Altrohrzustand und Imperfektionen

- die schwierige Einstufung durch den Planer

Altrohrzustand und Imperfektionen



Dipl.-Ing. Roland Wacker

Sachverständiger für Instandhaltung und Sanierung von Entwässerungsnetzen

zertifizierter Kanalsanierungs-Berater

stv. Vorsitzender des Vorstands im VSB e.V.

Ingenieurbüro Wacker
Im Höfle 8 - 71549 Auenwald

Inhalt

- Einleitung
- Anforderung an die Statik von Schlauchlinern
- Statische Berechnung von Schlauchlinern
- Wesentliche Belastungen auf den Liner
- Imperfektionen
- Altrohrzustände
- Regelstatiktabellen
- Hinweise
- Zusammenfassung

Anforderungen an die Statik von Schlauchlinern

Quelle: DWA-A 143-2, Kap. 4.1

Der Altrohrzustand muss vom Planer oder Betreiber basierend auf der Zustandserfassung und -bewertung festgelegt werden.

In Abhängigkeit vom Altrohrzustand sind u. a. folgende Informationen zur Altleitung erforderlich:

- Rohrwerkstoff und -wanddicken (z. B. Bohrkerne),
- Bodenverhältnisse (z. B. Bodenart, Überdeckung, max/min Grundwasser, Rammsondierung, Verformungsmodul),
- Schadensbild, siehe Merkblatt DWA-M 149-2, insbesondere Verformungen.

Folgende Informationen zur Altleitung sollten vorhanden sein:

- statische Berechnung
- Rohrauflager
- Rohrverbindungen und Dichtung (Lageabweichungen usw.)

Anforderungen an die Statik von Schlauchlinern

Erforderliche Angaben in einer Ausschreibung

Auszug aus DIN 18326 (VOB/C)

0.1 Angaben zur Baustelle

……

0.1.5 *Altrohrzustand gemäß DWA-Merkblatt DWA-A 143-2.*

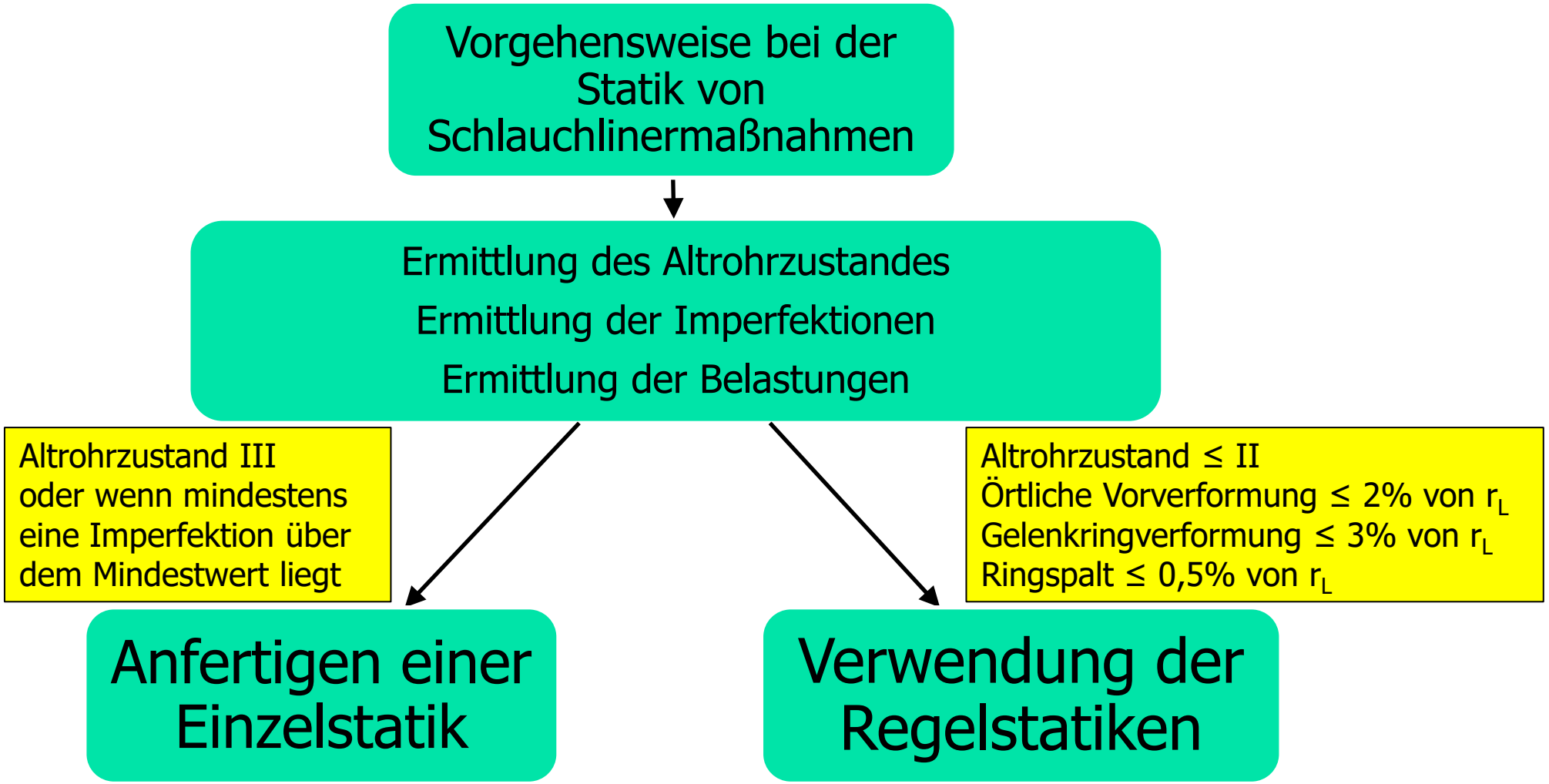
……

0.2 Angaben zur Ausführung

……

0.2.16 *Statische Anforderungen an das Lining-Rohr und die daraus resultierende konstruktive Wanddicke gemäß DWA-Merkblatt DWA-A 143-2.*

Anforderungen an die Statik von Schlauchlinern



Altrohrzustand und Imperfektionen

Beispiel: Stabilitätsnachweis für p_a

$\alpha_D = 2{,}62 \cdot (r_L/t_L)^{0{,}8}$ (Durchschlagsbeiwert)

$$\text{krit } p_{a,d} = \kappa_{v,s} \cdot \alpha_D \cdot S_{L,d}$$

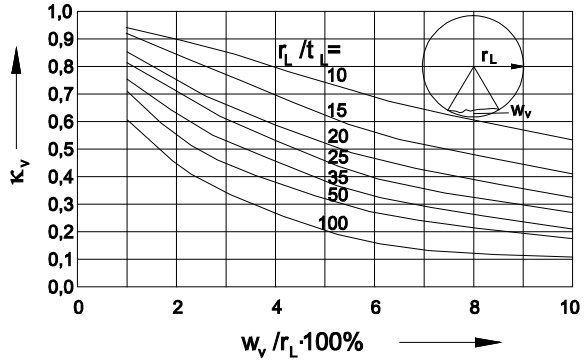
$\kappa_{v,s} \approx \kappa_v \cdot \kappa_{GR,v} \cdot \kappa_s$

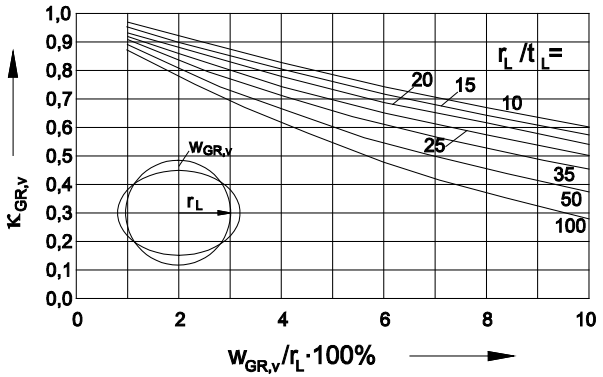
Verbundwanddicke

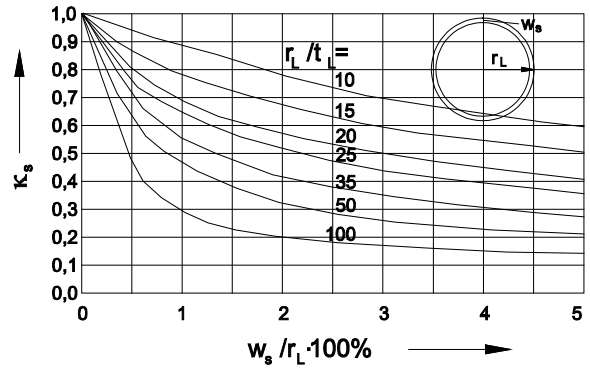
$$S_{L,d} = \frac{E_{L,d}}{12 \cdot (1-\mu^2)} \cdot \left(\frac{t_L}{r_L}\right)^3$$

