Sanierung von Druckleitungen mit vor Ort härtenden Schlauchlinern

Dr.-Ing. Susanne Leddig-Bahls
s.leddig@iqs-engineering.com
+49 171 3689 484
+49 39998 3393 42

TAH-Sanierungstage, 05.09.2018

INHALT

1. Stand der Normung
2. Statische Berechnung
3. Aktuelle Marktübersicht
4. Verbindungstechnik
5. Anschlusstechnik
6. Projektbeispiele

2

1. Stand der Normung

1. Stand der Normung

EN ISO 11295

„Klassifizierung von Kunststoff-Rohrleitungssystemen für die Renovierung und Informationen zur Planung“ *[2018-06]*

- Allgemeine Definitionen, Verfahrensbeschreibungen
- Klassifizierung der Druckliner in Klasse A bis D

4

1. Stand der Normung

IQS ENGINEERING AG

Tabelle 16 — Statische Klassifizierung von Druckleitungs-Linern

Eigenschaften des Liners	Klasse A	Klasse B	Klasse C	Klasse D
Kann ein von innen oder außen verursachtes Versagen (Bersten, Biegen oder Reißen) des Altrohres überstehen	+	—	—	—
Langzeit-Nenndruck ≥ höchster zulässiger Bauteilbetriebs-druck (PFA)	+	—	—	—
eigene Ringsteifigkeit[a]	+	+	—[b]	—[b]
Langzeitüberbrückung von Löchern und Verbindungs-spalten bei höchstem zulässigen Bauteilbetriebsdruck (PFA)	+	+[c]	+	—
Bietet inneren Korrosionsschutz[d]	+	+	+	+

\+ trifft zu

— trifft nicht zu

[a] Die Mindestanforderung an einen Liner ist, dass er bei Druckabfall des Rohres selbsttragend sein muss.

[b] Der Liner beruht auf einer Klebeverbindung mit dem Altrohr, um bei Druckabfall selbsttragend zu sein.

[c] Der Liner liegt, entweder während des Einbaus oder eine kurze Zeitdauer nach dem erstmaligen Aufbringen des Betriebsdruckes ausreichend eng an, so dass die innere Druckbelastung radial auf das Altrohr übertragen werden kann.

[d] Der Liner dient als Sperre gegen Korrosion, Abrieb und/oder Bildung von ungleichmäßigen Strukturen aus Korrosionsprodukten/Abblätterungen des Altrohres sowie gegen Verunreinigung des Rohrinhalts durch das Altrohr; es vermindert im Allgemeinen auch die Oberflächenrauigkeit, wodurch die Durchflusskapazität verbessert wird.

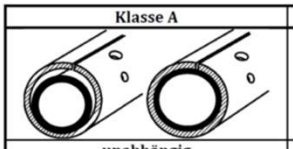
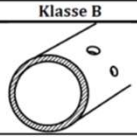
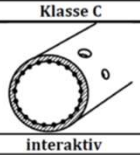
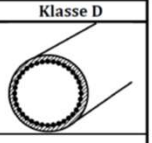
[DIN EN ISO 11295 S.52]

5

1. Stand der Normung

IQS ENGINEERING AG

Tabelle 17 — Statische Klassifizierung von Druckleitungs-Linern und Zusammenhang zu den Technikfamilien innerhalb des Anwendungsbereiches dieses Dokuments

Klasse A			Klasse B	Klasse C	Klasse D
					
unabhängig			interaktiv		
vollständig statisch belastbar			semi-statisch belastbar		nicht statisch belastbar
Rohrstrang-Lining	—				Dieses Dokument ist nicht anwendbar.
Einzelrohr-Lining	—				
—	Close-Fit-Lining			—	
	vor Ort härtendes Schlauch-Lining				
	—			Schlauch-Lining mit rückseitiger Verklebung	
—	—		Lining mit gesprühtem Polymermaterial	—	

ANMERKUNG 1 Lining mit eingezogenen Schläuchen ist noch zu klassifizieren, da die Entwicklung von Produktnormen für diese Technikfamilie noch aussteht.

ANMERKUNG 2 Die Punkte in den Abbildungen der Klassen C und D stellen die Klebeverbindung dar.

[DIN EN ISO 11295 S.54]

6

1. Stand der Normung

IQS ENGINEERING AG

EN ISO 11296-4

„Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Renovierung von erdverlegten drucklosen Entwässerungsnetzen

Teil 4: Vor Ort härtendes Schlauchlining“ *[2018-09]*

EN ISO 11297-4

„Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Renovierung von erdverlegten Abwasserdruckleitungen

Teil 4: Vor Ort härtendes Schlauchlining“ *[2018-09]*

EN ISO 11298-4

„Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Renovierung von erdverlegten Wasserversorgungsnetzen

