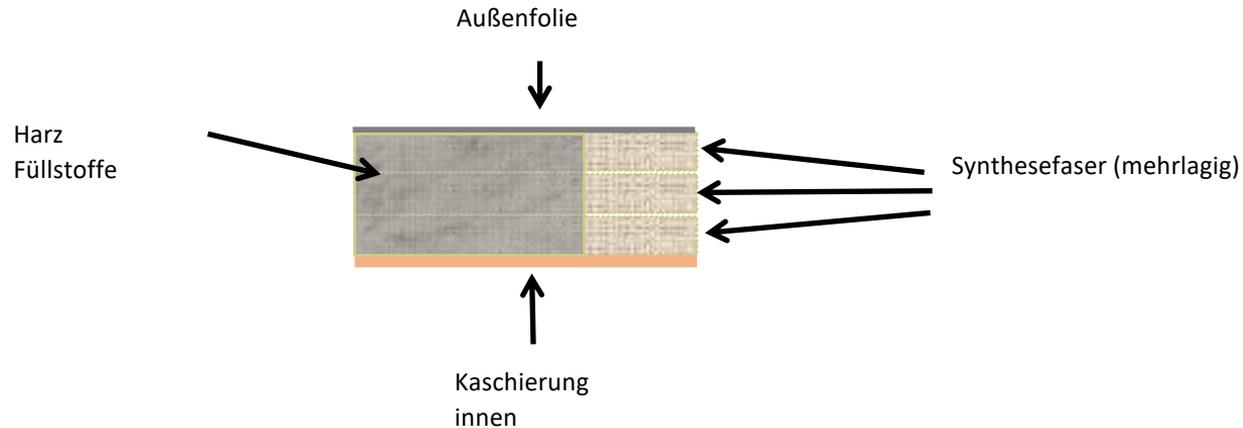
# Anforderungen an Sanierungsverfahren

# Zwei Gruppen von Linern

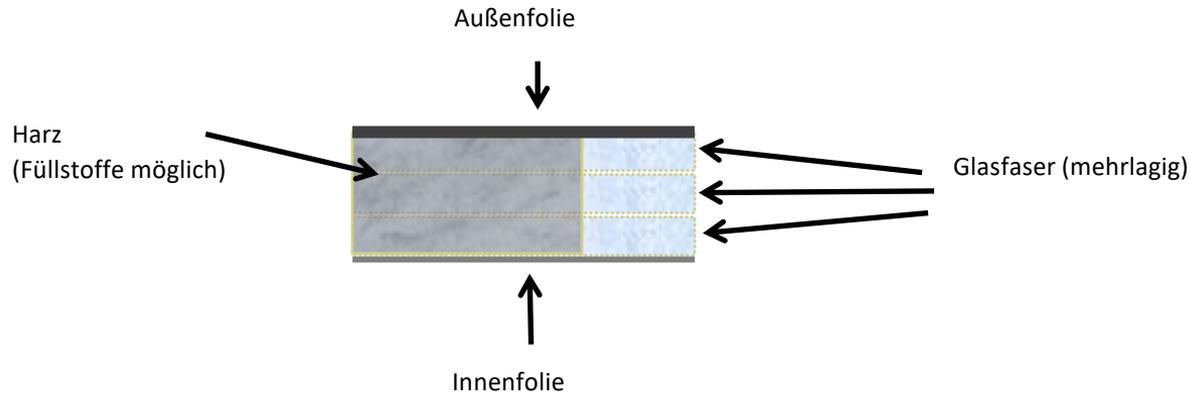
- Synthesefaserliner
- Glasfaserverstärkte Liner (GFK-Liner)



## Schematische Darstellung von Synthefaser-Linern



## Schematische Darstellung von GFK-Linern



- Produkte befinden sich auf einem hohen Niveau
- Qualität der Sanierung hängt entscheidend von der Planung und Bauausführung ab – aus dem Vorprodukt Schlauchliner wird auf der Baustelle das Endprodukt Schlauchlinerrohr
- Konfektionierung, Härtung, Wasserhaltung, Untergrundvorbereitung
- Erfolg der Baumaßnahme wird durch die Laborprüfung sichtbar
- Auftraggeber erhalten die Bestätigung über den Prüfbericht

# Anforderungen an Liner

- Geeignet für WHG-Anlagen (mit Nachweis)
- Flüssigkeitsdicht
- Längskraftschlüssige Rohrverbindungen möglich
- Resistenz gegenüber möglichen Chemikalien, zum Beispiel Kerosin und Tausalze (Hubschrauberlandeplatz)
- Bauaufsichtliche Zulassung (DIBt) bzw. Eignungsfeststellung

- Nur ein System bestehend aus den Komponenten und dem zugehörigen Einbauverfahren wird zugelassen, nicht einzelne Komponenten
- Zugelassene Systeme erhalten eine Nummer (s. Ü-Zeichen auf den Komponenten), ggf. Überwachungszertifikat für das Produkt vom Hersteller anfordern
- Nachweis der Eignung des Einbauverfahrens (Verfahrenshandbuch beim DIBt hinterlegt)



- Auf privatem Grund eingesetzte Bauprodukte müssen durch das Deutsche Institut für Bautechnik in Berlin (DIBt) zugelassen sein
- Zulassungspflichtige Produkte: Ungeregelte Bauprodukte (≠genormte Produkte)
- DIBt-Zulassung gilt grundsätzlich für häusliche Abwässer
- Feststellung der Eignung der verwendeten Komponenten (chemische Beständigkeit gegenüber häuslichem Abwasser, pH-Bereich 2-12)
- Temperaturbeständigkeit bis 35° (haltungswise Sanierung) bis 45° (GEA-Sanierung)

- Sie regelt nicht den Einsatzbereich für wassergefährdende Stoffe
- Einzelnachweis über die Beständigkeit gegenüber den jeweils auftretenden Chemikalien erforderlich
- DIBt-Zulassung ist gute Grundlage für eine Eignungsfeststellung im WHG-Bereich

**Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen  
(AwSV)**

**§ 17 Grundsatzanforderungen**

(1) Anlagen müssen so geplant und errichtet werden, beschaffen sein und betrieben werden, dass