(Ringsteifigkeit)

$$p_{a,d} \,/\, \text{krit } p_{a,d} \leq 1$$



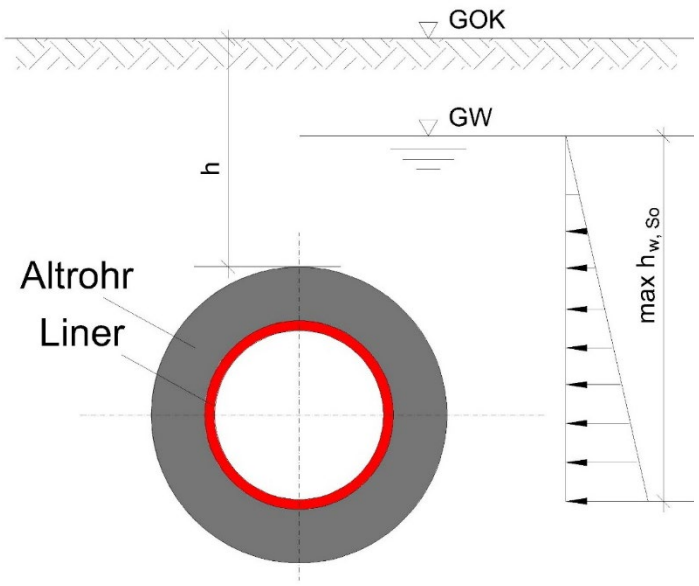




Altrohrzustand und Imperfektionen

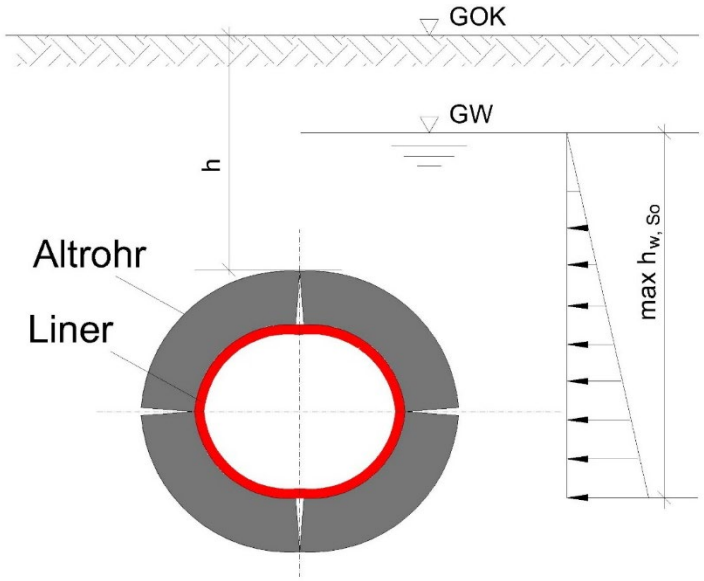
wesentliche Belastungen auf den Liner

Altrohrzustand I



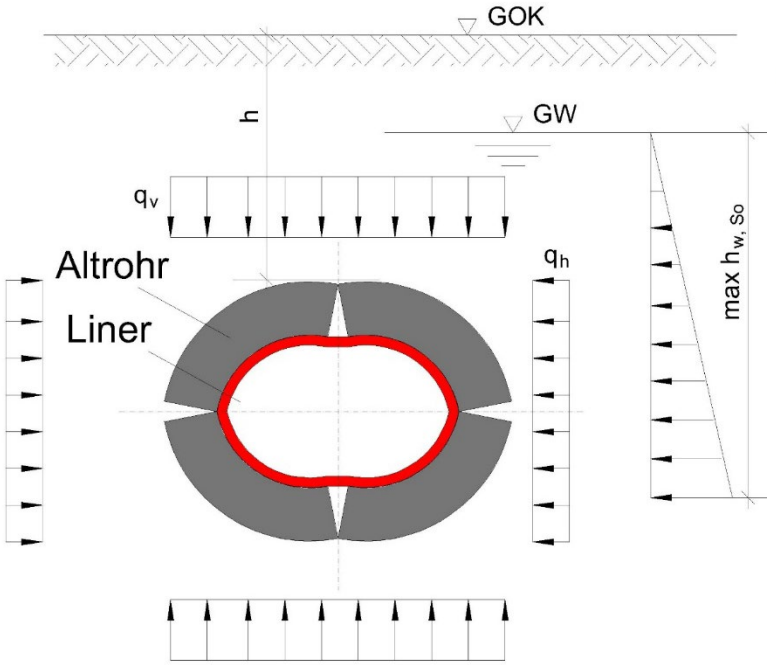
- Wasseraußendruck

Altrohrzustand II



- Wasseraußendruck

Altrohrzustand III

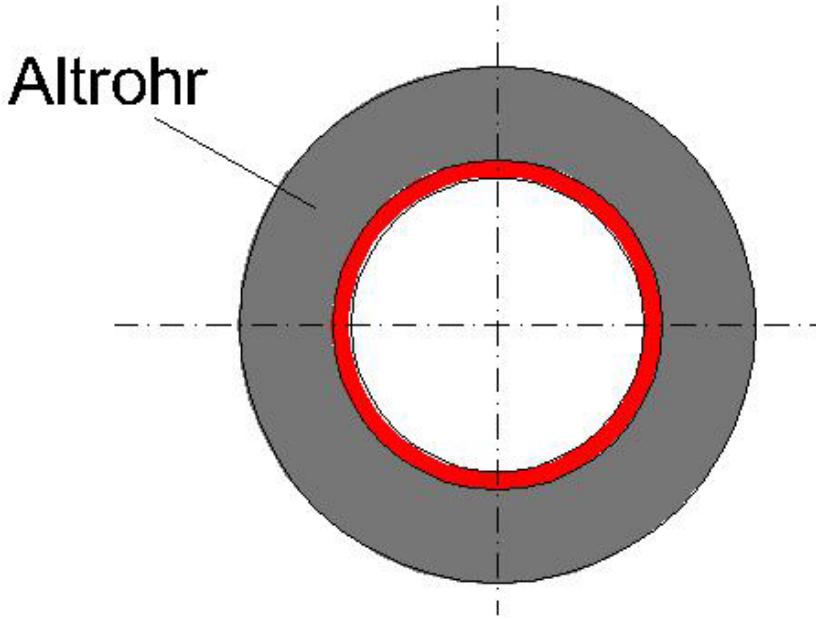


- Wasseraußendruck
- Erd- und Verkehrslasten

Altrohrzustand I

Ausreichende Biegezugfestigkeit des Altrohres

Mögliche Schadensbilder: z.B. Undichtigkeiten in Rohrverbindungen, Wandungen, Haarrisse