Teil 4: Vor Ort härtendes Schlauchlining“ *[in Bearbeitung]*

7

1. Stand der Normung

IQS ENGINEERING AG

Tabelle 2 — Mechanische Kurzzeit-Eigenschaften von Rohren

Eigenschaft	Anforderung	Prüfparameter		Prüfverfahren
		Parameter	Wert	
Kurzzeit-Bruchkraft (Zug) in Liner-Wand in Umfangsrichtung	Angegebener Wert in N/mm, d. h. höchste Zugkraft je Rohr-Längeneinheit in Umfangsrichtung	Nach ISO 10467:2018, 5.3.6, beschränkt auf Verfahren A		ISO 8521:2009, Verfahren A
Spezifische Anfangs-Ringsteifigkeit, S_0	Angegebener Wert, mindestens jedoch 750 N/m² [a]	Nach ISO 11296-4:2018, Tabelle 5		
Kurzzeit-Biegemodul[b], E_0	Angegebener Wert in MPa			
Biegefestigkeit beim ersten Bruch[b], σ_{fb}	Angegebener Wert in MPa			
Biegedehnung beim ersten Bruch[b], ε_{fb}	Angegebener Wert, mindestens jedoch 0,75 %			
Längszugfestigkeit beim Bruch, σ_L	Angegebener Wert in MPa			
Bruchdehnung	Angegebener Wert, mindestens jedoch 1,0 %			

[a] Der minimal erforderliche Wert darf reduziert werden, wo der Unterdruck infolge Druckstoß größer als 20 kPa absolut (−80 kPa Manometerdruck) ist. Die absolute Mindest-Ringsteifigkeit muss 250 N/m² betragen.

[b] Muss in Umfangsrichtung und, falls erforderlich, auch in Längsrichtung geprüft werden.

[EN ISO 11297-4]

8

1. Stand der Normung

IQS ENGINEERING AG

Tabelle 3 — Mechanische Langzeit-Eigenschaften von Rohren

Eigenschaft	Anforderung	Prüfparameter		Prüfverfahren
		Parameter	Wert	
Langzeit-Berstdruck[a, b], $p_{50,min}$	Angegebener Wert, mindestens jedoch 0,25 MPa (2,5 bar)[c]	Endkappen Anzahl und freie Länge der Prüfkörper Umgebungsflüssigkeit — außen: — innen: Prüfkörper-Durchmesser und -Konstruktion	Typ 1 oder Typ 2 ISO 10467:—, 5.3.7.3 und 5.3.7.4 Wasser oder Luft Wasser Siehe Fußnote[d]	ISO 7509 mit Extrapolation und Bestimmung von 95 % LCL nach ISO 10928 (siehe Bild 2)
Kriechfaktor (trocken)[e], $\alpha_{x,trocken}$	Angegebener Wert	Nach ISO 11296-4:2018, Tabelle 6		
Langzeit-Biegemodul unter trockenen Bedingungen[e], $E_{x,trocken}$	Angegebener Wert in MPa			
Kriechfaktor (feucht)[e], $\alpha_{x,feucht}$	Angegebener Wert			
Langzeit-Biegemodul unter feuchten Bedingungen[e], $E_{x,feucht}$	Angegebener Wert in MPa			
Langzeit-Biegefestigkeit unter trockenen Bedingungen[f], $\sigma_{x,trocken}$	Angegebener Wert in MPa nach 50 Jahren	Zusammensetzung der Prüfflüssigkeit Relative Luftfeuchtigkeit Richtung der Prüfung	Keine (50 ± 5) % Längsrichtung	ISO 11296-4: 2018, Anhang D
Langzeit-Biegefestigkeit unter feuchten Bedingungen[f], $\sigma_{x,feucht}$	Angegebener Wert in MPa nach 50 Jahren	Zusammensetzung der Prüfflüssigkeit Richtung der Prüfung	Wasser Längsrichtung	ISO 11296-4: 2018, Anhang D

Exemplarischer Belegexemplar
Nur zum internen Gebrauch und/oder kommerziellen Nutzung

[EN ISO 11297-4]

9

1. Stand der Normung

IQS ENGINEERING AG

Normung zu Gewebeschlauchverfahren:

- **DVGW GW327** „Auskleidung von Gas- und Wasserrohrleitungen mit einzuklebenden Gewebeschläuchen“ [*2011-03]*
- **DVGW VP404** „Rehabilitation von Gas-Hochdruckleitungen mit Gewebeschläuchen im Druckbereich über 4bar bis 30bar“ [*2005-02]*
- **DVGW W330 P** „Technische Prüfgrundlage - Einzuklebende Gewebeschläuche für Wasserversorungsleitungen“ [*2011-03]*

10

1. Stand der Normung

IQS ENGINEERING AG

Normung zur Linerstatik:

- **ATV-DVWK-A 127** „Statische Berechnung von Abwasserkanälen und –leitungen“ *[2000-08]*
- **DWA-A 143-2** „Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden - Statische Berechnung zur Sanierung von Abwasserleitungen und -kanälen mit Lining- und Montageverfahren“ *[2015-07]*
- **ASTM F 1216** „Standard Practice for Rehabilitation of Existing Pipelines and Conduits by the Inversion and Curing of a Resin-Impregnated Tube” *[2009]*
- **AWWA M 45** „Fiberglass Pipe Design” *[1996]*
- **UNI 11681** “Rinnovamento di tubazioni esistenti mediante inserimento e polimerizzazione di un tubo composito plastic impregnato di resina – Elementi do progettazione ed installazione” *[2017-08]*

11

1. Stand der Normung

IQS ENGINEERING AG

Normung zur Linerstatik:

Bisher gibt es in Europa kein abgeschlossenes Regelwerk für die Nachweisführung bei Drucklinern! Insbesondere die Berücksichtigung dynamischer Lasten ist nicht hinlänglich geregelt.

