

Konfektionierung von Schlauchlinern

- Konfektionierung im Schlauchlining
- Einfluss der Rohrvermessung auf die Linerqualität
- Fehlkonfektionierungen erkennen

Dipl.-Ing. Andreas Haacker RO-KA-TECH Mai 2019

Wahre Schönheit kommt von innen



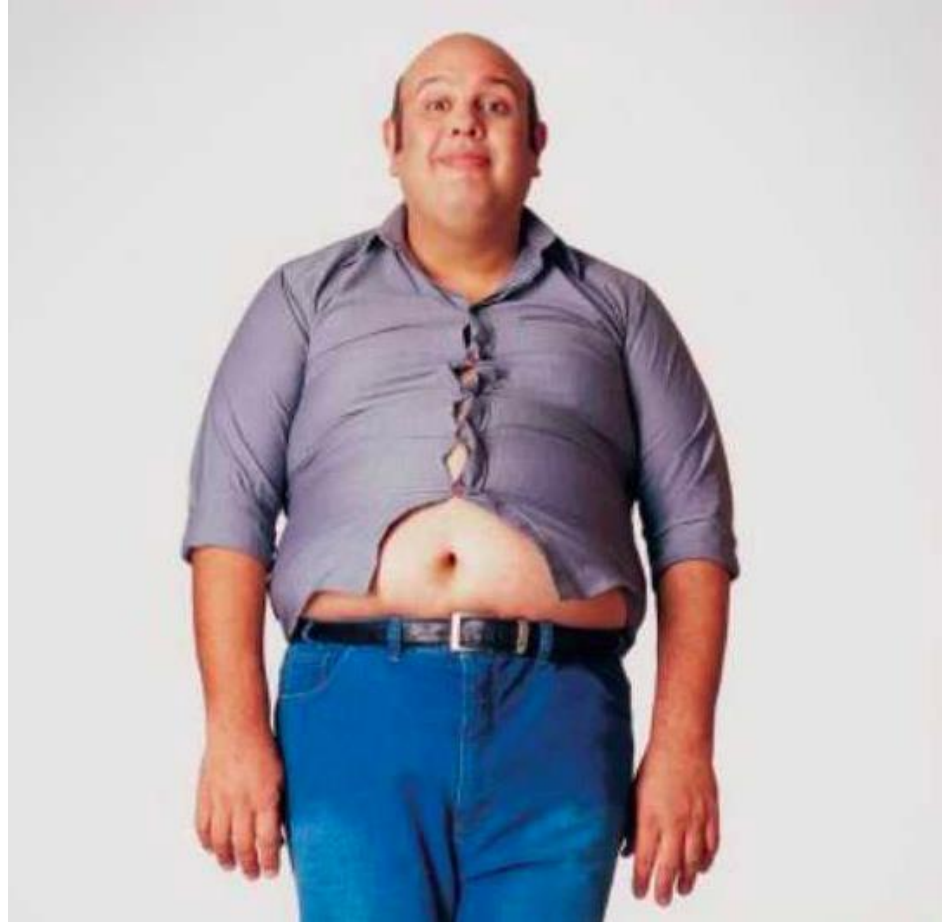
Was macht einen perfekten Schlauchliner aus?

- Er ist unterkonfektioniert (Untermaß von ca. 3 bis 6 Prozent)
- Er weitet sich auf und wird zum passenden Schlauch
- Er passt sich an ein nicht perfektes Altrohr an
- Er ist kraft- und formschlüssig mit dem Altrohr verbunden
- Falten sind – je nach Linertyp – tolerierbar und oft nicht zu vermeiden (gelten gemäß DIN EN ISO 11296 Teil IV bis zu 6mm oder 2% nicht als Mangel (der größere Wert ist anzusetzen))

Unterkonfektionierung ist erwünscht

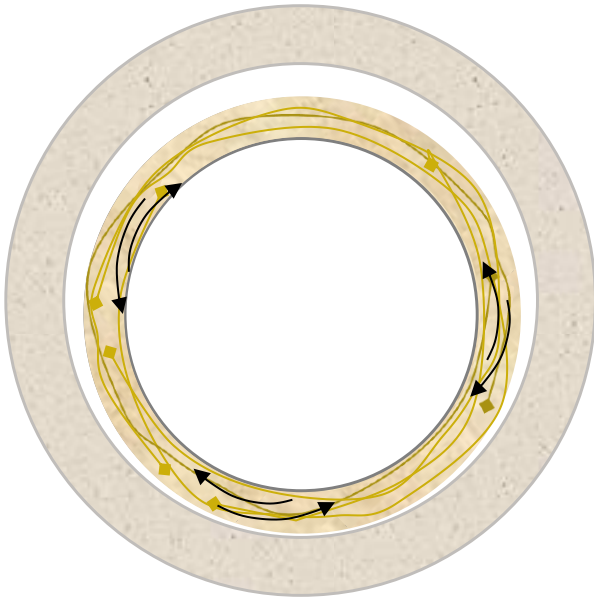


Dehnfähigkeit: Wieviel Toleranz darf sein?