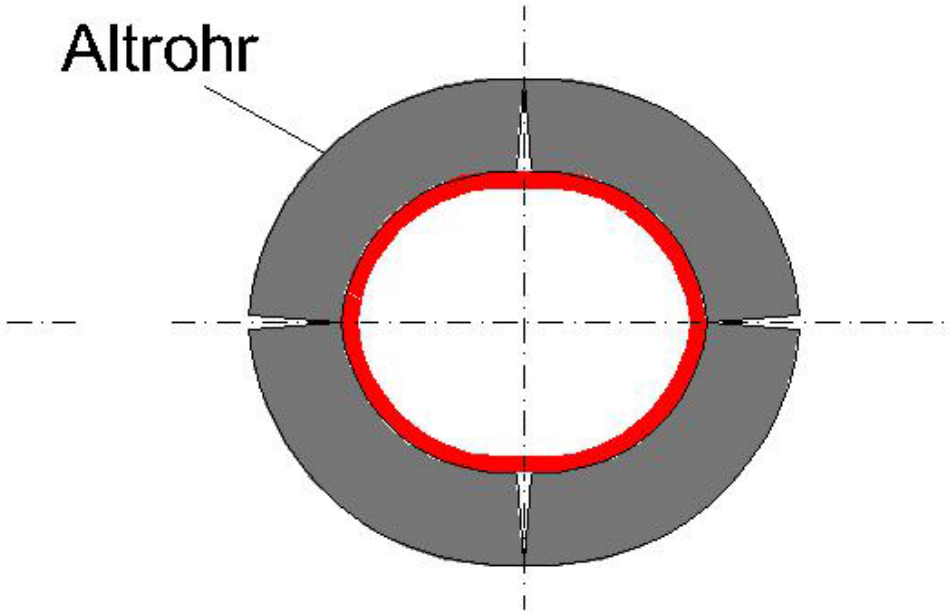




Altrohrzustand II

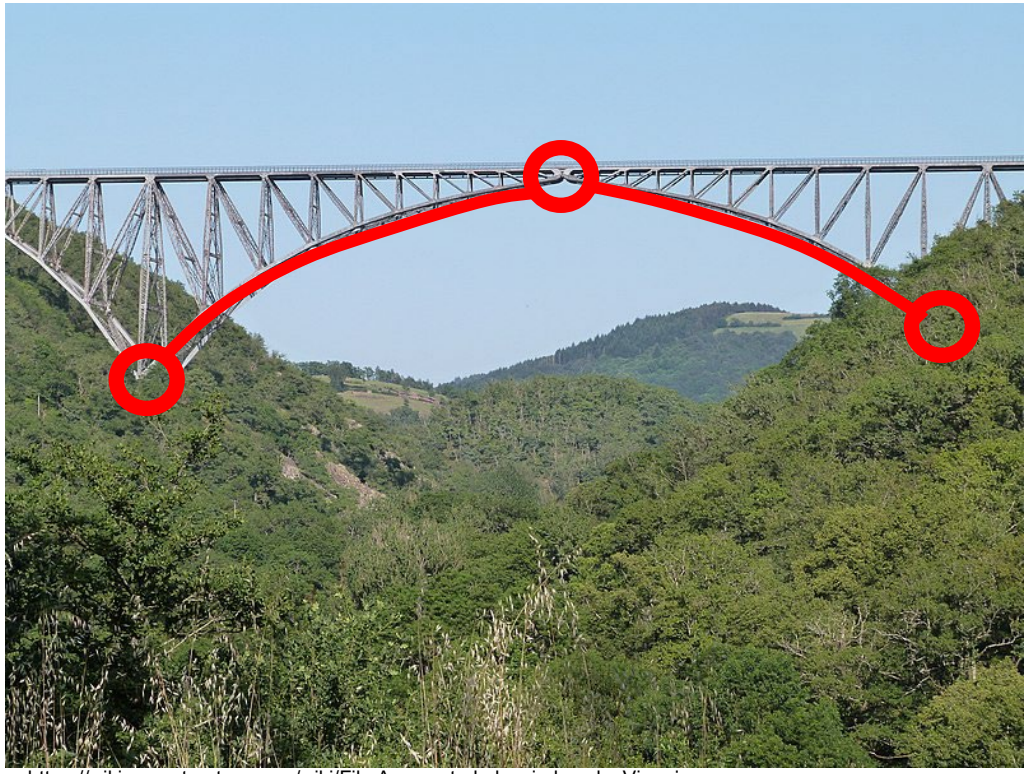
Altrohr vierfach längsgerissen, neuer Gleichgewichtszustand

Mögliche Schadensbilder: z.B. Längsrisse mit geringer Rohrverformung $\delta_v < 6\%$ bei überprüfter funktionsfähiger seitlicher Bettung, bestätigt z.B. durch Langzeitbeobachtung und/oder Rammsondierung

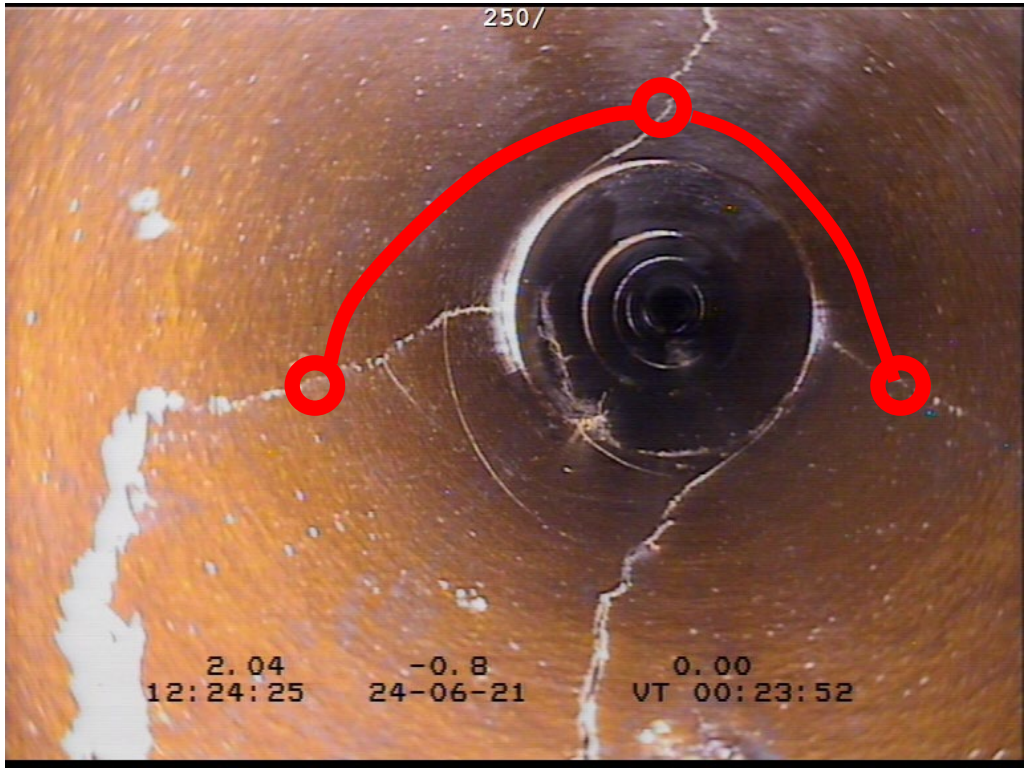




Statisches System Dreigelenk-Rahmen



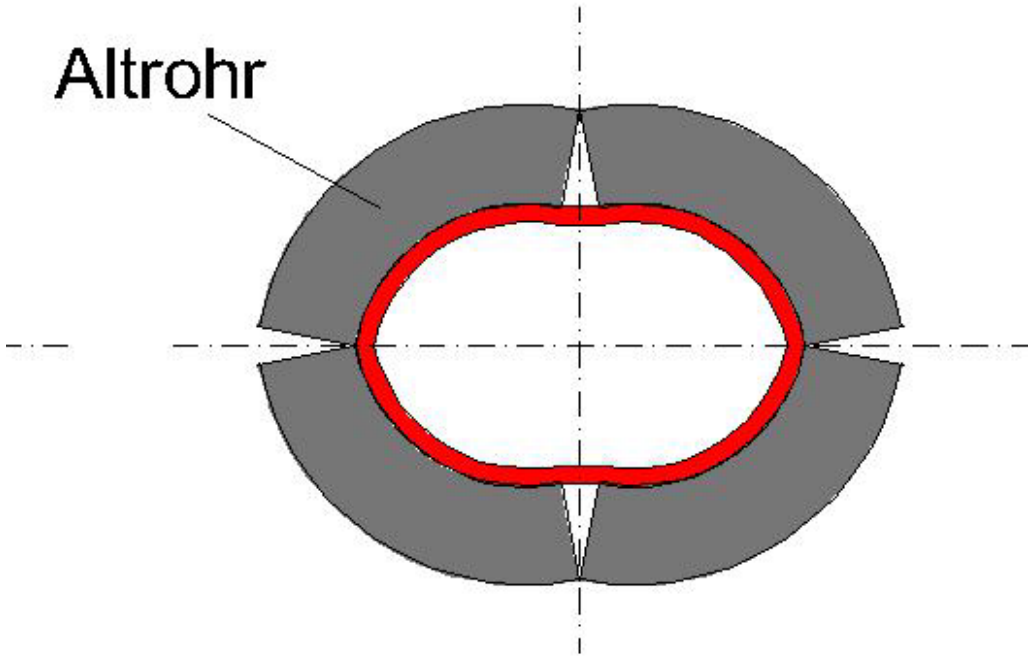
https://wiki.openstreetmap.org/wiki/File:Arc_central_du_viaduc_du_Viaur.jpg