März 2015: Gründung einer Arbeitsgruppe der GSTT

Überarbeitung der **GSTT Information Nr. 20 „Sanierung von Druckrohrleitungen“**

Teil 1 liefert die Verfahrensbeschreibungen der vorhandenen Technologien

Teil 2 soll die Statik beinhalten, um einheitliche Vorgaben zu schaffen (Loch- und Spaltüberbrückung, Dynamik…)

12

1. Stand der Normung

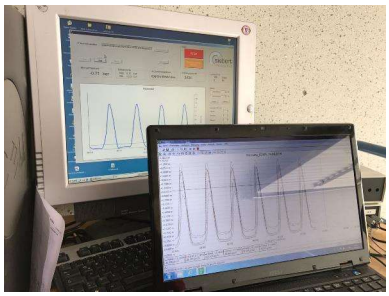
IQS ENGINEERING AG

Arbeitsgruppe der GSTT 20-2

Unterarbeitsgruppe „Drucklinerprüfung“ beschäftigt sich mit Lastwechseln in Abwasserdruckleitungen: Pumpenzyklen (Druckstoßwellen, Unterdruck)

Entwicklung eines **Eignungstests am Bauteil** durch IB Siebert: die **DLT** (Druckrohr-Lastwechsel-Testanlage)

BLUELINE im Druckwechseltest bei IB Siebert: +10bar bis -0,9bar



Aufzeichnung der Druckwechsel sowie der Dehnungen am Bauteil

13

1. Stand der Normung

IQS ENGINEERING AG

Arbeitsgruppe der GSTT 20-2

Ergebnis der Unterarbeitsgruppe ist eine <u>Empfehlung für die Eignungsprüfung</u>:

- Eignungstests am Bauteil mittels **DLT als Systemprüfung** = Druckliner plus Verbindungstechnik z.B. Flansch oder Manschette; Prüfung erfolgt in Anlehnung an ISO 15306

BLUELINE mit RedEx-Manschette

14

1. Stand der Normung

IQS ENGINEERING AG

Normung zum Drucklinersystem:

Bisher gibt es keine Norm, die das System Druckschlauchliner beschreibt und gesamtheitlich Anforderungen definiert.

Ein Druckschlauchlinersystem besteht dabei aus dem Schlauchliner sowie seinen Verbindungen und Anschlüssen in das Druckleitungsnetz .

11-2017: Gründung des RSV Arbeitskreises 1.2

„Renovierung von Abwasserdruckleitungen mit vor Ort härtendem Schlauchlining“

- Anforderungen an Materialien, Techniken und Verfahren
- Grundlagen der Planung, Ausführung und Prüfung
- Verbindungs- und Anschlusstechniken
- Anforderungen an die Qualitätssicherung

15

IQS ENGINEERING AG

2. Statische Berechnung von Drucklinern

2. Statische Berechnung

Typische Schadensbilder bei Druckrohren:

- Korrosion
- Wanddickenreduzierung
- Muffenspalte
- Löcher
- Längsrisse

Richtige Bewertung ist entscheidend, da der Liner die statischen Lasten teilweise oder ganz übernehmen muss!

[HSE]

17

2. Statische Berechnung

DWA-A 143-2 unterscheidet für den Lastfall Innendruck:

Lastfall A Altrohr trägt mit
Lastfall B Altrohr trägt auf Dauer nicht mit

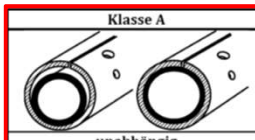
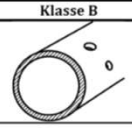
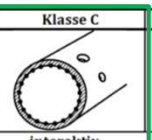
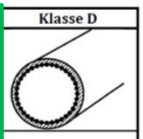
Für verklebte Liner ist ein unverklebtes Loch anzunehmen.

18

2. Statische Berechnung

IQS ENGINEERING AG

Tabelle 17 — Statische Klassifizierung von Druckleitungs-Linern und Zusammenhang zu den Technikfamilien innerhalb des Anwendungsbereiches dieses Dokuments

Klasse A		Klasse B	Klasse C	Klasse D
				
unabhängig		interaktiv		
vollständig statisch belastbar		semi-statisch belastbar		nicht statisch belastbar
Rohrstrang-Lining		—		Dieses Dokument ist nicht anwendbar.
Einzelrohr-Lining		—		
—	Close-Fit-Lining		—	
	vor Ort härtendes Schlauch-Lining			
		—	Schlauch-Lining mit rückseitiger Verklebung	
—	—	Lining mit gesprühtem Polymermaterial	—	

ANMERKUNG 1 Lining mit eingezogenen Schläuchen ist noch zu klassifizieren, da die Entwicklung von Produktnormen für diese Technikfamilie noch aussteht.
ANMERKUNG 2 Die Punkte in den Abbildungen der Klassen C und D stellen die Klebeverbindung dar.

