

**Gutachten** ■  
**Beratung** ■  
**Planung** ■  
**Bauüberwachung** ■

**GuD** GEOTECHNIK und  
DYNAMIK GmbH



GuD Geotechnik GmbH • Dudenstraße 78 • 10965 Berlin

**Öffentlich bestellte und vereidigte und nach  
Bauordnungsrecht anerkannte Sachverständige  
für Erd- und Grundbau**

Dudenstraße 78 • 10965 Berlin  
Tel.: (030) 78 90 89-0 Fax: (030) 78 90 89-89  
e-mail: geo@gudconsult.de  
www.gudconsult.de

**Baugrunduntersuchungen  
Schwingungsmessungen**

**Erdbau • Grundbau • Erschütterungsschutz  
Abdichtungen • Altlasten • Tunnelbau • Geothermie**

# GUTACHTERLICHE STELLUNGNAHME

zum Bauvorhaben

## INSTANDSETZUNG LANDWEHRKANAL Prüfung auf Machbarkeit Pilotprojekt

---

**AUFTRAGGEBER:** Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes  
Wasser- und Schifffahrtsamt Berlin  
Mehringdamm 129  
10965 Berlin

---

**Bearbeiter:** Dipl.-Ing. H. Leonhardt  
Dr.-Ing. J. Mittag  
Prof. Dr.-Ing. T. Richter

Berlin, 05.09.2008

Dieses Gutachten (G 123/08) umfasst 38 Seiten und 8 Anlagen.

---

Geschäftsführer: Prof. Dr.-Ing. Kurt-M. Borchert<sup>1)2)5)</sup> • Dipl.-Ing. Hans L. Hebener<sup>1)3)</sup> • Dr. rer. nat. Götz Hirschberg • Dr.-Ing. Fabian Kirsch  
Prof. Dr.-Ing. Bernd Lutz • Dr.-Ing. Jens Mittag • Prof. Dr.-Ing. Thomas Richter<sup>1)4)</sup> • Univ. Prof. Dr.-Ing. Stavros Savidis<sup>1)</sup>

- 1) anerkannter Sachverständiger nach Bauordnungsrecht für Erd- und Grundbau.
- 2) von der IHK Berlin öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Baugruben, Injektions- und Abdichtungstechniken.
- 3) von der Baukammer Berlin öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Spezialtiefbau, Schwingungen im Baugrund und Bauwerk, Gründungsschäden.
- 4) von der IHK Berlin öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Gründungen, Wasserhaltungen, Erschütterungen im Baugrund.
- 5) EBA-Gutachter für Geotechnik bei Baumaßnahmen im Eisenbahnbau

Handelsregister Nr.:  
HRB 16 439  
Berlin - Charlottenburg

Postbank Berlin  
BLZ 100 100 10  
Konto 4228 90-105

Dresdner Bank Berlin  
BLZ 100 800 00  
Konto 0405 332 100

Hauptsitz:  
Niederlassungen:

- Berlin • Tel. (030) 789089-0
- Leipzig • Tel. (0341) 30 56 40
- Stuttgart • Tel. (07164) 80 04 18
- Athen • Tel. (0030210) 27 25 00 4
- Hamburg • Tel. (040) 2 48 27 89-12

**INHALTSVERZEICHNIS**

	<b>SEITE</b>
1. Veranlassung	3
2. Unterlagen	4
3. Ausgangssituation	7
3.1 Schadensbild	7
3.2 Ergriffene Gegenmaßnahmen	8
3.3 Vorliegende Bauwerksanalysen	9
3.4 Bewertung der Berechnungsansätze	10
4. Zielstellung der Machbarkeitsprüfung	12
5. WSA-Lösung	14
5.1 Beschreibung des gewählten Systems	14
5.2 Allgemeine Bewertung und Empfehlungen	15
5.3 Beurteilung der Notwendigkeit des Ersatzes der vorhandenen Sicherung	16
5.4 Bewertung der Dauer bis zur endgültigen Sanierung der Uferwand	17
5.5 Bewertung zur Stadtbildverträglichkeit und zum Denkmalschutz	17
5.6 Zusammenfassung der WSA-Lösung	18
6. Lösungsvorschlag Frau Kleimeier	19
6.1 Beschreibung der vorgeschlagenen Varianten	19
6.2 Bewertung der Notwendigkeit und Dauer	21
6.3 Bewertung zur Stadtbildverträglichkeit und zum Denkmalschutz	21
6.4 Bewertung der statisch-konstruktiven Ausführbarkeit	22
6.5 Bewertung der Verfahrensschritte auf Umweltverträglichkeit	26
6.6 Beurteilung der Zulässigkeit der Verfahren und Technologien	28
6.7 Bewertungen der Auswirkungen auf Wasserhaushalt und -qualität	29
6.8 Bauzeitabschätzung	31
6.9 Empfehlungen für die weitere Vorgehensweise	32
6.10 Zusammenfassung zum Lösungsvorschlag Frau Kleimeier	32
7. Gegenüberstellung der Vor- und Nachteile	34
8. Zusammenfassung	36
Verzeichnis der Anlagen	38

## 1. VERANLASSUNG

Das Büro GuD Geotechnik und Dynamik GmbH wurde von der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes, Wasser- und Schifffahrtsamt Berlin beauftragt, für die Instandsetzung des Landwehrkanals eine Prüfung der Machbarkeit, sowohl für die „WSA-Lösung“, als auch für den „Lösungsvorschlag Frau Kleimeier“ durchzuführen. Die genannten Varianten werden im Weiteren erläutert.

## 2. UNTERLAGEN

Für die Bearbeitung standen die nachfolgend aufgeführten Unterlagen zur Verfügung:

### U 2.1 Lösungen des Wasser- und Schifffahrtsamtes Berlin

1. Darstellung vom Büro Plass zum Stoßen der Spundwand in Baumbereichen zur Lösung: „bauzeitliche Sicherungsspundwand“
2. Stellungnahmen der Bundesanstalt für Wasserbau vom 29.10.2007 und 14.11.2007
3. Prüfbericht vom Büro Krone vom 09.10.2007 und geprüfte statische Berechnung vom Büro Plass Ingenieure Berlin vom August 2007: „bauzeitliche Sicherungsspundwand“; Ersatz der landseitigen Baumsicherung; km 2,7-5,6
4. Statische Berechnungen vom Büro Plass Ingenieure Berlin vom November 2007: „Spundwand vor der vorhandenen Uferwand mit Bäumen; km 2,7-5,6 im Endzustand“ (Prüfung in Arbeit, Prüfvermerk vom Büro Krone vom 25.04.2008 )
5. Statische Berechnungen vom Büro Plass Ingenieure Berlin vom November 2007: „Spundwand vor der Kleinbohrpfahlwand km 7,55-8,1“ (Prüfung in Arbeit, Prüfvermerk vom Büro Krone vom 25.04.2008)
6. Lagepläne
  - Landwehrkanal, vorgezogene Baugrundspundwand km 2,70 bis km 3,40, ohne Plannr.
  - Landwehrkanal, vorgezogene Baugrundspundwand km 4,80 bis km 5,60, ohne Plannr.

U 2.2 Leistungen des Auftragnehmers (Anlage 2 zum Ingenieurvertrag, 2 Seiten) und Vorschlag eines Sanierungskonzeptes für den Landwehrkanal Berlin als „Pilotprojekt Corneliusufer“, erstellt von Dipl.-Ing. Ursula Kleimeier, Architektin vom 30.04.2008 (11 Seiten)

U 2.3 Geotechnische Stellungnahme zu den Voruntersuchungen zum Standsicherheitsnachweis des Uferquerschnittes am LWK km 6,981 südliches Ufer (Bereich Baerwaldbrücke) der BAW vom 22.01.2007