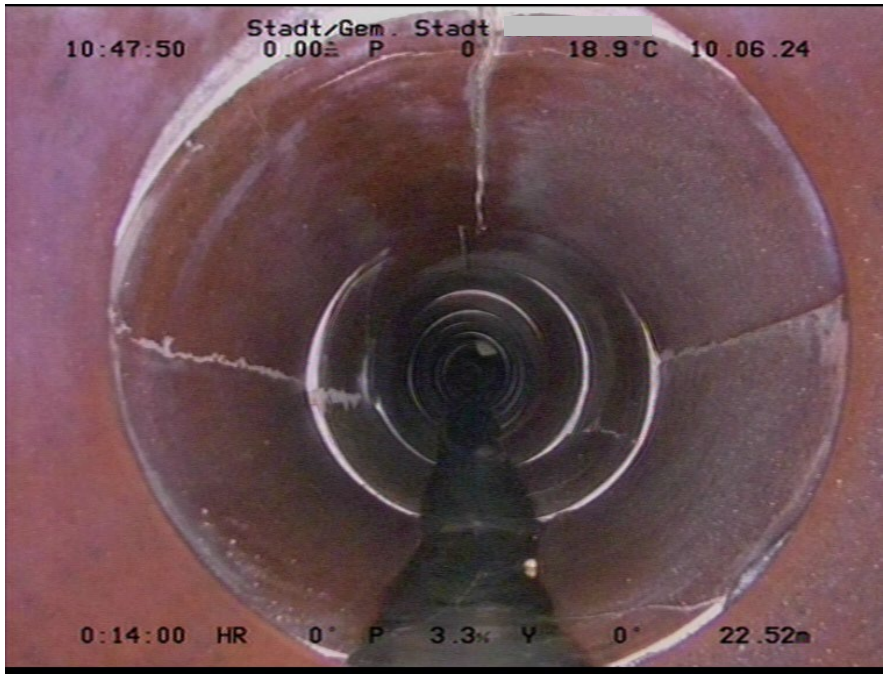


Altrohrzustand III

Rohr-Bodensystem langzeitig nicht stabil (z.B. Längsrisse mit deutlichen Rohrverformungen $\delta_v \geq 6\%$), geringe Überdeckungen, GW-Schwankungen

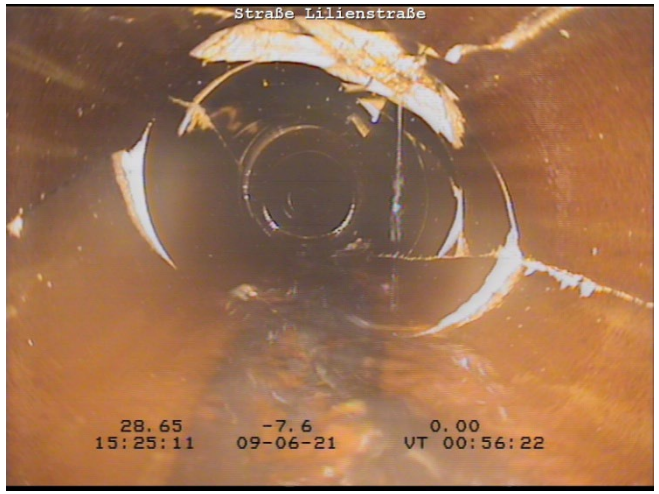
Gegenüber Altrohrzustand II wird der Liner auch durch Erd- und Verkehrslasten beansprucht



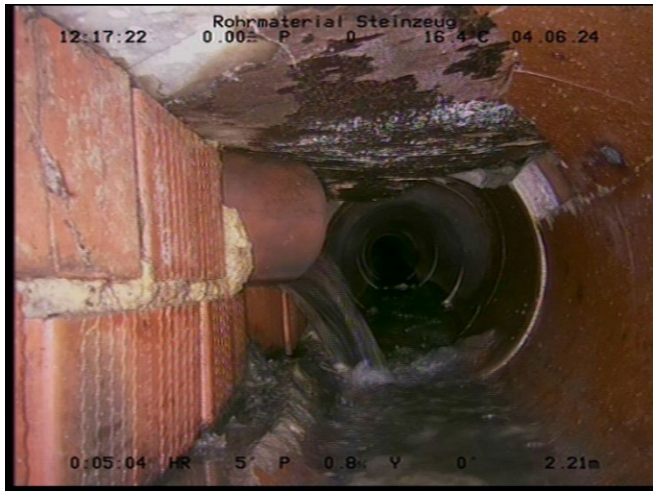


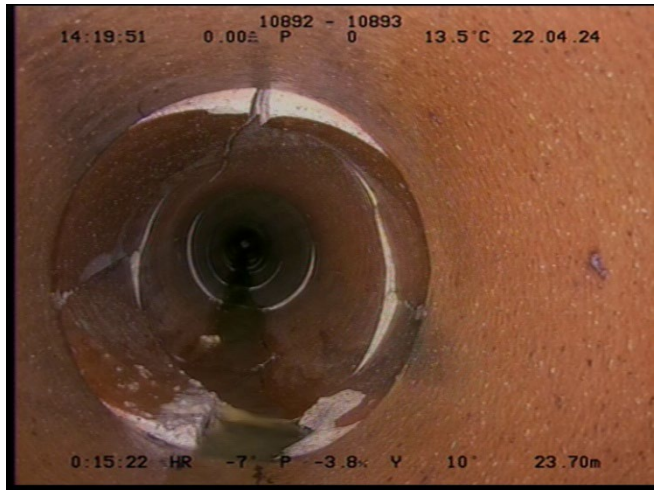
Altrohrzustand und Imperfektionen

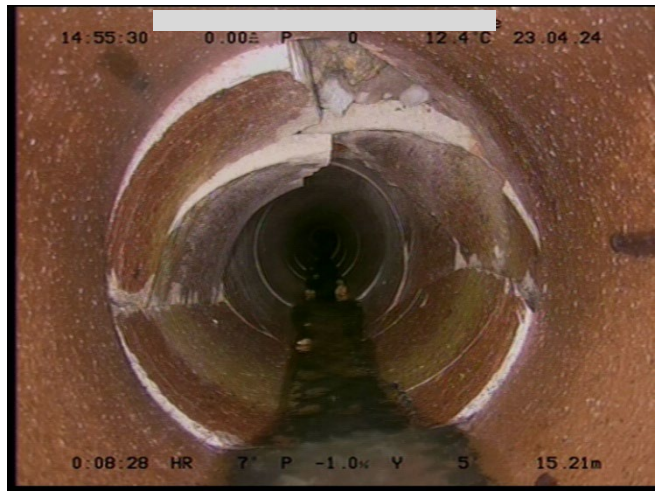
Schadensbilder außerhalb der Altrohrzustände I bis III