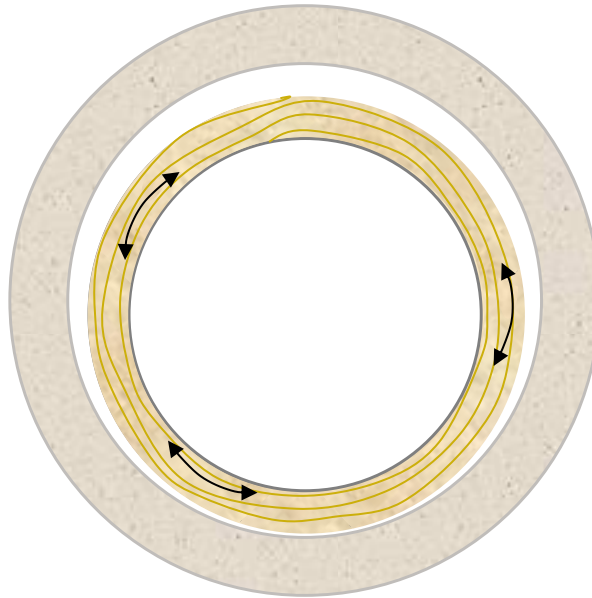


Dehnungsmöglichkeiten bei Linern

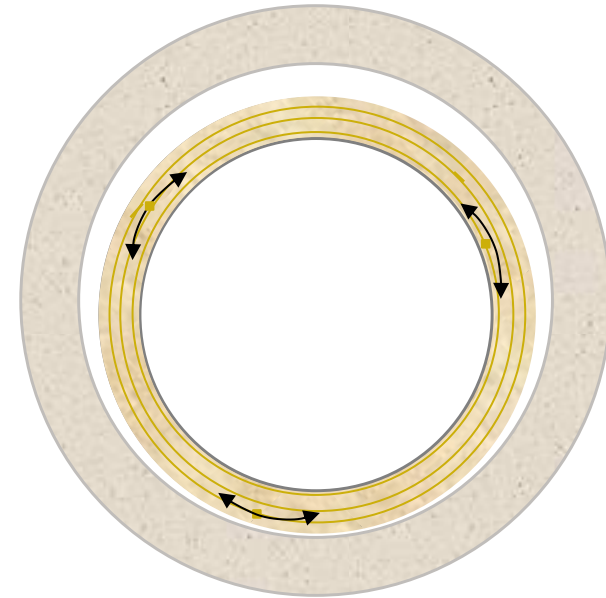
- kaum Unterschiede je nach Herstellungsart
- alle Systeme sind dehnfähig im Rahmen der Herstellervorgaben



