

Faltenbildung bei Schlauchlinern

Ursachen und Auswirkungen

Dipl.-Ing. Andreas Haacker



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))

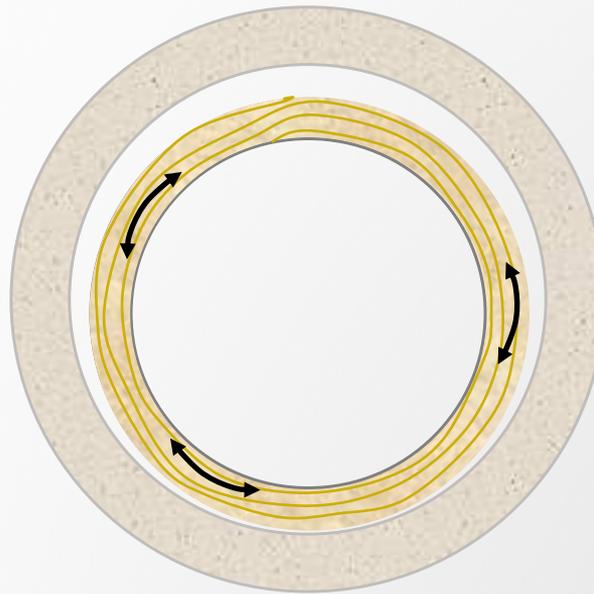


Radiale Dehnung bei Linern

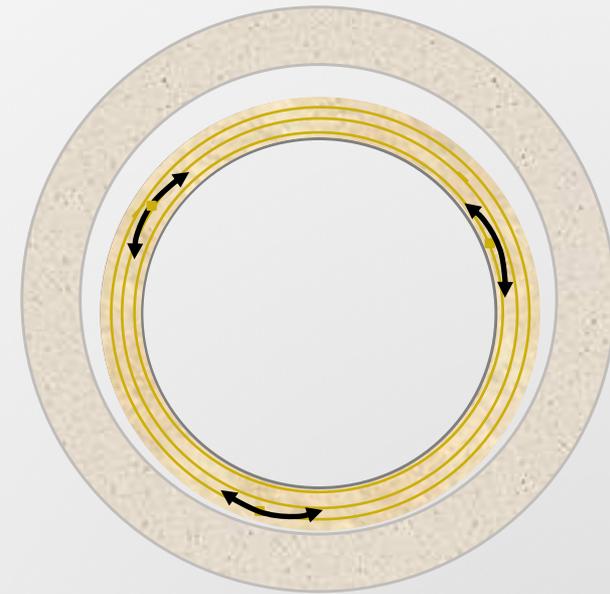
- kaum Unterschiede je nach Herstellungsart
- alle Systeme sind dehnfähig im Rahmen der Herstellervorgaben



gelegt

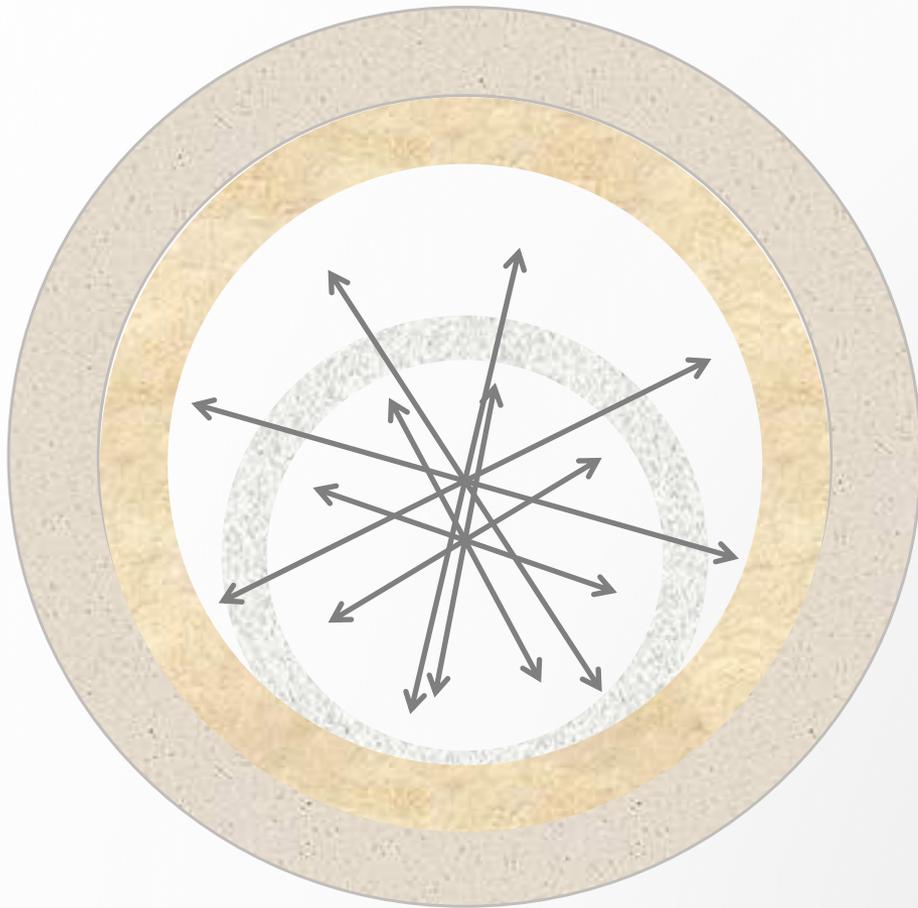


gewickelt



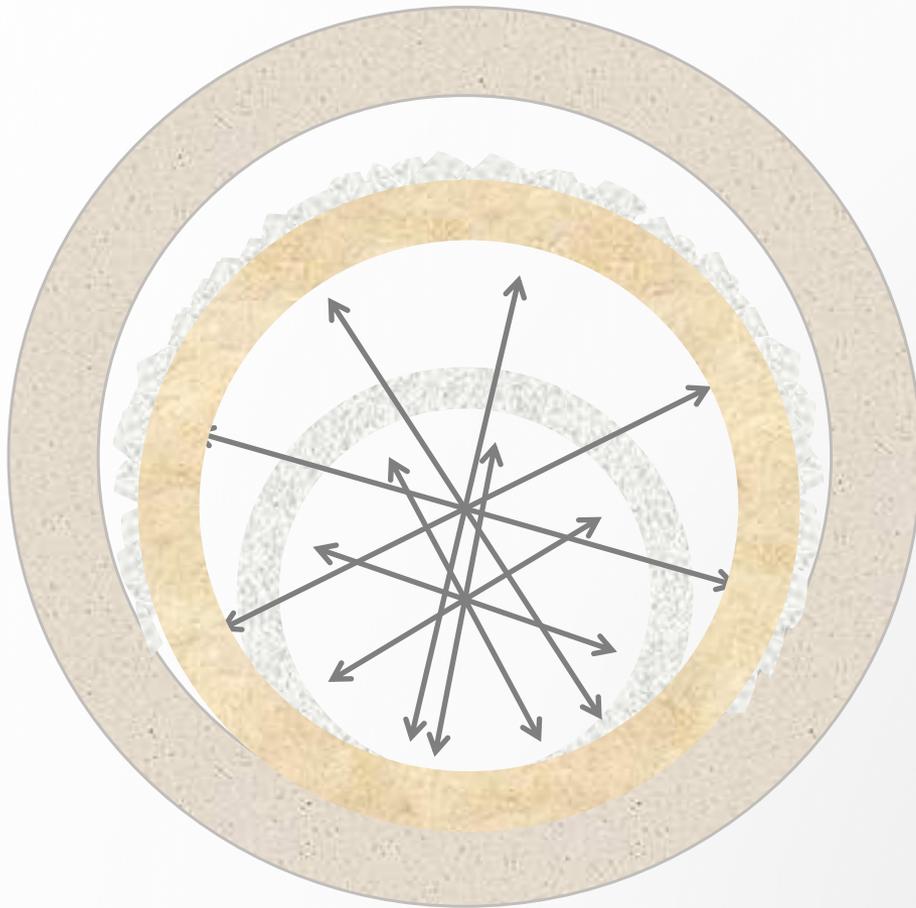
genäht

Radiale Dehnung / Leichte Unterkonfektionierung:



- ca. 3 % bis 6 %
- Ausreichendes Widerlager durch das Altrohr
- Harz verbleibt in den Fasern
- Wanddicke reduziert sich leicht (systembedingt)