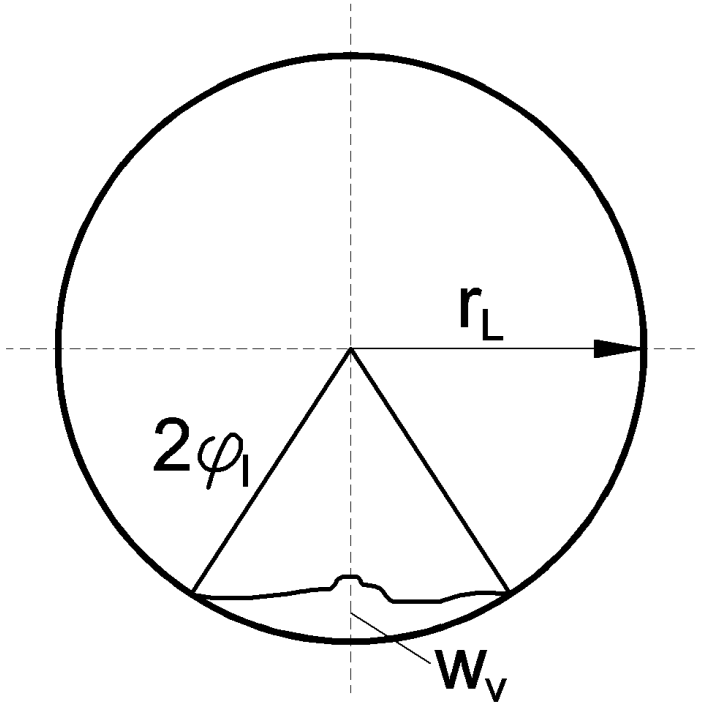






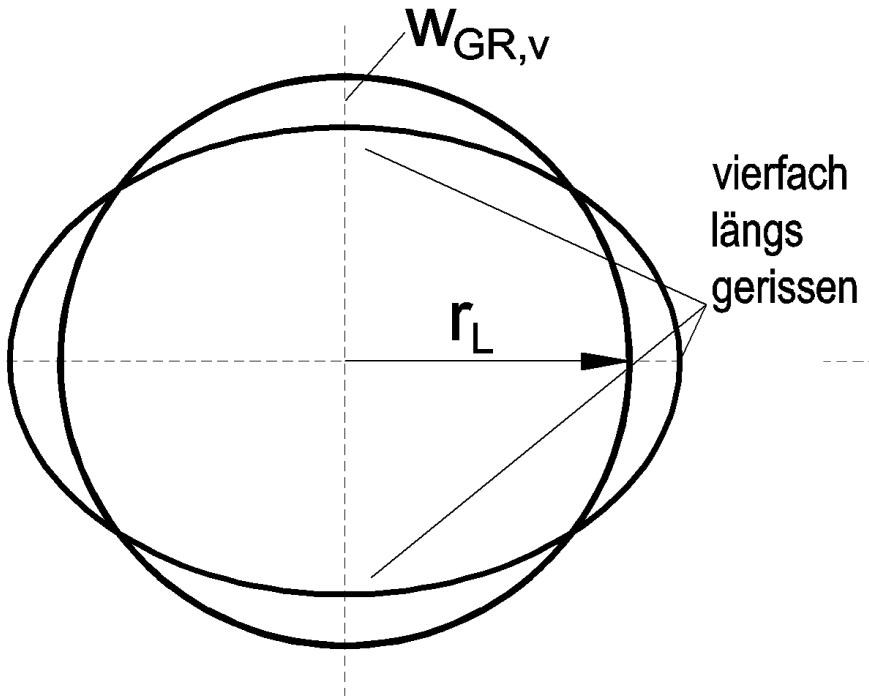
Imperfektionen

örtliche Vorverformung



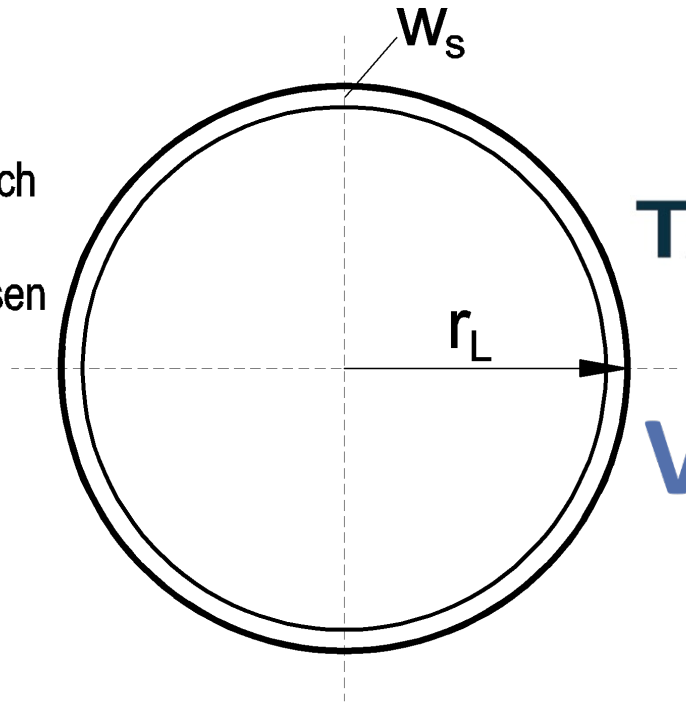
Bei Altrohrzustand I und II sind örtliche Vorverformungen von **mindestens 2% des Linerradius** anzusetzen, im AZ III nur für Wasseraußendruck

Gelenkringverformung



Bei Altrohrzustand II und III sind zusätzlich Gelenkringverformung (Ovalisierung) von **mindestens 3% des Linerradius** anzusetzen

Ringspalt

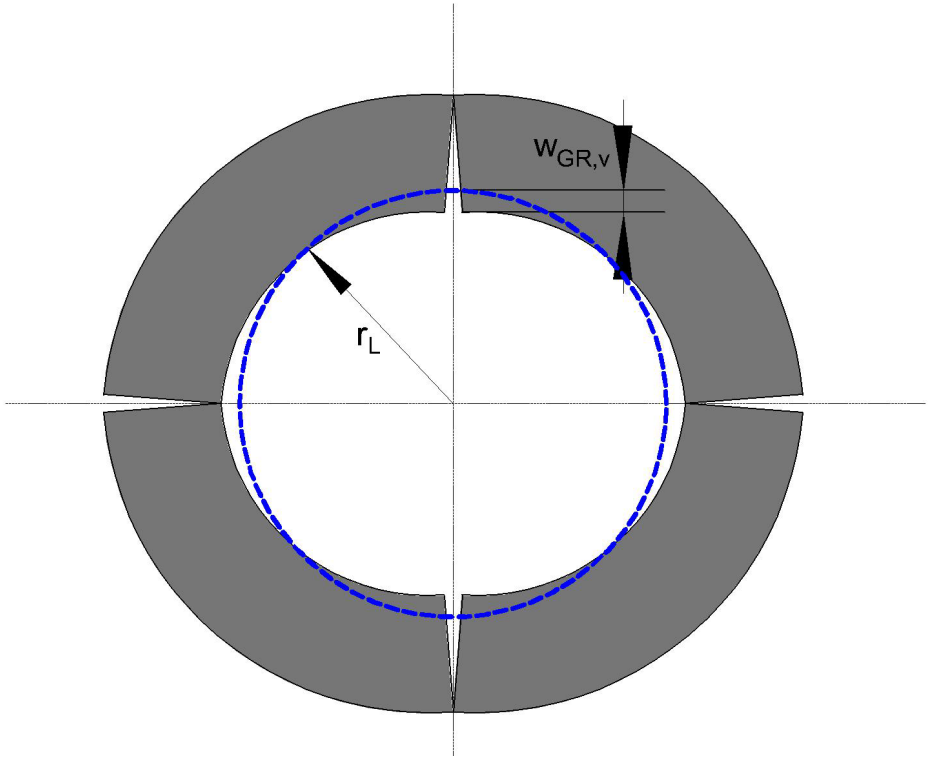


Bei Altrohrzustand I und II ist eine Spaltbildung von **mindestens 0,5 % des Linerradius** bei Schlauchverfahren anzusetzen, im AZ III nur für Wasseraußendruck.

