



VOGEL
INGENIEURE

Die Spezialisten
zur Erhaltung **Ihrer** Infrastruktur




DEUTSCHER
SCHLAUCHLINERTAG

16. Deutscher Schlauchlinertag

24. April 2018, Kassel


SCHLAUCHLINING – ALLES EASY ODER WAS?

Dipl.-Ing. (FH) Markus Vogel
VOGEL Ingenieure
Eisenbahnstraße 6
77876 Kappelrodeck
www.vogel-ingenieure.de



VOGEL
INGENIEURE

Die Spezialisten
zur Erhaltung **Ihrer** Infrastruktur



DEUTSCHER
SCHLAUCHLINERTAG

GEDANKEN, VERMUTUNGEN, THESEN

- Vor 15 Jahren erschien
 - die erste ZTV Schlauchlining (VSB-Empfehlung Nr. 5)
 - die DIN EN 13566-4 (Schlauchlining) und es
 - den 1. Deutschen Schlauchlinertag
- Vor knapp 13 Jahren erschien die DWA-M 143-3
- Heute haben wir ein umfangreiches Regelwerk für das Schlauchlining
 - DIN EN 11296-4
 - DWA-A 143-3
 - DWA-A 143-2
 - ATV DIN 18326 (VOB/C) und ZTV DWA-M 144-3

ALSO: ALLES EASY ODER WAS?

Markus Vogel | VOGEL Ingenieure, Kappelrodeck

2

VOGEL INGENIEURE
Die Spezialisten zur Erhaltung Ihrer Infrastruktur

DEUTSCHER SCHLAUCHLINERTAG

GEDANKEN, VERMUTUNGEN, THESEN

- Sehr selten – aber offensichtlich möglich!



QUELLEN AUSGEHÄRTETER LINER, TROTZ HYDROLYSEBESTÄNDIGER HARZE?

Bilderquelle: VOGEL Ingenieure, Kappelrodeck

Markus Vogel | VOGEL Ingenieure, Kappelrodeck

3

VOGEL INGENIEURE
Die Spezialisten zur Erhaltung Ihrer Infrastruktur

DEUTSCHER SCHLAUCHLINERTAG

GEDANKEN, VERMUTUNGEN, THESEN

- Ab und zu – aber weshalb?



HANDWERKLICHE FEHLER DES AN!

Bilderquelle: VOGEL Ingenieure, Kappelrodeck

Markus Vogel | VOGEL Ingenieure, Kappelrodeck

4

VOGEL INGENIEURE
Die Spezialisten zur Erhaltung Ihrer Infrastruktur

DEUTSCHER SCHLAUCHLINERTAG

GEDANKEN, VERMUTUNGEN, THESEN

- Regelmäßig und in Grenzen toleriert!



Objekt: 98673106_
Insprün
00 08 00
09: 42

Insprün
11. 15 10: 49
FZ: 3

Bilderquelle: VOGEL Ingenieure, Kappelrodeck

Markus Vogel | VOGEL Ingenieure, Kappelrodeck


5

VOGEL INGENIEURE
Die Spezialisten zur Erhaltung Ihrer Infrastruktur

DEUTSCHER SCHLAUCHLINERTAG

GEDANKEN, VERMUTUNGEN, THESEN

- Des AG/Planers offenbar liebstes Kind:
hübsch glatte Liner mit hohem E-Modul



00 03 11
27.07.16 13:57 LZt: +0009,60 m 300970 in

Bilderquelle: VOGEL Ingenieure, Kappelrodeck

Markus Vogel | VOGEL Ingenieure, Kappelrodeck

6

VOGEL INGENIEURE

DEUTSCHER SCHLAUCHLINERTAG

GEDANKEN, VERMUTUNGEN, THESEN

„Wir schaffen das!“

- O-Ton: Unternehmer, versiertes Sanierungsunternehmen:

„Die unnötigen Diskussionen über entstandene Faltenbildungen mit den Auftraggebern haben wir längst abgestellt. Wir bestellen die Liner regelmäßig mir so viel Untermaß, dass es am Ende immer zu glatten Oberflächen kommt!“

Die Spezialisten zur Erhaltung Ihrer Infrastruktur

Markus Vogel | VOGEL Ingenieure, Kappelrodeck


7

VOGEL INGENIEURE

DEUTSCHER SCHLAUCHLINERTAG

GEDANKEN, VERMUTUNGEN, THESEN

- Warum hierüber diskutieren?




