

Verfahrenswahl bei schwierigen Randbedingungen

Aushärtungsprozesse / Verfahrensgrenzen / Steuerungsmöglichkeiten



Dr.-Ing. Susanne Leddig-Bahls

Technische Leiterin – Prokuristin IQS Engineering AG

Verbandstätigkeit

GSTT und RSV → Bundesverband Grabenlos (BGT – in Gründung)
Vorstandsmitglied /-vorsitzende BGT

Regelwerksarbeit

RSV AK1.1, 1.2, 1.3 „Schlauchliner“, AK3.3 „GFK-Rohre“,
AK12.1 „Reinigung“, GSTT 20-2 „Linerstatik“

DIN Normungsarbeit

DIN 19523 (HD), DIN 3603 (DLT), GW 302

DWA Regelwerksarbeit

DWA-A 143-3



- Materialien
- Einbautechniken
- Härtungsmethoden
- Mess- und Regeltechnik

Tabelle 1: Technikübersicht der Schlauchliner, Einsatzbereiche und -grenzen

	Nadelfilzliner	Glasfaserverstärkter Nadelfilzliner	Glasfaserliner
DN-Bereich [mm]*	DN 100-DN 2200	DN 100-DN 1600	DN 150-DN 2000
Kompositdicke [mm]*	3 bis 50	3 bis 40	3 bis 30
Harztyp**	EP, UP, VE	EP, UP, VE	UP, VE
Einbauverfahren	Inversion, Kombination Einzug / Inversion		Einzug, (Inversion)
Härtungsverfahren	Warmhärtung (Wasser / Dampf) Umgebungstemperaturhärtung (bei kleinen DN)		UV-Härtung Kombinationshärtung
Bogengängigkeit (radienabhängig)*	≤ 45° (größere Bögen bei Radien ≥ 5D mit Einschränkung möglich)		≤ 15°

* Bei den genannten Werten handelt es sich um mögliche Anwendungsbereiche basierend auf Herstellerangaben.
 ** EP – Epoxidharz, UP – ungesättigtes Polyesterharz, VE – Vinylesterharz

Quelle: RSV-Merkblatt 1.1 [2021]

Wir haben die Qual der Wahl: Welche Kombination ist bei diesem Projekt am besten geeignet?

Tabelle 3: Werkstoffe für Bestandteile des Schlauchs

Schlauch- Bestandteil	Werkstoffe*
Harztyp Füllstofftyp Härtertyp	EP, UP, VE ohne, chemisch inert anorganisch oder chemisch inert organisch Härtung bei Umgebungstemperatur, Warmhärtung, UV-Lichthärtung, Kombination UV-/ Warmhärtung
Trägermaterial / Verstärkung	inerte weichmacherfreie Polymerfasern z.B. PET, Korrosionsbeständige Glasfasern des Typs „E-CR“ gemäß DIN EN ISO 2078 und DIN 1259, die den Festlegungen der DIN EN 14020 Teile 1-3 entsprechen, Kombinationen aus den genannten Fasern
Folien	bei provisorischen Folien keine Festlegungen, bei semi-permanenten und permanenten Folien begründen sich die Material- anforderungen aus der notwendigen Funktion, Folien dürfen grundsätzlich den Betrieb der Leitung nicht negativ beeinträchtigen, Materialien z.B. TPU, OF, PP, PE

Abweichend zu der DIN EN ISO 11296-4:2018 sind in diesem Merkblatt Glasfasern Typ „E“ aufgrund der geringen Chemikalienbeständigkeit vom Einsatz ausgeschlossen.
 Die Anwendung von „C“, „R“ nach ISO 10467 und Kohlestofffasern nach ISO 13002 sind bei vorliegendem Eigenschaftsnachweis zulässig.

*Andere Werkstoffe können prinzipiell in Übereinstimmung mit diesem Merkblatt geprüft werden.

Wann ist eine Randbedingung schwierig?

- ...wenn Projektbedingungen in der Planung gesondert zu betrachten sind
- ...wenn es keine “Standardlösung” gibt
- Beispiele für “schwierige” Randbedingungen sind:
beengte Platzverhältnisse, komplexe Rohrverläufe, Bögen, Schwankungen des Rohrinnendurchmessers, Grund- und Schichtenwasser, Bergsenkungsgebiete, chemisch und/oder thermisch belastetes Abwasser, enge Zeitfenster, sensible Einsatzbereiche, große Nennweiten, hohe statische Anforderungen, Sondergeometrien...

**Der Schlauchliner punktet gerade hier
durch seine Vielfalt!**

Die „Qual der Wahl“ bedeutet an dieser Stelle die Suche nach den optimalen Kombinationsmöglichkeiten zur Reduzierung von Projektrisiken und Erreichen des bestmöglichen Ergebnisses.