gelegt

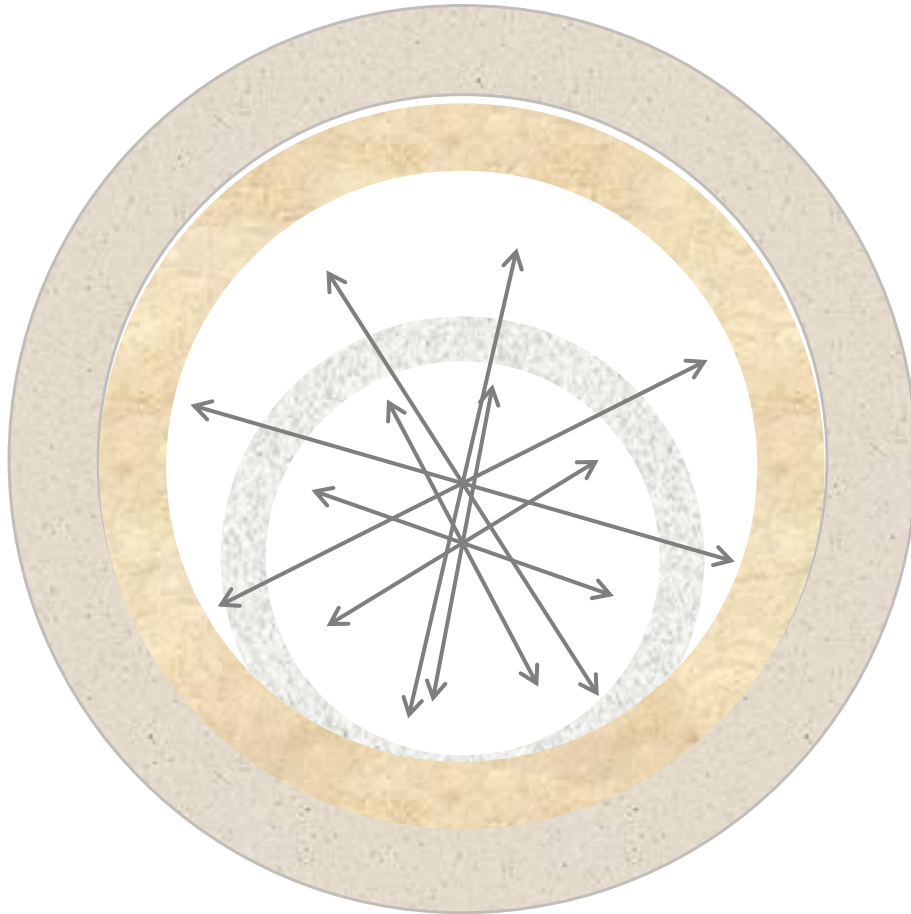


gewickelt



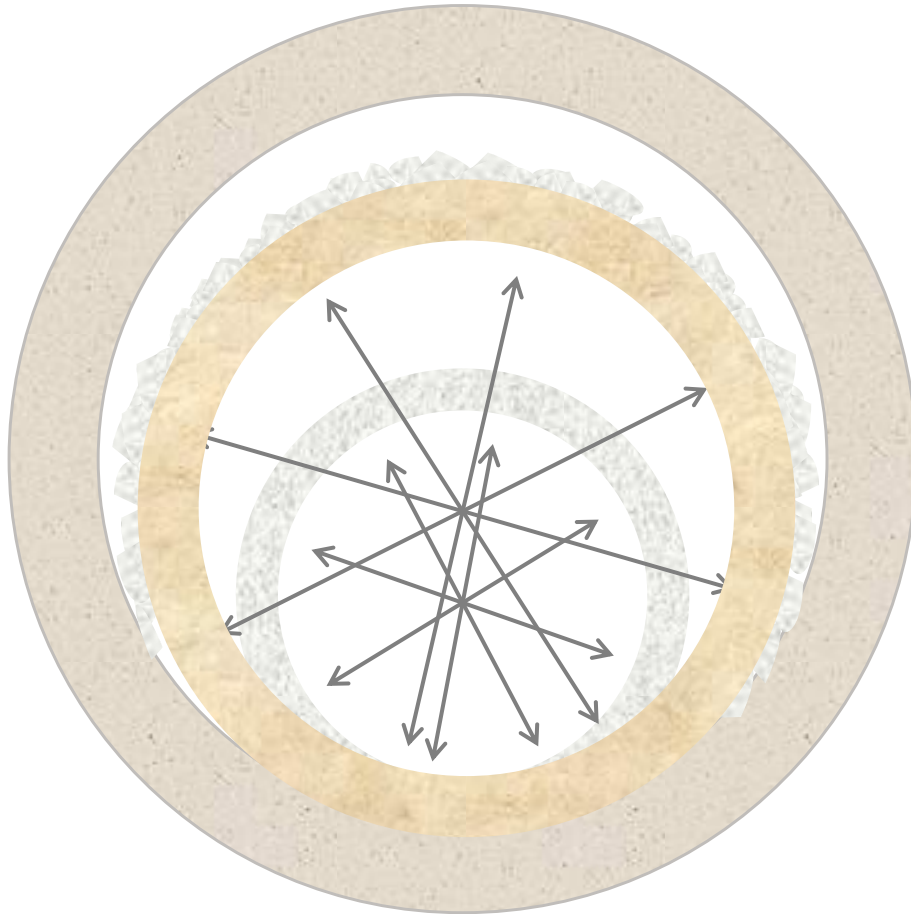
genäht

Leichte Unterkonfektionierung:



- Ausreichendes Widerlager durch das Altrohr
- Harz verbleibt in den Fasern
- Wanddicke reduziert sich leicht (systembedingt)

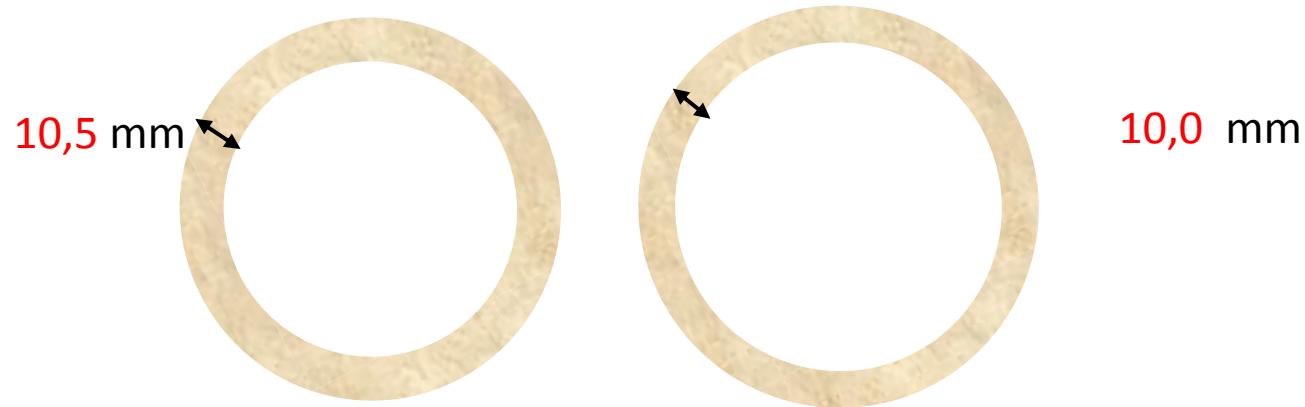
Unterkonfektionierung / Überdehnung:



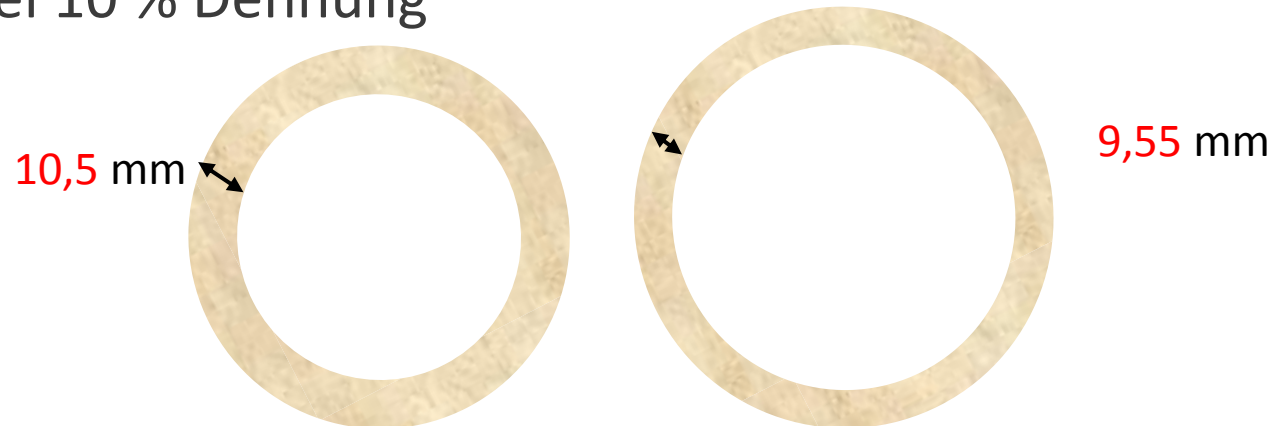
- Kein Widerlager durch das Altrohr
- Fasern verdichten sich
- Harz wird nach außen ausgepresst
- die tragende Wanddicke reduziert sich über Dehnung und Harzverdrängung