Ermittlung der Gelenkringverformung $\omega_{GR,v}$

Methode A:

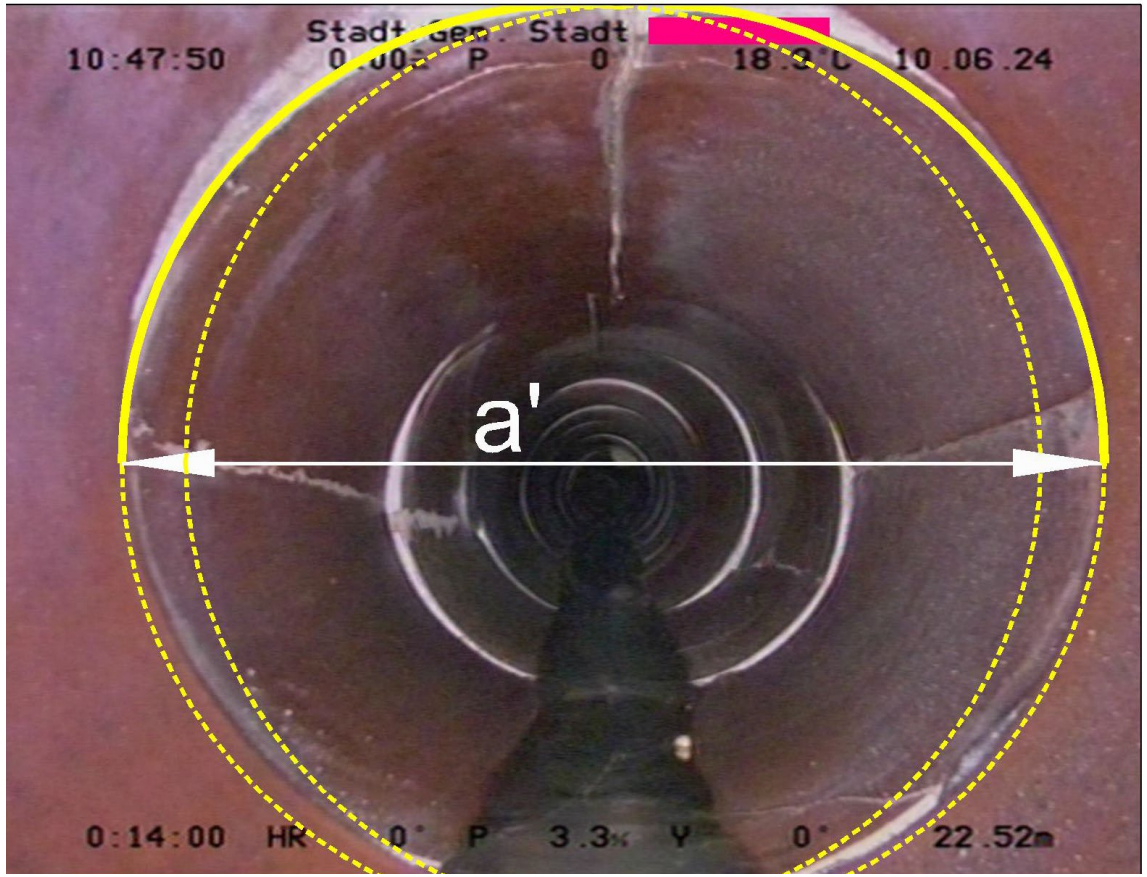
$$\omega_{Gr,v} = \frac{w_{GR,v}}{r_L} \cdot 100\ [\%]$$



- nicht anhand des Videos oder Screenshot messbar, da Bezug fehlt
- nur durch eine Laservermessung anwendbar

Ermittlung der Gelenkringverformung $\omega_{GR,v}$

Methode B:



$$\omega_{Gr,v} = \frac{a' - a}{a} \cdot 100\ [\%]$$

$$\omega_{Gr,v} = \frac{428-400}{400} \cdot 100\ [\%]$$

$$\omega_{Gr,v} = 7{,}0\ \%$$

anhand Videoaufzeichnung
oder Screenshots ermittelbar

→ **Altrohrzustand III**

→ **Regelstatiktabellen nicht anwendbar**

Ermittlung der Gelenkringverformung $\omega_{GR,v}$

Methode C:

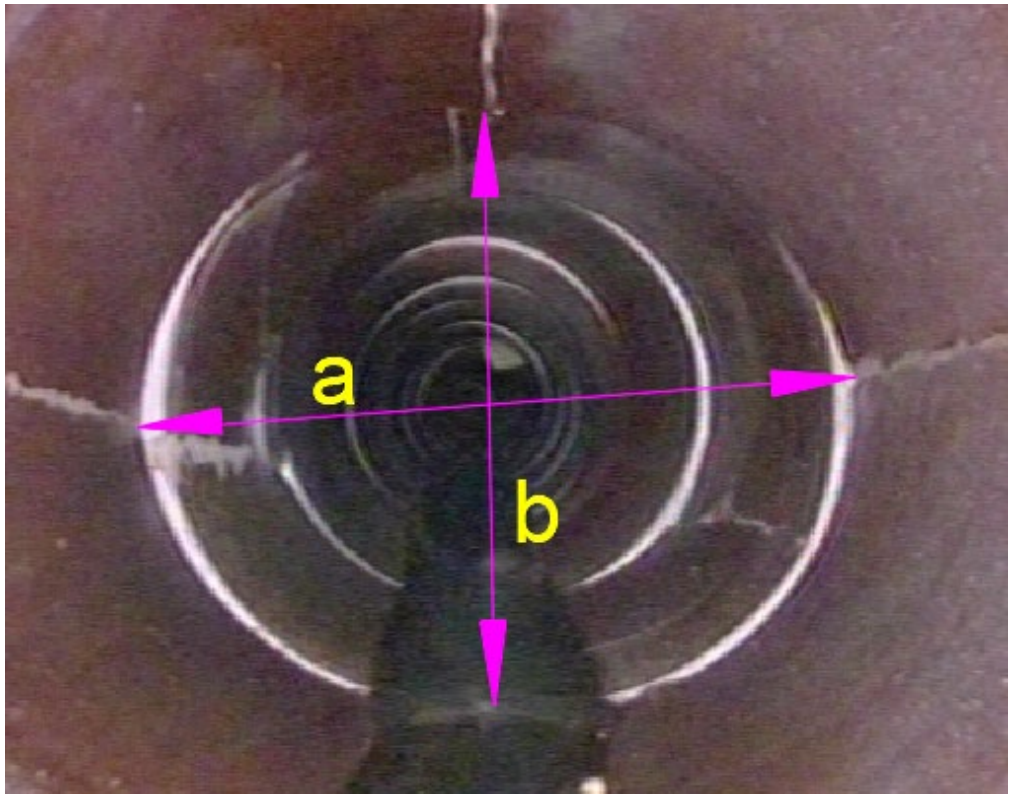
$$\omega_{Gr,v} \cong \frac{a-b}{a+b} \cdot 100\ [\%]$$

$$\omega_{Gr,v} \cong \frac{315-265}{315+265} \cdot 100\ [\%]$$

$$\omega_{Gr,v} \cong 8{,}6\ \%$$

→ **Altrohrzustand III**

→ **Regelstatiktabellen nicht anwendbar**



Achtung: örtl. Vorverformung muss abgezogen werden

Ermittlung der Gelenkringverformung $\omega_{GR,v}$

- abweichende Rechenalgorithmen zur Ermittlung der Ovalität ergeben andere prozentuale Werte
- Ermittlung der Ovalität entsprechend Formeln aus DWA-M 149-2 zum Kode BAA ist nach Umrechnung identisch mit Formel der Methode C
  - Verformung = $(d_{max} - d_m)/d_m$ x 100 [%], wobei $d_m = (d_{max}+d_{min})/2$ (aus DWA-A 149-2)
- Ermittlung der Ovalität entsprechend Formel 8.17 aus ATV-DVWK-A 127 kann <u>nicht</u> herangezogen werden
  - $\delta_v = \frac{\Delta d_v}{2 \cdot r_m} \cdot 100\ [\%]$ (aus ATV-DVWK-A 127)

Anwendung Regelstatiktabellen

ATV DIN 18326 (VOB/C) und ZTV (DWA-M 144-3)

DEUTSCHER SCHLAUCHLINERTAG

DIN 18326 (VOB/C)

…

0.2.16 *Statische Anforderungen an das Lining-Rohr und die daraus resultierende konstruktive Wanddicke gemäß DWA-Merkblatt DWA-A 143-2.*

…

DWA-M 144-3

…

5.2 Regelstatiken

Auf Basis der Materialkennwerte der Materialkenngruppen wurden Regelstatiken für Regellastfälle des Altrohrzustands II gerechnet. …

Die so errechnete Gesamtwanddicke ist für das angebotene Produkt vertraglich vereinbart und dient als Kalkulationsbasis.