1. wassergefährdende Stoffe nicht austreten können,

# Was ist zu tun?

- Einzelnachweise gegenüber den möglichen Medien erbringen
  - Temperatur
  - Dauerhaftigkeit
  - Chemische Beanspruchung
- Nachweis von unabhängiger Stelle (akkreditiertes Prüflabor)

# Prüfungen zur Eignungsfeststellung

- Prüfung der mechanischen Kennwerte (Dreipunkt-Biegung, Scheiteldruckversuch)
- Chemische Beständigkeit (Einlagerung)
- Dichtheit des Materials (Dichtheitsprüfung)
- Identitätsprüfung (z. B. IR-Spektroskopie)

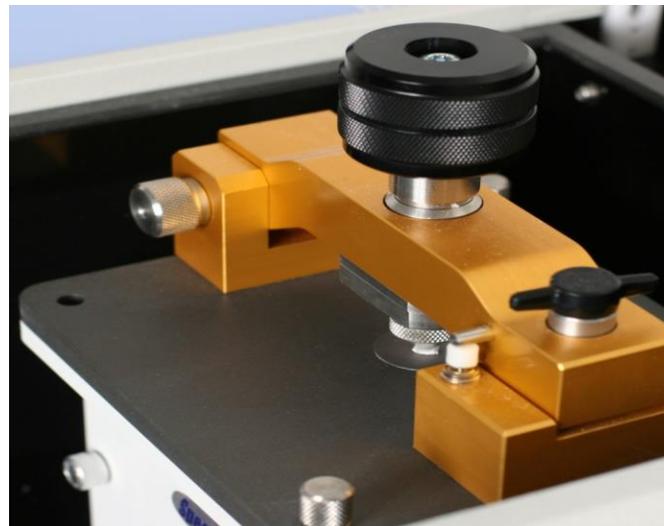
Im GEA-Bereich außerdem von Bedeutung:

- Verklebungen (Haftzugprüfung)
- Grad der Harz-Vernetzung / Härtung (DSC-Analyse)



Quelle: Siebert + Knipschild

- Geprüft wird, ob die verwendeten Komponenten der Ausschreibung bzw. der Systembeschreibung entsprechen
- Entspricht die Sanierungsausführung den gestellten Anforderungen



Quelle: Siebert + Knipschild

# DSC-Analyse

- Bei Epoxidharzsystemen
- Im Labor: Überprüfung der Mischungsqualität mittels DSC-Analyse nach DIN 53765
- Überprüfung der Vernetzung (Aushärtung)
- Insb. Prüfung von Linern im GEA-Bereich



Quelle: Siebert + Knipschild

# Eine bisschen Materialkunde

# Eigenschaften | Harze

EP-Harze	UP-Harze	VE-Harze
Hohe Beständigkeit gegenüber Alkalien	Hohe Beständigkeit gegenüber Säuren	Hohe Beständigkeit gegenüber Säuren, Alkalien und Kohlenwasserstoffen
Gute Warmformbeständigkeit, erreicht aber nicht die Eigenschaften von UP und VE	Gute Warmformbeständigkeit	Besonders hohe Warmformbeständigkeit
Tränkung üblicherweise auf der Baustelle erforderlich (kurze Lagerstabilität).	Werksseitige Herstellung des ungehärteten Vorproduktes	Werksseitige Herstellung des ungehärteten Vorproduktes
Stöchiometrische Mischung (genaue Einhaltung des Harz-/Härter-Verhältnisses) erforderlich	Vorgefertigte Mischung	Vorgefertigte Mischung
Geruchsarm, aber Auslöser von allergischen Reaktionen bei der Verarbeitung	Früh wahrnehmbarer Geruch, weniger toxisch bei der Verarbeitung	Styrol als reaktives Lösungsmittel möglich, geruchsarme Alternativen sind möglich
Keine UV-Härtung möglich (Kalt- und Warmhärtung)	UV- und Warmhärtungsverfahren möglich	UV- und Warmhärtungsverfahren möglich
Niedrigere Schwindung, die schon bei der Gelierung einsetzt, kein Spannungsaufbau durch Reaktionsschrumpf im gehärteten System	Schrumpfung bei der Aushärtung ca. 7 bis 8% (Volumen-% bezogen auf die reine Harzmatrix)	Schrumpfung bei der Aushärtung ca. 4 bis 6% (Volumen-% bezogen auf die reine Harzmatrix)