- Wissen um die Bandbreite und technischen Möglichkeiten ist erforderlich
- Strukturierung der Verfahrenswahl:
 - (1) Materialien
 - (2) Einbautechniken
 - (3) Härtungsmethoden
 - (4) Mess- und Regeltechnik



Quelle: www.rp-online.de: Kommunalwahl 2025 in NRW

- IMMER mit Preliner bzw. Außenfolie: DIBt-Vorgabe
- Kühlende Effekte sind grundsätzlich zu beachten
- Wassereintritt berücksichtigen
- Vorarbeit /-abdichtung erforderlich? (produktspezifisch)
- IMMER Temperatursensoren zwischen Liner und Altrohr erforderlich:
Ist-Temperaturen feststellen und Prozess so steuern, dass System vollständig aushärtet

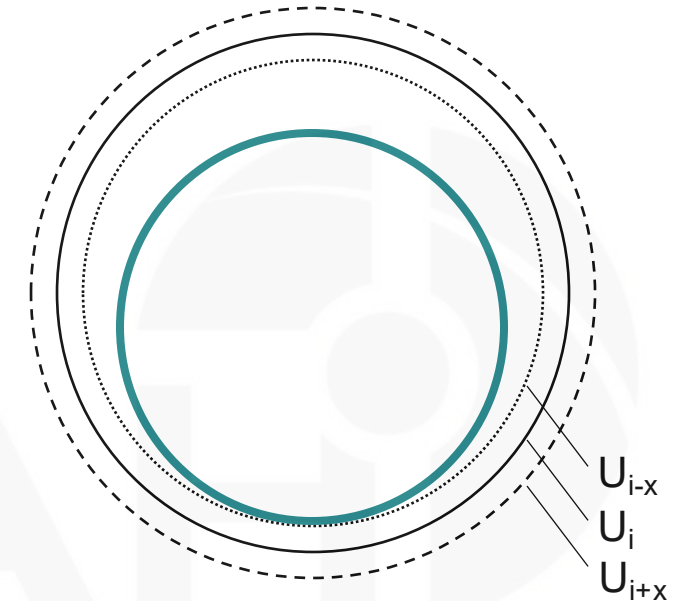


Quelle: www.ikt.de

VERFAHRENSWAHL

- ✓ Warmhärtung mit Wasser am besten geeignet
- ✓ Warmhärtung mit Dampf gut geeignet bei EP, bedingt geeignet bei UP/VE
- ✓ Kombihärtung Licht/Wärme bedingt geeignet
- ✓ Lichtinitiierte Härtung nicht geeignet (immer Vorabdichtung+Prozesssteuerung)

- Kalibrierung des Altrohres: Mindest-/Maxmaß feststellen
- Abgleich mit der Dehnfähigkeit des Schlauchs (produktspezifisch)
- Ziel ist Formschluss (enges Anliegen):
statischer Nachweis mit minimalem Ringspalt,
keine zusätzlichen Spannungen/ Bewegungen



..... U_{i-x} : untere Toleranzgrenze des Altrohrinnenumfangs
— U_i : Nennmaß des Altrohrinnenumfangs
--- U_{i+x} : obere Toleranzgrenze des Altrohrinnenumfangs
— Schlauchliner mit Untermaß

Quelle: RSV-M 1.1

VERFAHRENSWAHL

- ✓ Synthesefaser-Liner am besten geeignet
- ✓ Glasfaser-Liner bedingt geeignet

- Bogenradius, Anzahl, Lage bestimmen
- Einziehen von Schläuchen bei Bögen > 15° idR nicht möglich
- Schadfrees Durchziehen von Lichtquellen bei Bögen > 5° nur bedingt möglich

VERFAHRENSWAHL

- ✓ Synthesefaser-Liner am besten geeignet
- ✓ Inversion am besten geeignet
- ✓ Warmhärtung am besten geeignet