- U 2.4 Geotechnische Stellungnahme zu den Uferstandsicherheiten sowie Sicherungs- und Instandsetzungsmaßnahmen im Ergebnis der laufenden Taucheruntersuchungen und aktuellen Peilergebnisse der BAW vom 21.05.2007
- U 2.5 Geotechnische Stellungnahme zu den Uferstandsicherheiten nach DIN 4084 (1981) für verschiedene Berechnungsannahmen der BAW vom 27.06.2007
- U 2.6 Geotechnische Stellungnahme zum Vergleich von globalem Sicherheitskonzept (DIN 4084:1981-07 und DIN 1054:1976-11) und neuem Teilsicherheitskonzept (E DIN 4084:2002-11 und DIN 1054:2005-01) der BAW vom 14.02.2008
- U 2.7 20 Taucheruntersuchungsberichte LWK km 2,710 bis 5,550 im Zeitraum vom 12.06.2007 bis zum 13.07.2007
- U 2.8 Baugrundgutachten für die Ufermauern am Landwehrkanal von LWK km 0,00 bis km 10,74, aufgestellt von der BAW Hamburg vom 24.06.2008
- U 2.9 Ausschnittskopien aus historischen Längsschnitten, erhalten vom WSA Berlin am 01.07.2008
- U 2.10 Statische Berechnung für die landseitig gesicherten Bäume mit Übersichtstabelle, erhalten vom WSA Berlin am 09.07.2008
- U 2.11 Stellungnahme zu Fragestellungen des Ingenieurbüros GuD, BAW Hamburg, vom 17.07.2008
- U 2.12 Beantwortung der Fragestellungen von GuD Geotechnik und Dynamik GmbH, Architektin Ursula Kleimeier, vom 21.07.2008, Eingang per Email am 23.07.2008
- U 2.13 WSA Berlin, Email zu Fragestellungen von GuD vom 09.07.2008
- U 2.14 DIN 1054:2005-01 Baugrund, Standsicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau, Januar 2005

- U 2.15 DIN 18551:2005-01 Spritzbeton – Anforderungen, Herstellung, Bemessung und Konformität, Januar 2005
- U 2.16 Schreiben vom WSA Berlin vom 31.07.2008
- U 2.17 Geotechnische Stellungnahme zum Sanierungskonzept „Vorschlag Kleimeier“ der BAW Hamburg vom 24.07.2008
- U 2.18 BAW, Merkblatt Standsicherheit von Dämmen an Bundeswasserstraßen (MSD), Ausgabe 2005
- U 2.19 Standsicherheitsnachweis für die alte Uferbefestigung am Landwehrkanal, Hefter I bis III aus den Jahren 1966/67
- U 2.20 Empfehlungen des Arbeitskreises „Ufereinfassungen“ Häfen und Wasserstraßen EAU 2004, 10. Auflage, Ernst & Sohn Verlag Berlin
- U 2.21 DIN 18920 Schutz von Bäumen, Pflanzenbeständen und Vegetationsflächen bei Baumaßnahmen, August 2002
- U 2.22 Mitteilungsblatt der Bundesanstalt für Wasserbau Nr. 87, Grundlagen zur Bemessung von Böschungs- und Sohlsicherungen an Binnenwasserstraßen, Karlsruhe, Mai 2004
- U 2.23 Darstellung der Wurzelverläufe und bodenkundliche Feldansprache nahe der Ufermauer des Berliner Landwehrkanals, Kanalabschnitt km 0,25 - 0,90, Berlin-Charlottenburg, Einsteinufer, kubus - Kooperations- und Beratungsstelle für Umweltfragen, Technische Universität Berlin, 16.06.2008

### 3. AUSGANGSSITUATION

#### 3.1. Schadensbild

Der Landwehrkanal in Berlin wurde im Jahr 1890 nach Entwürfen von Joseph Peter Lenné bereichsweise nach der „Regelbauweise“ erbaut. Diese wird gebildet aus unterhalb des Kanalwasserspiegels befindlichen Holzspundwänden mit eingefassten Betonfundamenten und oberhalb aus einem schräg aufgehenden Quadermauerwerk aus Natursteinen. Unmittelbar hinter der Uferwand befindet sich eine alleinartige Baumreihe. Eine Prinzipdarstellung der Konstruktion ist als Anlage 1 beigefügt.

Im Laufe der Jahre hat die vorhandene Uferkonstruktion teilweise eine erhebliche Schädigung erfahren. In der Unterlage 2.4 wird folgendes Schadensbild beschrieben:

- Auf ca. 2.000 m Uferlänge waren Übertiefen bis zu 1,20 m vorhanden
- Durchgängig waren die Nut-/Federverbindungen der Holzspundwand bis ca. 70 cm unter OK Kanalwasserspiegel, in Teilbereichen bis zum Gewässergrund, nicht mehr vorhanden. Hinter diesen Fehlstellen ist der Kalkstein-, Ziegelschotter-, Betonkern („Magerbeton/Massivkörper“) bis in unterschiedliche Tiefen verwittert und ausgewaschen. Es haben sich bereits Hohlräume gebildet.
- In einigen Bereichen fehlen die Holzspundbohlen. Besonders in diesen Abschnitten ist der „Massivbaukörper (Magerbeton)“ unterspült. Aber auch im Bereich mit noch vorhandener, aber defekter Holzspundwand ist der Massivbaukörper (Magerbeton) z.T. ebenfalls unterspült. Die dabei entstandenen Hohllagen reichen bis 1,2 m unter den Massivkörper.
- Die Spundbohlenköpfe der Holzspundwand sind im Wasserwechselbereich fast durchgängig beschädigt.
- Teilweise haben sich die Holzspundbohlen in Kanalrichtung verschoben bzw. sind verkippt.
- Die als Auflager für das Quadermauerwerk dienende Ziegelflachsicht ist nur noch teilweise, in einigen Bereichen sogar gar nicht mehr vorhanden. Die sich dabei ausgebildete „offene Fuge“ hat nach Angaben der Taucher überwiegend eine Tiefe zwischen 15-20 cm (max. bis 60 cm) bei unterschiedlicher Fugenbreite. Infolge der Schifffahrt (Absunk, Wellenbeanspruchung ...) konnte aus diesen Fehlstellen die hinter den Steinquadern angeordnete Kies- bzw.

Sandauffüllung unkontrolliert ausgespült sowie der Magerbeton z. T. ausgewaschen werden.

Vereinzelt sind bereits Versagenszustände eingetreten, z.B. LWK bei km 8,1 (Maybachufer, Anleger Riedel, Kottbuser Brücke). Am Maybachufer wurde wenige Tage vor Eintritt des Uferabbruchs im April 2007 ein Aufschwemmen der Holzspundbohlen beobachtet. Im Schadensbereich am Technikmuseum bei km 5,172 entstand beim Betreten des Geländes durch Personal ein bis zu 1,2 m tiefer Sackungstrichter hinter der Uferwand (vgl. Unterlage 2.4).

Durch die BAW wird die Standsicherheit der Uferwand als sehr kritisch beurteilt (Unterlage 2.4). Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass es in den kritischen Abschnitten zu einem Versagen der Uferwand oder zu plötzlichen Sackungen im angrenzenden Ufergelände kommen kann.

### **3.2. Ergriffene Gegenmaßnahmen**

Seitens des WSA Berlin wurden in Anbetracht der Gefährdung bereits folgende Maßnahmen eingeleitet (vgl. Unterlage 2.4):

- Sperrung von Anlegestellen
- Einführung von Richtungsverkehr (talwärts)
- Beschränkung der Geschwindigkeit auf 6 km/h
- Tauchtiefenbeschränkung auf 1,40 m
- Kolkverfüllung und Einbringen von BigBags
- Aufstellen von Bauzäunen an gefährdeten Uferabschnitten
- Fällen von Bäumen
- Ausführung von Baumsicherungsmaßnahmen über Abspannungen und Betonblöcke im Jahr 2007 an 20 Bäumen

Die vorhandenen Baumsicherungen, bestehend aus massiven Betonkörpern und Abspannkonstruktionen, können die Bäume beeinträchtigen. Denkbar sind hier Behinderungen im Wachstum durch die Umschnürung und mechanische Beanspruchungen auf die Baumrinde durch auftretende Windbelastungen. Weiterhin wird durch die massiven Betonkörper ggf. eine Druckbelastung auf den Wurzelbereich ausgeübt. Nach unserem Kenntnisstand sind bisher jedoch noch

keine nachweislichen Schäden durch die vorhandenen Baumsicherungen eingetreten.

### 3.3. Vorliegende Bauwerksanalysen

Als Teil einer Bauwerksanalyse wurden durch die BAW Geländebruchuntersuchungen für einen idealisierten und vereinfachten Uferquerschnitt für verschiedene Berechnungsannahmen durchgeführt (Unterlage 2.5). Hierbei wurden z.B. die Geländehöhen, der Absenk, sowie Belastungen aus Bäumen und Verkehr etc. variiert.