Objekt: 12140209
Inspran
00 07 52
09:45 03.05.17
LZ1: +0045,61 m
FZ: 4

00 01 35
20.12.17 09:00 LZ1: 011,20 m
FZ: 5 gegen


Markus Vogel | VOGEL Ingenieure, Kappelrodeck

Bilderquelle: VOGEL Ingenieure, Kappelrodeck

8





VOGEL
INGENIEURE



GEDANKEN, VERMUTUNGEN, THESEN


Die Spezialisten zur Erhaltung **Ihrer** Infrastruktur

- Folgen „hübsch glatter“ und somit nicht anliegender Liner:
 - Ringspalt größer als in der Statik angenommen
 - Harzauspressungen nach Außen (extreme Laminatstreckung)
 - Dauerhafte Bewegung des Liners möglich
 - Verlängerung als Folge der Wasseraufnahme oder Zusammenziehen/Verkürzung als Folge des Spannungsabbaus durch Reaktionsschrumpf
 - Reduzierung der Nutzungsdauer unter GW-Einfluss infolge statischer Überlastung





Quelle:
Dipl.-Ing. Andreas Haacker
Siebert + Knipschild,
Oststeinbek

Markus Vogel | VOGEL Ingenieure, Kappelrodeck 9



VOGEL
INGENIEURE



GEDANKEN, VERMUTUNGEN, THESEN

Die Spezialisten zur Erhaltung **Ihrer** Infrastruktur

- Warum reißen Anschlussanbindungen im Laufe der Nutzungsdauer mal mehr, mal weniger ab?
 - Bewegung im Liner durch thermische Einflüsse
 - Bewegung im Liner durch wechselnde GW-Stände
 - Bewegung der Liner durch Schrumpfen/Quellen
- These:
 - Weil die betroffenen Liner nicht formschlüssig am Altkanal anliegen!
- Fakt:
 - Anbindungen sind starr, müssen bei Linerbewegung abreißen

Markus Vogel | VOGEL Ingenieure, Kappelrodeck 10



**VOGEL
INGENIEURE**

Die Spezialisten
zur Erhaltung **Ihrer** Infrastruktur

GEDANKEN, VERMUTUNGEN, THESEN






ABGERISSENE, VERSCHOBENE ANSCHLÜSS-
ÖFFNUNGEN IN VERLÄNGERTEN LINERN!




Markus Vogel | VOGEL Ingenieure, Kappelrodeck

Bilderquelle: VOGEL Ingenieure, Kappelrodeck



**VOGEL
INGENIEURE**

Die Spezialisten
zur Erhaltung **Ihrer** Infrastruktur

GEDANKEN, VERMUTUNGEN, THESEN




- Die große Unbekannte bei der Abnahme:
→ Ringspaltbildung
- Liegt der Liner an?





Markus Vogel | VOGEL Ingenieure, Kappelrodeck

Bilderquelle: VOGEL Ingenieure, Kappelrodeck



Die Spezialisten zur Erhaltung Ihrer Infrastruktur


GEDANKEN, VERMUTUNGEN, THESEN



Quelle:
Dipl.-Ing.
Fred Hüpers,
ILL Detmold


DN 600			Abweichungen		Abweichungen	
Imperfektionen			erhöhter Ringspalt		erhöhter Ringspalt	
örtl. Vorverformung	%	2,0				
Ovalisierung	%	3,0	nominal	relativ		
Ringspalt bezogen auf Linerradius	%	0,5	1,0	2,0	1,0	2,0
Ringspalt bezogen auf Linerradius	mm	1,50	3,00	6,00	3,00	6,00
Materialkenngruppe 3						
Wasseraußendruck	mWs	1,5	1,10	0,74	73,3%	49,3%
erf. Verbundwanddicke	mm	7,3	8,00	9,30	109,6%	137,4%
Wasseraußendruck	mWs	3,0	2,47	1,75	82,3%	58,3%
erf. Verbundwanddicke	mm	9,8	10,70	11,90	109,2%	121,4%
Wasseraußendruck	mWs	5,0	4,37	3,45	87,4%	69,0%
erf. Verbundwanddicke	mm	12,6	13,50	14,60	107,1%	115,9%
Materialkenngruppe 19						
Wasseraußendruck	mWs	1,5	0,71	0,46	47,3%	30,7%
erf. Verbundwanddicke	mm	3,7	4,70	5,20	127,0%	139,5%
Wasseraußendruck	mWs	3,0	1,47	0,97	49,0%	32,3%
erf. Verbundwanddicke	mm	4,6	5,70	6,40	123,9%	139,1%
Wasseraußendruck	mWs	5,0	2,57	1,75	50,8%	34,0%
erf. Verbundwanddicke	mm	5,4	6,70	7,60	124,1%	140,7%
Materialkenngruppe 23						
Wasseraußendruck	mWs	1,5	0,74	0,50	49,3%	33,3%
erf. Verbundwanddicke	mm	3,2	4,10	4,60	128,1%	142,8%
Wasseraußendruck	mWs	3,0	1,35	0,88	45,0%	29,3%
erf. Verbundwanddicke	mm	3,9	5,00	5,50	128,2%	141,0%
Wasseraußendruck	mWs	5,0	2,39	1,57	47,0%	31,4%
erf. Verbundwanddicke	mm	4,6	5,80	6,50	126,1%	141,3%