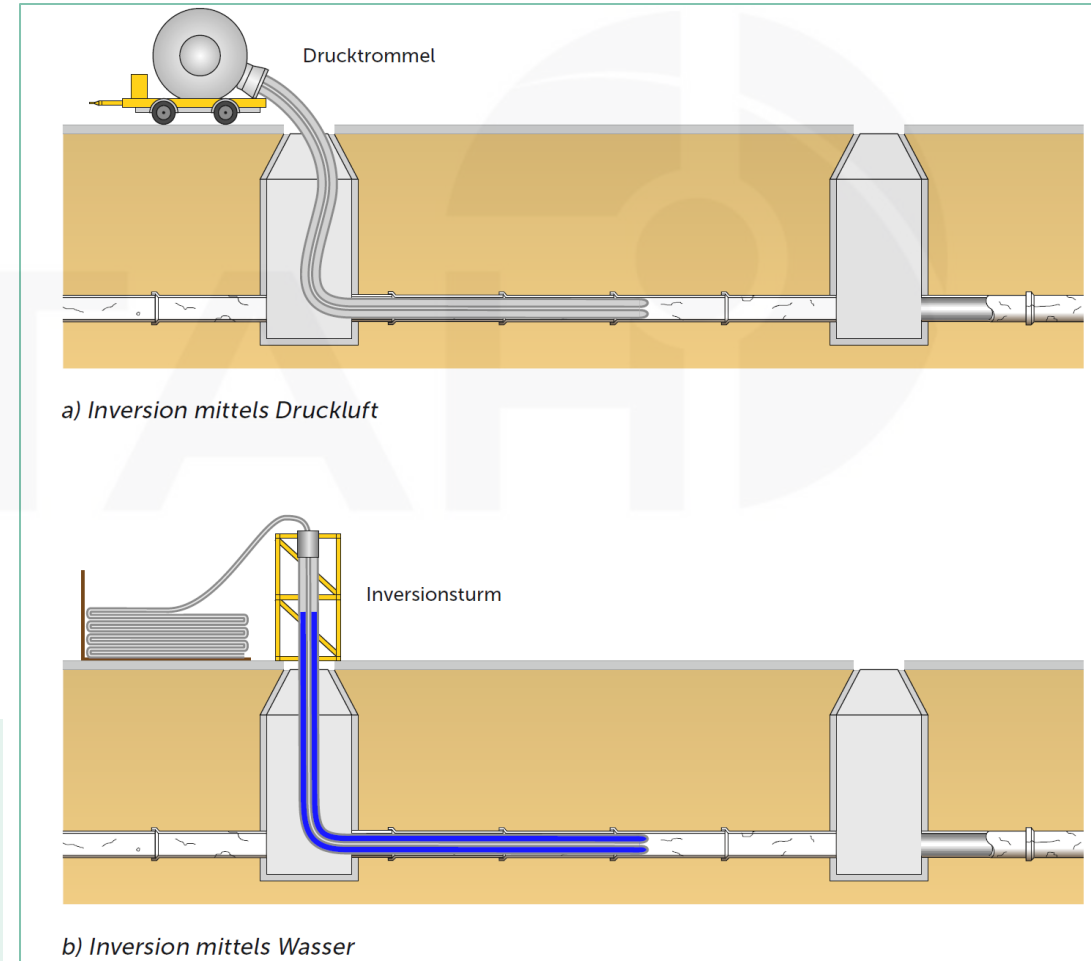


- Einbau mit Inversion einplanen! (“open-end”)
- Einziehen von Schläuchen benötigt immer zweiseitige Zugänglichkeit
- keine lichtinitiierte Härtung möglich: Zugseil
- Sicherung des offenen Linenendes in der Planung zu berücksichtigen: Verbau erforderlich? Wie erfolgt eine wasserdichte Anbindung (Manschette, EP-Harz)?

VERFAHRENSWAHL

- ✓ Inversion
- ✓ Synthesefaser-Liner
- ✓ Warmhärtung

Quelle: RSV-M 1.1

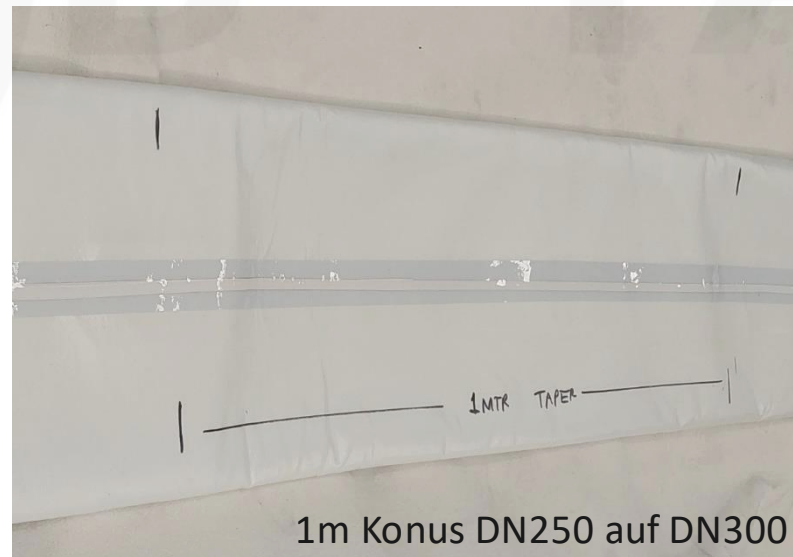


Sonderdesign /
-konstruktion

- Kalibrierung und Einmessen der Lage des DN-Wechsels
- idR Sonderdesign erforderlich
- Hausanschlussbereich: produktabhängige Maximaldehnung bis 60%
- SF-Liner: erlauben Konuskonstruktion (trichterförmiger Übergang von DN_1 zu DN_2)
- GF-Liner: produktabhängig Sonderkonstruktion möglich für Zusatzdehnung



Quelle: RS Technik AG



Quelle: RS Technik AG



Quelle: Impreg

- Platzverhältnisse an Start- und Zielpunkt klären
- Welche Anlagentechnik kann wo aufgestellt werden?