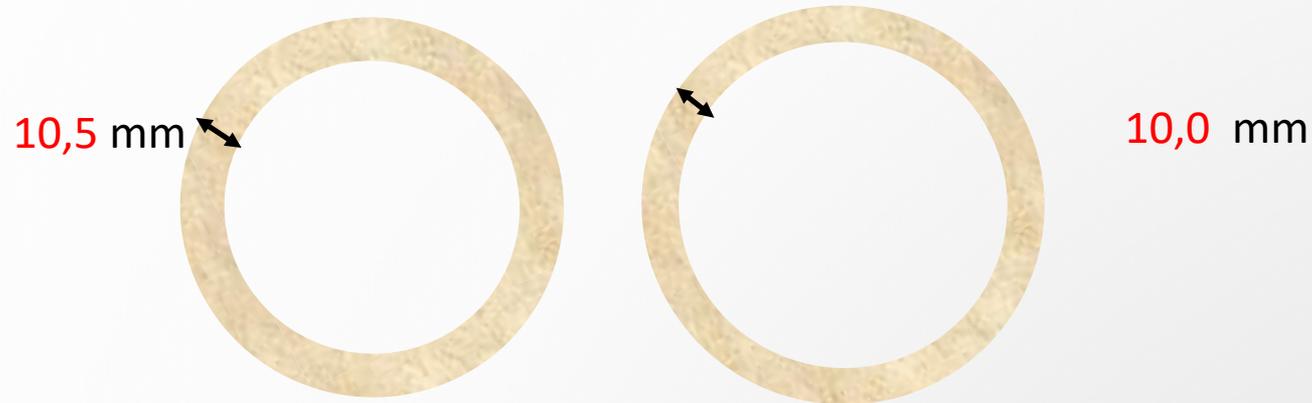
Radiale Dehnung / stärkere Unterkonfektionierung:



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

Radiale Dehnung / Wanddickenänderung

- bei 5 % Dehnung

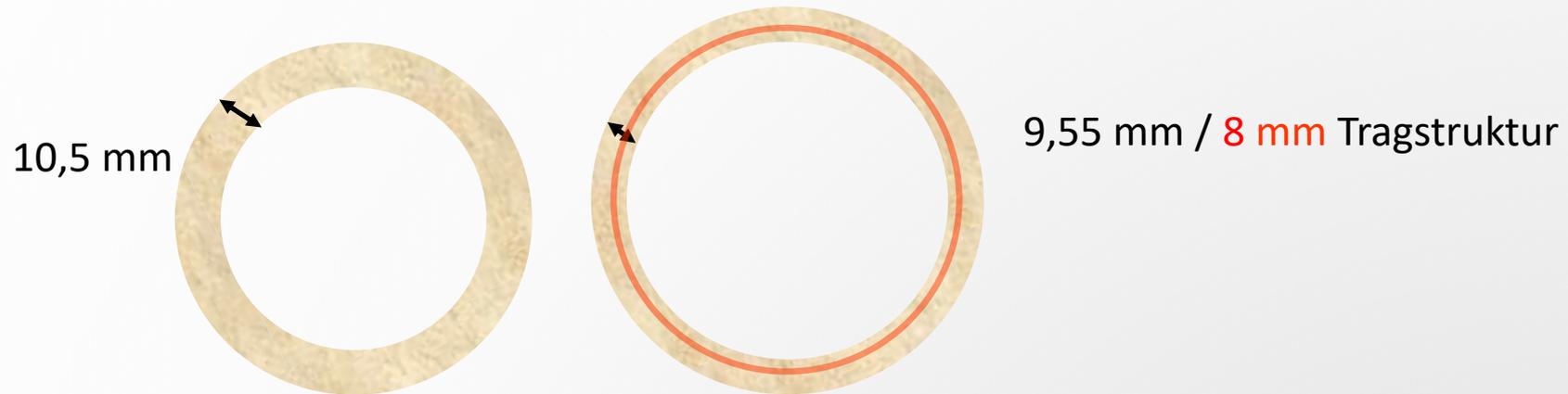


- bei 10 % Dehnung



Radiale 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 8 mm

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



Häufige Auffälligkeit: Falten



Was tun bei Faltenbildung?

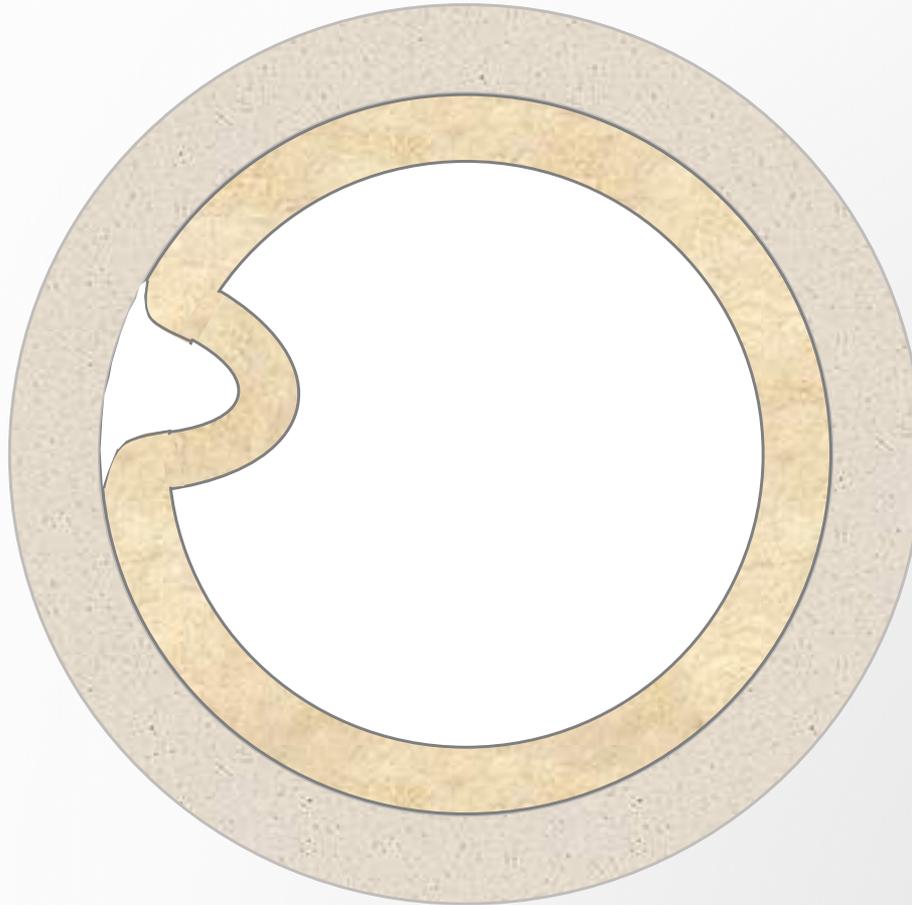


Unterscheidungsmerkmale

- Falten in Umfangsrichtung
- Falten in axiale Richtung



Axiale Falte, nicht gefüllt



Mögliche Ursache:

Falsch konfektionierter
Schlauch

Bewertung:

System ist statisch
geschwächt

Axiale Falte, gefüllt



Mögliche Ursache:

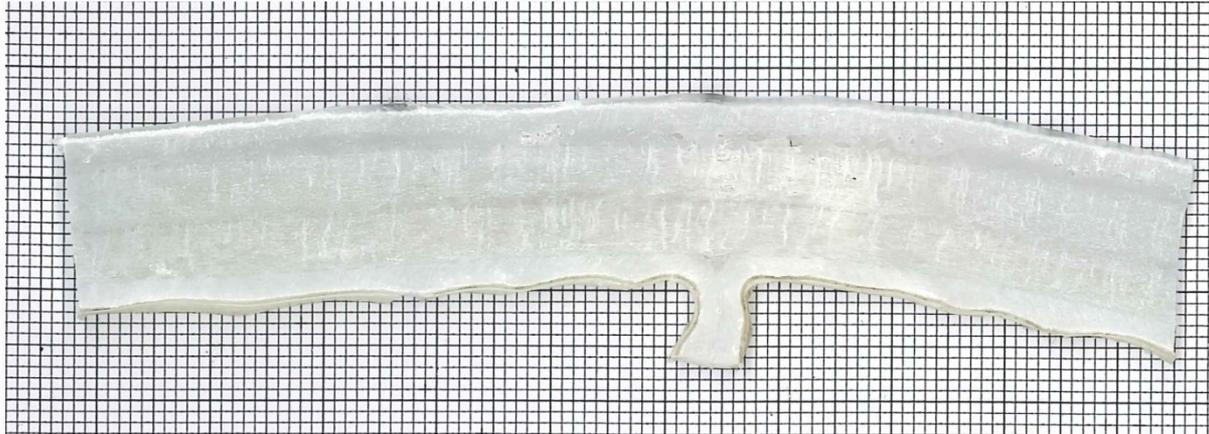
Falsch konfektionierter Schlauch

Bewertung:

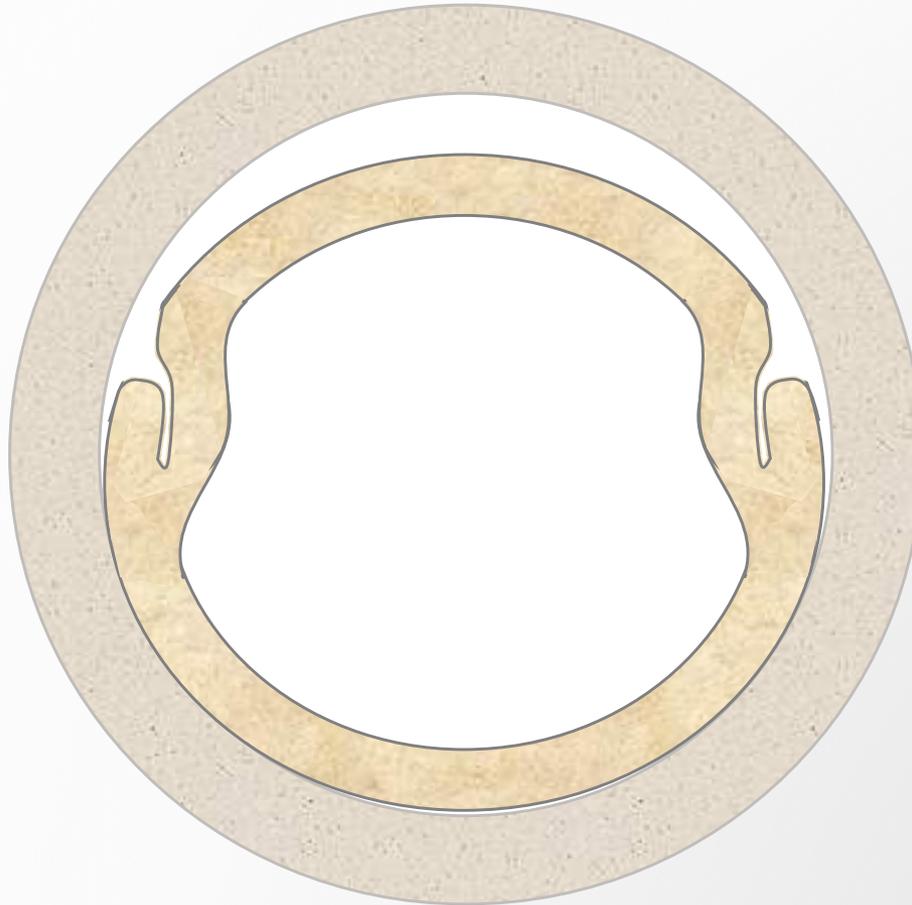
Die Materialkennwerte in der Falte müssen den Kennwerten des Ringes entsprechen – sonst liegt eine Schwächung des Systems vor

Axiale Falte, gefüllt

- Mit Harz gefüllte Falte



Verdeckte Falte



Mögliche Ursache:

Stauchung im Kämpferbereich nach Druckabfall während des Einbaus, insbesondere bei Sonderprofilen, z. B. Eiprofilen

Bewertung:

- Statische Annahmen treffen nicht mehr zu
- Großer Ringspalt (mehrere cm) möglich

Achtung: bleibt teilweise unentdeckt und wird als Wölbung wahrgenommen



Beispiel für eine verdeckte Falte

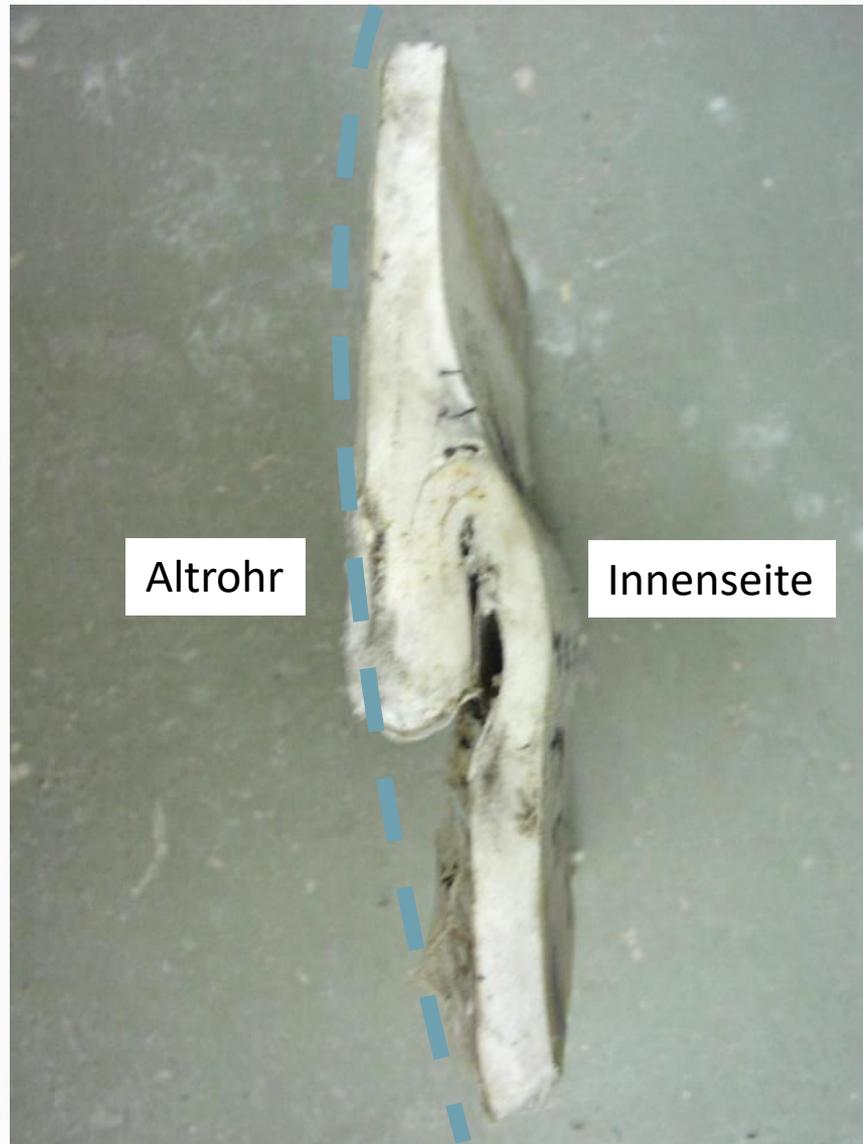


Beispiel für Ringspaltbildung

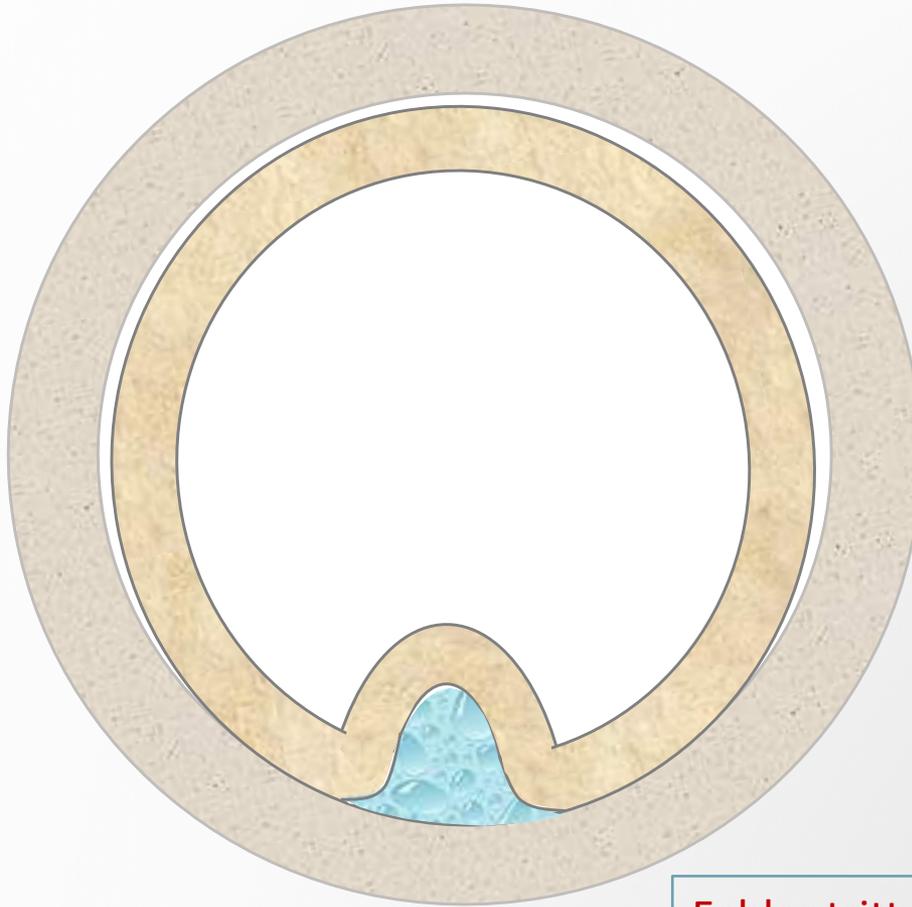
- Folge der verdeckten Falte



Baustellenprobe: Verdeckte Falte



Sohlfalte



Mögliche Ursache:

In der Regel Aufwölbung durch drückendes Grundwasser, Härtingsdefizit

Bewertung

- Erheblicher Mangel, statische Destabilisierung
- Materialprüfung der Sohle in der Haltung empfohlen

Fehler tritt oftmals nach Wassereintritt ins Schlauchlaminat (Härtungsinhibitor) auf

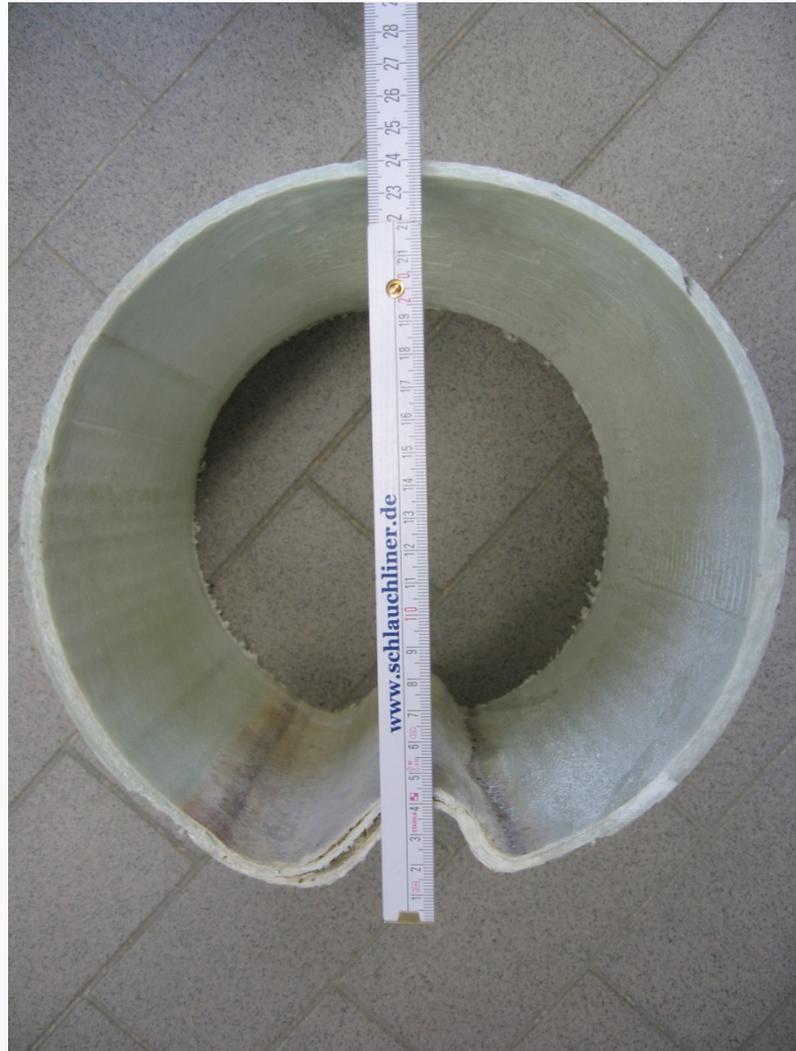
20



Sohlfalte, Beispiel



Sohlfalte, Beispiel



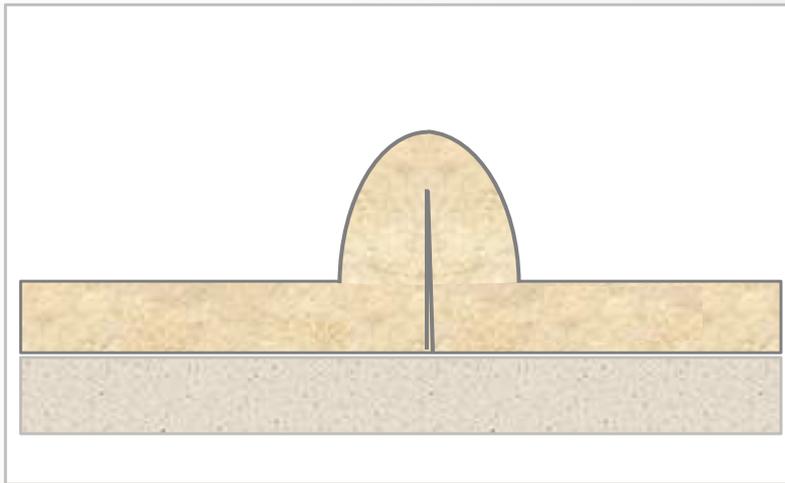
Falte in Umfangsrichtung, gefüllt

Mögliche Ursache:

Stauchung des Schlauchs im Einbau, insbesondere in Krümmungsbereichen

Bewertung

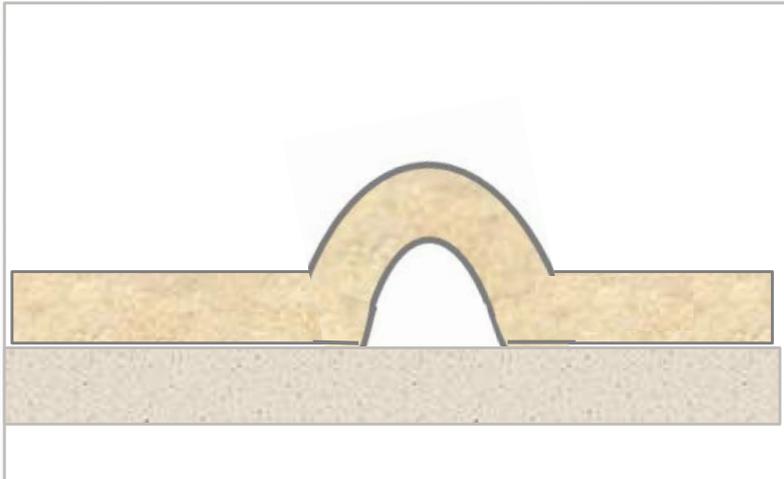
- ggf. Auswirkung auf Hochdruckspülbeständigkeit, ungünstiger UV-Einstrahlungswinkel kann zu Härtingsdefiziten führen



Schlauchliner im Krümmungsbereich



Falte in Umfangsrichtung, nicht gefüllt



Mögliche Ursache:

Stauchung des Schlauchs im Einbau, insbesondere in Krümmungsbereichen

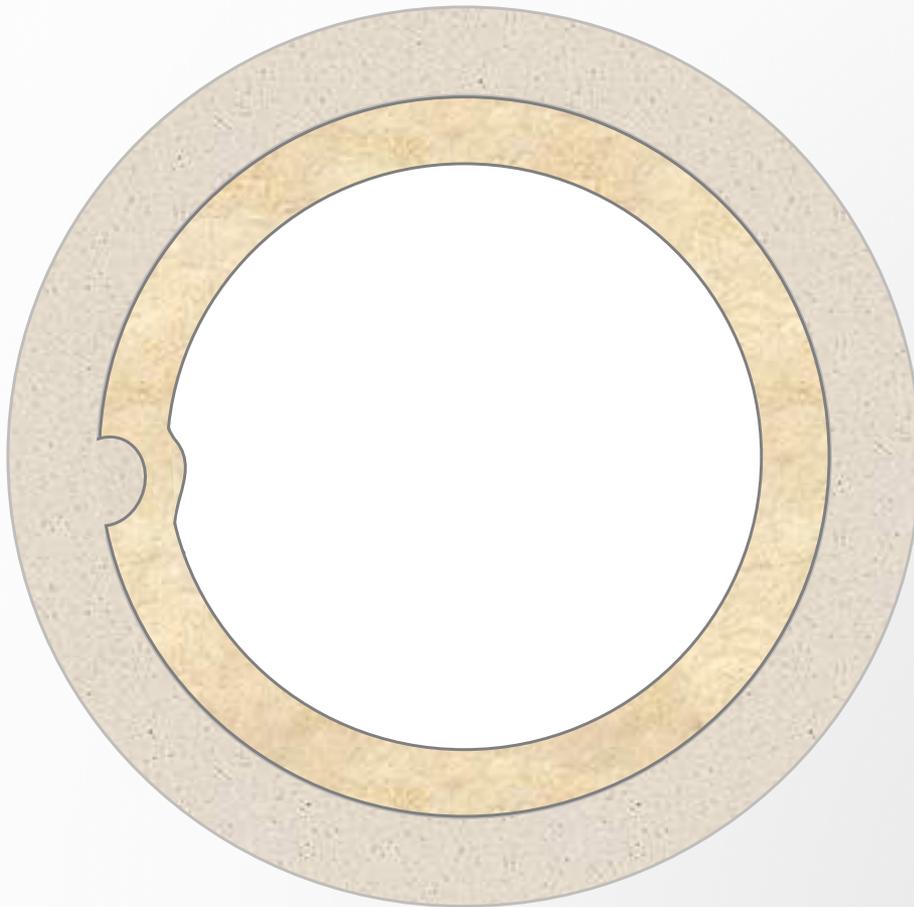
Bewertung

- ggf. Auswirkung auf Hochdruckspülbeständigkeit, ungünstiger UV-Einstrahlungswinkel kann zu Härtingsdefiziten führen

Falte in Umfangsrichtung, Beispiel



Formfalte



Mögliche Ursache:

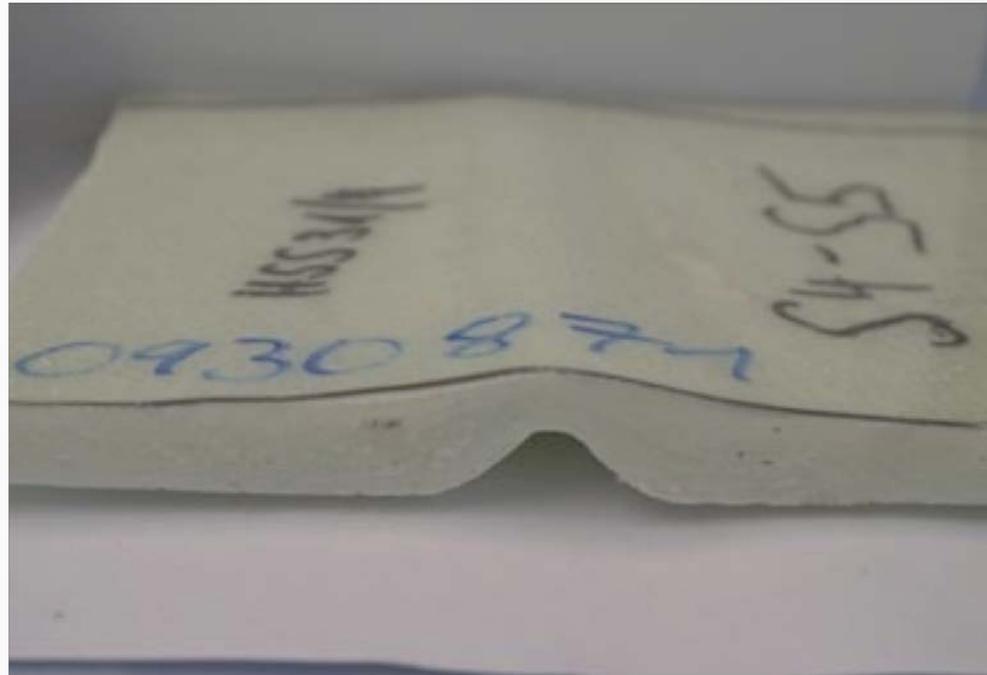
Nicht hinreichende
Reinigung u. Reprofilierung
des Altrohres

Verlegung von Kabelrohren

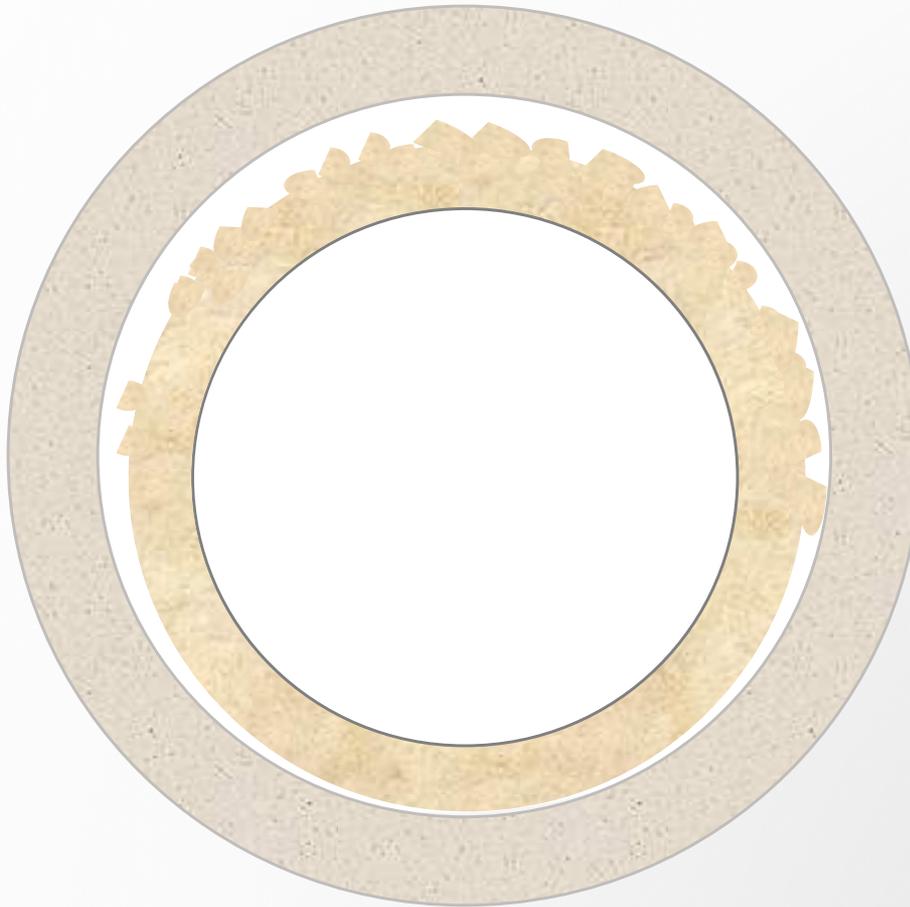
Bewertung:

- führt zum lokalen
Wanddickenverlust
- Materialkomprimierung
in der Faltenzone
- Schwächung des Systems

Formfalte, Beispiel



Überdehnung



Mögliche Ursache:

Unterkonfektionierung.
Verdrängung der Harzmatrix
in äußere Zonen, erhöhter
Faseranteil in der
Tragstruktur

Bewertung

- Reduzierung der tragenden Wanddicke, Bildung eines Ringspaltes
- Schwächung des Systems