[DIN EN ISO 11295]

Voll tragfähig:
Lastfall B nach
DWA-A 143-2

Mittragend:
Lastfall A nach
DWA-A 143-2

19

2. Statische Berechnung

IQS ENGINEERING AG

Klassifizierung nach EN ISO 11295	Lastfall nach DWA-A 143-2	Einwirkungen von innen	Einwirkungen von außen
Klasse A Voll tragfähig	Lastfall B	▪ Innendruck p_i (Kesselformel) ▪ Unterdruck	▪ Wasseraußen-druck ▪ Erd- und Verkehrslasten
Klasse B, C mittragend	Lastfall A	▪ Innendruck (Überbrückung von Muffenspalten und Löchern) ▪ Unterdruck	▪ Wasseraußen-druck
			+ vorhandene Imperfektionen

20

2. Statische Berechnung

IQS ENGINEERING AG

Belastungen von außen

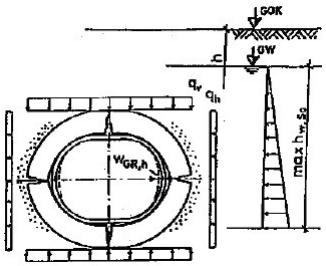


Abb. Altrohrzustand III nach DWA-A 143-2

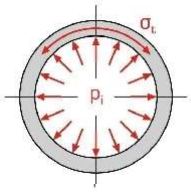
- **Wasseraußendruck**
- **Erdlasten**
- **Verkehrslasten**

21

2. Statische Berechnung

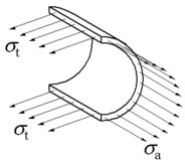
IQS ENGINEERING AG

Belastungen von innen



Innendruck p_i

Berechnungsgrundlage ist die **Kesselformel**



$$\sigma_t = \frac{p \cdot d}{2 \cdot s}$$

mit

σ_t = Tangentialspannung in der Wand [MPa]
p = Anfangs-Innendruck, bei dem die Rohrleitung versagt [bar]
d = Rohrinnendurchmesser [mm]
s = Wanddicke [mm]

22

2. Statische Berechnung

Analytische Bemessungsmethoden nach DWA-A 143-2 oder ASTM F 1216 bzw. UNI 11681

- Das DWA-A 143-2 gibt für den Standsicherheitsnachweis voll tragender Druckliner (Klasse A) allgemeine Hinweise.
- Die Praxis arbeitet häufig mit der ASTM F 1216 (Italien: UNI 11681).

Die ASTM F 1216 (und UNI 11681) unterscheidet die Lastfälle:

partially deteriorated pipe (PD)	Altrohr teilweise schadhaft mittragend; Klasse B, C
fully deteriorated pipe (FD)	Altrohr vollständig schadhaft volltragend; Klasse A

23

2. Statische Berechnung

<u>Bemessungsnachweis nach ASTM F 1216</u>

(I.) Nachweis drucklos (gravity pipe): *Belastungen von außen*

Mittragend (PD)
- Beuldruck aus hydrostatischer Belastung (Grundwasser)

Volltragend (FD)
- Beuldruckformel für hydrostatische Belastung, Erd- und Verkehrslasten
- Mindestwanddicke aus Ringsteifigkeitsforderung

(II.) Nachweis Druckrohr (pressure pipe): *Belastungen von innen*

Mittragend (PD)
- Innendruck in überspannten Löchern (max. Lochgrößenford.)

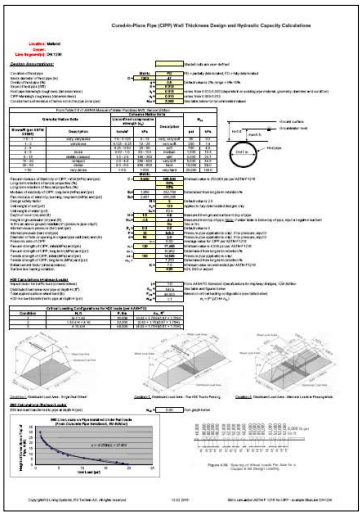
Volltragend (FD)
- Innendruck

24

2. Statische Berechnung

IQS ENGINEERING AG

Excelvorlagen zur Berechnung nach ASTM F 1216



Prüffähige Statik

25

IQS ENGINEERING AG

3. Aktuelle Marktübersicht

3. Aktuelle Marktübersicht

IQS ENGINEERING AG

Verschiedene Linermaterialien auf dem Markt vorhanden:

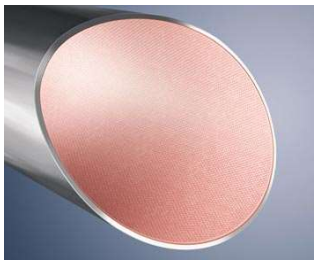
- **Gewebeschlauchverfahren**
  - ✓ nahtlos rund gewebter Schlauch aus Polyestergarn, der mit einer Folienbeschichtung versehen ist und mit flexiblen Harzen an die Rohrwandung geklebt wird,
  - ✓ Abdichtung und Stabilisierung, keine Tragfähigkeit,
  - ✓ z.B. Tubetex, Starline
- **Nadelfilzliner mit Glasfaserverstärkung**
  - ✓ flexible Nadelfilze werden mit Glasfasergelegen kombiniert und mit festen Harzen zu einem neuen Rohr ausgehärtet,
  - ✓ Abdichtung, Tragfähigkeit,
  - ✓ z.B. Norditube, BLUELINE, Aarsleff
- **Glasfaserliner**
  - ✓ Glasfasergelege werden mit einem festen Harz imprägniert und zu einem neuen Rohr ausgehärtet,
  - ✓ Abdichtung, Tragfähigkeit,
  - ✓ z.B. Saertex, RelineEurope

27

3. Aktuelle Marktübersicht

IQS ENGINEERING AG

Verschiedene Linermaterialien auf dem Markt vorhanden:



[Tubetex]