## **Vinylester-Harz für chemisch aggressive (Industrie-)Abwässer**

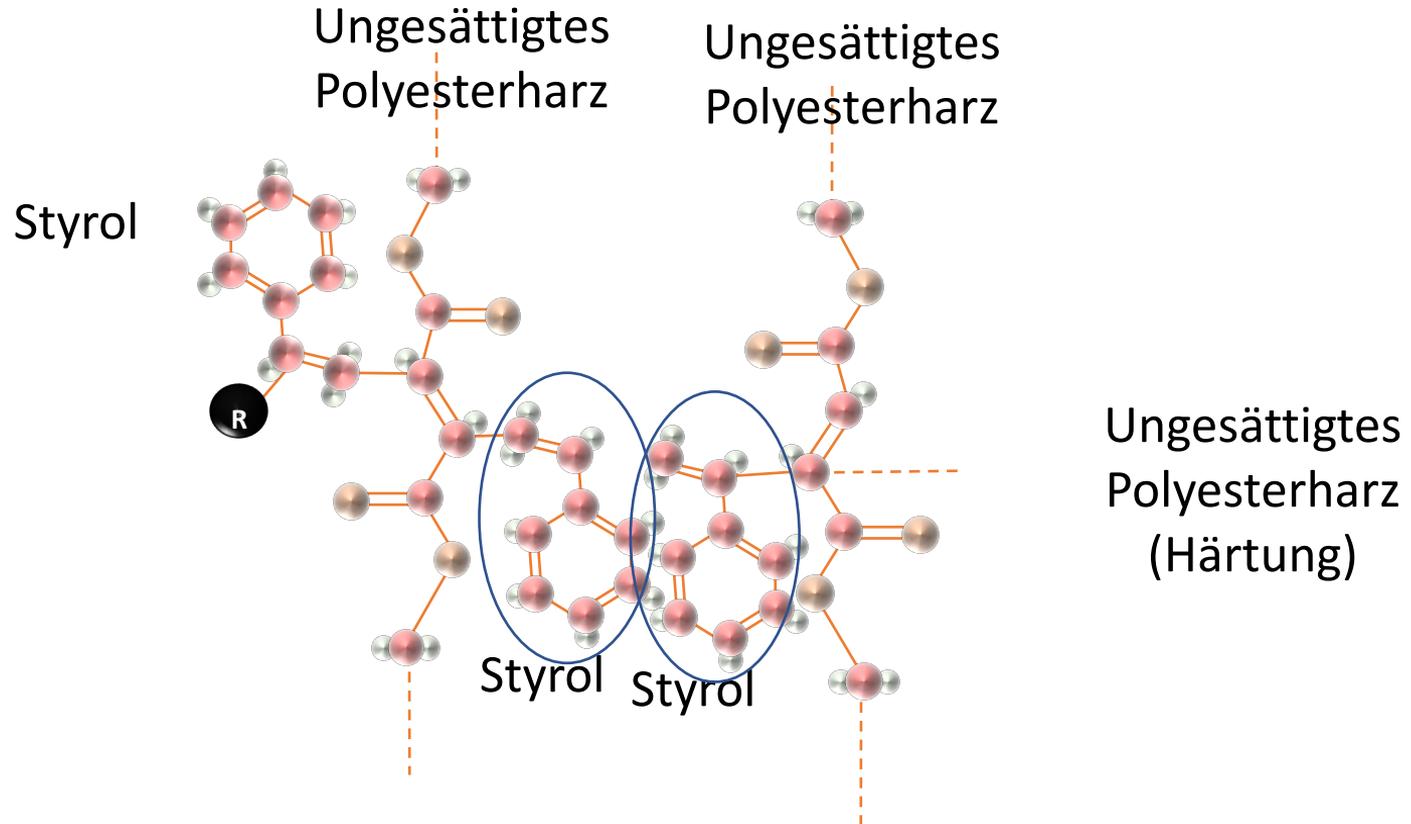
- Norm legt Mindestvoraussetzung an VE-Harze fest
- Mindestens Typ 1310/1330 nach DIN 16946 T.2 und DIN 16945
- Mindestens Harzgruppe 5 nach DIN 18820/1

Gemäß DIN EN 13121 gehören VE-Harze zur Gruppe der ungesättigten Polyesterharze

- 2-Komponentensystem Vorort-Mischung erforderlich
- Bei Mischungsfehlern ist eine Nachhärtung nicht möglich
- Mischungsfehler führen zur Freisetzung von Monomeren
- Wenig geruchsintensiv aber allergen
- Nach erfolgreicher Härtung hohe chemische Beständigkeit – unbedenklich in der Umwelt

- Styrol fungiert als reaktives Lösungsmittel
- Styrol senkt die Viskosität des Harzsystems
- Wichtig: Der Styrolanteil des Harzes ist nicht zu vergleichen mit dem **Reststyrolgehalt** eines Harzes
- Ein geringer Reststyrolgehalt wird über den Härtingsprozess sichergestellt
- Auffälliger “Styrolgeruch“ ist ein Warnsignal für Härtingsdefizite
- Nach erfolgreicher Härtung hohe chemische Beständigkeit – unbedenklich in der Umwelt

# Die Rolle des Styrols



- Aushärtung mit Warmwasser (Warmhärtung)
- Aushärtung mit Dampf (Warmhärtung)
- Aushärtung mit UV-Licht
- Kombination aus UV-Licht und Warmhärtung
- Aushärtung bei Umgebungstemperatur

Die Härtung gilt im technischen Sinne als erfolgreich, wenn der Reststyrolgehalt im Harz kleiner als 2 % ist.

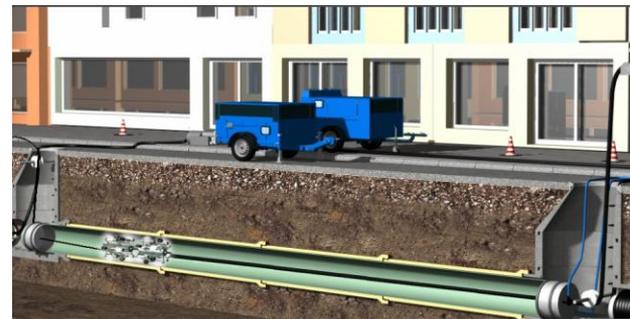
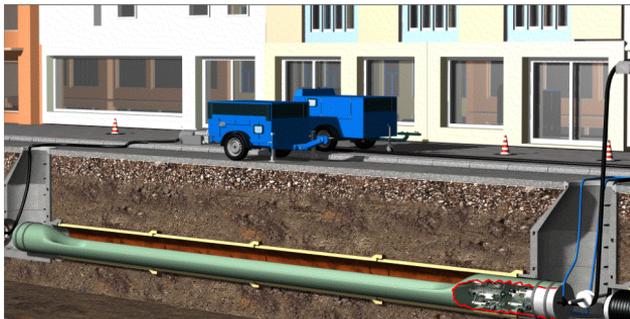
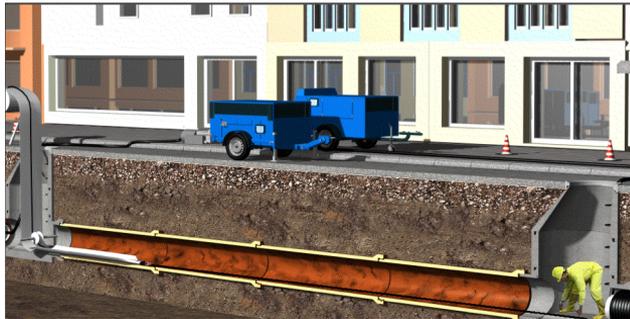
- **Synthesefaserliner** werden in der Praxis mit Warmwasser oder Dampf gehärtet
- **Warmhärtung** empfiehlt sich, wenn ein sehr niedriger Reststyrolgehalt (weniger als 0,5 % Gew.-%) – z. B. in Trinkwasserschutz zonen – gefordert wird
- **GFK-Liner** werden meist mit UV-Licht gehärtet (Dampfhärtung ist zeitaufwändiger und wird deshalb wenig genutzt).
- **UV-Härtung** ist ein schnelles Verfahren das auch im Bereich von Ober- und Unterbögen gut einzusetzen ist

