

Dükersanierung mittels Schlauchlining

Erfahrungen bei Hamburg Wasser

Delia Ewert, Stephan Bollmann – Sanierung von Großprofilen, Düsseldorf 11./12.04.2024

Agenda

- 01 Düker in Hamburg
- 02 Hinweise zum Entwurf
- 03 Hinweise zur Bauausführung /-überwachung
- 04 Beispiele aus der Praxis im Bild



Agenda

- 01 **Düker in Hamburg**
- 02 Hinweise zum Entwurf
- 03 Hinweise zur Bauausführung /-überwachung
- 04 Beispiele aus der Praxis im Bild

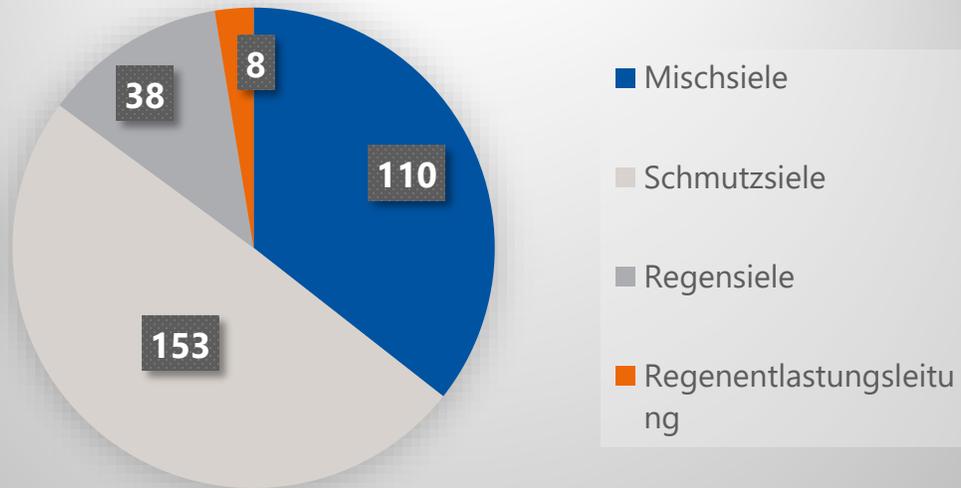


Düker in Hamburg

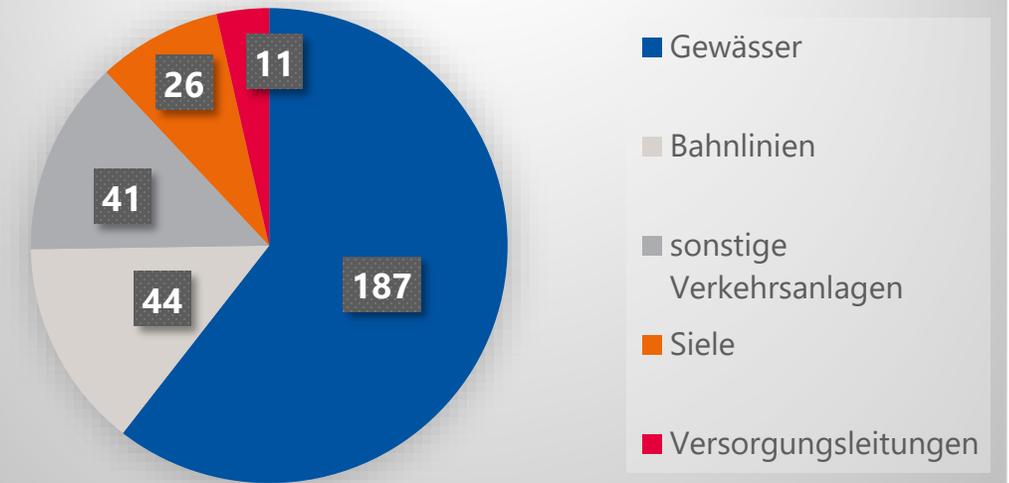
Zahlen, Daten, Fakten

- 339 Düker gemäß Kataster, davon 41 Doppeldüker
- 53 mittels Schlauchlining saniert

Abwasser-Düker in Hamburg



Was wird "gedükert"



Düker in Hamburg

Düker sind hydraulische und betriebliche Schwachpunkte

- schwer zugänglich
- Ablagerungen
- Geruchsprobleme
- hydraulischer Engpass
- hohe Wartungskosten
- im Schadensfall: Gewässerschutz gefährdet