Wanddickenänderung

- bei 5 % Dehnung

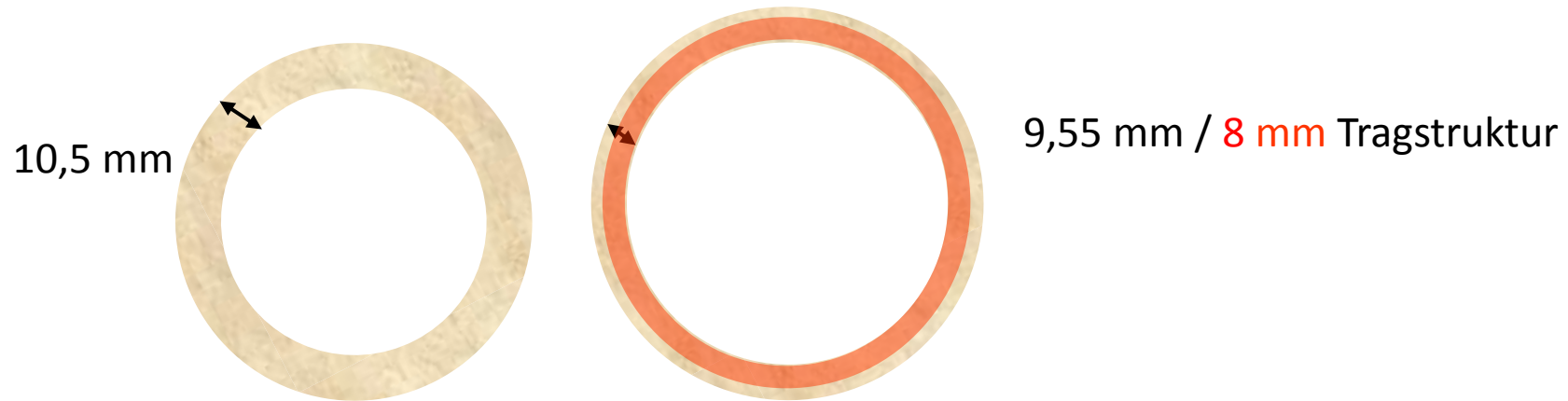


- bei 10 % Dehnung



Wanddickenänderung

- bei 10 % Dehnung



Beispiel:

- Glasfaseranteil verdichtet sich von ca. 50% auf 60%
- freiwerdendes Harz wird nach außen verdrängt
- Reinharzschichtdicke: 1,5mm
- Wichtig: Reinharzschichten sind nicht Bestandteil des statisch tragenden Laminates (gemäß DWA 143-3)
- Die statisch relevante Wanddicke reduziert sich von Soll 10 mm auf Ist 8mm

Folgen von erheblicher Unterkonfektionierung

- Unterkonfektionierung oberhalb des im Verfahrenshandbuch angegebenen Wertes (nicht von allen angegeben)
- Glas- /Harzgehalt der Tragstruktur entspricht nicht mehr der Zulassung
- Sollwanddicke der Tragstruktur wird nicht erreicht
- Ringspaltbildung entspricht nicht der statischen Annahme
- Wahrscheinlichkeit interlaminarer Scherbrüche steigt
- Kein Form- und Kraftschluss zum Altrohr