Markus



Die Spezialisten zur Erhaltung Ihrer Infrastruktur


GEDANKEN, VERMUTUNGEN, THESEN



„Wer hat Schuld?“


- Baugrundrisiko ist wessen Risiko? → **Bauherr** ✓
- Rohrmaßrisiko ist wessen Risiko? → **Bauherr** !
- Abhilfemöglichkeiten geben
 - Baugrundgutachten (im Zuge der Planung)
 - Profimaßbestimmung, durchgängig!
→ im Zuge der Planung oder bei Ersterfassung

Markus Vogel | VOGEL Ingenieure, Kappelrodeck



Die Spezialisten zur Erhaltung Ihrer Infrastruktur

GEDANKEN, VERMUTUNGEN, THESEN



Ergebnisanalyse Kalibrierung, TV-Inspektion und Bestandsvermessung

Kalibrierung durch IB Hesse am 02.07.2015
TV-Inspektion durch AV Fulda am 01.07.2015
Schichtvermessung durch AV Fulda am 15.10.2015 (277,xx = Geländeoberfläche)

Schacht	Höhe	Schacht	Sohlhöhe	Länge	Gefälle	DN real	DN min	DN max	Ovalisierung	Hauptschadensbilder	Anschlüsse
m+NN	unten	m+NN	m+NN								
DN 500											
48990062	277,64	48990066	271,54	43,71 m	0,230%	532,3	528,8	538	1,70%	Quicklock-Manschette, Rohrbruch fehlende Teile 10 + 30 cm Länge	2
48990066	271,54	48990064	271,17	33,64 m	1,120%	527,2	521,8	533,5	1,40%	Querverstärk. an Schacht 064 um ca. 40 cm	0
48990064	271,17	48990065	270,98	26,17 m	0,750%	526,6	518,5	532,9	1,60%	Krümmung innerhalb der Haltung	0
48990065	270,98	48990062	270,3	44,68 m	1,560%	528,3	522,4	533,2	1,60%	Hindernis im Sohlbereich	0
48990062	270,3	48990063	269,62	46,51 m	1,490%	527,6	519,6	534,1	2,00%	Krümmung innerhalb der Haltung	0
48990063	269,62	48990067	269,61	6,38 m	0,190%	523	511,8	534,1			
48990067	269,61	48990060	268,95	53,60 m	1,190%	532,4	523,9	545,7			
48990060	277,94	48990061	268,13	57,10 m	1,460%	526,5	522,3	541,5			
48990061	268,13	48990097	267,48	48,94 m	1,360%	537,8	528	548			
				Gesamtlänge DN 500	360,63 m						
DN 400											
48990097	267,48	48990280	267,2	6,96 m	0,075%	431,3	426	436,5			
48990280	267,2	48990279	266,78	6,91 m	7,060%	436	428	442,5			
48990279	266,78	48990278	266,46	6,87 m	0,900%	430	425,8	437,6			
48990278	266,46	48990099	265,98	7,10 m	7,950%	428	423,8	434,7	1,70%	Inkrustierung/verfestigte Ablagerung im Sohlbereich 4-8 Ufr durchgängig, Absturz in Schacht 099	0
				Gesamtlänge DN 400	27,84 m						

Soll: DN 500

$U_{DN 500} = 1,57 \text{ m}$


Fertigung z.B. 3 % Untermaß:

$U_{DN 500, -3\%} = 1,52 \text{ m}$

Ist: max. $D_{\text{innen}} = 548$


$U_{DN 548} = 1,72 \text{ m} = +13 \%$

Markus Vogel | VOGEL Ingenieure, Kappelrodeck 15



Die Spezialisten zur Erhaltung Ihrer Infrastruktur

GEDANKEN, VERMUTUNGEN, THESEN



■ Wie kommen Bestandsmaße in GIS-Datenbanken zustande?