Weiterhin wurden gemäß Altunterlage 2.19 bereits 1966/1967 geotechnische Nachweise geführt und folgende Brucharten untersucht, wobei Baumlasten hier nicht berücksichtigt wurden:

- I. **Versagen des Steinquadermauerwerks**
- II. **Geländebruch**
- III. **Versagen des Betonkörpers**

Für den Nachweis I wurden nicht brauchbare Ergebnisse ermittelt. Umfangreiche Geländebruchuntersuchungen wurden aktuell mit der Unterlage 2.5 vorgenommen. Daher werden die hierzu vorhandenen Altunterlagen vernachlässigt. **Die Nachweise zu III. führten zur geringsten Sicherheit des Gesamtbauwerkes.** Die Kippsicherheit ist für den betrachteten Querschnitt nicht ausreichend.

Mit eigenen Vergleichsrechnungen konnten die Berechnungsergebnisse weitgehend bestätigt werden.

Für die Standsicherheitsbewertung der Uferwände am Landwehrkanal stellen die Berechnungen nur einen Teil der Bauwerksanalyse dar. Die Berechnungsergebnisse wurden durch eine Zustandsanalyse der Uferbefestigungen mit einer Schadensaufnahme durch Taucheruntersuchungen ergänzt. In Verbindung mit Angaben zu Ufergeometrien und zu den im Bereich der Ufer maßgebenden Belastungen (z.B. Bäume) kann eine ingenieurmäßig abgesicherte Entscheidung zur Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit der Uferkonstruktion getroffen werden.

### 3.4. Bewertung der Berechnungsansätze

**Eigene Vergleichsrechnungen auch unter veränderten Annahmen bestätigten die teilweise sehr geringen Sicherheiten.** Hierzu sei ergänzend ausgeführt, dass im Jahre 2007 nach dem Versagen der Uferkonstruktion im Bereich des Anlegers Reederei Riedel von der BAW und dem Büro Plass versucht wurde, ein Rechenmodell für das 100-jährige Bauwerk zu finden. Ausschlaggebend war der allgemein schlechte Zustand der Regelbauweise. Um erste Ansätze zu finden, wurde für die Bäume zunächst ein vereinfachtes Modell entwickelt, welches lediglich die vertikale Baumlast berücksichtigte, nicht jedoch Windkräfte. Zwischenzeitlich erfolgte Wurzelausgrabungen zeigten, dass der Wurzelraum deutlich größer ist als damals angenommen (Unterlage U 2.23).

Der Einfluss der Windlasten auf die innere Standsicherheit der oberen Böschungsbereiche sollte künftig konkret untersucht werden, um die vereinfachten Berechnungsannahmen von BAW und Büro Plass zu präzisieren und zu ergänzen. Voraussichtlich wird dieser Einfluss jedoch durch den größeren Wurzelraum ausgeglichen. Signifikante Auswirkungen auf das Gesamtsystem der Uferkonstruktion, speziell auf die Bemessung der Spundwand, sind nicht zu erwarten. Bezüglich der Lastansätze für die Bäume halten wir die Hinzuziehung entsprechender Sachverständiger für notwendig. Dabei sollten folgende Punkte Berücksichtigung finden:

- Welche Horizontallast ist aus den Bäumen zu erwarten und in welcher Höhe greift diese an (Anhaltswerte siehe Unterlage 2.10)?
- Gleitkreise durch den Wurzelraum der Bäume sind nicht zu erwarten.
- Wie kann ein zukünftiges Wachstum der Bäume berücksichtigt werden?
- In welcher Größe ist eine Durchwurzelungskohäsion anzunehmen?  
Anmerkung: Nach unserer Einschätzung kann die Durchwurzelungskohäsion aus dem Merkblatt MSD (2005) für dichten lückenlosen Grasbewuchs nicht übernommen werden (vgl. Unterlage 2.18).
- In welcher Größe kann der Wurzelbereich angenommen werden?  
Anmerkung: Nach der Unterlage 2.21 gilt als Wurzelbereich die Bodenfläche unter der Krone von Bäumen (Kronentraufe zuzüglich 1,50 m, bei Säulenform zuzüglich 5,00 m nach allen Seiten).

Weiterhin wurden in den vorliegenden Standsicherheitsuntersuchungen der BAW nur Kreisgleitflächen untersucht. Für Gleitkörper, die das Quadermauerwerk schneiden, sind gemäß DIN 4084 auch geknickte Gleitflächen (zusammengesetzte Bruchmechanismen) zu betrachten. Die Bruchkörper werden dann durch die Fugen des Quadermauerwerks verlaufen und dort maximal die Mörtelfestigkeit aktivieren. Diese Punkte sollten bei zukünftigen Berechnungen berücksichtigt werden.

Überwiegend liegen die von der BAW ermittelten Sicherheiten unterhalb des erforderlichen Sicherheitsniveaus. Teilweise wurde nur Sicherheiten ohne nennenswerte Reserven gegenüber dem Bruchzustand berechnet. Mit eigenen Vergleichsrechnungen auch unter veränderten Annahmen (siehe oben) wurden die teilweise sehr geringen Sicherheiten bestätigt.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die vorhandene Konstruktion nur sehr geringe Tragreserven gegenüber dem Bruchzustand aufweist. Ein ausreichendes Sicherheitsniveau ist nicht vorhanden.

Die BAW empfiehlt die schnellstmögliche vollständige Instandsetzung der vorhandenen Ufermauer (Unterlage 2.4). Dieser Empfehlung können wir uns grundsätzlich anschließen.

#### 4. ZIELSTELLUNG DER MACHBARKEITSPRÜFUNG

Im Rahmen der vorliegenden gutachterlichen Stellungnahme sollen die Varianten:

- „WSA-Lösung“
- „Lösungsvorschlag Frau Kleimeier“

im Hinblick auf die Machbarkeit beurteilt werden.

Im Einzelnen sind dabei folgende Teilaspekte zu bewerten:

Für die „WSA-Lösung“ ist eine Prüfung auf die Notwendigkeit, die Dauer und die Stadtbildverträglichkeit durchzuführen. Unter der Notwendigkeit ist vor allem der Ersatz der vorhandenen Sicherungen zu betrachten. Weiterhin ist die Dauer bis zur endgültigen Sanierung der Uferwand zu bewerten. Im Zusammenhang mit der Stadtbildverträglichkeit ist ein besonderes Augenmerk auf den Denkmalschutz zu richten.

Für den Lösungsvorschlag von Frau Kleimeier sind neben der Prüfung auf die Notwendigkeit, die Dauer und Stadtbildverträglichkeit weitere Untersuchungen und Prüfungen durchzuführen. Hier soll die statisch-konstruktive Machbarkeit beurteilt werden. In diesem Zusammenhang ist die Prüfung der einzelnen Verfahrensschritte auf Umweltverträglichkeit, sowie die Auswirkungen auf den Wasserhaushalt und die Wasserqualität zu bewerten. Außerdem ist eine Betrachtung zur Zulässigkeit der beschriebenen Verfahren und Technologien und eine Bauzeitabschätzung vorzunehmen.

In der nachfolgenden Tabelle sind die 7 Sanierungsbereiche über insgesamt 370 m Uferlänge zusammengestellt. Gemäß Vorschlag von Frau Kleimeier soll im Bereich des Corneliusufers (Bereich 1) ein Pilotprojekt durchgeführt werden. Hierfür erfolgt die Prüfung auf Machbarkeit.

**Tabelle 1:** Zusammenstellung der Sanierungsbereiche

	<b>km</b>	<b>Länge in m</b>
1	2,646 - 2,844 (r. U.)	198
2	3,082 - 3,118 (r. U.)	36
3	4,924 - 4,947 (l. U.)	23
4	5,244 - 5,261 (l. U.)	17
5	5,402 - 5,425 (l. U.)	23
6	5,433 - 5,456 (l. U.)	23
7	5,485 - 5,535 (l. U.)	50

## 5. WSA-LÖSUNG

### 5.1. Beschreibung des gewählten Systems

Die „WSA-Lösung“ sieht als Ersatz für die derzeitigen temporären Baumsicherungen den wiederum temporären Einbau von wasserseitig vorgesetzten, hinterfüllten Spundwänden vor (vgl. Anlage 2). Diese sollen als unverankerte und im Boden eingespannte Stahlspundwände ausgebildet werden. Die Gewässersohle vor der Spundwand wird auf eine Höhenordinate von +30,60 mNN aufgeschüttet (Kies auf Geotextil, Wasserbausteine o.ä.). Der Raum zwischen vorgesetzter Spundwand und bestehender alter Uferwand soll anschließend bis zur Ordinate +33,0 mNN mit unverdichtetem Kiessand verfüllt werden. Weiterhin soll im Bereich der Wasserwechselzone der Hohlraum (offenen Fuge) zwischen Holzspundwand und aufgehendem Mauerwerk (fehlende Ziegelflachsicht) mit einem Unterwasserfugenmörtel kraftschlüssig verplombt werden (Unterlage U 2.4 und 2.16). Dabei sollen vorrangig Fugen mit Fugentiefen  $t > 15$  cm verschlossen werden. Diese Verplombung der Höhlräume erhöht die Standsicherheit nur wenig, jedoch wird die Fußstützung des aufgehenden Mauerwerks verbessert und der Bodenaustrag aus der Hinterfüllung unterbunden. Für diese Maßnahme ist neben der vorgesehenen Absenkung des Kanalwasserspiegels um ca. 10 cm ggf. eine geringfügige offene Wasserhaltung notwendig.