Liningsystem	Härtungsverfahren			
	Warmhärtung	Kalthärtung*	UV-Härtung	Kombination UV-/Warmhärtung
UP-Synthesefaser	X	X		
EP-Synthesefaser	X	X		
UP-Glasfaser	X	X	X	X
VE-Glasfaser	X	X	X	X

\*Kalthärtung = Aushärtung bei Umgebungstemperatur, nur im GEA-Bereich und bei Reparaturverfahren zulässig – ist im WHG-Bereich nicht zu empfehlen



# UV-Härtungsverfahren



Quelle: ARKIL INPIPE GmbH / Berolina

- Schnelles Verfahren, gut geeignet für kleine und mittlere Wanddicken
- Geringe Gefahr von Spannungsrissen während der Härtung
- Keine Beeinträchtigung durch Ober- und Unterbögen
- Integrierte Kamera der UV-Lichterkette erlaubt Prozesskontrolle
- Kein Abwasser bzw. Kondensat während der Härtung
- Vor der Härtung lange Lagerstabilität bei Raumtemperatur
- Kühlung in der Regel nur bei Kombinationshärtung notwendig
- Erhöhte Reststyrolgehalte insbesondere auf der Außenseite möglich

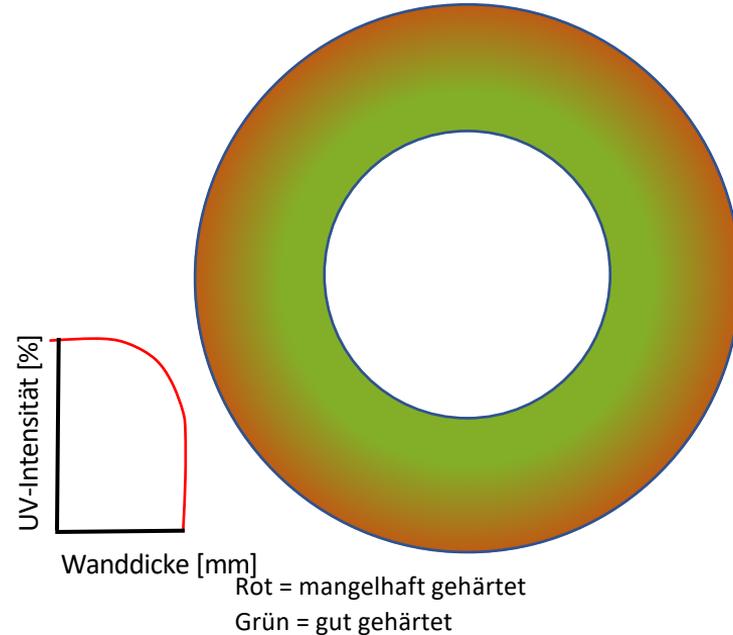
# Beachten: UV-Härtung

- Bei größeren Wanddicken ( $s \geq 8$  mm) sollte die UV-Härtung nur in Verbindung mit einer anderen unterstützenden Härtungsmethode angewendet werden.
- Bei dickwandigen GFK-Schlauchlinern kann es zu einer unvollständigen Aushärtung der zum Altrohr gelegenen Wandung führen.
- Alternative: Kombination von UV- und Warmhärtung

- Dampf- oder Warmwasserhärtung
- Gute Eignung für Systeme mit großen Wanddicken
- Gute Härtung auch auf der Lineraußenseite
- Geringe Reststyrolgehalte durch hohe Prozesssicherheit
- Träge durch große thermische Masse

# Mögliche Fehlerquellen

- Die UV-Intensität nimmt im exponentiellen Verhältnis zur Wanddicke ab
- Insbesondere Randzonen können eine mangelhafte Härtung mit teilweise sehr hohen Reststyrolgehalten aufweisen und können ungehärtet bleiben, obwohl die statischen Anforderungen bereits erfüllt werden



# Nicht ausgehärtet...



Beachten:

Preliner und äußere  
Folien stellen keinen  
sicheren Schutz vor  
Wassereintritt dar  
(gilt für alle  
Härtungsverfahren)

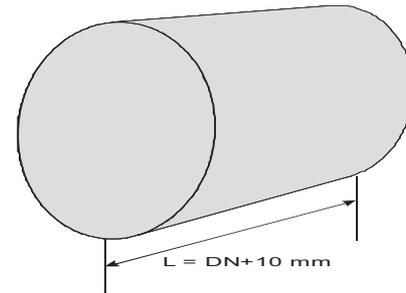
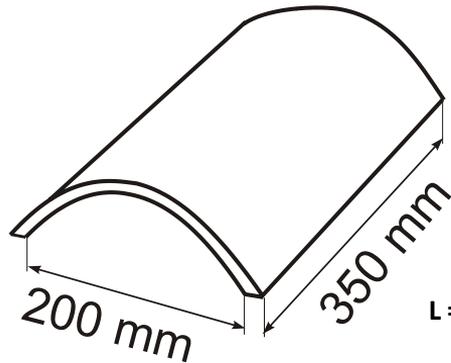


Ablösung von Laminatschichten  
im Sohlbereich, Wassereinfluss  
während der Härtung führt zu  
Härtungsdefiziten

Zu beachten:  
Wasser ist ein Reaktionsinhibitor  
für Harze

# Prüfungen nach Liner-Installation

Im Rahmen der projektbezogenen Gütesicherung werden Wandausschnitte (z. B. Ausschnitte für Seitenzuläufe, Proberohr, Passstück, etc.) entnommen. Bei Nenndurchmessern  $\leq$  DN 200 sind vollständige Rohrabschnitte zu entnehmen.