- Messung an Rohrenden: z.B. 385 mm, 410 mm
- Dokumentation → DN 400



Tabelle 3 — Maximale Grenzabmaße für Innendurchmesser

Nennweite	Schwerkraftsysteme sowie hydraulisch und pneumatisch betriebene Drucksysteme	
	Grenzabmaße von mittleren Innendurchmessern mm	Grenzabmaße von einzelnen Innendurchmessern mm
DN ≤ 100	± 0,05 × DN	± 0,1 × DN
100 < DN ≤ 250	± 5	± 10
250 < DN ≤ 600	± 0,02 × DN	± 0,04 × DN
DN > 600	± 15	± 30

ANMERKUNG DN kann entweder für DN/ID oder für DN/OD angewendet werden.

Quelle: DIN EN 476:2011

Markus Vogel | VOGEL Ingenieure, Kappelrodeck 16






GEDANKEN, VERMUTUNGEN, THESEN

Die Spezialisten zur Erhaltung **Ihrer** Infrastruktur

- Welches Dehnverhalten haben Schlauchlinersysteme?
- Keine zuverlässigen Aussagen vorhanden!
- Abhängigkeiten:
 - Lineraufbau: z.B. vernäht, gewickelt, gelegt
 - Linerträger: z.B. Synthesefaser, Glasfaser
 - Profilform
 - Profilmaße (Umfang)
 - Wanddickenbereiche
 - Installationsvorgaben (Druck, Zeit)

Markus Vogel | VOGEL Ingenieure, Kappelrodeck 17


GEDANKEN, VERMUTUNGEN, THESEN

Die Spezialisten zur Erhaltung **Ihrer** Infrastruktur


- Welches Dehnverhalten haben Schlauchlinersysteme?
- Eigenerklärungen der wesentlichen Hersteller (nur für Kreisprofile), zeigen eklatante Unterschiede zwischen den verschiedenen Linertypen
 - DN 300:
Standard: 2 % bis 20 % | Maximal: 4 % bis 25 %
 - DN 1200:
Standard: 4 % bis 15 % | Maximal: 4 % bis 20 %

Basis: I.d.R. → „Erfahrungswerte“, vereinzelt: „Messreihen“

Markus Vogel | VOGEL Ingenieure, Kappelrodeck 18



VOGEL
INGENIEURE




THESEN, FRAGEN, DISKUSSIONSANSTOß

- Das Risiko unzureichender Sanierungsergebnisse infolge Faltenbildung/Ringspaltbildung ist Bauherrenrisiko
- Künftig ist ein Nachweis des Dehnverhaltens als Teil der Eignungsprüfung unabdingbar
- Für die Nutzungsdauer von Schlauchlinern unter GW-Druck ist das reale Spaltmaß von entscheidender Bedeutung
- Linoberflächen wie im Prospekt sind Suspekt
- Verbreitete Wahrnehmung: „Je höher die Materialkenngruppe (E-Modul) umso besser ist der Liner an sich“ ist absurd!
- Eignungsprüfung unter Feuchtebedingungen?


Die Spezialisten zur Erhaltung **Ihrer** Infrastruktur

Markus Vogel | VOGEL Ingenieure, Kappelrodeck

19



VOGEL
INGENIEURE



ZUM NACHDENKEN

- Zitat:

„Niemand plant zu versagen, aber die meisten versagen beim Planen.“

Lee Iacocca, ehem. US-Manager (Ford, Chrysler)
- Gehen Sie den nächsten „Evolutions“-Schritt mit, als
 - *Netzbetreiber*
 - *Planer*
 - *Hersteller*
 - *Anwender*

→ Sie wissen:

„Wer nicht mit der Zeit geht, geht mit der Zeit!“

Friedrich Schiller

Die Spezialisten zur Erhaltung **Ihrer** Infrastruktur

Markus Vogel | VOGEL Ingenieure, Kappelrodeck

20



VOGEL
INGENIEURE



DEUTSCHER
SCHLAUCHLINERTAG

Mehr dazu in der -Ausgabe
zum 16. Dt. Schlauchlinertag

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Die Spezialisten
zur Erhaltung **Ihrer** Infrastruktur