Gewebeschlauch
sehr hohe Flexibilität

[Alphaliner]

Glasliner
sehr hohe Festigkeit

[BLUELINE]

Glasfaserverstärkter Nadelfilzliner
Verbindet hohe Flexibilität und Festigkeit

28

3. Aktuelle Marktübersicht

IQS ENGINEERING AG

Technikübersicht der Druckschlauchverfahren gemäß RSV 1.2 (Entwurf 2018-06)

	Gewebeschlauch	Nadelfilz-liner	Schlauchliner mit Gewebeschlauch-lage	Glasfaserver-stärkter Nadelfilzliner	Glasfaserliner
Klassifizierung ISO11295 (designabh.)	C	A, B	A, B, C	A, B, C	A, B
DN-Bereich [mm]*	DN80-DN1200	DN100-DN1600	DN100-DN1000	DN100-DN1600	DN150-DN1500
Gesamtwand-dicken [mm]*	2 bis 5	4 bis 30	4 bis 25	5 bis 15	4 bis 14
Harztyp	EP	EP, UP	EP	EP, UP	UP, VE
Einbau-verfahren	Inversion	Inversion, Kombination Einzug/ Inversion			Einzug
Härtungs-verfahren	Warmhärtung (Wasser/ Dampf) Umgebungstemp.	Warmhärtung (Wasser/ Dampf)			UV-Härtung Kombinations-härtung
Bogengängigkeit (radienabh.)*	≤ 45° (größere Bögen bei Radien > 6D mit Einschränkung möglich)				≤ 10°

* Bei den genannten Werten handelt es sich um typische Anwendungsbereiche, einzelne Kennwerte für die unterschiedlichen Druckschläuche sind den Herstellerangaben zu entnehmen.

29

3. Aktuelle Marktübersicht

IQS ENGINEERING AG

Marktumfrage Anfang 2015: mittragend/Abdichtung (semi-structural)

System Gas System Water	TUBETEX G Hytrel TUBETEX W PE	TUBETEX G TPU TUBETEX W TPU	starline*2000 starline*1000	starline*HPL-G starline*HPL-W	Saniline G Saniline W	Primusline G Primusline W	SewaTube
Dimension range	DN 200 - 1000	DN 80 - 1200	DN 80 – 400	DN 300 – 1000 (1200)	DN 80 bis 800	DN 150 - 500	DN 80 bis 400
Wall thickness (depending on)	~ 3 – 5 mm (DN/resin)	~ 2 – 7 mm (DN/resin/felt)	~1,2 – 2,5 mm	~ 2 – 4 mm	G: 1,6 - 3,5 mm W: 1,5 - 3,3 mm (depending on dia.)	6 mm (single layer) 8 mm (double layer)	2,5 – 4,2 mm (depending on dia.)
max. operation pressure gas (standard)	30bar (DVGW VP404)	4 bar (ÖVGW PG 477)	4 bar (DIN 30658-1)	30 bar (DVGW VP404)	5 bar	34 bar (single layer) 46 bar (double layer) (depending on dia.)	10 – 36 bar burst pressure (depending on dia.)
max. operation pressure water (standard)	30bar depending on host pipe (manufacturer recommendation)	20bar depending on host pipe (manufacturer recommendation)	16 bar	16 bar	16 bar	Keine Vor Ort härtenden Schlauchliner	
ISO 11295 classification	C		Not provided	Not provided	Not provided		
AWWA M 28 classification	2		CLASS II	CLASS II	Not provided	Not provided	Not provided
Resin system (example/recommendation)	EP (Nordipox TX / I5 Lux MK3)	EP (r.tec 512-22 / r.tec 512-22 NV)	PU (Gas) EP (Water)	EP	PU EP	NO resin	NO resin
Liner material and design (from inside host pipe)	PE–coating (water) Hytrel-coating (gas) PET – fabric Resin adhesion layer	TPU–coating PET–fabric Resin adhesion layer	PU-coating PET–fabric Resin adhesion layer		PE-coating PET fabric Resin adhesion layer	PE coating (water) TPU-coating (gas) Aramid fabric (s/d layer) PE-coating	PE-coating Fabric hose PE-coating
Impregnation (factory/mobile)	Mobile		Mobile		Mobile	NO impregnation	NO impregnation
Installation (Pull-In/Inversion)	Inversion		Inversion		Inversion	Pull-In	Pull-In

3. Aktuelle Marktübersicht

IQS ENGINEERING AG

Marktumfrage Anfang 2015: mittragend/Abdichtung (semi-structural)

System Gas System Water	TUBETEX G Hytrel TUBETEX W PE	TUBETEX G TPU TUBETEX W TPU	starline®2000 starline®1000	starline®HPL-G starline®HPL-W	Saniline G Saniline W	Primusline G Primusline W	SewaTube
Bends (clearance)	≤ 30° (> 30° with restrictions)		≤ 2x 45° (3D) for ≥ DN 125	2x 45° 3D DN 300 6x 45° 3D DN 1000	11°-45° (depending on dia.)	≤ 45° (5D) (OP reduction)	≤ 45°
Installation lengths (max)	150 – 250 m (250 – 400 m)		100 m (150 m)	180 m (500 m)	300 m (700 m)	2.500 m (max)	1000 m (max)
Curing	Steam		Ambient (or Hot water ≤ 40°C)		Ambient (no external heat)	Keine Vor Ort härtenden Schlauchliner	
Network connection (fitting, sleeve,	Standard connection methods to host pipe (no welding on potable water pipelines) (Bonding of liner to host pipe sufficient for tightness)				Liner-end-sleeves		
Service connection (with/without pit)	Existing services: Internal robot cutting (no pit) New services: drilling (pit)		Existing services: Internal robot cutting (no pit for ≥DN 100) New services: drilling (pit)		Pit required	Pit required	Pit required
Potable water approval/s (Standard) [2]	DVGW W270, KTW		DVGW W270, KTW		DVGW W270, KTW	DVGW W 270, KTW	Not provided