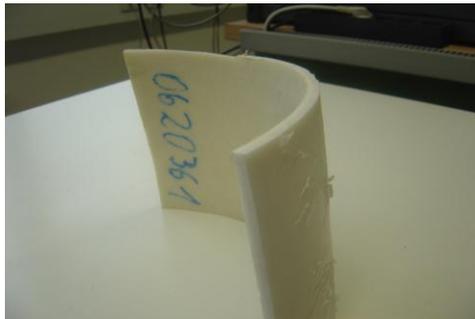
$L = DN + 10 \text{ mm}$ , d.h. Länge des Abschnittes = Durchmesser des Rohres + 10 mm

Notwendigkeit zur Entnahme von Baustellenproben

- Da die Produkte vor Ort aus Vorprodukten hergestellt werden, sind die Nachweise für den Einbauerfolg über Probennahmen zu erbringen



# Das ideale Probestück



- Glatte Oberflächen
- Einheitlich transluzent
- Ausreichende Größe
- „Geruchsneutral“
- Keine klebrige Oberfläche

# Typische Prüfungen

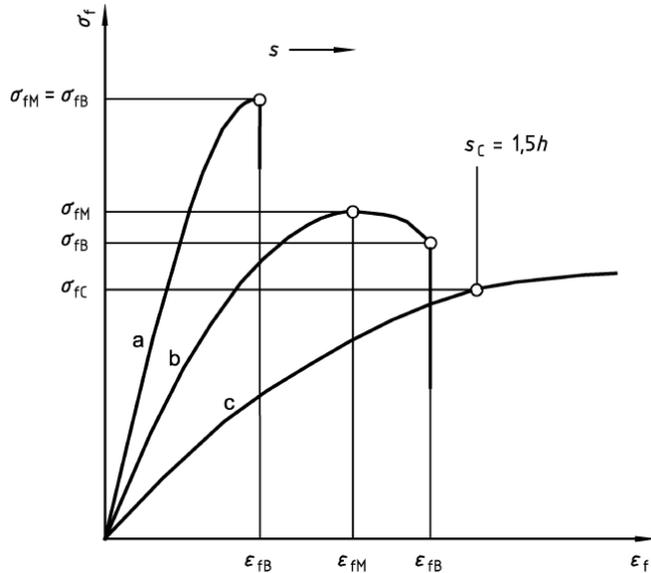
Haltung	Hausanschluss
Dreipunkt-Biegung	DSC-Analyse
Dichtheitsprüfung	Wanddickenbestimmung
24 h-Kriechneigung	Optische Laminat Kontrolle
Reststyrolanalyse	DMA-Analyse
Scheiteldruckversuch	Infrarot-Spektralanalyse
Infrarot-Spektralanalyse	
Füllstoff- und Glasgehalt	

- Dreipunkt-Biegung gemäß DIN EN ISO 178 in Verbindung mit DIN EN ISO 11296-4
- Dynamische Differenz-Kalorimetrie gemäß DIN EN ISO 11357 (DDK, engl.: DSC)
- 24 h-Kriechneigung nach DIN EN ISO 899-2
- Ermittlung des Reststyrolgehalts nach DIN 53394-2



# Dreipunkt-Biegeversuch

- Prüfnorm: DIN EN ISO 178/DIN EN ISO 11296-4



# Dreipunkt-Biegeversuch

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

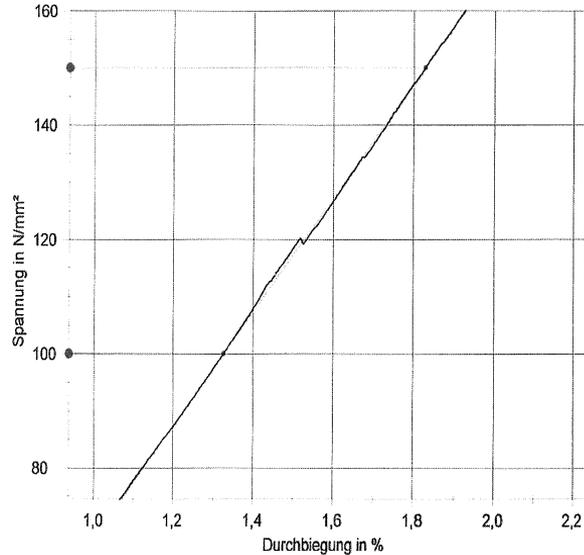
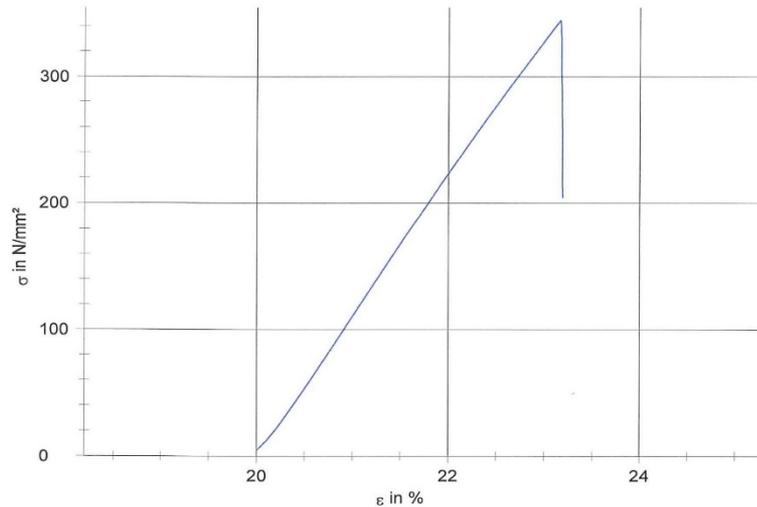