in HH bei 90 Dükern so genannte „Schwerpunktreinigungen“ nötig

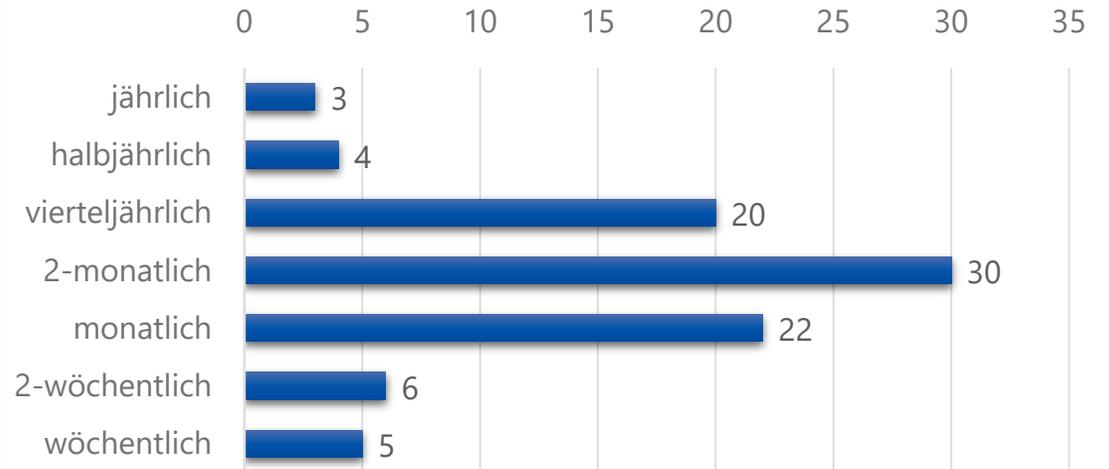
➔ Systematische Zustandsbewertung

- Kriterien: Alter, Material, Durchmesser, Dükerart, Abwasserart, Redundanz
- wenn Düker nach obigen Kriterien kritisch i.a. keine optische Inspektion vor Projektierung (hohe Kosten bei geringer zusätzlicher Aussage)

➔ Strategie: Aufhebung – Sanierung – Erneuerung

➔ Grundlage für die Investitionsplanung

Reinigungsintervalle von Dükern in Hamburg



Agenda

- 01 Düker in Hamburg
- 02 Hinweise zum Entwurf**
- 03 Hinweise zur Bauausführung /-überwachung
- 04 Beispiele aus der Praxis im Bild



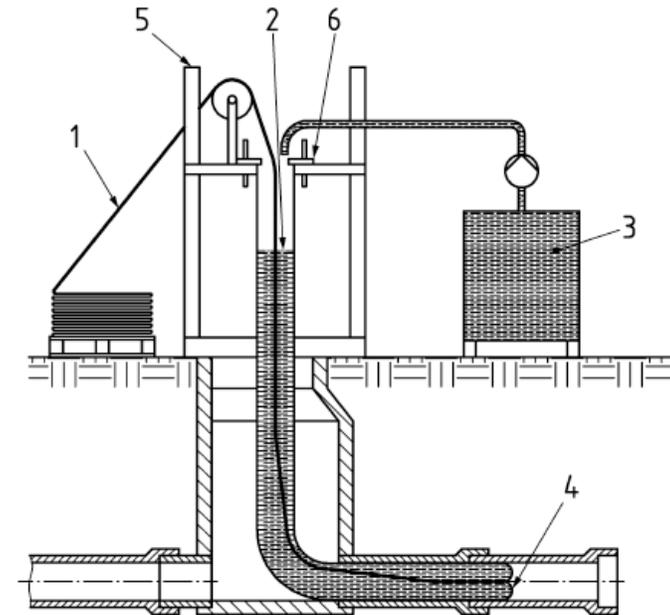
Hinweise zum Entwurf

Wahl des Sanierungsverfahrens

In HH ausschließlich Warmwasserliner → können direkt gegen gefüllte Düker invertiert werden

UV-härtende System ausgeschlossen, weil

- Vier Knickpunkte
 - Gefahr der Beschädigung beim Einzug
 - Lichtkette /-kern sind nur bedingt bogengängig
 - Starke Faltenbildung → bei UV-Linern Aushärtung nicht gesichert
- Wasser in der Dükersohle → UV-Liner kann nicht sicher aufgestellt werden
- Nicht auftriebssichere Düker → keine Aushärtung möglich, da Liner mittels Druckluft aufgestellt werden müsste



Legende

- | | |
|-----------------------------------------------|------------------------------------|
| 1 imprägniertes Lining-Rohr | 4 Inversionsfront (Krempelbereich) |
| 2 aufgebrauchte Wassersäule für die Inversion | 5 Inversionsturm |
| 3 Wasserreservoir | 6 Klemmflansch oder -ring |

Bild 5 — Schematische Darstellung eines vor Ort härtenden Schlauch-Linings mittels Inversion (Verfahren A)

Hinweise zum Entwurf

Statik

- Wichtigste statische Grundfrage für Entwurf: Düker auftriebssicher?
 - Auftriebssicherheit relevant für Entleerung
 - Entleerung relevant für Reinigung
- Linerstatik: gewählter Ansatz bei HW
 - äußerer Liner eingezogen als Einbauhilfe (Wasserbarriere), nicht dicker als 5-7 mm Einbaudicke → Begrenzung Zugkräfte
 - nur zweiter Liner bemessungsrelevant; Bemessung auf sicherer Seite, für den Fall, dass erster Liner Wasserkontakt hat (Verseifung)
 - tatsächlich wirksam beide Liner zusammen (bilden eine homogene Wanddicke)
- maximal „krepelbarer“ SDR* liegt bei ca. 50 → Prüfung, ob statisch notwendige Wanddicke baulich ausführbar