[Andreas Hüttemann: NO-DIG LIVE 2016 Peterborough]

31

3. Aktuelle Marktübersicht

IQS ENGINEERING AG

Marktumfrage Anfang 2015: tragend (structural)

Supplier System	NORDITUBE NORDIPIPE W PE	NORDITUBE NORDIPIPE W PP	PIPE-AQUA-TEC BLUELINE®	SAERTEX multicom H20 / pressure liner	RELINE EUROPE Alphaliner PN6	AARSLEFF Schlauchlining	KARL WEISS starline@STRUCTURE
Application	Water						Gas PRESSURE SEWER
Dimension range	DN300 - DN1200	DN150 - DN1400	DN100 - DN1000	H2O: DN200-1500 PL: DN150-1500	DN 150 – DN 800	DN 150 - 1200	Under development
Wall thickness (depending on)	7,3 – 25 mm (design)	3 - 21mm (design)	5mm – 15mm	H2O: 4,3-12,3mm PL: 4,0-14,3mm final thickness	3 – 20 mm	4 – 30 mm	Under development
max. operation pressure water (standard)	16 bar limited by connection method (manufacturer recommendation)		16 bar till DN300 10 bar till DN1000 (ASTM F1216)	H2O: ≤ 40,1 bar PL: ≤40,1bar	6 bar	10 bar (max)	12 bar
ISO 11295 classification	A, B (depending on design)		A, B, C	A, B	CIPP	Not provided	Not provided
AWWA M 28 classification	4, 3 (depending on design)		2, 3, 4	4, 3	n/a	Not provided	Not provided
Resin system	Epoxy resin (EP) (Nordipox D / r.tec 582-25 OF) (suppliers example/ recommendation)	Epoxy resin (EP) (r.tec 582-25 OF) (suppliers example/ recommendation)	Epoxy resin (EP) (MaxPox 15D / 480D) Solvent-free, amine-curing, two-component, type 1021-0 ac. DIN EN 16946-2 w/ fillers	H2O: VE (styrene-free) PL: UP/VE	UP and styrene-free resin	Not provided	Not provided
Liner material and design (from inside host pipe)	PE-coating Polyester needle felt ECR-glass fiber layer/s) Polyester needle felt Optional: PE-coating (calibration hose) or Preliner	PP-coating Combined needle felt-ECR-glass fiber layers Optional: PP-coating (calibration hose)	thermoplastic polyolefin coating polyethylene terephthalate (PET) fibers and Advantex® glass multilayered/welded	ECR glass scrim matrix	Fiber glass liner manufactured in winding process	Film-coating synthetic fibers with GRP reinforcement	Pu-coating PET-fabric glass scrim matrix resin layer

32

3. Aktuelle Marktübersicht

IQS ENGINEERING AG

Marktumfrage Anfang 2015: tragend (structural)

Supplier System	NORDITUBE NORDIPIPE W PE	NORDITUBE NORDIPIPE W PP	PIPE-AQUA-TEC BLUELINE®	SAERTEX multicom H20 / pressure liner	RELINE EUROPE Alphaliner PN6	AARSLEFF Schlauchlining	KARL WEISS starline®STRUCTURE
Application	Water						Gas PRESSURE SEWER
Impregnation (factory/mobile)	mobile or factory		Mobile PLC controlled impregnation, production in factory quality, automatic detection and monitoring of all quality and process relevant parameters	Factory	Factory	Factory	Not provided
Installation (Pull-In/Inversion)	Combined Pull-In/Inversion or Inversion	Inversion or Combined Pull-In/Inversion	Inversion or Combined Pull-In/Inversion	Pull-In	Pull-In	Inversion	Inversion (pressure drum)
Bends (clearance)	≤ 30° (> 30° with restrictions)		≤ 45° (≤ 90° bends > 6D)	Depending on project	5°	45° (max)	Possible (details not provided)
Installation lengths (max)	100 – 200 m (200 – 300 m)		250 m (max depends on project)	Depending on dia up to 800 m (theoretical value)	300 m (max)	Not provided	Not provided
Curing	Steam or hot water		Hot water or steam	UV	UV	Hot water	UV
Network connection of liner (fitting, sleeve, other)	Liner end-sleeves for tightness, connection to host pipe or with laminated GRP flanges		Inner sleeve or special flange with inner sleeve or with laminated GRP	Liner end-sleeves, flanges, Multijoint	Steel flanges, sleeves, GRP-flanges laminated)	Liner end seals (pressure tight) flanges	GRP flanges
Service connection (with/without pit)	Existing/new services: r.tec Coupling „Svetlana" (pit required)		Tapping device (pit required)	Pit required	Pit required	No service connections	Not provided
Potable Water approval (Standard)	YES (DVGW W270, KTW, NSF61)		YES (DVGW W 270, KTW, NSF 61) approvals for all components	YES DVGW W270, KTW, NSF / ANSI 61	NO (Approval in preparation)	NO	NO