TAH

VSB

Anwendung Regelstatiktabellen

ATV DIN 18326 (VOB/C) und ZTV (DWA-M 144-3)

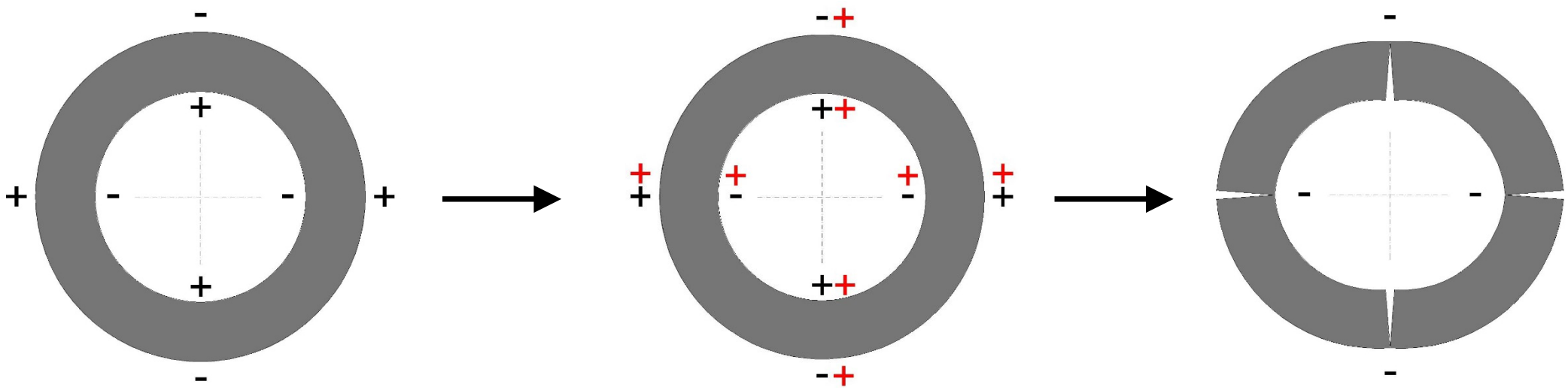
Beispiel:
Regelstatiktabelle
(DWA-M 144-3)

Altrohrzustand II:
Altrohr-Bodensystem allein tragfähig (bei überprüfter seitlicher Bettung). Äußerer Wasserdruck p_a (mindestens 1,50 m über Rohrsohle).
Örtlich begrenzte Vorverformung: 2 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2); 0,8 % bei Ei-Profilen
Ovalisierung: 3 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2)
Ringspalt: 0,5 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2)
Ersatzkreis bei Eiprofilen: 0,6 × H

Verbunddicken e_m [mm]

Nennweite	Grundwasserstand über Rohrsohle							
	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m	3,50 m	4,00 m	4,50 m	5,00 m
DN 150	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 200	3,0	3,0	3,0	3,1	3,3	3,5	3,7	3,8
DN 250	3,0	3,2	3,6	3,8	4,1	4,3	4,6	4,8
DN 300	3,4	3,9	4,3	4,6	4,9	5,2	5,5	5,7
DN 350	4,1	4,5	5,0	5,4	5,7	6,1	6,4	6,7
DN 400	4,6	5,2	5,7	6,1	6,5	6,9	7,3	7,6
DN 450	5,2	5,8	6,4	6,9	7,3	7,8	8,2	8,5
DN 500	5,8	6,4	7,0	7,6	8,1	8,6	9,1	9,5
DN 600	6,9	7,7	8,4	9,1	9,8	10,3	10,9	11,4
DN 700	8,1	9,0	9,8	10,6	11,4	12,0	12,7	13,2
DN 800	9,0	10,2	11,2	12,1	13,0	13,8	14,5	15,1
DN 900	10,2	11,5	12,6	13,6	14,6	15,5	16,2	17,0

Hinweise zur Festlegung des Altrohrzustandes



Spannungen in den Viertelspunkten im Altrohr bei AZ I

Zusätzliche Spannungen durch Innendruck (z.B. Schlauchlinerinstallation)

Wenn dadurch die Zug-spannungen zu groß werden, reißt das Altrohr
→ aus dem AZ I wird ein AZ II

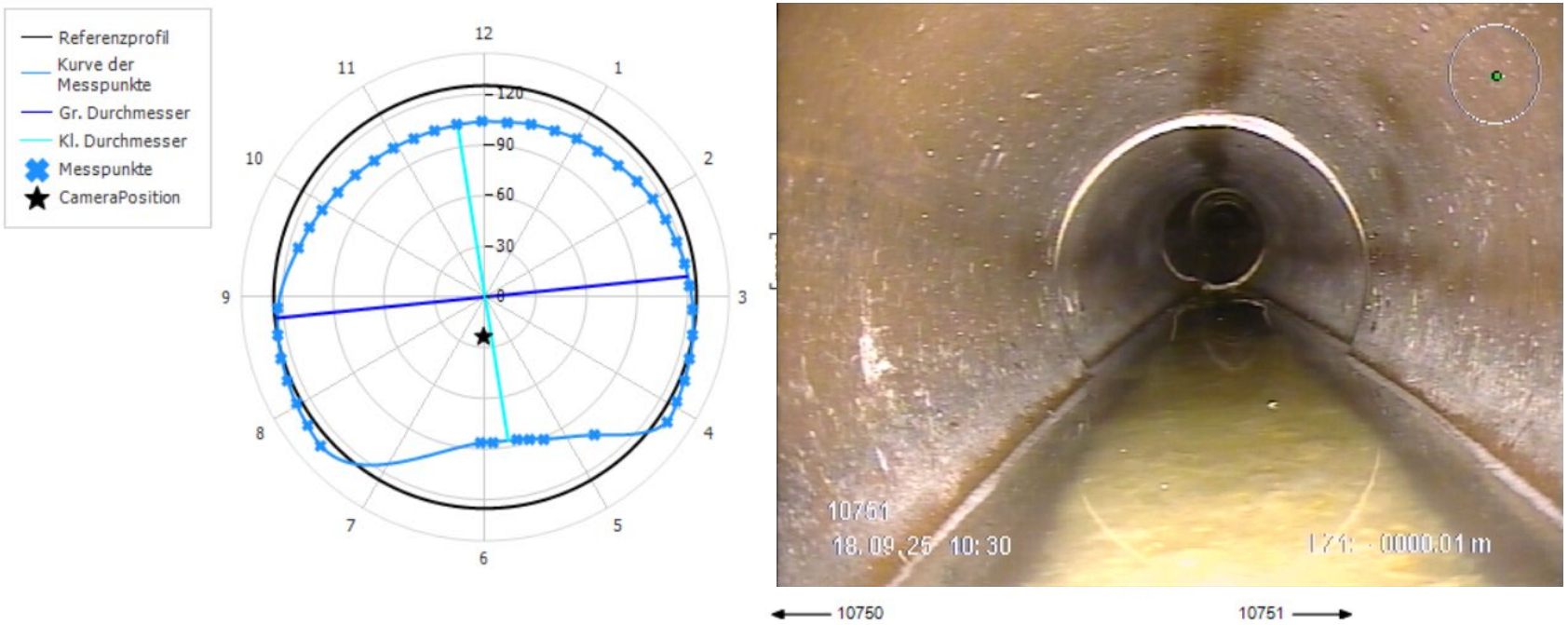
Deshalb: AZ I nur ansetzen, wenn der statische Nachweis erbracht wurde, dass das Altrohr hierfür ausreichend bemessen ist.