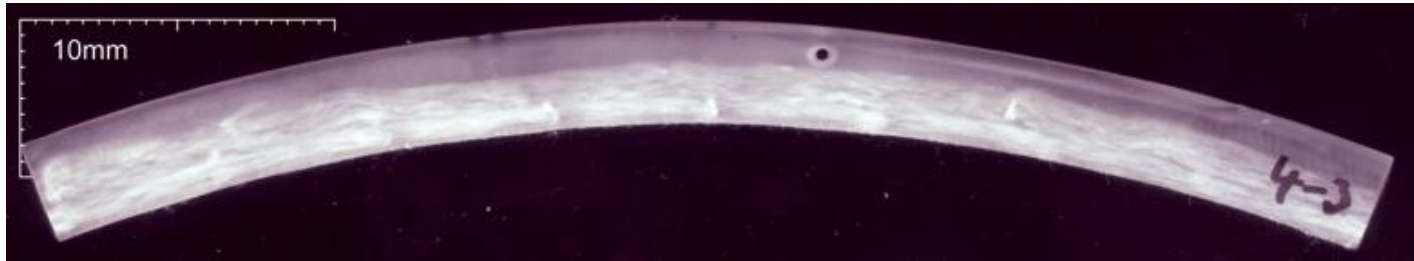
Ursache von Reinharzschichten



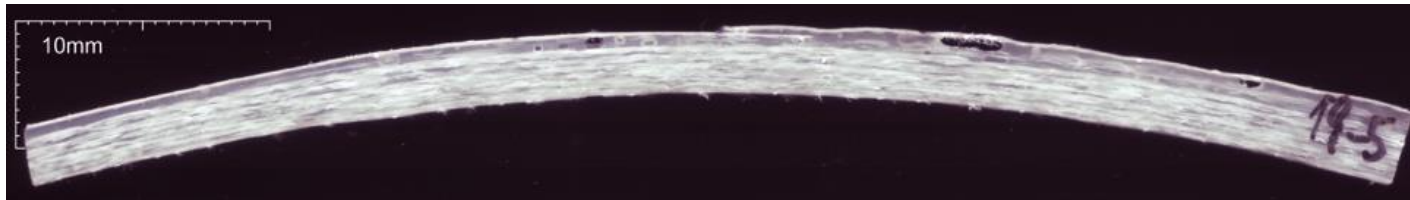
- Unterkonfektionierung
- Harzreiche Tränkung
- Fehlvermessung des Altrohres
- Fehlendes Widerlager

Baustellenproben mit Reinharzschichten

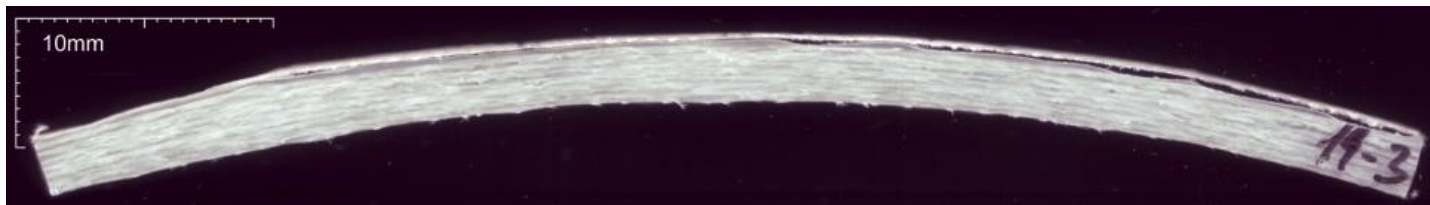
- Durchgehende Reinharzschicht



- Unterbrochene Reinharzschicht



- Liner ohne Reinharzschicht



Das Wanddicken-Dilemma, Teil 1

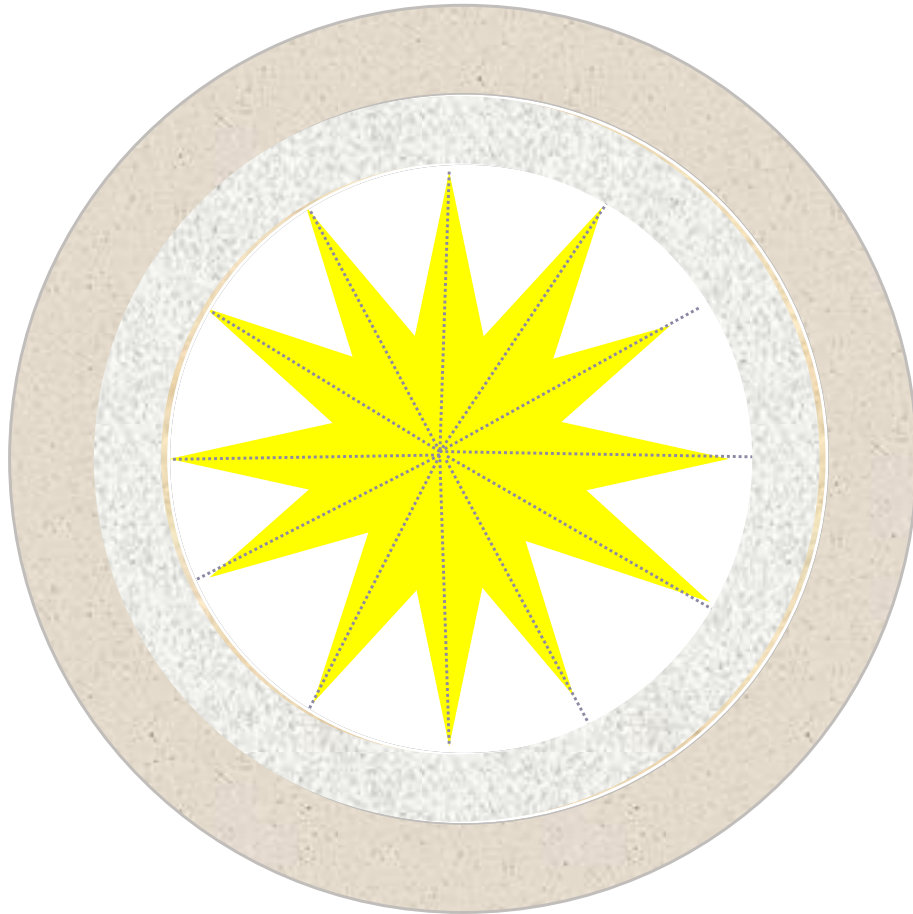
- IKT 2015:
"Wermutstropfen
Wanddicke"
- Hohe Versagensquoten
bei der Wanddicke
(Reinharzschichten
werden rechnerisch
abgezogen)