33

[Andreas Hüttemann: NO-DIG LIVE 2016 Peterborough]

IQS ENGINEERING AG

4. Verbindungstechnik

4. Verbindungstechnik

Anbindung des Druckschlauchliners in das bestehende Druckleitungsnetz mittels (Entwurf RSV 1.2):

- Verbindung über das Altrohr
- Verbindung über ein Fitting
- Verbindung über den Druckschlauchliner

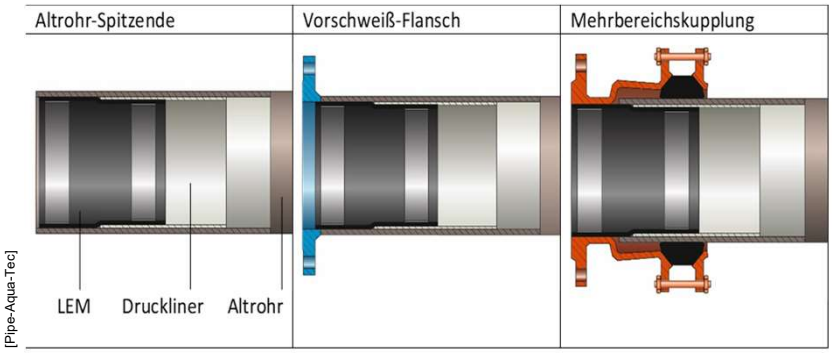
Der sanierte Rohrabschnitt erhält anbindungsfähige Spitzenden oder Flanschverbindungen.

35

4. Verbindungstechnik

Verbindung über das Altrohr:

Abdichtung des Liners gegen die Altrohrinnenfläche mittels Linerendmanschetten (Entwurf RSV 1.2):



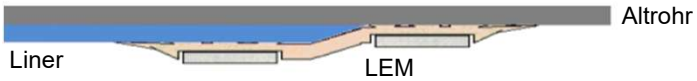
[Pipe-Aqua-Tec]

36

4. Verbindungstechnik

Verbindung über das Altrohr:

Abdichtung des Liners gegen die Altrohrinnenfläche mittels Linerendmanschetten (LEM)



[BlueLine®]

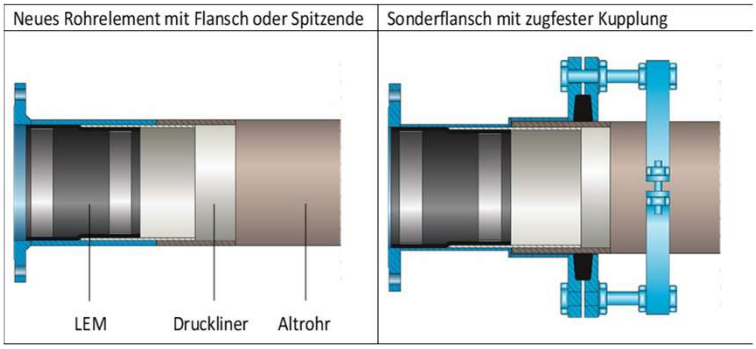
Verbindung über das Altrohr mit Vorschweißflansch und LEM

37

4. Verbindungstechnik

Verbindung über ein Fitting:

Anordnung eines Neurohrfittings vor das Altrohr VOR dem Linereinbau ($di_{ALTROHR} = di_{FITTING}$) und Abdichtung des Liners gegen den Fitting mittels LEM (Entwurf RSV 1.2):



[Pipe-Aqua-Tec]

38

4. Verbindungstechnik

IQS ENGINEERING AG

Verbindung über ein Fitting:

Anordnung eines Neurohrfittings vor das Altrohr VOR dem Linereinbau ($di_{ALTROHR} = di_{FITTING}$) und Abdichtung des Liners gegen den Fitting mittels LEM (Entwurf RSV 1.2):

[IQS]

Verbindung über Kupplung mit Zugsicherung während des Linereinbaus

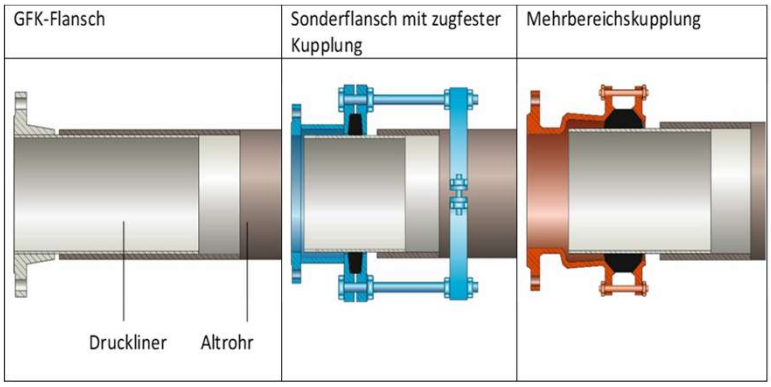
39

4. Verbindungstechnik

IQS ENGINEERING AG

Verbindung über den Druckschlauchliner:

Anordnung eines Anschlussfittings direkt auf dem Liner; nur bei Klasse A Linern möglich (Entwurf RSV 1.2):



[Pipe-Aqua-Tec]