* SDR = Durchmesser / Wanddicke

P. W. de la Motte

Beratender Ingenieur

21465 Reinbek

Telefon 040 / 711 10 03

Auftraggeber	H S E		
Auftrags-Nr.	198 150 34		
Meßobjekt	Düker Heilwigstraße (Sohlemessung)		
Bezugspunkt	OK Schacht-Nr.342 (NN = +7,62m)		
Bezugshöhe NN	1,61	m	Rohrende / Schacht oberstrom
Korrekturkonstante	0,00	m	
Station 0,00	37,58	m	
entspricht	Keine nähere Beschreibung		

Meßpunkt Nr.	Gemessen		Höhe NN	Station	Station	Bemerkung
	Höhe in cm	Länge in m	in m	horizontal	in Trasse	
1	0,00	0,00	1,61	0,00	37,58	Rohrende / oberstrom
2	2,00	1,90	1,63	1,90	35,68	
3	-58,00	3,58	1,03	3,47	34,11	
4	-144,00	5,34	0,17	5,00	32,58	
5	-227					
6	-226					
7	-234					
8	-232					
9	-233					
10	-231					
11	-233					
12	-223					

7.3 Schlußbemerkungen

Der Düker besitzt keine ausreichende Erdüberdeckung und sollte deshalb nicht entleert werden.

Sollte es dennoch erforderlich sein, den Düker zu lenzen, wird dringend empfohlen, den Düker temporär z.B. durch Aufbringen von Betonplatten gegen Auftrieb zu ballastieren.

Die vorhandene geringe Überdeckung reicht nicht aus, um den Düker sicher gegen Beschädigungen von oben zu schützen.

Falls die örtlichen Gegebenheiten dies erfordern, empfehlen sich für die Bereiche, in denen die Überdeckung lt. Plan weniger als 1,0m beträgt, konstruktive Maßnahmen (z.B. Abdeckung) zum Schutz des Dükers.

Die festgestellte Verengung des Querschnittes könnte bestehende Ablagerungen vermuten lassen.

Der Verfasser steht zu weiteren Erläuterungen jederzeit gern zur Verfügung.

Reinbek, den 08.06.99

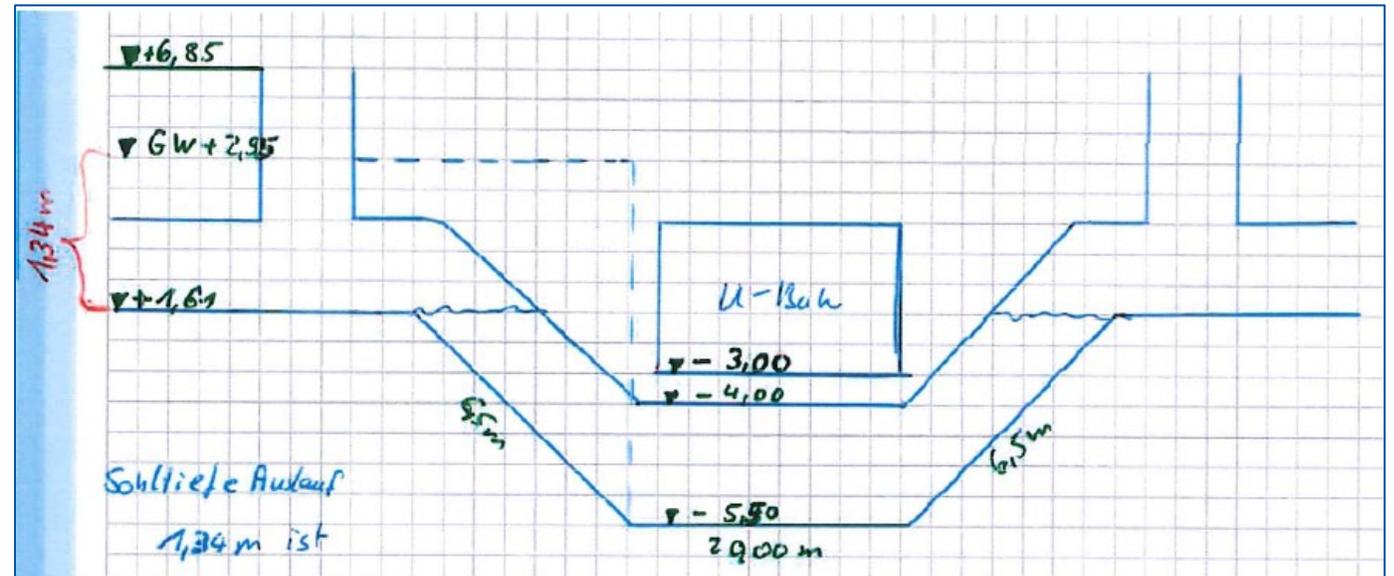
P.W. de la Motte

Padel

Hinweise zum Entwurf

Beispiel für Dükerstatik in der Praxis

- Düker Lübecker Straße DN1500
 - U-Bahn-Düker → auftriebssicher
 - 26,6 mm Wanddicke (SDR 56)
 - GW-Stand dauerhaft 1,5 m über Sohle (in Statik Langzeitkennwert maßgeblich)
 - GW-Stand bei Entleerung 8,5 m über Sohle → hierfür in Dauerlast nicht nachweisbar
 - Ansatz: Statik gerechnet für 24 bzw. 72 Stunden Entleerung für Reinigung
 - geringere Abminderung der Materialkennwerte (aus Zulassungsversuchen 10.000 h-Test des jeweiligen Produkts)
 - betriebliche Entleerung nachgewiesen
 - im Kataster am Düker hinterlegt