Die Maßnahmen der „WSA-Lösung“ sind wie die bestehenden Baumsicherungen temporär, d.h. nach Beschluss durch das Mediationsforum über ein nachhaltiges Sicherungskonzept werden sie ggf. wieder beseitigt.

Die gewählten Spundwandprofile wurden für einen Bau- und einen Endzustand bemessen. Anzumerken ist jedoch, dass die vorgeschlagene Lösung nur als eine temporäre Maßnahme bis zu einer endgültigen Sanierung vorgesehen ist.

Die Spundwände sollen zum Schutz des Bestandes eingepresst werden. Unterhalb der Bäume, wo ein Zurückschneiden oder Zurückbinden der Äste nicht möglich ist, sollen die Spundwände in Teilstücken eingebracht und vor Ort verschweißt werden.

## 5.2. Allgemeine Bewertung und Empfehlungen

Im Ausgangszustand ist eine Uferwandkonstruktion vorhanden, die nach dem heutigen Kenntnisstand kein ausreichendes Sicherheitsniveau aufweist. Auch für einen Bauzustand ist keine ausreichende Standsicherheit gegeben. Hierzu liegen umfangreiche erdstatische Berechnungen vor (Unterlage 2.5 und 2.19).

Im Vorfeld der Baumaßnahmen wird in Ergänzung der bereits durchgeführten Maßnahmen aus gutachterlicher Sicht eine detaillierte Bestandsaufnahme im Bereich des Pilotprojektes empfohlen. Hierzu sollten die vorhandenen Unterlagen ausgewertet und zusammengestellt werden.

Bei der Bauausführung wird die Anwendung der „Beobachtungsmethode“ nach DIN 1054:2005-01 empfohlen. Die Beobachtungsmethode ist eine Kombination der üblichen geotechnischen Untersuchungen und Berechnungen (Prognosen) mit einer laufenden messtechnischen Kontrolle des Bauwerkes während der durchzuführenden Maßnahmen. Daher wird im Vorfeld und parallel zu allen Maßnahmen eine messtechnische Überwachung der Uferwandkonstruktion vorgeschlagen (z. B. geodätische Messungen, visuelle Kontrollen). Versagenszustände können mit zeitnaher Auswertung der Messergebnisse frühzeitig erkannt werden, da die Uferwände u. E. in der Regel als duktil eingeschätzt werden können und sich Versagenszustände mit Verformungen ankündigen. Notwendige Gegenmaßnahmen sind in eine Ausführungsplanung aufzunehmen (z.B. sichernde Vorschüttung).

Sämtliche Maßnahmen sollten in Teilbereichen beginnen, wo die vorhandene Uferkonstruktion die geringste Schädigung und das höchste Sicherheitsniveau aufweist. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse können dann auf Bereiche mit geringerem Sicherheitsniveau übertragen werden.

Für das Einbringen der Spundwände ist an der Kanalsole die notwendige Baufreiheit herzustellen. Das Einbringen der Spundwände erfolgt im Pressverfahren. Mit diesem Verfahren ist nach unserer Einschätzung die geringste Beeinflussung zu erwarten. Diese deckt sich mit der Sicht des WSA Berlin auch unter Berücksichtigung der in den 90-iger Jahren fertig gestellten Abschnitte (Unterlage U 2.13).

Auch nach dem Sanierungsvorschlag von Frau Kleimeier wird der Einbau einer wasserseitig vorgesetzten Spundwand vorgesehen. Daher gelten die Anmerkungen auch dort.

Nach Einbringen der Spundwand soll bei der WSA-Lösung der Zwischenraum bis zur Uferkonstruktion mit Boden verfüllt werden. Entsprechend des Prüfberichtes von Dipl.-Ing. Krone darf die Hinterfüllung nicht verdichtet werden (Unterlage 2.1). Weiterhin muss dieser Bereich belastungsfrei bleiben. Hierfür ist ein geeignetes Kies / Sandgemisch zu wählen, um beim Unterwassereinbau eine ausreichende Lagerungsdichte zu erhalten.

Mit der vorgesetzten Spundwand und der beschriebenen Verfüllung kann ein Zustand erreicht werden, der eine ausreichende Geländebruchsicherheit für das Gesamtsystem gewährleistet. Für die späteren, bei Umsetzung der temporären WSA-Lösung zunächst nicht relevanten Untersuchungen zur Standsicherheit des Quadermauerwerkes sind nach unserer Einschätzung jedoch zusätzliche Betrachtungen auch unter Beachtung des Einflusses der Bäume notwendig.

### **5.3. Beurteilung der Notwendigkeit des Ersatzes der vorhandenen Sicherung**

Auf Grund des möglicherweise schädlichen Einflusses der bestehenden Baumsicherungen für das Wachstum der Bäume und der sehr geringen Standsicherheitsreserven sollte kurzfristig eine alternative temporäre Sicherung oder eine endgültige Sanierung der Uferwand durchgeführt werden. Bisher liegt für die endgültige Sanierung vom WSA Berlin kein Entwurf zur Machbarkeitsbewertung vor. Der Vorschlag der BAW gemäß Unterlage 2.4 ist nicht Inhalt der vorliegenden Machbarkeitsuntersuchung.

Durch das WSA Berlin ist bisher nur die o. g. Maßnahme geplant. Somit soll eine temporäre Maßnahme der Bausicherungen durch eine weitere temporäre Maßnahme ersetzt werden.

#### **5.4. Bewertung der Dauer bis zur endgültigen Sanierung der Uferwand**

Die vorgesezte Spundwand mit Hinterfüllung wurde vom Büro Plass Ingenieure Berlin für den Bauzustand bemessen. In der Regel werden temporäre Bauteile in Bauzuständen für einen Zeitraum bis zu 2 Jahren auch ohne besondere Korrosionsschutzmaßnahmen und Abrostungszuschläge ausgelegt.

Dennoch erfolgte eine statische Berechnung mit unverändertem System für den Endzustand vom Büro Plass Ingenieure Berlin. Entsprechend der Forderung des Prüflingenieurs Dipl.-Ing. M. Krone ist für die Spundwand ein Abrostungszuschlag nach EAU 2004 zu berücksichtigen, da keine Korrosionsschutzmaßnahmen geplant wurden. Aus statischer Sicht kann nach unserer Einschätzung mit der geplanten vorgesezten Spundwand ein Einsatzzeitraum von 80 bis 100 Jahren realisiert werden.

Die vom WSA Berlin vorgeschlagene Maßnahme ist geeignet, ein ausreichendes Sicherheitsniveau für den unteren Bereich der Uferwand sicherzustellen.

#### **5.5. Bewertung zur Stadtbildverträglichkeit und zum Denkmalschutz**

Die bestehenden Baumsicherungen sind ein temporäres Sicherungselement. Es ist eine Wartung der Konstruktion notwendig, z. B. Lockern der Gurte für das Stammwachstum, ggf. Ersatz einzelner Tragelemente. Für das Stadtbild wirken die vorhandenen Baumsicherungen störend. Auch aus ästhetischer Sicht wäre ein Rückbau der bestehenden Baumsicherungen wünschenswert.

Bisher sind an der bestehenden Uferwand keine Änderungen vorgenommen worden. Mit dem Einbringen der vorgesezten Spundwand wird das Erscheinungsbild des Ufers jedoch massiv verändert. Dies ist aus Gesichtspunkten des Denkmalschutzes nicht wünschenswert, jedoch, da es sich um eine temporäre, kurzzeitige Maßnahme handelt, hinnehmbar. Auf Grund der nachgewiesenen Standsicherheitsprobleme und der damit verbundenen Gefährdung ist der Denkmalschutz u. E. nachrangig zu betrachten.

## 5.6. Zusammenfassung zur WSA-Lösung

Zusammenfassend kann zur WSA-Lösung ausgeführt werden, dass eine technische Machbarkeit mit der Einschränkung der Notwendigkeit zusätzlicher Untersuchungen zum Quadermauerwerk gegeben ist. Jedoch wird eine temporäre Lösung (Baumsicherungen) durch eine weitere temporäre Lösung (hinterfüllte Spundwände) ersetzt.