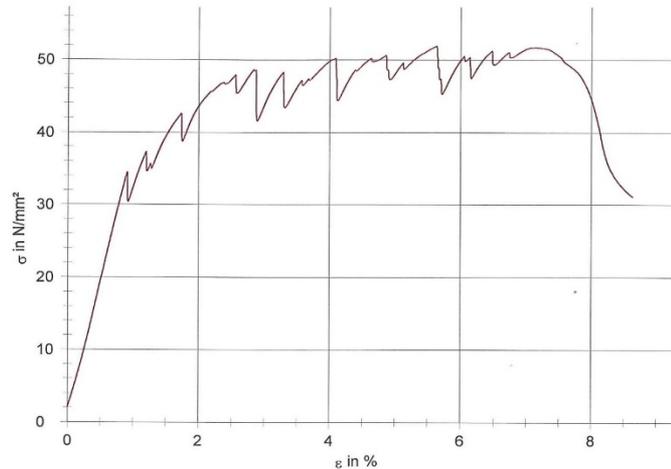
Abbildung 1: (vergrößerter Ausschnitt der Spannungs-Dehnungskurve) Bruch ohne anschließende Änderung im Spannungs-Dehnungsverhalten des Probekörpers. Der hier dargestellte Bruch deutet auf ein Versagen von Reinharzschichten ohne mechanische Schädigung des tragenden Laminats hin.

# Dreipunkt-Biegeversuch

- Prüfnorm: DIN EN ISO 178/DIN EN ISO 11296-4

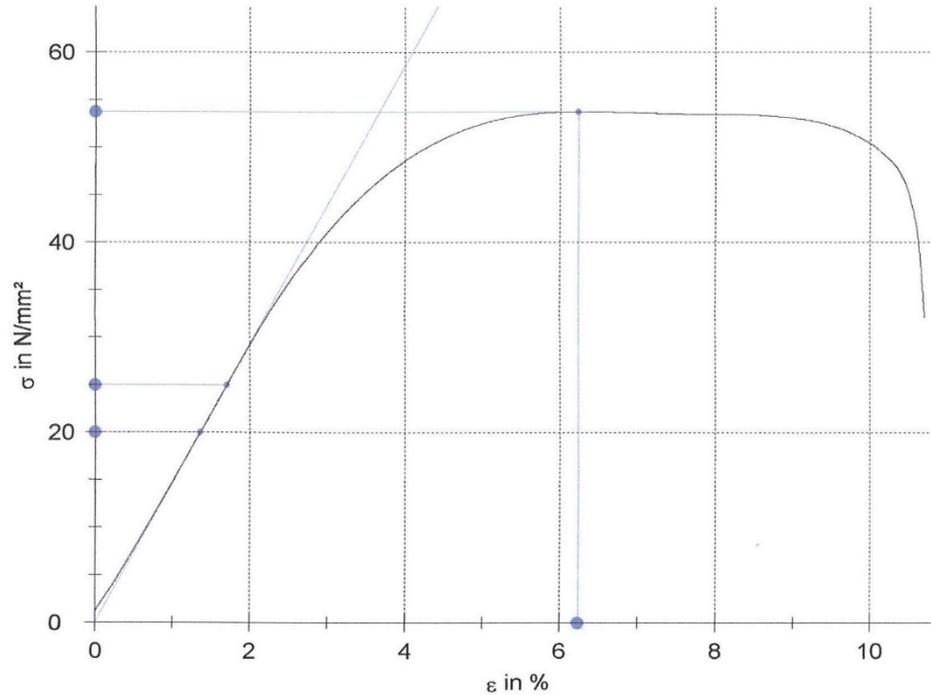


Glasfaserliner



Synthesefaserliner

# Mangelhafte Härtung



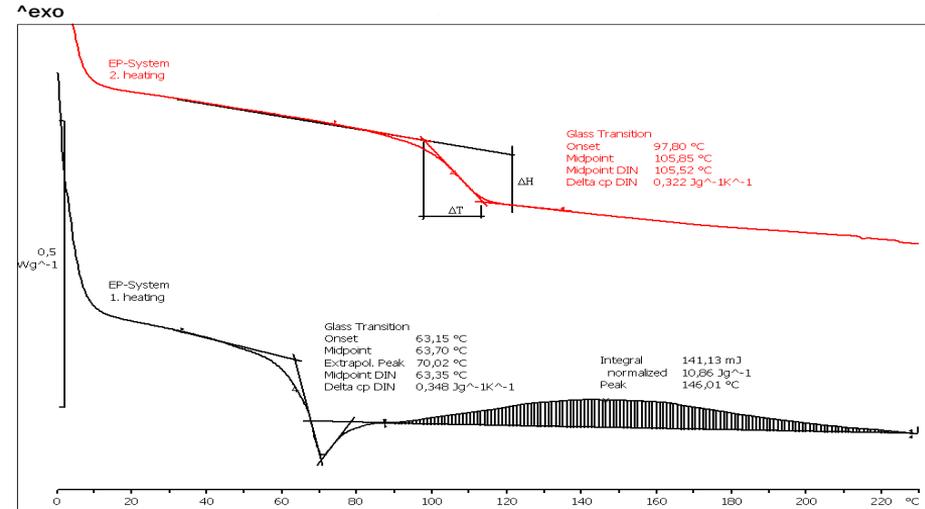
# DSC-Analyse



gemäß DIN EN ISO 11357

# DSC-Analyse EP-Harze

- Gemäß DIN EN ISO 11357  
Enthalpiemessung unter  
Temperatureinfluss
- Typische Qualitätssicherung bei  
kleinen Durchmessern
- Ermittlung der  
Glasübergangstemperaturen  
 $T_{g1}$  und  $T_{g2}$
- Bei UP- und VE-  
Reaktionsharzen nur bedingt  
geeignet



- $T_{g1}$ : momentaner Zustand der Aushärtung
- $T_{g2}$ : der für die Probe bestmögliche Zustand der Aushärtung
- Achtung: Auswertung von  $\Delta T_g$  ist nicht sinnvoll!