5. Baustoffe

Material:

SFUP-Schlauchliner

Kurzzeit-E-Modul:

$$E_K = 2939 \text{ N/mm}^2 \text{ (gem. 2.6) } \checkmark$$

Langzeit-E-Modul:

$$E_L = 2939/2 = 1469,5 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{L,d} = 1469,5/1,35 = 1088 \text{ N/mm}^2$$

E-Modul, 24 Stunden

$$E_{24h} = 2939/1,14 = 2578 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{24h,d} = 2578/1,35 = 1909 \text{ N/mm}^2$$

E-Modul, 72 Stunden

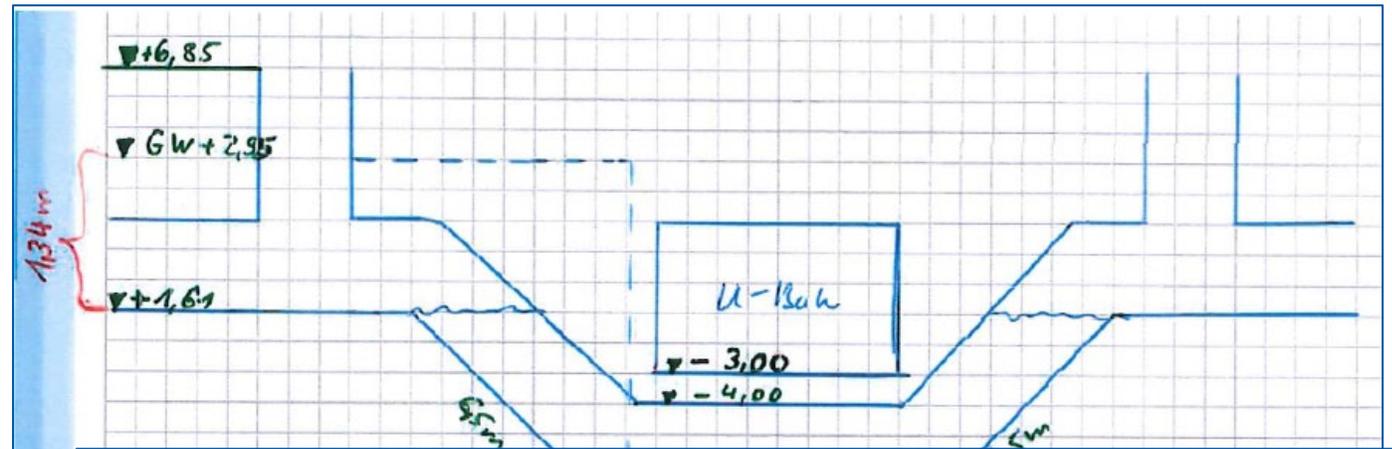
$$E_{72h} = 2939/1,16 = 2533,6 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{72h,d} = 2533,6/1,35 = 1876 \text{ N/mm}^2$$

Hinweise zum Entwurf

Beispiel für Dükerstatik in der Praxis

- Düker Lübecker Straße DN1500
 - U-Bahn-Düker → auftriebssicher
 - 26,6 mm Wanddicke (SDR 56)
 - GW-Stand dauerhaft 1,5 m über Sohle (in Statik Langzeitkennwert maßgeblich)
 - GW-Stand bei Entleerung 8,5 m über Sohle → hierfür in Dauerlast nicht nachweisbar
 - Ansatz: Statik gerechnet für 24 bzw. 72 Stunden Entleerung für Reinigung
 - geringere Abminderung der Materialkennwerte (aus Zulassungsversuchen 10.000 h-Test des jeweiligen Produkts)
 - betriebliche Entleerung nachgewiesen
 - im Kataster am Düker hinterlegt



5. Baustoffe

Material:

SFUP-Schlauchliner

TÜV Rheinland LGA Bautechnik GmbH Statik

Zertifiziert nach DIN EN ISO 9001.



Genau. Richtig.