Der optische Eindruck auf der Landseite wird durch den Rückbau der Baumsicherungen deutlich verbessert. Demgegenüber wird die wasserseitige Ansicht der Uferkonstruktion bis zu einer endgültigen Sanierung stark verändert.

Weiterhin ergibt sich temporär eine verringerte Kanalbreite mit entsprechenden Einschränkungen für den Schiffsverkehr.

## 6. LÖSUNGSVORSCHLAG FRAU KLEIMEIER

### 6.1. Beschreibung der vorgeschlagenen Varianten

Für das „Pilotprojekt Corneliusufer“ wurden von Frau Dipl.-Ing. Architektin U. Kleimeier 2 Sanierungsvorschläge, nachfolgend als Variante I und II bezeichnet, vorgelegt (Unterlage 2.2). Bei der Ertüchtigung der Uferwand wird für beide Lösungen eine endgültige Sanierung der Uferwand angestrebt, wobei sich nach Umsetzung des temporären Sicherungszustandes die Arbeiten zur Erreichung des Endzustandes eventuell nicht unmittelbar anschließen.

#### Variante I (siehe Anlage 3)

Die Variante I des „Lösungsvorschlages Frau Kleimeier“ sieht, analog zur WSA – Lösung, den Einbau von wasserseitig vorgesetzten Spundwänden vor. Es soll jedoch keine Hinterfüllung eingebracht werden. Stattdessen wird eine Stahlaussteifungs-konstruktion zwischen Spundwand und Uferwand eingeplant (vgl. Anlage 3). Im Schutze einer Grundwasserabsenkung soll die bestehende Uferwand durch Stahlbetonbauteile, Injektionen u.ä. ertüchtigt werden. Die einzelnen Maßnahmen werden nachfolgend erläutert.

Entsprechend der Kurzbeschreibung von Frau Kleimeier werden folgende Teilmaßnahmen geplant:

#### 1. Vorbereitende Maßnahmen

- Einbau einer Spundwand vor der Ufermauer im Wasser
- Einbau der Aussteifung (obere Lage sofort)

#### 2. Sicherungsmaßnahmen

Die nachfolgenden Maßnahmen erfolgen in trockengelegten Abschnitten von ca. 30 m Länge

- Wasserhaltung im zu bearbeitenden Abschnitt
- Einbau der unteren Aussteifung
- Aushub/Absaugen der losen Sohle entlang der bestehenden Stützmauer und Abtrennen der bestehenden Holzspundwand
- Einbauen von Sohlbeton
- Ggf. Verpressen von statisch relevanten Rissen in der Stampfbetonwand
- Statische Verstärkung der unteren Stützwand durch einen etwa 25 cm starken, bewehrten Spritzbetonauftrag über die gesamte Fläche

- Verankerung des oberen Stützwandbereiches durch den Einbau von Schubdollen im Quadermauerwerk
  - Stabilisierung des hinterfüllten Bereiches durch Schaummörtelinjektion
3. Steinrestauratorische Maßnahmen und optische Aufbereitung
- Substanzschonende Reinigung der Mauerwerksoberfläche
  - Steinmetzmäßige Überarbeitung von Schadstellen
  - Wiedereinbau der zwischengelagerten Quader; ggf. Einzelsteinaustausch
  - Ausbessern bzw. Erneuern der Fugen
4. Abschließende Arbeiten
- Abtrennen der Spundwand oberhalb des Kanalbettes

#### **Variante II (siehe Anlage 4)**

Die Variante II geht ebenfalls von wasserseitig vorgesetzten Spundwänden aus. Anschließend soll zwischen der Uferkonstruktion und der Spundwand ein Unterwasserbeton angeordnet werden. Entsprechend der Darstellung soll die Spundwand an der Oberkante des Unterwasserbetons abgetrennt werden. Eine detaillierte Beschreibung ist den vorliegenden Unterlagen nicht zu entnehmen. Außer dem mind. 1 m starken Unterwasserbeton ist diese Lösung analog zur Variante I.

Auch wenn bei dieser Variante eine reguläre Grundwasserabsenkung entfällt, so ist doch nicht auszuschließen, dass eine Zuströmung durch den Schwergewichtskörper der Uferwand hindurch erfolgen könnte, eventuell auch verbunden mit einem Materialtransport. Für die Trockenhaltung der Baugrube ist während der Bauzeit eine Restwasserhaltung erforderlich.

Somit werden folgende Maßnahmen eingeplant:

1. Vorbereitende Maßnahmen
  - Einbau einer Spundwand vor der Ufermauer im Wasser
  - Einbau Unterwasserbeton mit Auftriebssicherung über die Spundwand
2. Sicherungsmaßnahmen

Die nachfolgenden Maßnahmen erfolgen in trockengelegten Abschnitten von ca. 30 m Länge

  - Einbau der oberen Aussteifung (Anmerkung: Die Absteifung ist nicht in der Unterlage 2.2 angegeben, wird jedoch unverzichtbar sein.)
  - Lenzen des zu bearbeitenden Abschnittes, Restwasserhaltung

- Abtrennen der bestehenden Holzspundwand
  - Ggf. Verpressen von statisch relevanten Rissen in der Stampfbetonwand
  - Statische Verstärkung der unteren Stützwand durch einen etwa 25 cm starken, bewehrten Spritzbetonauftrag über die gesamte Fläche
  - Verankerung des oberen Stützwandbereiches durch den Einbau von Schubdollen im Quadermauerwerk
  - Stabilisierung des hinterfüllten Bereiches durch Schaummörtelinjektion
3. Steinrestauratorische Maßnahmen und optische Aufbereitung
- Substanzschonende Reinigung der Mauerwerksoberfläche
  - Steinmetzmäßige Überarbeitung von Schadstellen
  - Wiedereinbau der zwischengelagerten Quader; ggf. Einzelsteinaustausch
  - Ausbessern bzw. Erneuern der Fugen
4. Abschließende Arbeiten
- Abtrennen der Spundwand oberhalb des Unterwasserbetons

## **6.2. Bewertung der Notwendigkeit und Dauer**

Die Bewertung der Notwendigkeit ist grundsätzlich mit der WSA-Lösung identisch. Daher wird hier auf das Kapitel 5.3 verwiesen. Der Vorschlag von Frau Kleimeier zielt jedoch darüber hinaus auf eine endgültige Sanierung der Uferwand.

## **6.3. Bewertung zur Stadtbildverträglichkeit und zum Denkmalschutz**

Die Arbeitsschritte gemäß des Lösungsvorschlages von Frau Kleimeier sehen weitgehend eine Erhaltung des Bestandes vor. Für die Detailpunkte zur Absteifung der Uferwand, zur Herstellung der Schubdollen und der Injektionen usw. ist eine Abstimmung mit der Denkmalbehörde notwendig. Das ursprüngliche Stadtbild bleibt im Endzustand weitgehend erhalten. Für den zwischenzeitlichen Sicherungszustand ergeben sich ähnliche Einschränkungen wie bei der temporären WSA-Lösung.

#### 6.4. **Bewertung der statisch-konstruktive Ausführbarkeit**

Grundlage für die statisch-konstruktive Ertüchtigung der Uferwandkonstruktion sollten vertiefte Bestandsanalysen, sowie ergänzende statische Untersuchungen des Ausgangszustandes sein. Hierzu verweisen wir auf das Kapitel 5.1.

Nachfolgend wird die statisch konstruktive Ausführbarkeit zunächst für die Variante I bewertet.

##### **Einbau der Spundwand**

Zum Einbringen der Spundwand wird auf die WSA-Lösung verwiesen. Die im Kapitel 5 gegebenen Erläuterungen gelten auch hier.

##### **Absteifung**

Die vorhandene Uferkonstruktion soll gegen die Spundwand abgesteift werden. Nach unserer Einschätzung wird an der Uferwand eine entsprechende Lastverteilung notwendig sein. In der Unterlage 2.12 wurde dieser Punkt von Frau Kleimeier aufgegriffen und es wurden mögliche Ausführungsvarianten erläutert. Grundsätzlich halten wir eine derartige Konstruktion für ausführbar. Die genaue Ausbildung kann jedoch nur auf der Grundlage einer statischen Berechnung und Planung festgelegt werden. An dieser Stelle wird jedoch auf die begrenzte Lastaufnahmemöglichkeit in den Lagerfugen des Quadermauerwerks und die Defizite in der Kippsicherheit hingewiesen.