Das Wanddicken-Dilemma, Teil 2

- 2018: Gemischtes Bild bei Wanddicke-Kennwerten
- Hersteller liefern z. T. mehr "Reserve" in der Linerwanddicke (1 mm oder mehr zusätzlich), um Anforderungen sicher zu erfüllen
- Vermeintliche Prozess-Sicherheit zu Lasten der Aushärtungsqualität

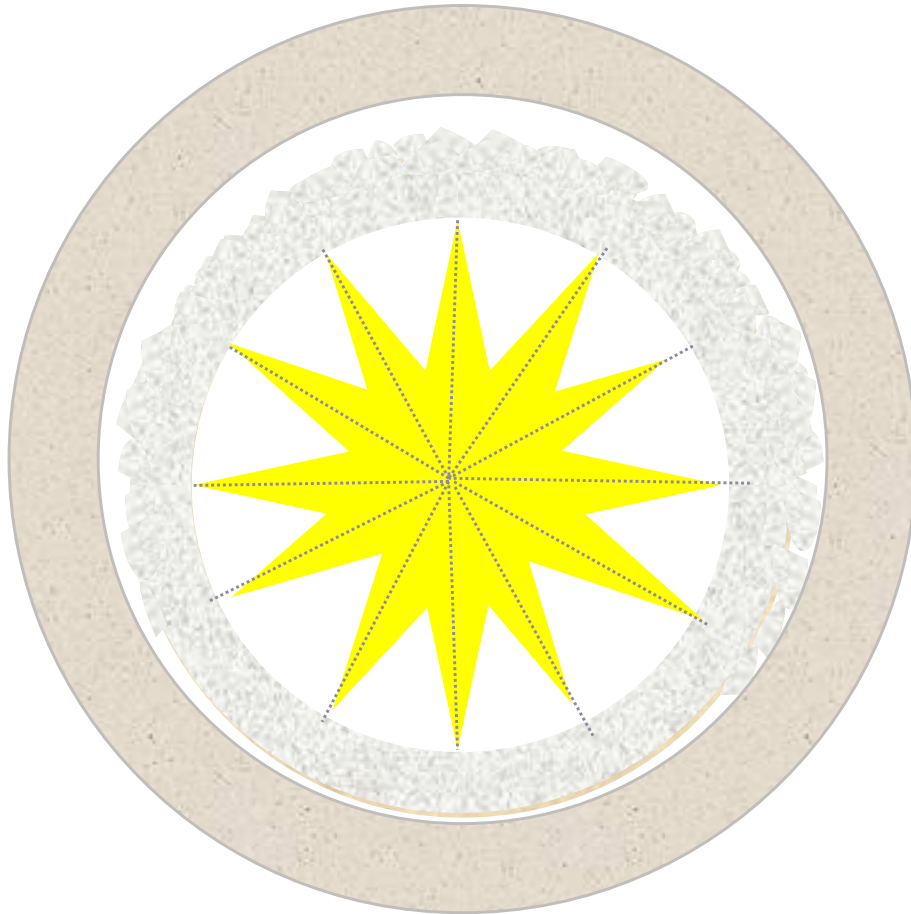
Liner / UV-Härtung



Die Strahlung der Lichterkette trifft im optimalen Winkel auf den Liner

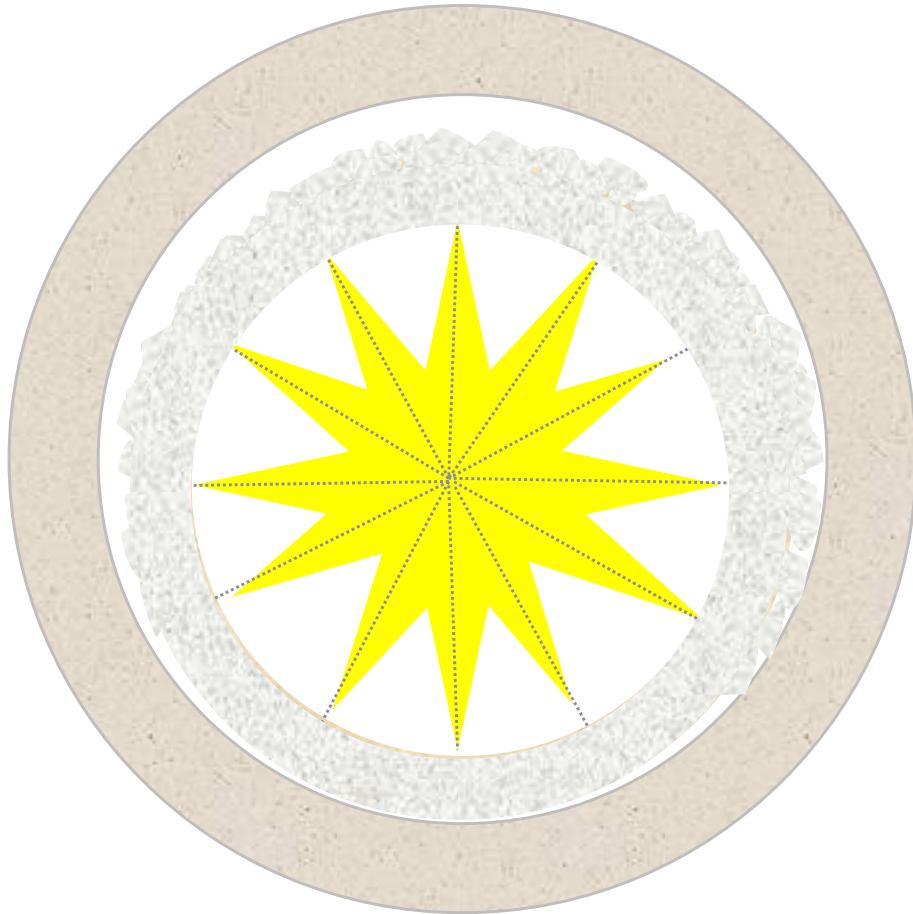
Alle Bereiche werden gleichmäßig erfasst