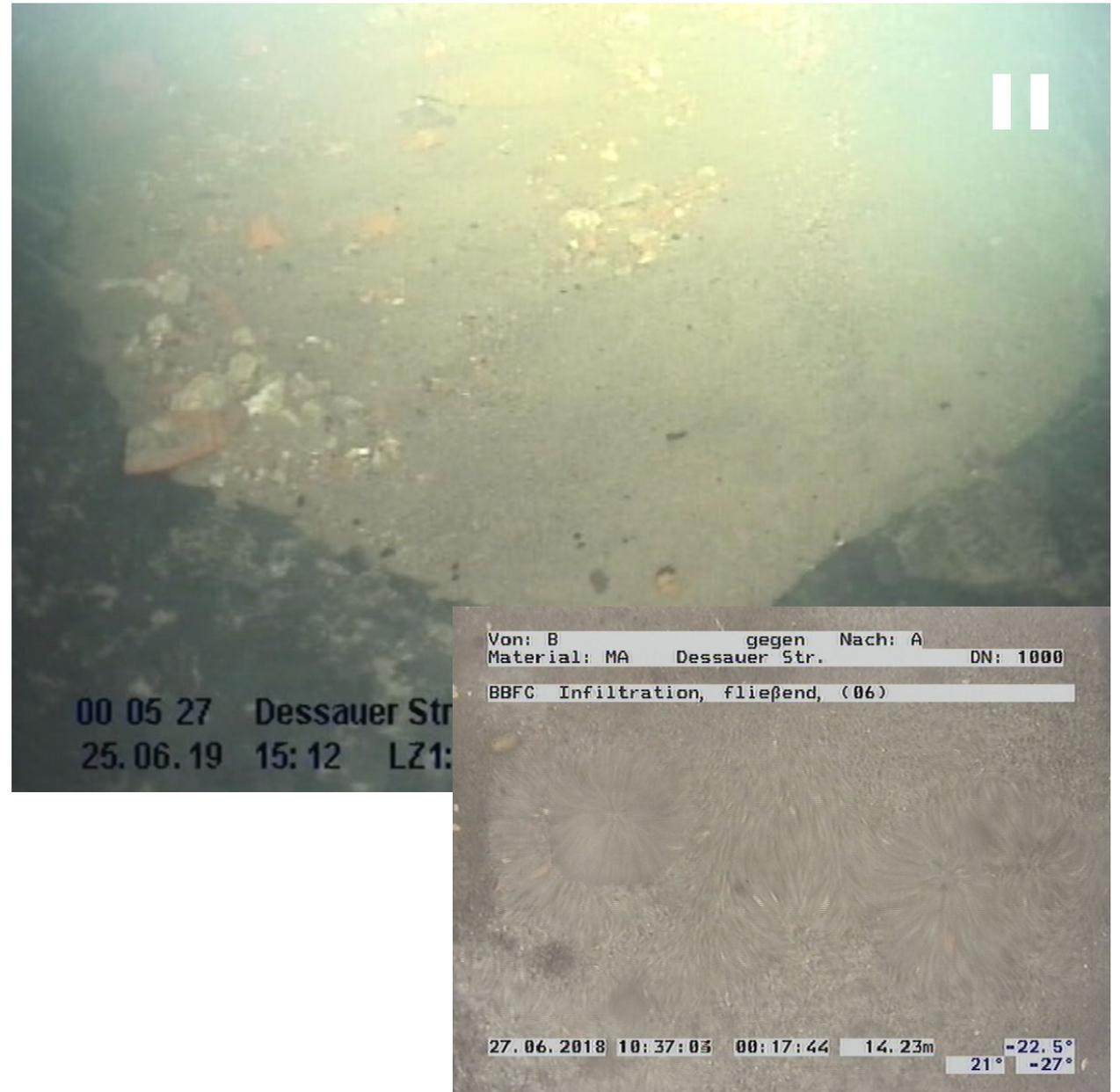
8. Zusammenfassung

Die durchgeführten statischen Berechnungen ergaben für den Schlauchliner zur Sanierung eines Dükers DN 1500 von unserer Seite **keine Bedenken hinsichtlich der Standsicherheit des Liners** sowohl für den **Gebrauchslastfall** sowie für den Fall der **kurzzeitigen Entleerung der Dükerleitung** (untersucht wurden hier alternativ Zeiten der Entleerung von **24 Std. bzw. 72 Std.**) sofern die

Hinweise zum Entwurf

Reinigung

- Reinigung wichtiger Schritt der vorbereitenden Arbeiten
- Bei Ausschreibung beachten:
 - ausschließlich nach Aufwand, da ansonsten unkalkulierbar
 - Qualifikation / Referenzen des beauftragten Unternehmens sehr wichtig (kann nicht jeder...)
 - Reinigung am besten im leeren Düker
 - erste Entleerung unter Kamerabeobachtung und in Beisein des AG (zumindest, wenn GW vorhanden → Gefahr von Bodeneintritt)
 - im Einflussbereich der Tide: ggf. Reinigung bei Niedrigwasser vorsehen



Hinweise zum Entwurf

Reinigung

- Reinigung wichtiger Schritt der vorbereitenden Arbeiten
- Bei Ausschreibung beachten:
 - ausschließlich nach Aufwand, da ansonsten unkalkulierbar
 - Qualifikation / Referenzen des beauftragten Unternehmens sehr wichtig (kann nicht jeder...)
 - Reinigung am besten im leeren Düker
 - erste Entleerung unter Kamerabeobachtung und in Beisein des AG (zumindest, wenn GW vorhanden → Gefahr von Bodeneintritt)
 - im Einflussbereich der Tide: ggf. Reinigung bei Niedrigwasser vorsehen
- soweit bekannt: mit wie viel Fett ist zu rechnen?
- Platzbedarf beachten: typischer Aufbau mit zwei Fahrzeugen