40

4. Verbindungstechnik

Verbindung über den Druckschlauchliner:

Anordnung eines Anschlussfittings direkt auf dem Liner;
nur bei Klasse A Linern möglich

[Pipe-Aqua-Tec]

[IQS: Flansch TrappInfra]

Verbindung über GFK Flansch (links) und zugfester Kupplung (oben)

41

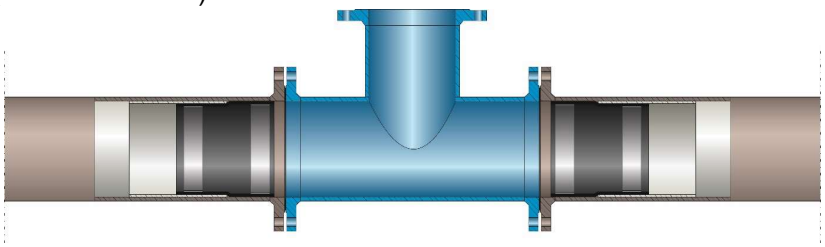
5. Anschlusstechnik

5. Anschlusstechnik

Übliche Anschlüsse an Abwasserdruckliner sind Armaturen, wie zum Beispiel Ventile und Schieber oder weitere Druckleitungen.

- Entfernung der Armatur in offener Bauweise,
- Verschließen der Lücke für den Linereinbau,
- Nach Linereinbau Auftrennen und Einbinden der Rohrenden gemäß Abschnitt 4,
- Installation der neuen Armatur zwischen den Fittings

(Entwurf RSV 1.2)



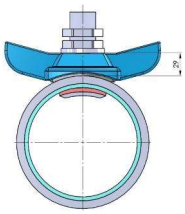
43

5. Anschlusstechnik

Anbindung von Hausanschlüssen, Be-/ Entlüftungsventilen (bis 2”):

- Anbohrarmatur mit innenliegender Dichtung; Entwicklung Said-IM

[Said-IM, der Pipe-Aqua-Tec]



- Anbohrarmatur bei unter Druck befindlichen Leitungen

  Diverse Entwicklungen auf dem Markt vorhanden, insbes. EWE mit Bohrlochdichthülse (in der Weiterentwicklung).

44

6. Projektbeispiele

6. Projektbeispiele

BLUELINE® DN 100 Trinkwasserleitung,
60 m mit 7 Hausanschlüssen in Cagliari, Sardinien

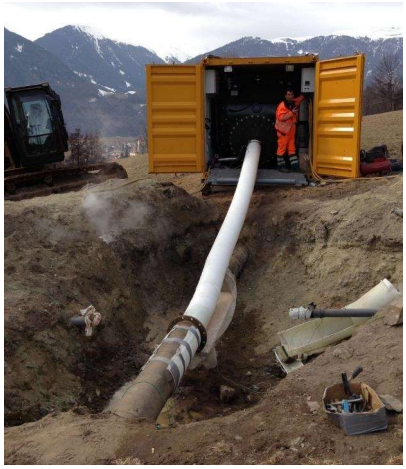
vorher

nachher

EWE-Anbohrarmatur

6. Projektbeispiele

BLUELINE® DN 300 Rohwasserleitung,
800m, PN12, Mals Italien (schwere Zugänglichkeit)



Modularer Aufbau der Tränk- und Aushärte-komponenten

6. Projektbeispiele

TUBETEX DN 1100, St. Vigil,
PN6

Inversion mit der Trommel, Aushärtung mit Dampf (oben: Startbaugrube/ rechts: Zielpunkt)

6. Projektbeispiele

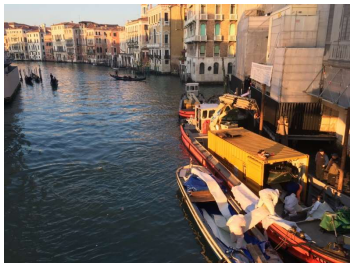
BLUELINE® DN 230 und DN290, Abwasserdruckleitungen Hamburg, PN10

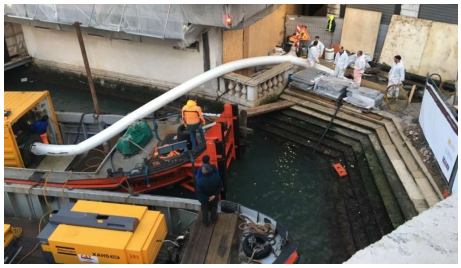
Wasser-Eis-Bad zur Zwischenlagerung & Kühlung

Startbaugrube: Inversion mittels Drucktrommel in maßgefertigten neuen Flansch

6. Projektbeispiele

BLUELINE® DN 400 Trinkwasserleitung mit 4X30° Bogen, PN10, Venedig → Wasserstraßen

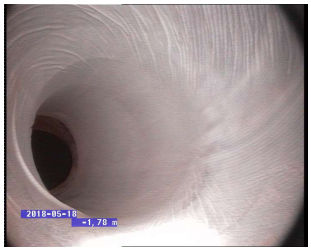




6. Projektbeispiele

BLUELINE® DN 710, Trinkwasserleitung Hochbehälter Berlin

Einbauequipment vor Ort: Tränkanlage, Wasser-Eis-Bad, Drucktrommel mit Heizung



Herausforderung war die Zugänglichkeit (oben rechts), Bogenbild (rechts)