Unterkonfektionierung



- Lichterkette erfasst alle Bereiche
- Härtung erfolgreich
- Statisch geforderte Wanddicke wird nicht erreicht
- Ringspalt
- Produkt entspricht nicht der Systembeschreibung

Unterkonfektionierung mit „Reserve“:



- Hersteller liefert Mindestwanddicke mit „Reserve“
- Härtingsprozess ist nicht auf die „Reserve“ eingestellt
- Aushärtungsmangel
- Ringspalt
- Produkt entspricht nicht der Systembeschreibung

Makellos?



Folgen von Unterkonfektionierung / Reinharzschichten

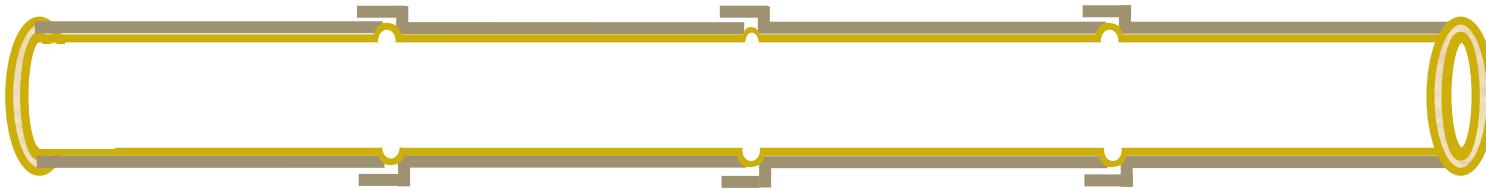
- Großer Ringspalt im Scheitel sorgt für statische Probleme
- Liner ist nicht kraft- und formschlüssig im Altrohr eingebunden
- Schlauchlinerrohr kann im Altrohr verrutschen
- Spannungen von Ausdehnungseffekten des Liners konzentrieren sich auf die Anbindungen an Anfang und Ende und die Seitenzuläufe
- Lineranbindungen und Seitenzuläufe können abreißen
- Hoher Reststyrolgehalt im Laminat

Axiale Dehnung

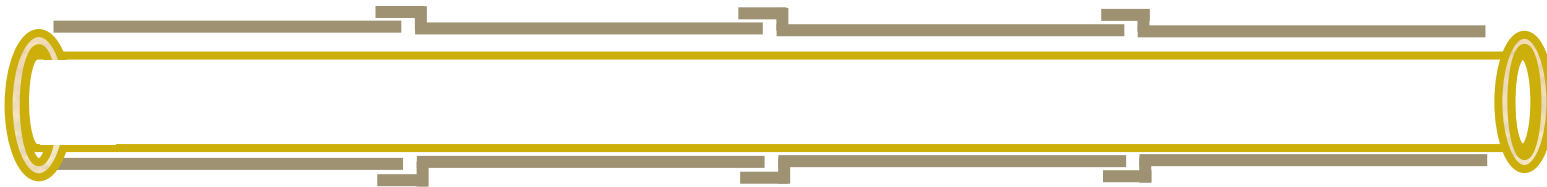
- Liner kann in der Haltung durch thermische Ausdehnung und Quellverhalten durch Wasseraufnahme seine Länge verändern
- Diese Effekte werden üblicherweise bei Kraft-/Formschluss über das Altrohr verteilt – keine Auswirkungen auf das Gesamtsystem
- Kein Kraft-/Formschluss vorhanden: Spannungen aus Dehnungseffekten konzentrieren sich auf Anbindungen und Seitenzuläufe. Der Liner kann sichtbar wachsen oder schrumpfen

Axiale Dehnung

Axiale Dehnung wird über Form und Kraftschluss aufgefangen



Axiale Dehnung konzentriert sich auf Anbindungspunkte



Axiale Dehnung



- Abriss einer Lineranbindung durch Dehnung des Liners

So erkennen Sie übermäßige Dehnung / Unterkonfektionierungen

- Muffen, Altschäden, leichte Versätze sind nicht erkennbar

Kamerabefahrung vorher/nachher vergleichen:
Muffen, Unebenheiten und Seitenzuläufe
sollten sich abzeichnen

- Kamerabefahrung zeigt makellosen Schlauchliner

Prüfbericht checken: Hat die Laborprobe
Reinharzschichten (Prüfbericht)?

Blick in den Prüfbericht

Wanddicke

maß DIBt-Zulassung Z-42.3-490/ Auftraggeber:

Kurzzeit Biege-E-Modul E_f [N/mm ²]	11800
Kurzzeitbiegespannung σ_b [N/mm ²]	200
Glasgehalt (Glührückstand) [%]	49 ±5
statisch tragende Wanddicke S_L [mm]	10,40

Bauteil- und Materialeigenschaften

Biegespannung und Ermittlung des Biege-E-Moduls D 178 (in Verbindung mit DIN EN ISO 11296-4)

wurden in Umfangsrichtung gesägt.

radial entgegen der Krümmung aufgebracht.