Wassersäule → zwingend direkt über Startpunkt

Drucktrommel → kann variabel hingestellt werden (“Anfahrt” anpassen)

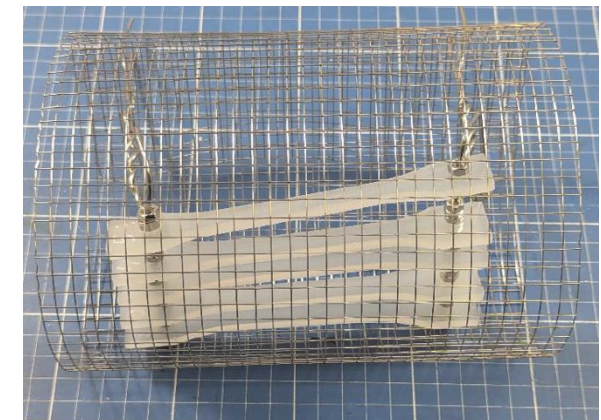
Variable Aufstellung der
Drucktrommel zur
Linerinversion



Quelle: Jens Wahr

- idR Einsatz von VE- und EP-Harzen
- Welche Schäden liegen am Altrohr vor? Hinweise nutzen
- Chemie: Was wird eingeleitet? Welche Konzentration? Wie oft?
Verdünnung oder Spülung nach Einleitung?
- Temperatur: Welche Maximaltemperatur ist möglich? Wie oft?
Mittlere Temperatur?
- Materialeignung mit dem Hersteller klären
- ggf. statische Berechnung mit zusätzlicher Berücksichtigung
eines thermischen und/oder chemischen Abminderungsfaktors
- bei Unsicherheit: Schleppproben (Einlagerung > 3Monate)

Projektabhängige Materialwahl
(Harzsystem/ ggf. Folie)



Wissensbasierte Planung und Ausschreibung:

- Was ist im speziellen Projekt am besten geeignet?
- Wo ist das Verfahrensrisiko am geringsten?
- Wie lassen sich die Prozesse bei den Bedingungen optimal steuern?
- Welche messtechnischen Verfahren sind erforderlich?
- ...



Quelle: www.rhein-zeitung.de: Landtagswahl 2026



Quelle: www.zdnet.de: KI Gesetze



- ✓ Einsatzgrenzen kennen
- ✓ Auswahlhilfen nutzen
- ✓ Softwarelösungen?

Einsatz der Schlauchliningtechnologie bei schwierigen Randbedingungen ist zu empfehlen!

- Verfahrensgruppe hochvariabel und flexibel → Reaktion auf Vor-Ort-Bedingungen

Bedingungen:

- I. Projektbasierte Material- und Verfahrensauswahl
- II. Beachten der Möglichkeiten und Grenzen der Prozesssteuerung
- III. Mitwirken aller Beteiligten: Auftraggeber, Planer, Hersteller, Einbauer

**Hand in Hand
für unser
Schlauchliningprojekt**



- Weiterentwicklungen in der Mess- und Regeltechnik:
funkbasierte Temperaturmesssensoren (auch mit Impedanz-/ Lichtsensor möglich)
zur Sofortkontrolle und –abgleich der erreichten Temperaturen im Außenlaminat
- Softwarelösungen zur Verfahrensauswahl und Prozessbegleitung:
z.B. Software “Mate” von SYSCribe als cloudbasierte Plattform für Planung,
Prozesskontrolle/-steuerung und Auswertung



- ✓ Vortrag heute 11:30 Uhr – Christian Baeßler, Stadt Ettlingen
- ✓ Markus Vogel Beratung stellt aktuell WebShop vor mit Planungshilfen, ZTV

Verfahrenswahl bei schwierigen Randbedingungen

Aushärtungsprozesse / Verfahrensgrenzen /
Steuerungsmöglichkeiten



Dr.-Ing. Susanne Leddig-Bahls

Technische Leiterin – Prokuristin IQS Engineering AG

Kontakt: s.leddig@iqs-engineering.com
0171 – 3689 484

IQS Engineering AG
Zum Schacht III 9
59 192 Bergkamen