Achtung: Dieser Fehler fällt oft nicht auf

29

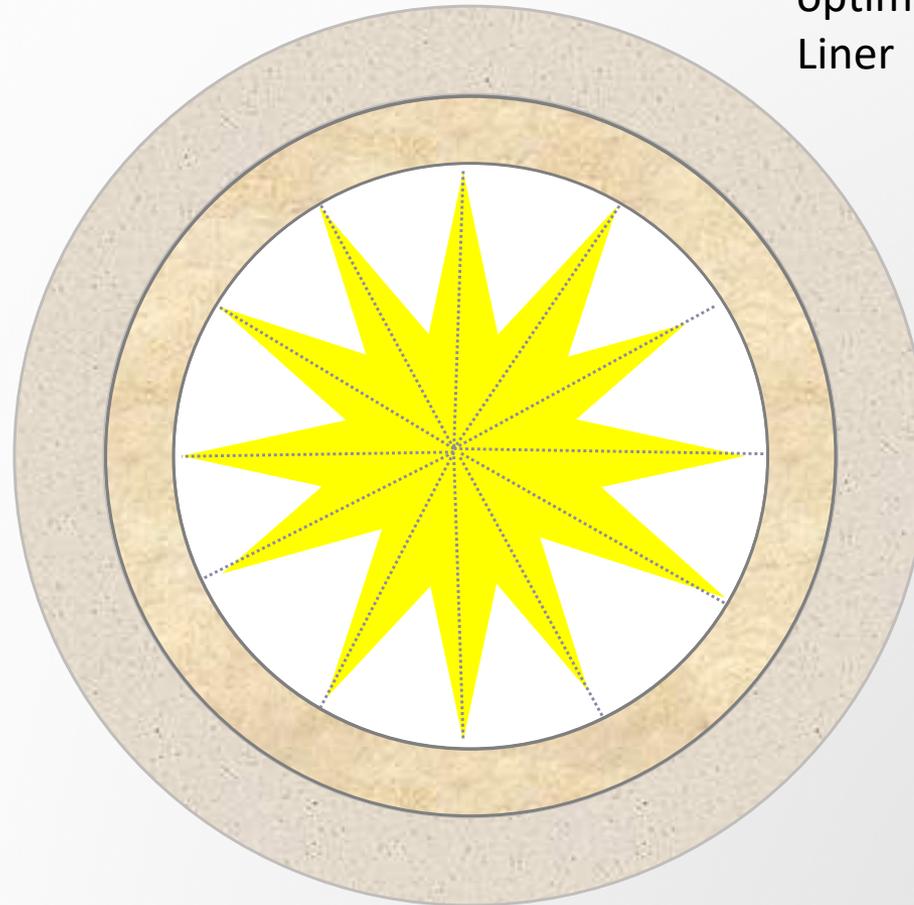


Beispiel



Liner / UV-Härtung

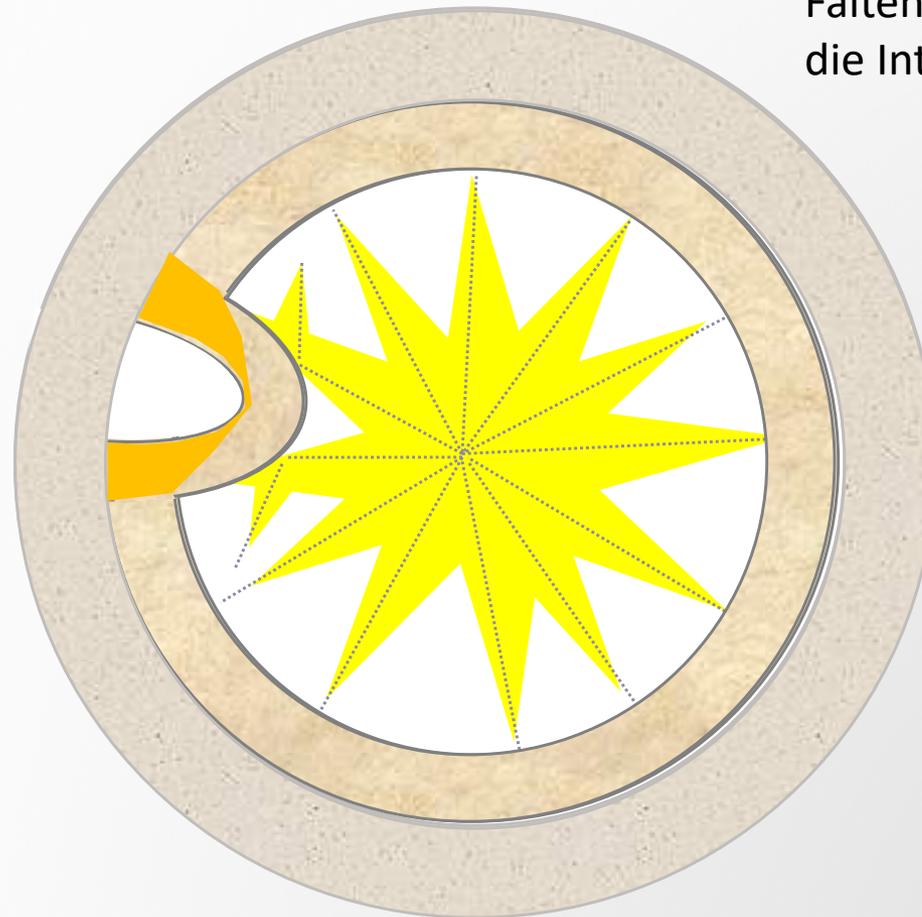
Die Strahlung der Lichterkette trifft im optimalen Winkel auf den Liner



Alle Bereiche werden gleichmäßig erfasst

Falte, UV-Härtung

Die Strahlung der Lichterkette wird im Faltenbereich reflektiert, die Intensität nimmt ab

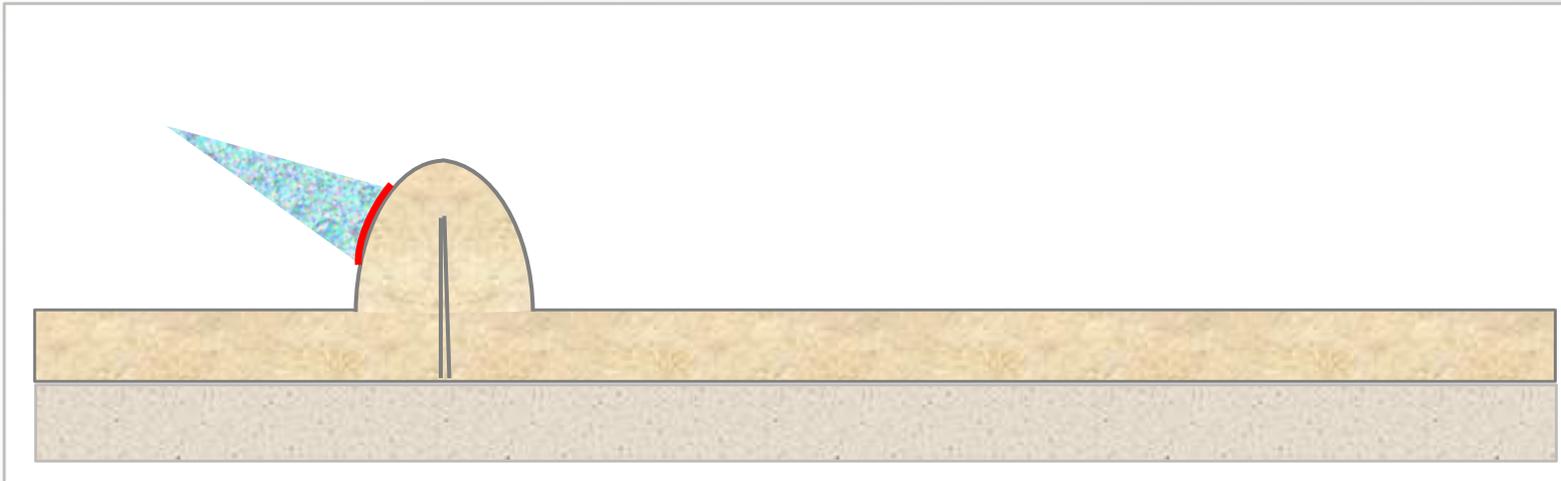


Die Wanddicke nimmt im Faltenbereich in radialer Richtung zu – bei gleicher Eindringtiefe des Lichts