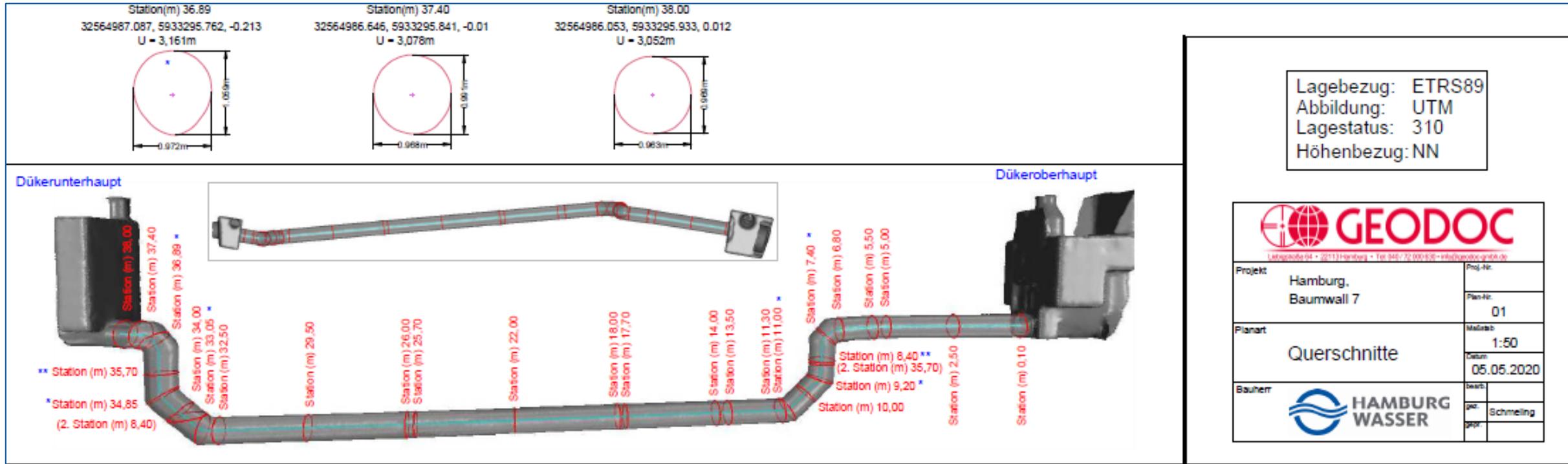


Fotos: Stephan Bollmann

Hinweise zum Entwurf

Weitere dükertypische Aspekte

- 3D-Vermessung des Dükers: idealerweise zum Entwurf durchführen, ansonsten ausschreiben



Lagebezug: ETRS89
Abbildung: UTM
Lagestatus: 310
Höhenbezug: NN

 <small>Letztopfer 94 • 22113 Hamburg • Tel. 040 72 000 630 • info@geodoc.de</small>	
Projekt	Hamburg, Baumwall 7
Planart	Querschnitte
Bauherr	HAMBURG WASSER
Proj.-Nr.	01
Maßstab	1:50
Datum	05.05.2020
Darb.	
prf.	Schmeling
ppr.	

Hinweise zum Entwurf

Weitere dükertypische Aspekte

- 3D-Vermessung des Dükers: idealerweise zum Entwurf durchführen, ansonsten ausschreiben
- Für Vorarbeiten wie Fräsen oder Höchstdruckwasserstrahlen
→ techn. Machbarkeit prüfen wg. Abwinkelung der Dükeräste
- einige Roboterverfahren benötigen Seilverbindung (z.B. Janßen-Riss)
→ techn. Machbarkeit prüfen wg. Reibung an Abwinkelungen
- in HH: Klapp-Sicherung Dükeräste ab DN 600 vorgesehen
- erreichbare Hydranten in Bauzeichnung eintragen, ausreichende Leistungsfähigkeit prüfen und ggf. mit Wasserversorger vorabstimmen

!!! Die Investkosten bei der Dükersanierung werden maßgeblich von Reinigung und Vorflut bestimmt, Linerkosten dagegen eher marginal !!!



Agenda

- 01 Düker in Hamburg
- 02 Hinweise zum Entwurf
- 03 Hinweise zur Bauausführung /-überwachung**
- 04 Beispiele aus der Praxis im Bild



Hinweise zur Bauausführung

Reinigung

- Abwasser aus Tiefe (5-6 m) hoch holen funktioniert nur mit Luftzugabe → können nicht alle Unternehmen
- Entfernung von Fett mittels warmem Wasser in HH erfolglos
- Fett wird mittels Schwimmdüse entfernt und mit ganz viel Zeit und Aufwand....



Anwesenheit der Bauüberwachung vor allem bei Reinigung und Inspektion wichtig, beim Linereinbau kann die BÜ nicht viel ausrichten, bei den Vorarbeiten sind schnelle Entscheidungen oft wichtig....