# Gaschromatografie



- Reststyrolgehalt / DIN 53394 Teil 2
- Der Reststyrolgehalt steht in direkter Korrelation zu den mechanischen Kennwerten und der chemischen Beständigkeit von Linern
- Bei GFK-Linern können erhöhte Reststyrolgehalte an den Außenschichten auftreten, hier ist die Umweltrelevanz zu berücksichtigen



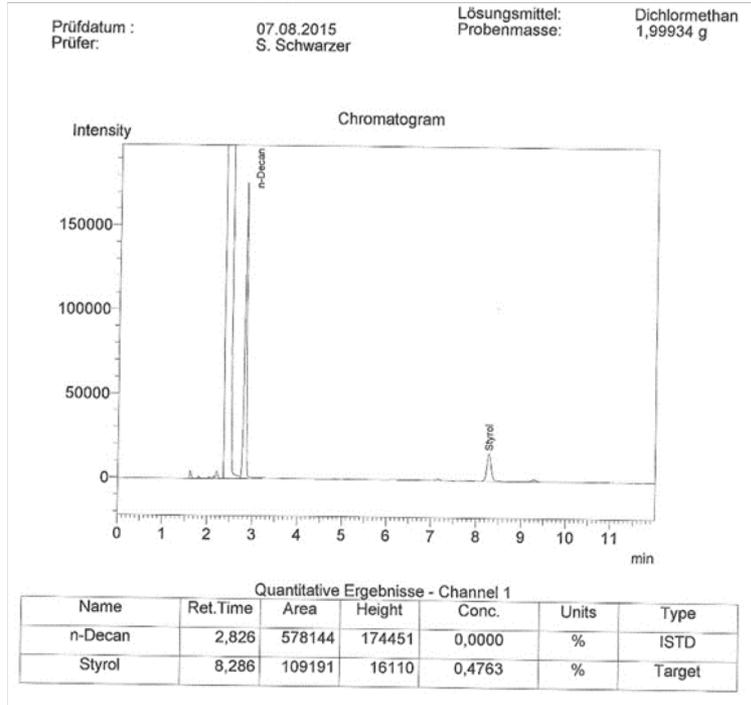
# Beispiel: GFK-Laminat



Probe an der Außenseite nicht  
ausgehärtet

Zu hohe  
Durchzugsgeschwindigkeit der  
Lichterkette

# Ermittlung Reststyrolgehalt



Nach DIN 53394-2

- Überprüfung der Aushärtung von styrolgelösten Reaktionsharzen
- Lamine mit einem Reststyrolgehalt von  $< 2\%$  gelten technisch als gehärtet
- In Wasserschutzzonen ist ein Reststyrolgehalt  $< 0,5\%$  sicherzustellen
- Unterhärtung des tragenden Laminats selten
- Hohe Styrolgehalte durch unterhärtete Randzonen

# Auswertung von Prüfberichten

# Bewertung von Prüfberichten



Anwendungstechnik  
Materialprüfung  
Qualitätsicherung

Wegpunkt 20  
D 710 00000000  
Telefon: +49 (0)49 688 714 0  
Telefax: +49 (0)49 688 714 59  
E-Mail: info@siebert+knipschild.com  
Internet: www.siebert+knipschild.com

Qualifizierung:  
Dipl.-Ing. A. Haacker  
Dipl.-Ing. S. Dethmann

Die am Ort/Prüfung durchgeführten  
Prüfungen sind  
nach DIN EN ISO 9001  
geprüft.

Standort: 36133 36132  
Ulfstraße 122/122A/122B

## Prüfbericht

Bericht-Nr.: XXXXX

Materialuntersuchung als baubegleitende Maßnahme zur Fremdüberwachung  
Prüferidentifikation gemäß den Angaben der Sanierungspläne:

Bausvorhaben: XXXXX  
Hersteller (Liefer): XXXXX  
Ausführende Firma: XXXXXX  
Material: UP - Glasfaser  
Material-ID: XXXXXX  
Rohrgeometrie: DN 300  
Halbungsbezeichnung: XXXXXX  
Erdfahrerposition: Erdbohrloch / Behälter  
Prüferbezeichnung: XXXXXX  
Einbaudatum: 23.06.2018  
Prüferbezeichnung: 03.07.2018  
Auftragsdatum: 03.07.2018  
Auftraggeber: XXXXXX

1	Anforderungen	2
1.1	Kurzzeiteigenschaften / Wanddicke	2
2	Ermittlung der Bauteil- und Materialeigenschaften	2
2.1	Prüfung der Biegespannung und Ermittlung des Biege-E-Moduls nach DIN EN ISO 178 (in Verbindung mit DIN EN ISO 11298-4)	2
2.2	Prüfung der Wasserdichtheit des Laminates in Anlehnung an DIN EN 1910	2
2.3	Bestimmung des Reststyrolgehaltes in Laminatproben nach DIN 53394-2 (GC)	2
3	Ergebnis	3

Dieser Bericht besteht aus 2 Seiten (inkl. Deckblatt) und 2 Anlagen und darf nur ungekürzt und mit Genehmigung der siebert+knipschild GmbH an Dritte weitergegeben werden. Zur Absicherung gilt für alle in der Urkunde angegebene D-PL-11220-01-02 folgende Gültigkeit:



Prüfbericht – Nr.: XXXXX Auftraggeber		siebert+knipschild Wegpunkt 20, D 710 00000000			
<b>1 Anforderungen</b> <b>1.1 Kurzzeiteigenschaften / Wanddicke</b> Sollwerte gemäß DIN-Zulassung XXXXX / Auftraggeber:					
	Kurzzeit Biege-E-Modul $E_0$ [N/mm <sup>2</sup> ]		XXXX		
	Kurzzeitbiegespannung $\sigma_b$ [N/mm <sup>2</sup> ]		XXXX		
	Reststyrolgehalt $w_0$		0,5		
	Verbunddicke $e_{0,1}$ [mm]		4,50		
<b>2 Ermittlung der Bauteil- und Materialeigenschaften</b> <b>2.1 Prüfung der Biegespannung und Ermittlung des Biege-E-Moduls nach DIN EN ISO 178 (in Verbindung mit DIN EN ISO 11298-4)</b> Die Probenkörper wurden in Umfangsrichtung gemäß Die Prüfmeth wurde radial entlang der Krümmung aufgebracht. <b>Tabellarische Zusammenfassung der Prüfergebnisse (Mittelwerte):</b>					
Prüferbezeichnung	Prüfdatum	Biegespannung $\sigma_b$ [N/mm <sup>2</sup> ]	Biege-E-Modul $E_0$ [N/mm <sup>2</sup> ]	Verbunddicke $e_{0,1}$ [mm]	Reststyrol $w_0$ [%]
XXXXX	12.07.2018	340,5	11638	4,90	5,25
Prüfprotokoll als Anlage beigefügt.					
<b>2.2 Prüfung der Wasserdichtheit des Laminates in Anlehnung an DIN EN 1910</b>					
Prüferbezeichnung	Prüfdatum	Prüfdruck [bar]	Prüfdruck [bar]	Ergebnis	
XXXXX	12.07.2018	30	-0,5	wasserundurchlässig	
<b>2.3 Bestimmung des Reststyrolgehaltes in Laminatproben nach DIN 53394-2 (GC)</b> <b>Analysenergebnis:</b>					
Prüferbezeichnung	Prüfdatum	Lösungsmittel	Einwirkzeit [h]	Reststyrolgehalt [%]	Ergebnis (Prüfung auf)
XXXXX	12.07.2018	Dichloromethan	2,001	1,0	OK
Prüfprotokoll als Anlage beigefügt.					

Prüfbericht – Nr.: XXXXX Auftraggeber		siebert+knipschild Wegpunkt 20, D 710 00000000	
<b>3 Ergebnis</b>			
Anforderung	erfüllt	nicht erfüllt	
Biegespannung $\sigma_b$ [N/mm <sup>2</sup> ]	X		
Biege-E-Modul $E_0$ [N/mm <sup>2</sup> ]	X		
Reststyrolgehalt $w_0$		X	
Verbunddicke $e_{0,1}$ [mm]	X		
Wasserdichtheit des Laminates	X		
Besonderer Hinweis			
Deckblatt, den XX. XXXX 2018			
Technischer Leiter Dipl.-Ing. A. Haacker Anlage: Prüfprotokoll, Prüfungsbeleg		Verantwortlicher Prüfer D.Eng. S. Dethmann	

# Bewertung der Prüfergebnisse

Anforderung	erfüllt	nicht erfüllt
Biegespannung $\sigma_b$ [N/mm <sup>2</sup> ]	X	
Biege-E-Modul $E_f$ [N/mm <sup>2</sup> ]	X	
Reststyrolgehalt [%]		X
Verbunddicke $e_m$ [mm]	X	
Wasserdichtheit des Laminates	X	
Besonderer Hinweis:		

Biegespannung	spricht für guten interlaminaren Verbund (z. B. keine Luftporen)
E-Modul	spricht für eine hohe Vernetzung der Harzmatrix (gute Härting, gute chemische Beständigkeit)
Wanddicke	wesentliche Größe für die statische Berechnung
Wasserdichtheit des Laminats	Nachweis der Gebrauchstauglichkeit
Styrolgehalt	Nachweis der Umweltverträglichkeit – nicht erbracht

Woran man Qualität erkennt

- DIBt-Zulassung ist ein Eignungsnachweis für die Grundstücksentwässerung und stellt eine gute Grundlage für den Eignungsnachweis im WHG-Bereich dar.  
Ein spezieller Eignungsnachweis zur chemischen Beständigkeit und Temperaturbeständigkeit ist in Abhängigkeit von den zu erwartenden Medien und Temperaturen erforderlich.
- Material: Anders als bei GfK-Rohrwerkstoffen hohe Anforderung an alle Materialien (insbesondere in Deutschland gemäß DWA-A 143-3)
- Ausführende Firma: Referenzen, Erfahrungen in der Arbeit mit den entsprechenden Materialien und Systemen von Herstellern

# Siegel „geprüfte Qualität“

- Statistik über verschiedene Bauvorhaben als Referenz für ausführende Unternehmen
- Vergabe an Einbauer mit mind. 95% Erfolgsquote für das Einbaujahr
- Qualitätsnachweis über reale Baumaßnahmen
- Qualitätsnachweis für Einbauer, darüber auch für den Hersteller
- Transparenz für ausschreibende Unternehmen und Kommunen



Hinweis: Besondere Nachweise / Siegel für Linerprodukte in WHG-Bereichen gibt es nicht<sub>61</sub>

Empfehlungen...

- Medienabhängig sind Nachweise für die Eignung eines Lining-Verfahrens im WHG-Bereich im Einzelfall zu erbringen
- Mangelnde Aushärtung von Liner-Systemen im Vorfeld vermeiden (Restmonomeregehalt): Mit dem Unternehmen die zu erreichenden Kennwerte festlegen, Umgang mit Abweichungen im Vorfeld festlegen
- Das Unternehmen für besondere WHG-Anforderungen sensibilisieren
- Ggf. Verwendung verstärkter Preliner
- Ggf. Verwendung von Systemen für erhöhte Anforderungen (z. B. Druckliner)
- Nur sichere (nachgewiesene) Härtingsprofile zulassen
- Sichere Anschlussverfahren verwenden

- Systeme mit Eignungsnachweis verwenden
- Verfahrens- und Arbeitsanweisungen einhalten
- Fachkundiges und geschultes Personal einsetzen
- Einbauprotokolle gemäß Verfahrenshandbuch kontrollieren
- Abweichungen von den Verfahrensvorgaben dokumentieren
- Ausführung per Kamera überwachen (Ursprungszustand, Vorarbeiten, Ergebnis)

# ...nach der Installation

- Materialprüfung zum Nachweis des Einbau erfolges durch ein akkreditiertes Prüfinstitut (Fremdüberwachung)

- Linertechnologie ermöglicht einen „minimalinvasiven“ Eingriff in bestehende Infrastruktur
- Durch die muffenlose Rohrherstellung wird ein hohes Maß an Sicherheit bzw. Dichtheit der Systeme hergestellt

Vielen Dank! Noch Fragen?

[a.haacker@siebert-testing.com](mailto:a.haacker@siebert-testing.com)

040 688714-0