Lokale Härtingsdefizite möglich

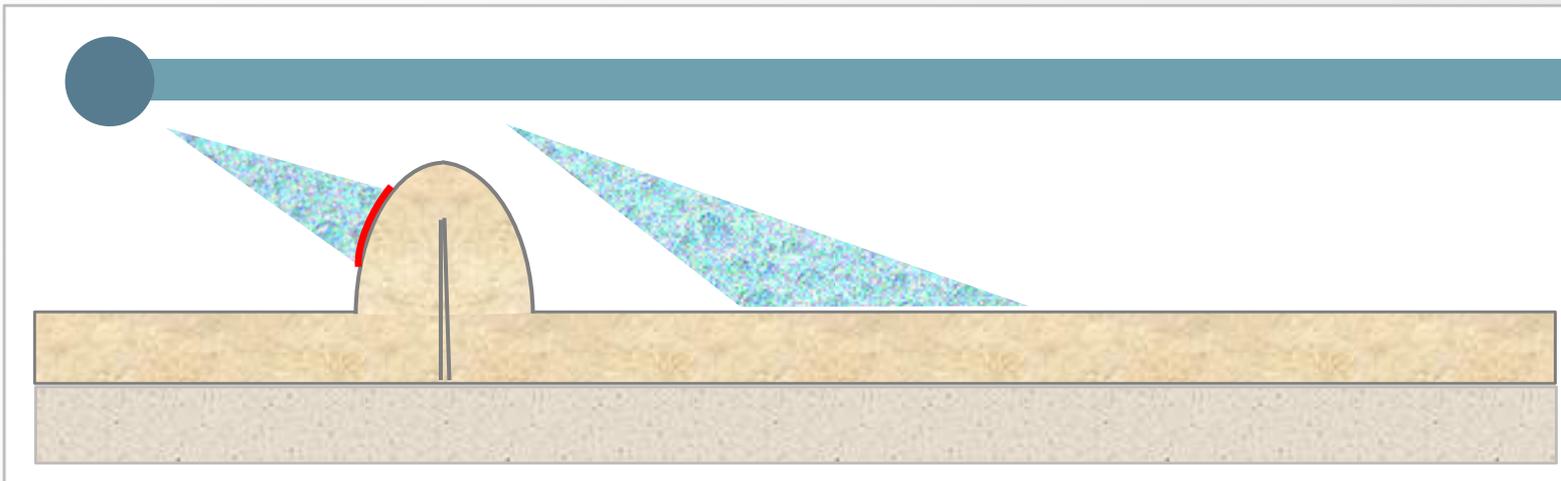
Hochdruckspülung mit Falte

- Betrifft Falten in Umfangsrichtung
- Spülstrahlleistung verteilt sich im Bereich der Falte auf eine kleine Fläche
- Diese Leistungskonzentration kann zum Materialversagen führen



Hochdruckspülung mit Falte

- Betrifft Falten in Umfangsrichtung
- Spülstrahlleistung verteilt sich im Bereich der Falte auf eine kleine Fläche
- Diese Leistungskonzentration kann zum Materialversagen führen



Regelwerke

Was sagen die Normen?

DIN EN ISO 11296 Teil 4

DWA A 143, Teil 3

DWA A 144, Teil 3



DIN EN ISO 11296-4

Faltenbildung:

Allgemeine Eigenschaften gemäß DIN EN ISO 11296-4

In geraden Rohrleitungen mit konstantem Innendurchmesser darf das CIPP keine zusätzlichen Oberflächenunregelmäßigkeiten, bezogen auf das Altrohr, verursachen, die 2% des Nenndurchmessers oder 6,0 mm überschreiten, wobei der größere Wert gilt.

Anmerkung: Bei Bögen und Unregelmäßigkeiten im bestehenden Abwasserrohr sowie bei lokalen Verengungen werden im Allgemeinen Falten auftreten.



DWA A 143-3

- [...]

Das Sanierungsziel ist der Einbau eines faltenfreien Schlauchliners.

Bedingt durch besondere Randbedingungen der Örtlichkeit, wie z. B. Zugangsmöglichkeiten, Querschnittsveränderungen, Rohrversätze etc., kann es zu Faltenbildung kommen, für die folgende Grenzen gelten::

- Auf geraden Strecken und Bögen mit einem Radius $R_{Bogen} > 10 \times DN$ gelten die Grenzen der DIN EN ISO 11296-4. [...]
- In Bögen mit einem Radius von $5 \times DN \leq R_{Bogen} \leq 10 \times DN$ sind folgende Grenzen einzuhalten: In Kreisprofilen max. Falten bis zu einer Tiefe von 3 % des DN bzw. 2 cm. In Eiprofilen max. Falten bis zu einer Tiefe von 3 % des hydraulischen Ersatzkreises bzw. 2 cm. Bei Bögen gilt jeweils der kleinere Wert
- In Bögen mit einem Radius $R_{Bogen} < 5 \times DN$ sind die Grenzen der Faltenbildung gesondert festzulegen.

Die Standsicherheit des Schlauchliners, die Betriebssicherheit und die Nutzungsdauer dürfen durch die Faltenbildung nicht beeinträchtigt werden.



Maßnahmen – Beispiele*

Faltentyp	Mögliche Maßnahmen*
Nicht gefüllte Falte, axial	Auffräsen und wasserdicht verspachteln (bei SF); oder Falte belassen (GF).
Gefüllte Falte, axial	Bei SF: Auffräsen; bei GF: Falte belassen
Verdeckte Falte	Bei Bedarf Verdämmerung im Sockelbereich
Sohlfalte	Reststyrolprüfung bei UV-gehärteten Linern. Bei begehbaren Profilen: Neulaminierung der geschädigten Bereiche
Nicht gefüllte Falte, in Umfangsrichtung	Durchflusshindernis? Falte belassen oder Maßnahmen wie oben beschrieben
Gefüllte Falte, in Umfangsrichtung	Durchflusshindernis? Falte belassen oder Maßnahmen wie oben beschrieben
Formfalte	Materialkennwert prüfen. Wenn möglich belassen
Überdehnung	Ringspaltprüfung, Materialprüfung, wenn tolerabel: Beibehaltung

Immer den Einzelfall betrachten!

*Immer unter der Voraussetzung, dass statische Anforderungen erfüllt werden und dass der Einzelfall betrachtet ist



Beispiel aus der Praxis



- Tragfähigkeit des Liners ist in der Regel nicht gemindert.
- Falte kann entfernt werden.

Beispiel aus der Praxis



- Durch enge Rohrführung bedingte Faltenbildung im inneren Kurvenbereich.
- Tragfähigkeit des Liners ist in der Regel nicht gemindert.
- Hydraulische Beeinträchtigung, im Einzelfall prüfen, ob Anforderung der DWA 144,3 erfüllt werden
- Nur bedingtes Abflusshindernis, da Falten in der Regel nur im Kämpferbereich.
- Bei problematischer Rohrführung sollte die Möglichkeit der Faltenbildung zwischen AG und AN bereits vor der Sanierung angesprochen werden.