Hinweise zur Bauausführung

Linereinbau

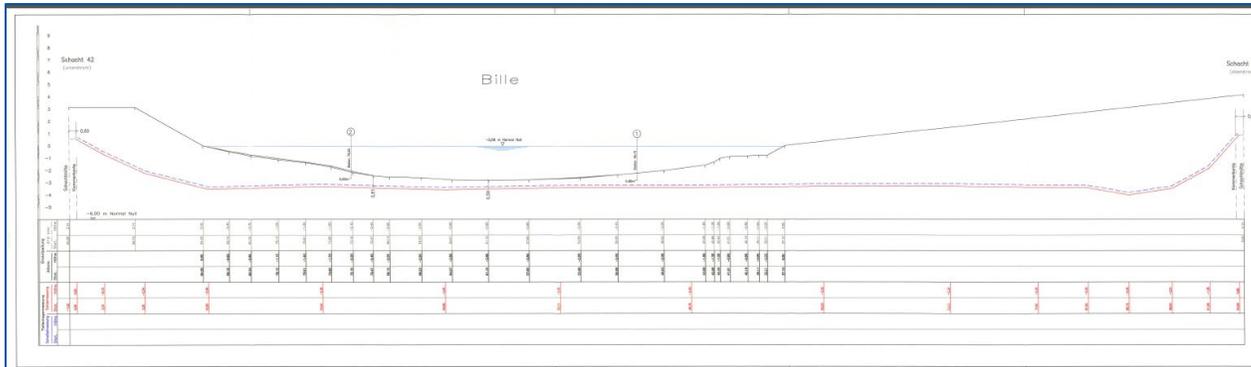
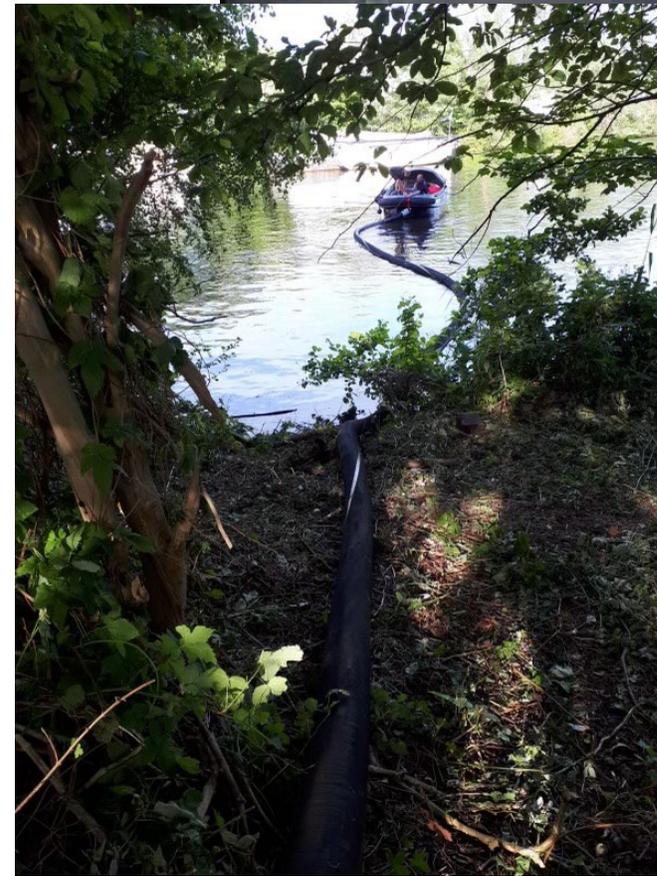
- Keine Stahlseile nutzen, um ersten Liner einzuziehen, stattdessen flache Gewebebänder
- Inversionsrichtung grundsätzlich egal
- am Endschacht nächste Haltung dazu nehmen, um Linerende sicher auslaufen zu lassen



Hinweise zur Bauausführung

Aus der Hamburger Trickkiste...

- Taucher in entleerten Düker DN 1100 mit Strickleiter eingestiegen zur finalen Reinigung
- Big Bags als Ballastierung für Grabendüker genutzt
- Vorflutleitung schwimmend übers Gewässer verlegt (muffenlos)
- Antenne in Dükersohle: „Magnetangel“ an KFA angebaut
- Sandeintritt bei Entleerung → keine Entleerung zur Reinigung möglich
→ Wasserstand in Düker höher halten als Fluss-Wasserstand
→ Reinigung mittels Molch



Agenda

- 01 Düker in Hamburg
- 02 Hinweise zum Entwurf
- 03 Hinweise zur Bauausführung /-überwachung
- 04 Beispiele aus der Praxis im Bild**