Zusammenstellung der Prüfergebnisse (Mittelwerte):

Nummer	Biegespannung σ_b [N/mm ²]	Biege-E-Modul E_f [N/mm ²]	Verbunddicke e_m [mm]	Gesamtdicke h_m [mm]	statisch tragende Wanddicke S_L [mm]
2018	287,6	13601	12,82	12,82	12,82

beigefügt.



Fazit:

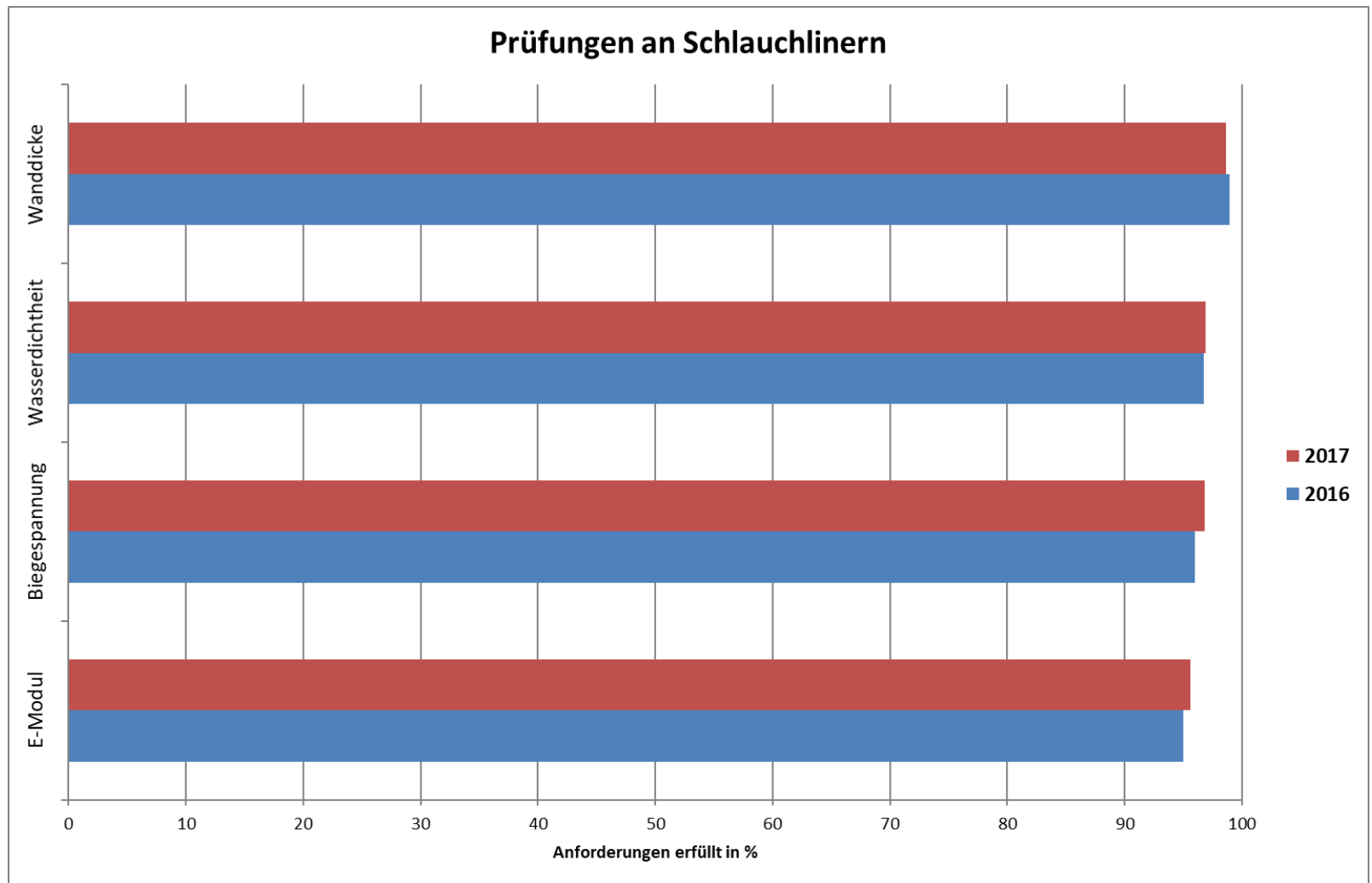
Der optisch gute Eindruck eines Liners kann täuschen –
dass Altrohr sollte sich mindestens schemenhaft in den Muffen- und
Anschlussbereichen abzeichnen

Sehr hohe Kennwerte bei niedrigen Wanddicken könne auf eine Linerüberdehnung
hinweisen

unterkonfektionierte Liner führen zur mechanischen Überlastung von
Anschlussbereichen

Wanddicken die die Lieferangabe deutlich überschreiten können Härtingsdefizite
aufweisen

Auch hohe Kennwerte können auf Abweichungen hindeuten



So wird die Wanddicke zu einem echten Qualitätskriterium:

- Hersteller geben die maximale Dehnung standardmäßig im Verfahrenshandbuch an
- Hersteller geben tatsächlich gelieferte Wanddicken mit oberer und unterer Toleranz an
- Das ausführende Unternehmen kann seinen Lichtprozess auf die wahre Lieferdicke einstellen
- Dem jeweiligen Wandaufbau werden eigene Kennwerte für E-Modul und Biegefestigkeit über den Systemanbieter zugeordnet und an der Baustellenprobe abgeglichen (vorgesehen in ISO 11296-4)

Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!