Hinweise zur Festlegung des Altrohrzustandes

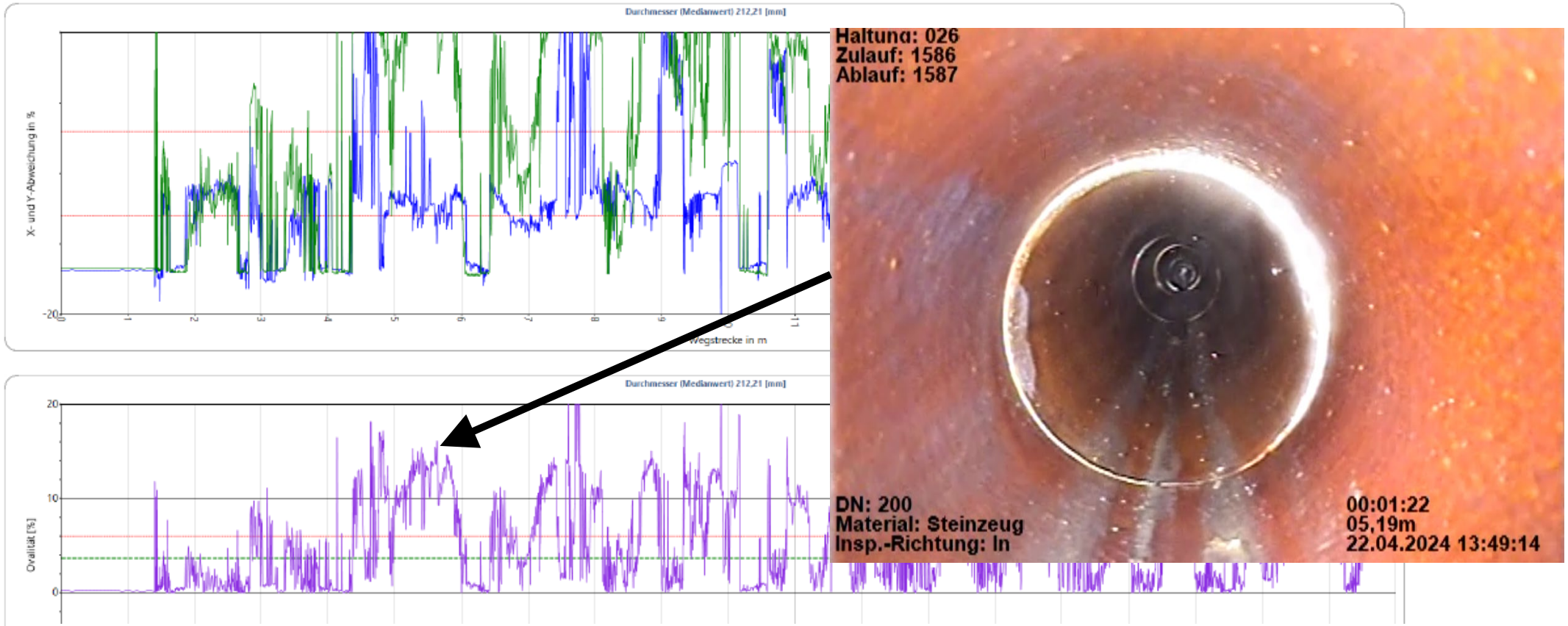
Querschnitt

Haltung	**10751**	**Oberer Schacht**	10751	**Unterer Schacht**	10750

Lage		*Stammdaten*		*Querschnitt*		*Kreisprofil*	
Straße		Haltungslänge	42,80 m	Entfernung [m]	1,46	Durchmesser [mm]	222,67
Ort		Kanalsystem	Mischwasser	Umfang [mm]	724,38	*Kleinster*	188,96
Sohlhöhe oben	0,000 mNN	Material	Steinzeug	Red. Querschnitt [%]	16,59	*Größter*	244,10
Sohlhöhe unten	0,000 mNN	Profilform	Kreisförmig, Kreisquerschnitt	Ovalität [%]	9,62	*Referenz*	250,00
		Dimension					



Hinweise zur Festlegung des Altrohrzustandes



- Gelenkringverformung 15% ???
- Beim Abgleich mit Video nicht ersichtlich → als Grundlage für Statik ungeeignet

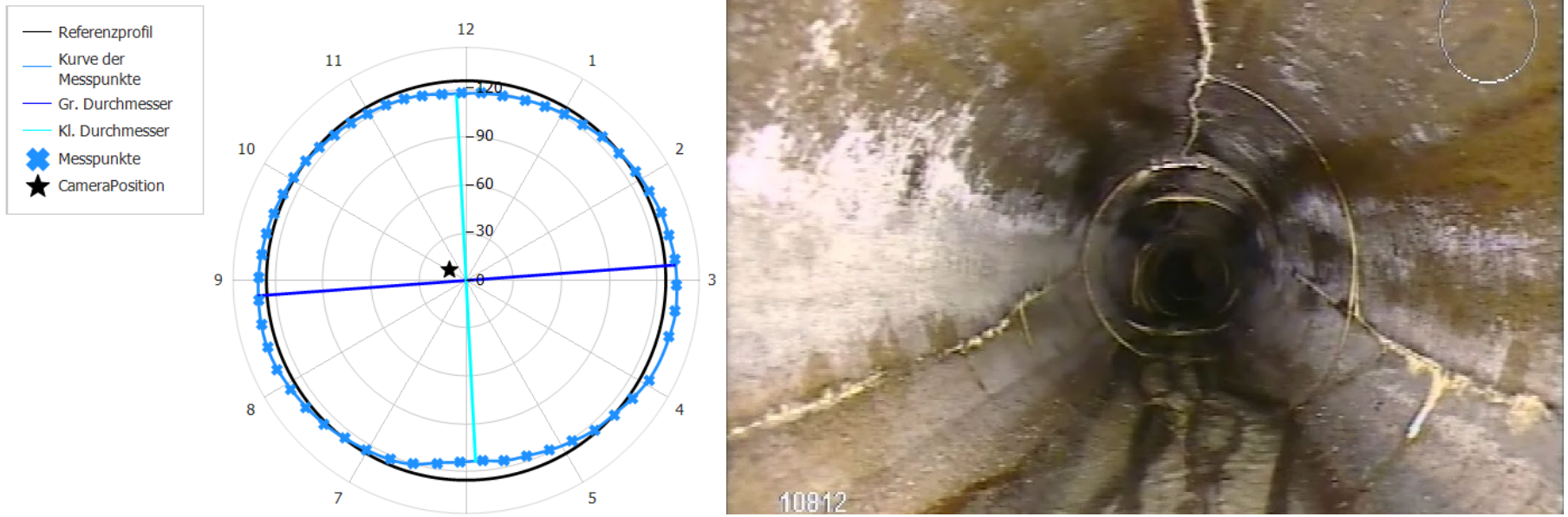
Hinweise zur Festlegung des Altrohrzustandes

- Der Dienstleister muss sich streng an die Herstellervorgaben halten
- Damit die Messergebnisse verwendbar sind, müssen die Messdaten ggf. bearbeitet werden
- Es muss überprüft werden, ob der hinterlegte Rechenalgorithmus zur Ermittlung der Ovalisierung mit den Formeln aus DWA-A 143-2 übereinstimmen

Hinweise zur Festlegung des Altrohrzustandes

Haltung	10812	Oberer Schacht	10812	Unterer Schacht	10811

Lage		*Stammdaten*		*Querschnitt*		*Kreisprofil*	
Straße	Eulenhöfle	**Haltungslänge**	37,00 m	**Entfernung [m]**	4,74	**Durchmesser [mm]**	248,37
Ort	Murrhardt	**Kanalsystem**	Mischwasser	**Umfang [mm]**	779,60	*Kleinster*	230,28
Sohlhöhe oben	0,000 mNN	**Material**	Steinzeug	**Red. Querschnitt [%]**	0,83	*Größter*	261,95
Sohlhöhe unten	0,000 mNN	**Profilform**	Kreisförmig, Kreisquerschnitt	**Ovalität [%]**	5,47	*Referenz*	250,00
		Dimension					



- Alle drei Methoden zur Ermittlung der Gelenkringverformung anwendbar
- Aber Achtung: bei Methode C muss örtl. Vorverformung herausgerechnet werden

Zusammenfassung

- Die Statik eines Schlauchliners ist Bauherrenaufgabe
- Der Planer muss die Randbedingungen ermitteln und dem Statiker vorgeben
- Kalibrierung und Deformationsmessung muss fachgerecht durchgeführt werden, geprüft und ggf. nachbearbeitet werden
- Auch bei Anwendung der Regelstatiktabellen entfällt diese Pflicht nicht