Analog gilt das Erläuterte für die eingeplante untere Absteifung. In Abhängigkeit vom statischen Nachweis können ggf. weitere Absteifungen notwendig werden.

##### **Umschließung der Arbeitsabschnitte**

In der folgenden Phase soll das Wasser in Abschnitten von ca. 30 m für die Trockenlegung abgesenkt werden. Hierzu ist zunächst eine Abschottung zum Kanal sicherzustellen. Die Abschottung wird im Wesentlichen durch die wasserseitige Spundwand sichergestellt. Etwas problematisch ist die wasserdichte Abschottung an den Stirnseiten des jeweiligen Abschnittes, welche auch einen hydraulischen Grundbruch durch einströmendes Kanalwasser verhindern muss. Im Zuge einer zu erstellenden Planung ist hierzu eine Lösung zu erarbeiten. Grundsätzlich halten wir diesen Punkt für lösbar. Im Hinblick auf die Ausführung der Spritzbetonarbeiten ist die bisher vorgesehene Breite der Arbeitsabschnitte als zu klein zu bewerten.

### **Grundwasserabsenkung**

Bei der Wasserhaltung ist eine Absenkung bis ca. 0,5 m unter Kanalsohle notwendig. Ausgehend von einem Grundwasserspiegel bei ca. +32,10 mNN ergibt sich eine Absenkung um ca. 2,5 m bis ca. +29,60 mNN. Die Absenkung ist beispielsweise über Brunnen im Uferbereich oder Lanzen möglich. Für die Bewertung der Wasserhaltung wird auf das Kapitel 6.7 verwiesen.

### **Aushub im Sohlbereich**

Gemäß Angabe von Frau Kleimeier ist mit dem Absaugen /Aushub der losen Sohle entlang der bestehenden Stützmauer die inzwischen abgelagerte „Schlammschicht“ gemeint. Dem Hinweis auf die DIN-Norm 4123 zu abschnittswisen Aushub kann nicht gefolgt werden, da die genannte Norm hier nicht anwendbar ist. Die jeweiligen Aushubzustände sind statisch nachzuweisen.

### **Abtrennen der Holzspundwand**

Für die bestehende Uferwand ist keine ausreichende Kippsicherheit gegeben, wobei die bestehende Holzspundwand vernachlässigt wurde (vgl. Unterlage 2.19). Möglicherweise trägt diese Holzspundwand jedoch zum Lastabtrag bei. Das Abtrennen der bestehenden Holzspundwand ist nach unserer Einschätzung nur mit einem entsprechenden Nachweis der Standsicherheit möglich.

Hinzuweisen ist hier auf den Schadenshergang am Maybachufer. Da der Uferabbruch hier nur wenige Tage nach dem Aufschwemmen der Holzspundwände bzw. der Bergung weiterer Holzspundbohlen während der Taucheruntersuchung erfolgte, kann nicht ausgeschlossen werden, dass diese Schwächung der unmittelbare Auslöser für das Versagen der Uferkonstruktion war.

### **Spritzbetonherstellung**

Die Herstellung des Sohlbetons und das Verpressen der statisch relevanten Risse in der Stampfbetonwand sind nach unserer Einschätzung relativ problemlos ausführbar. Für das Verpressen sind jedoch Eignungstests und Kontrollen erforderlich.

Mit dem Lösungsvorschlag von Frau Kleimeier ist eine statische Verstärkung der unteren Stützwand durch einen rund 25 cm starken, bewehrten Spritzbetonauftrag über die gesamte Fläche vorgesehen. Gemäß DIN 18551 „Spritzbeton –

Anforderungen, Herstellung, Bemessung und Konformität“ beträgt der Abstand zwischen Spritzdüse und Auftragsfläche üblicherweise zwischen 1,5 und 0,5 m. Nach Rücksprache mit einer ausführenden Baufirma aus dem Bereich Tunnelbau ist als Arbeitsraum ein Maß von ca. 2 bis 3 m notwendig. Der vorhandene Arbeitsraum gemäß Vorschlag von Frau Kleimeier wird daher als zu gering bewertet.

Die notwendige Verbreiterung des Arbeitsraumes ist zum einen problematisch für die Schifffahrt, zum anderen ist die Munitionsfreiheit nur für den Streifen der bisher geplanten Trasse mit einer Breite von ca. 1,5 m gegeben. Ein Verschieben der Spundwandtrasse um 0,3 m bis 0,5 m wäre möglich. Eine größere Verschiebung würde daher aller Voraussicht nach eine neuerliche Untersuchung auf Munitionsfreiheit erfordern.

Wie grundsätzlich auch bei allen anderen Bauverfahren sind hier die resultierenden Lärm- und Staubemissionen zu beachten.

Alternativ wurde von Frau Kleimeier vorgeschlagen, dass bei zu wenig Arbeitsraum anstatt des Spritzbetons ein Ortbeton eingebracht werden kann. Dies ist nach unserer Einschätzung möglich.

### **Sanierung der Ziegelflachsicht, Herstellung der Schubdollen**

Entsprechend den ergänzenden Erläuterungen von Frau Kleimeier (Unterlage 2.12) ist eine Sanierung der Ziegelflachsicht durch Beton und die Verankerung des oberen Stützwandbereiches durch den Einbau von Schubdollen im Quadermauerwerk vorgesehen. Die Sanierung der Ziegelflachsicht wird auch bei der WSA-Lösung eingeplant. Die Ausführung ist nach unserer Einschätzung realisierbar.

Der Detailpunkt für die Schubdollen ist entsprechend statisch nachzuweisen. Das Einbringen der Schubdollen soll nach Information von Frau Kleimeier über Kernbohrungen im Quadermauerwerk erfolgen, wobei die entstehenden Löcher nach Absprache mit dem Denkmalamt durch die erbohrten Kerne verschlossen werden sollen.

### **Injektion**

Der Lösungsvorschlag von Frau Kleimeier sieht zur Stabilisierung des Bereiches hinter dem Quadermauerwerk eine Schaummörtelinjektion vor. Entsprechend den ergänzenden Erläuterungen von Frau Kleimeier (Unterlage 2.12) soll nunmehr auf den Schaummörtel verzichtet und stattdessen eine Zementinjektion durchgeführt werden.

Diese Injektion bewerten wir kritisch. U.E. kann der Druck nicht ausreichend genau gesteuert werden. Es besteht die Gefahr, dass es durch die Injektionen zu einer Verformung des Quadermauerwerks kommt. Unter Umständen ist hierzu ein Versuchsfeld möglich. Weiterhin sollte zumindest ein Feinstzement gewählt werden, der die Eigenschaft besitzt, auch in den Porenraum des Bodens einzudringen.

Mit den vorgeschlagenen Injektionen kann nach unserer Einschätzung keine nachweisbare Verbesserungswirkung für das Quadermauerwerk erzielt werden. Weiterhin wird mit den beschriebenen Maßnahmen die Kippsicherheit der Konstruktion nicht wesentlich verbessert. Nach unseren überschläglichen Vergleichsberechnungen kann mit der vorgeschlagenen Ertüchtigung kein ausreichendes Sicherheitsniveau erreicht werden. Hierzu verweisen wir auch auf die Unterlage 2.19.

### **Steinrestauratorische Maßnahmen und optische Aufbereitung**

Es folgen die Arbeitsschritte

- Substanzschonende Reinigung der Mauerwerksoberfläche
- Steinmetzmäßige Überarbeitung von Schadstellen
- Wiedereinbau der zwischengelagerten Quader; ggf. Einzelsteinaustausch
- Ausbessern bzw. Erneuern der Fugen

### **Abtrennen der Spundwand**

Das abschließende Abtrennen der Spundwand oberhalb des Kanalbettes muss nach erfolgtem Wasserausgleich durch Taucher vorgenommen werden.

### **Unterwasserbeton**

Der wesentliche Unterschied zwischen Variante I und Variante II ist die Herstellung des Unterwasserbetons zwischen der Spundwand und der bestehenden Uferwand. Diese Lösung hat den Vorteil, dass eine Grundwasserabsenkung vermieden wird.

Problematisch sind jedoch die Fugen zur Uferwand (Stichwort: Holzspundwand) und an den Stirnseiten der jeweiligen Abschnitte. Weiterhin liegen bisher keine Erkenntnisse zur Dichtigkeit des vorhandenen Schwergewichtskörpers vor. Unkontrollierte Wasserzutritte, insbesondere Zutritte mit Bodenentzug müssen verhindert werden. Daher sollte zumindest eine visuelle Begutachtung durch Taucher und für jeden Abschnitt ein Pumpversuch, sowie Havariemaßnahmen eingeplant werden.