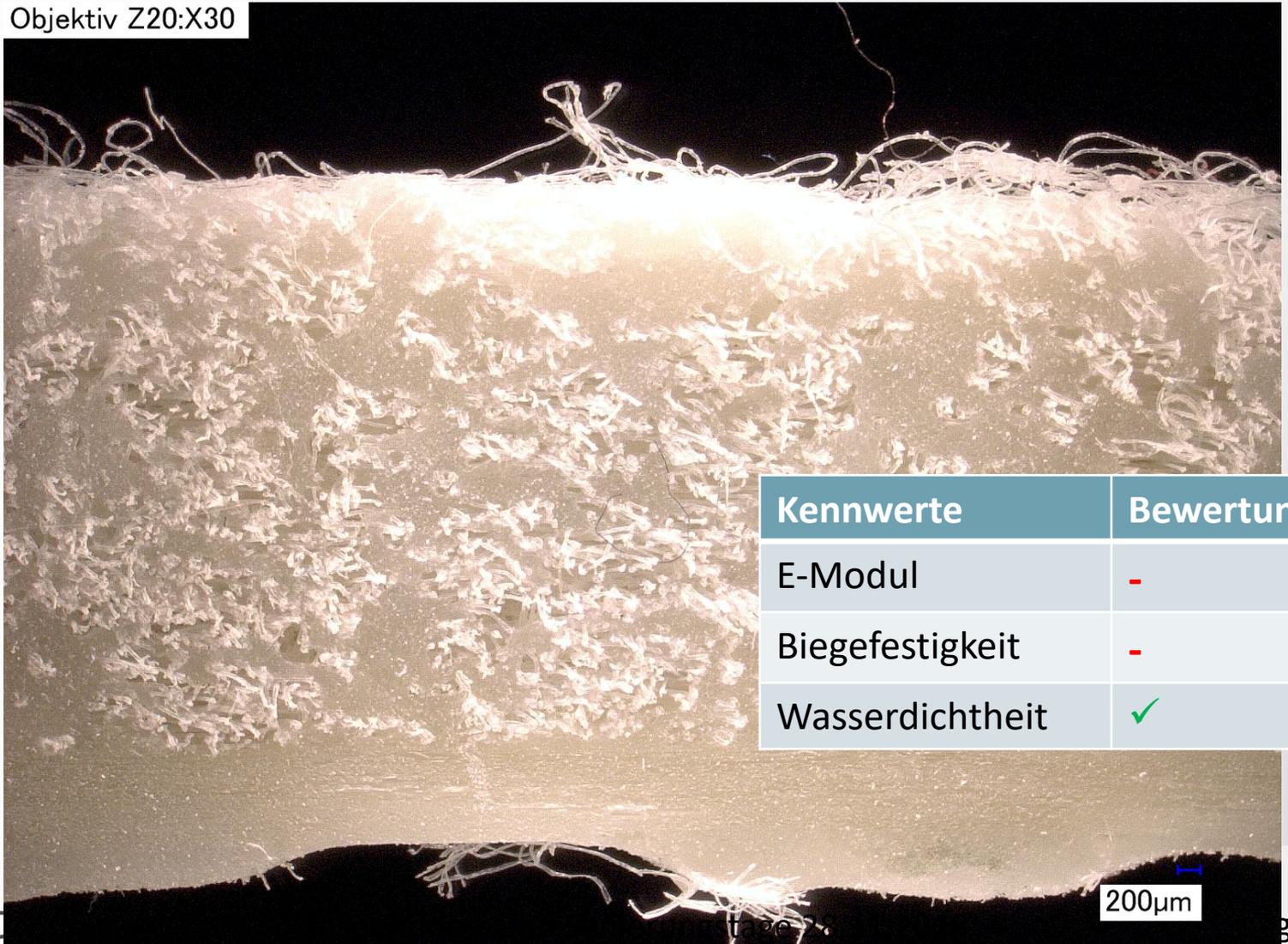
Weitere Mängel

- Härtingsdefizite in äußeren Randzonen (UV-Härtung)
- Schlechte mechanische Eigenschaften sind nicht selten auf Verdichtungs- und Tränkungsprobleme zurückzuführen
- Mechanische Kennwerte sind Hinweis auf Härtingsdefizite oder Strukturprobleme des Werkstoffverbundes
- Prüfung der Wasserdicht nicht mehr im Fokus
- Nach der Beprobung bringt eine mikroskopische Beurteilung oft Klarheit



Beispiel: Tränkungsdefizit

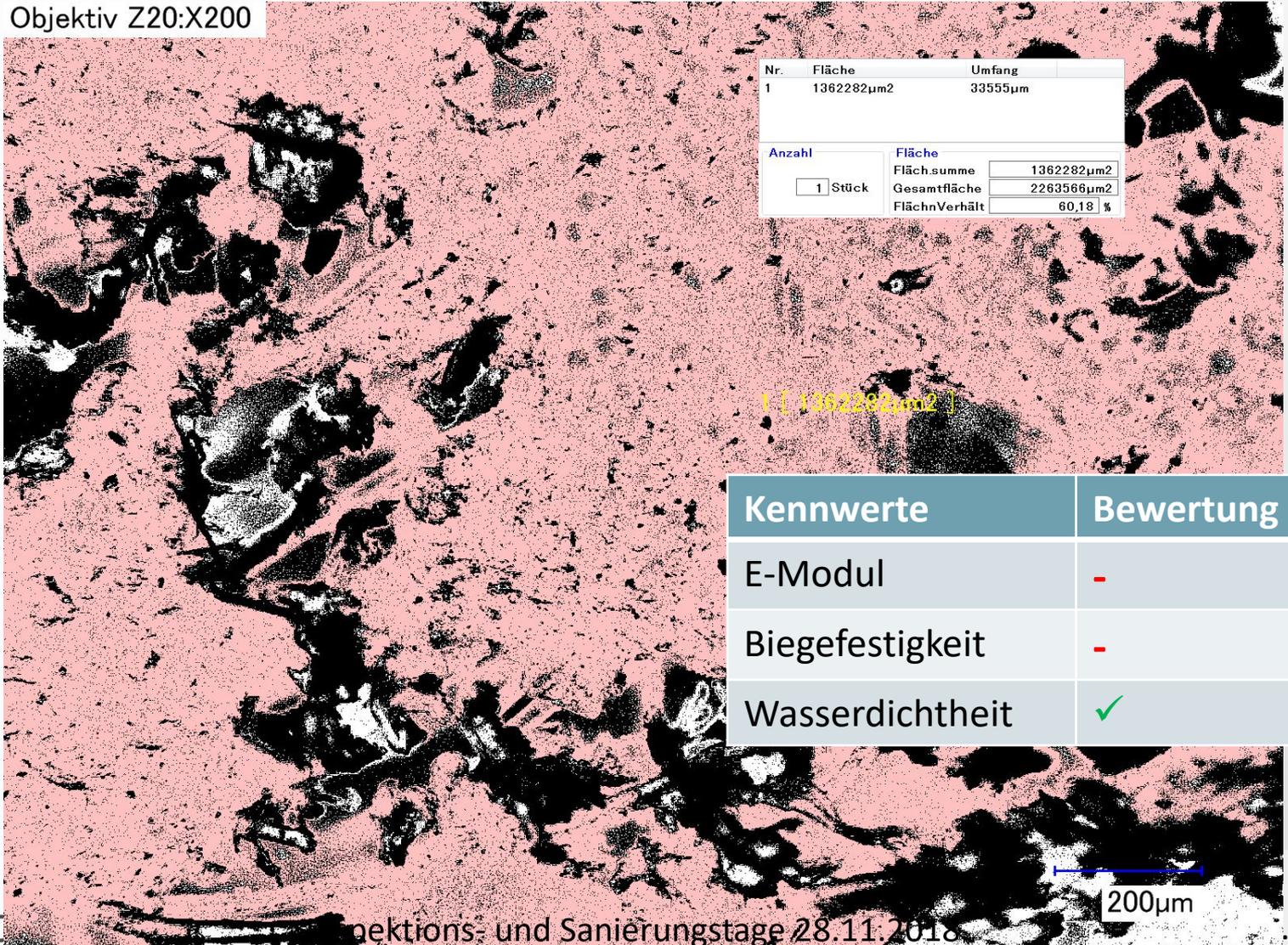
Objektiv Z20:X30



Kennwerte	Bewertung
E-Modul	-
Biegefestigkeit	-
Wasserdichtheit	✓

Beispiel: Tränkungsdefizit

Objektiv Z20:X200



Nr.	Fläche	Umfang
1	1362282µm ²	33555µm

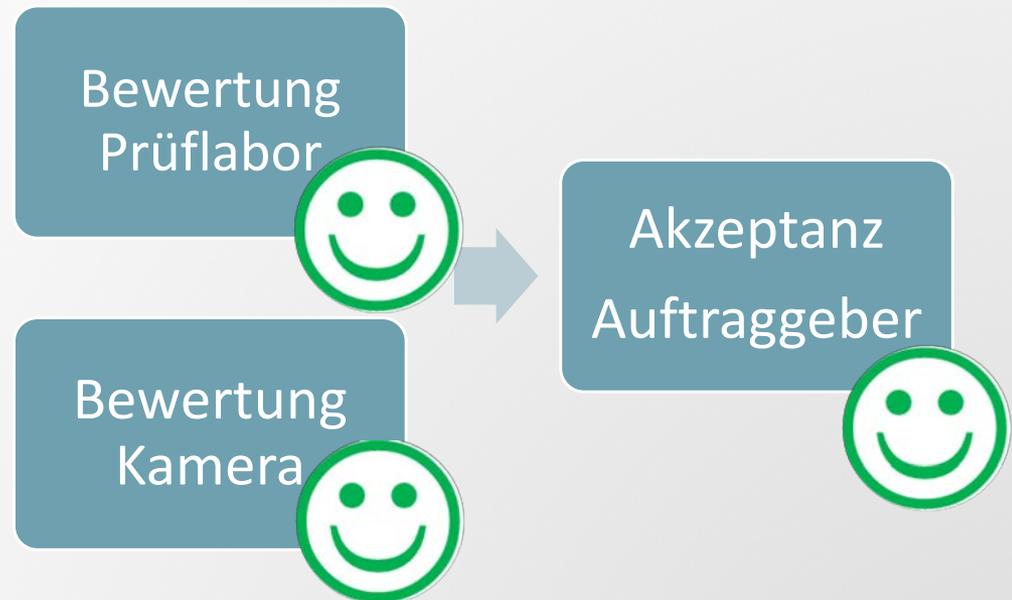
Anzahl		Fläche	
1	Stück	Fläch.summe	1362282µm ²
		Gesamtfläche	2263566µm ²
		Fläch.nVerhält	60,18 %

[1362282µm²]

Kennwerte	Bewertung
E-Modul	-
Biegefestigkeit	-
Wasserdichtheit	✓

Fazit

- Liner-Qualität insgesamt gut, dennoch: Fehler können passieren
- Ergebnisse aus Kamerabefahrung und Materialprüfung abgleichen
- Erkannte Mängel ernst nehmen und im Einzelfall betrachten
- Gegebenenfalls Proben aus auffälligen Bereichen entnehmen



Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!