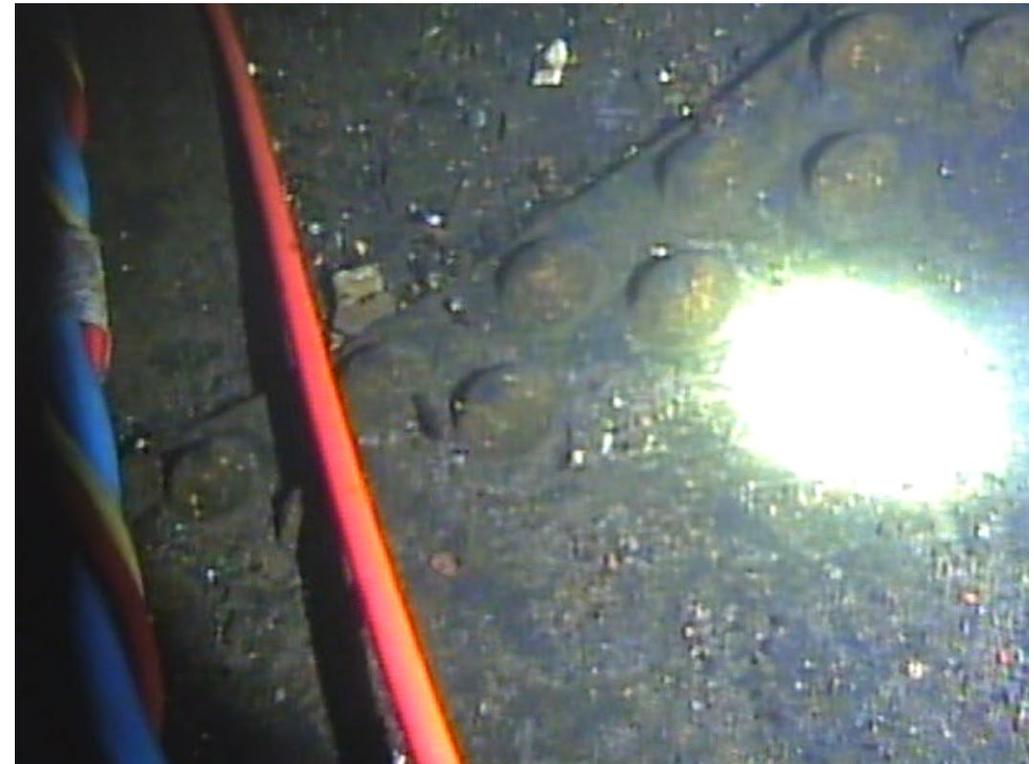
Beispiele aus der Praxis im Bild

Reinigung



Foto: Stephan Bollmann

Platzaufwand Reinigung



Aufnahme Düker unter Wasserfüllung aufgenommen vom Taucher

Beispiele aus der Praxis im Bild

Reinigung



**Fettablagerung: Problem bei
Reinigung, Bergung und
Entsorgung....**



Fotos: Stephan Bollmann

Beispiele aus der Praxis im Bild

Reinigung



Fettablagerung: Schritt für Schritt zum Erfolg – hier ein DN 1000 zu einem Drittel mit Fett gefüllt



Beispiele aus der Praxis im Bild

Vorflut



Foto: Stephan Bollmann



Fotos: Delia Ewert

Beispiele aus der Praxis im Bild

Dükerlage in erschwerten Bedingungen...



Fotos: Oliver Harten

Beispiele aus der Praxis im Bild

Linereinbau

Einziehliner



Einzug am Endschacht

Im Startschacht befestigt



Beispiele aus der Praxis im Bild

Linereinbau

Inversionsliner



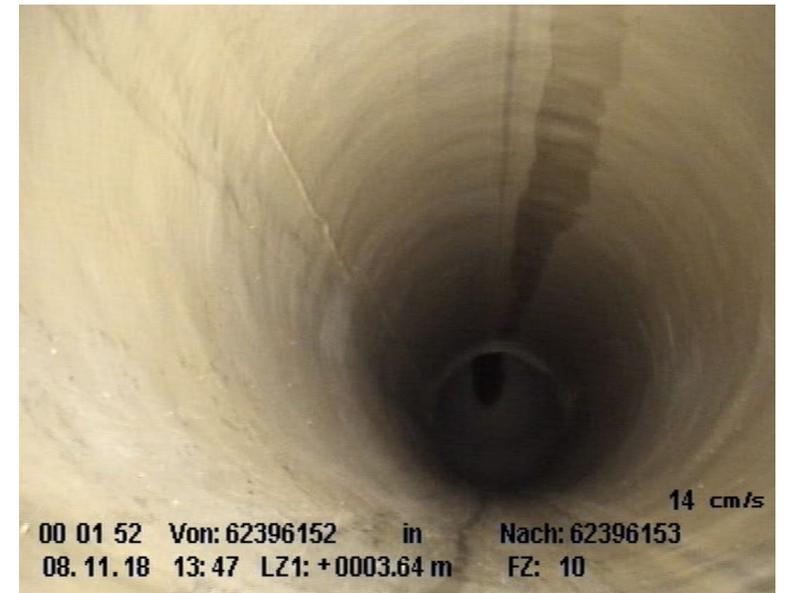
Beispiele aus der Praxis im Bild

Laminatarbeiten



Beispiele aus der Praxis im Bild

Abnahme



Vielen Dank fürs Zuhören
Fragen? – Fragen!

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Delia Ewert

Stephan Bollmann

delia.ewert@hamburgwasser.de stephan.bollmann@hamburgwasser.de