Die Wasserzutritte sind zu fassen und als Restwasser abzuleiten. Weiterhin kann ein Abtrennen der bestehenden Holzspundwand nur oberhalb des Unterwasserbetons erfolgen. Grundsätzlich halten wir eine Ausführung unter Berücksichtigung der genannten Punkte für möglich. Hiermit sind jedoch Risiken verbunden (Wasserzutritte mit Bodenentzug).

Die statisch-konstruktive Ausführbarkeit der Varianten I und II ist nur gegeben, wenn die Bauzustände und der Endzustand auch unter Berücksichtigung der Bestandserkundungen und der Baumlasten statisch nachgewiesen werden. Hierbei sind die genannten Punkte zu berücksichtigen.

## **6.5. Bewertung der Verfahrensschritte auf Umweltverträglichkeit**

Nachfolgend wird eine Bewertung der Umweltverträglichkeit der relevanten Verfahrensschritte vorgenommen. Die Maßnahmen ohne nennenswerten Einfluss auf die Umwelt werden dabei vernachlässigt. Gemeint sind hierbei:

- Einbau der Spundwand
- Einbau der Aussteifungen
- Aushub/Absaugen der losen Sohle entlang der bestehenden Stützmauer und Abtrennen der bestehenden Holzspundwand
- Verankerung des oberen Stützwandbereiches durch den Einbau von Schubdollen im Quadermauerwerk
- Substanzschonende Reinigung der Mauerwerksoberfläche
- Steinmetzmäßige Überarbeitung von Schadstellen
- Wiedereinbau der zwischengelagerten Quader; ggf. Einzelsteinaustausch
- Ausbessern bzw. Erneuern der Fugen
- Abtrennen der Spundwand oberhalb des Kanalbettes

Für die Umweltverträglichkeit der Wasserhaltungsmaßnahmen wird auf die Kapitel 6.6 und 6.7 verwiesen.

### **Betonkonstruktionen**

Mit dem Einbau des Sohlbetons zwischen der Spundwand und der vorhandenen Uferwandkonstruktion und der Verstärkung des Schwergewichtskörpers durch einen rund 25 cm starken Spritzbetonauftrag wird im „Trockenen“ eine Betonkonstruktion erstellt. Nach Erhärtung der Betonbauteile und dem Abtrennen der Spundwand wird die Konstruktion dem ständigen Kontakt zum Wasser ausgesetzt. Die Konstruktion ist daher nach Regeln für Ufereinfassungen auszulegen (vgl. Unterlage 2.20). Eine Umweltverträglichkeit ist in der Regel gegeben.

### **Unterwasserbeton, Rissverpressung und Injektionen**

Bei der Ausführung der Unterwasserbetonsohle, der Rissverpressung und der Injektion hinter dem Quadermauerwerk wird ein flüssiger oder pastöser Stoff eingebracht, der ggf. Kontakt zum Wasser hat. Entsprechend den Erläuterungen von Frau Kleimeier soll für die Injektion kein „Schaummörtel“ sondern ein Zementmörtel verwendet werden (Unterlage 2.12). Das Einbringen dieser Stoffe bedarf ebenso wie die Wasserhaltungsmaßnahmen einer wasserrechtlichen Erlaubnis. Die Erteilung dieser Erlaubnis ist üblicherweise mit diversen Auflagen verbunden. Hierzu zählen beispielsweise die Verwendung chromatarmer Zemente und Wasser in Trinkwasserqualität.

Nach unserer Einschätzung sind eine Genehmigungsfähigkeit und eine ausreichende Umweltverträglichkeit im Hinblick auf das Grundwasser gegeben. Durch einen Baumsachverständigen zu bewerten wäre jedoch die Möglichkeit einer Schädigung des unmittelbar an die Uferwand heranreichenden Wurzelwerkes. Hierzu wird auch auf den nachfolgenden Abschnitt verwiesen.

### **Baumschutz vor chemischen Verunreinigungen**

Besonders zu beachten ist nach unserer Einschätzung die Umweltverträglichkeit der gewählten Maßnahmen für die bestehenden Bäume. Hierzu ist die DIN 18920 zum Schutz von Bäumen zu beachten (Unterlage U 2.21). Grundsätzlich dürfen Vegetationsflächen nicht durch pflanzen- oder bodenschädliche Stoffe, z. B. Zemente oder andere Bindemittel, verunreinigt werden (DIN 18920, Abschnitt 4.2). Durch die Injektionen im quadernahen Bereich können Baumwurzeln betroffen sein.

U. E. sollte im Bereich der Baumwurzeln ohne eine vorherige Bewertung möglicher Wurzelschäden keine Zementinjektion vorgenommen werden.

### **Baumschutz bei Grundwasserabsenkungen**

Weiterhin ist der Einfluss der Grundwasserabsenkung auf die Umweltverträglichkeit zu bewerten. Im Bereich des Trichters mit Absenkung < 0,5 m ist eine Beeinflussung der Vegetation nicht zu erwarten, da solche Grundwasserveränderungen im natürlichen, jahreszeitlich bedingten Bereich liegen und die Vegetation dadurch nicht belastet wird. Bei den im Umfeld der Maßnahmen vorhandenen Absenkungen von bis ca. 2,5 m ist eine baubegleitende Überwachung erforderlich. Nach DIN 18920 sind die Bäume bei Grundwasserabsenkungen im gesamten unversiegelten Wurzelbereich ausreichend zu wässern. Zusätzlich können ausgleichende Maßnahmen, z. B. Verdunstungsschutz, Auslichten der Krone und ggf. zusätzliche Maßnahmen erforderlich werden. Die Arbeiten vollständig in die Wintermonate zu legen wird nach unserer Einschätzung nicht gelingen. Eine Umweltverträglichkeit der Wasserhaltungsmaßnahmen kann mit den beschriebenen Zusatzmaßnahmen erreicht werden.

## **6.6. Beurteilung der Zulässigkeit der Verfahren und Technologien**

Die vorgeschlagenen Maßnahmen von Frau Kleimeier werden mit Ausnahme der Grundwasserabsenkung und der Zementinjektion als zulässig eingeschätzt. Zu den beiden genannten Verfahren sind weitere Untersuchungen durchzuführen. Voraussetzung für die Realisierung der Sanierungsvariante ist der statische Nachweis für alle Bauzustände, die Einholung aller Genehmigungen und die Umsetzung der Auflagen. Die statischen Nachweise müssen nach den genormten Regeln geführt werden. Für Abweichungen sind bauaufsichtliche Zulassungen oder Zustimmungen im Einzelfall notwendig.

Die Eingriffe in das Grundwasser erfordern eine wasserrechtliche Erlaubnis. Diese ist bei der Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz (Wasserbehörde) zu beantragen. Von Frau Kleimeier hat hierzu eine Vorabstimmung beim zuständigen Sachbearbeiter stattgefunden (Unterlage 2.12). Die notwendige Absenkung wird demnach als genehmigungsfähig betrachtet.

Auf aussagefähige Antragsunterlagen, die notwendige Zustimmung der Fachbehörden usw. wird seitens der Behörde hingewiesen.

Auch von unserer Seite hat eine Abstimmung mit der Wasserbehörde stattgefunden. Eine genaue Bewertung ist erst mit Einreichung entsprechender Antragsunterlagen möglich. Üblicherweise wird die Erteilung einer wasserrechtlichen Erlaubnis mit diversen Auflagen verbunden sein. Es wird erwartet, dass eine umfangreiche Grundwasserbeobachtung, Beweissicherungen an Nachbargebäuden und in Abhängigkeit der zu fördernden Wassermenge eine Umweltverträglichkeitsprüfung gefordert wird. Zu den Reichweiten der Grundwasserabsenkung wird auf die Ausführungen im nachfolgenden Abschnitt verwiesen.

In der Umgebung des Kanals befinden sich verschiedene Bauwerke. Aus Beobachtungen und Rückrechnungen bei Wasserabsenkungen im Berliner Raum ist bekannt, dass bei einer Absenkung von ca. 1,0 m und der damit verbundenen Erhöhung der Raumwichte abhängig von der Lagerungsdichte der Sande eine Setzung von ca. 1 bis maximal 2 mm zu erwarten ist. Für größere Absenkungen werden entsprechend höhere Setzungen prognostiziert.

Für andere Böden müssen gesonderte Betrachtungen angestellt werden. Insbesondere für die Abschnitte mit anstehendem Torf und Faulschlamm (vgl. Unterlage 2.8) sind neben den zu erwartenden Setzungen auch Aspekte zur Gründung der Nachbargebäude zu betrachten. Sollten hier beispielsweise benachbarte Gebäude auf Holzpfählen gegründet sein, ist in jedem Fall ein Trockenfallen der bestehenden Pfahlgründung zu vermeiden, um einen Faulungsprozess zu verhindern.

## **6.7. Bewertungen der Auswirkungen auf Wasserhaushalt und -qualität**

Mit der Variante I wird eine Absenkung des Grundwassers um ca. 2,5 m in jeweils ca. 30 m langen Abschnitten eingeplant.

Für eine erste Prognose der Wassermengen und des Absenktrichters haben wir überschlägige Berechnungen erstellt (vgl. Anlage 7).

Mit dem Ansatz des Durchlässigkeitsbeiwertes von  $k_f = 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$  für die anstehenden Sandböden wurden für eine Absenkung über Brunnen und einen 30m-Abschnitt folgende Ergebnisse ermittelt (vgl. Unterlage 2.8):

- Reichweite des Absenkrichters  $R \approx 75 \text{ m}$
- Wassermenge  $Q \approx 20 \text{ m}^3/\text{h}$

In einem Abstand von ca. 30 m zur Baugrube wird noch eine Absenkung um ca. 1,0 m vorhanden sein.

Dieser Durchlässigkeitsbeiwert deckt sich jedoch nicht mit Erfahrungswerten für Berliner Boden, die wir bei Nachrechnung verschiedenster Wasserhaltungen gewonnen haben. Daher haben wir eine weitere Berechnung mit einem Durchlässigkeitsbeiwert  $k_f = 1 \times 10^{-3} \text{ m/s}$  durchgeführt. Hierbei wurden folgende Ergebnisse ermittelt:

- Reichweite des Absenkrichters  $R \approx 237 \text{ m}$
- Wassermenge  $Q \approx 175 \text{ m}^3/\text{h}$

Bei diesen Durchlässigkeiten würde sich der Bereich der 1,0 m-Absenkung bis zu einem Abstand von ca. 60 m erstrecken.

Eine genauere Prognose der Grundwasserabsenkung und der anfallenden Wassermenge könnte ggf. auf der Grundlage der Erfahrungen benachbarter Bauvorhaben abgeleitet werden.

In Anlage 8 haben wir für das Pilotprojekt ein Luftbild mit vereinfachten Darstellungen der Grundwasserabsenkungen als Prognose für die genannten Durchlässigkeitsbeiwerte beigelegt.

Für einen angesetzten Wasserhaltungszeitraum von ca. 7 Wochen und einen 30 m - Abschnitt würde sich hier eine Wassermenge von ca. 200.000  $\text{m}^3$  ergeben. Unter Berücksichtigung der weiteren Abschnitte muss bei diesen Wassermengen eine Umweltverträglichkeitsvorprüfung (UVP) als Einzelfallprüfung durchgeführt werden, da die zu fördernde Wassermenge oberhalb des im Berliner Wassergesetz genannten Schwellenwertes von 100.000  $\text{m}^3$  Grundwasserentnahme liegt.

Mit dem Einbringen von Zementmörtel wird der pH-Wert des Grundwassers verändert. Diese Veränderung wird üblicherweise toleriert. Zum Vergleich seien hier die Verpreßkörper von Baugrubenankern genannt.

Auch bei der Herstellung von Unterwasserbeton wird der pH-Wert des Wassers verändert. Das abzupumpende Wasser ist hierbei einer Neutralisation zuzuführen.

Es wird darauf hingewiesen, dass für eine Wiedereinleitung des geförderten Wassers in den Landwehrkanal oder einen R-Kanal eine Wasseranalyse vorzulegen ist. Nur bei Einhaltung der vorgegebenen Parameter ist eine Einleitung zulässig. Andernfalls ist das Wasser in einen Schmutzwasserkanal abzuleiten.

## **6.8. Bauzeitabschätzung**

Eine genaue Bauzeitabschätzung ist u. E. erst nach einer Bestandserkundung und der statischen Dimensionierung möglich. Dennoch haben wir eine überschlägige Bauzeitabschätzung durchgeführt (vgl. Anlage 5 und 6).

Bei der Ertüchtigung der Uferwand erfolgt zunächst die Herstellung eines temporären Sicherungszustandes. Anschließend sollen die vorhandenen Baumsicherungen für einem temporären Sicherungszustand zurückgebaut werden. Die erforderlichen Arbeiten zur Erreichung des Endzustandes schließen sich nach Aussage von Frau Kleimeier eventuell nicht unmittelbar an.

Wir erwarten für die Variante I eine Bauzeit für einen „30 m-Abschnitt“ von ca. 9 Wochen. Für die Variante II haben wir eine erforderliche Bauzeit in einem „30 m-Abschnitt“ von ca. 11 Wochen prognostiziert (Zeitraum für Bau- und Endzustand in einem „30 m-Abschnitt“). Die Gesamtbauzeiten betragen bei Annahme einer aufeinanderfolgenden Abarbeitung der ca. 7 Einzelabschnitte am Corneliusufer somit mindestens 65 Wochen für Variante I bzw. 80 Wochen für Variante II. Bei gleichzeitiger Ausführung einzelner Abschnitte kann ggf. eine Bauzeitverkürzung erreicht werden.

Wir möchten jedoch darauf hinweisen, dass in diesen Zeiträumen ein optimaler Bauablauf berücksichtigt wurde. Zeitliche Verzögerungen zwischen den einzelnen Gewerken sind ebenso wenig enthalten wie ggf. notwendige Zusatzmaßnahmen.

Durch die Baumaßnahmen wird es zu einer Beeinträchtigung für die Schifffahrt kommen, da nach unserer Einschätzung das Winterhalbjahr als Zeitraum nicht ausreichend ist.

### **6.9. Empfehlungen für die weitere Vorgehensweise**

Es wird empfohlen, im Vorfeld eine detaillierte Bestandserkundung durchzuführen. Hierzu wird auf das Kapitel 3 verwiesen.

Weiterhin sollte für die vorhandenen Bäume ein wirklichkeitsnaher Lastansatz festgelegt werden.

Auf dieser Grundlage sollte die statische Dimensionierung an einem repräsentativen Querschnitt für alle Bauzustände und den Endzustand durchgeführt werden. Eine frühzeitige Einbindung des Prüfenieurs wäre hierbei sinnvoll.

Besonders zu beachten sind hierbei die sehr geringen Tragreserven gegenüber dem Bruchzustand.

Bei der Bauausführung wird die Anwendung der „Beobachtungsmethode“ nach DIN 1054:2005-01 empfohlen.

### **6.10. Zusammenfassung zum Lösungsvorschlag Frau Kleimeier**

Die von Frau Kleimeier vorgelegten Varianten I und II unterscheiden sich von der zunächst nur temporären WSA-Lösung grundsätzlich darin, dass mit der Sanierung eine sofortige Lösung für den Endzustand angestrebt wird. Insofern enthalten die Varianten neben der Sicherung der Schwergewichtswand auch Vorschläge für die dauerhafte Ertüchtigung des Quadermauerwerkes.

Die entwickelten Arbeitsabfolgen gehen von der Prämisse aus, dass die Schifffahrt im Endzustand nach der Sanierung nicht eingeschränkt wird. Durch das Verbleiben eines Betonblockes oberhalb der Kanalsohle wird diese Randbedingung bei der Variante II nicht erfüllt.

Die einzelnen Arbeitsschritte wurden hinsichtlich ihrer statisch-konstruktiven Machbarkeit, ihrer Umweltverträglichkeit sowie ihrer Genehmigungsfähigkeit bewertet. Grundsätzlich werden die beiden vorgelegten Varianten als ausführbar bewertet, wobei jedoch noch eine Vielzahl an offenen Fragen zu klären ist. Diese betreffen in erste Linie die Umweltverträglichkeit der vorgesehenen Technologien und hier insbesondere der Zementinjektion sowie die Grundwasserabsenkung. Die Einflüsse der Zementinjektion auf das Wachstum der bis unmittelbar an die Uferwand heranreichenden Baumwurzeln sowie die möglichen Auswirkungen der Grundwasserabsenkung auf die benachbarte Vegetation bzw. die im Absenkrichter liegenden Bauwerke erfordern vertiefte Untersuchungen und eine Abklärung genehmigungstechnischer Fragen.

Zur abschließenden Bewertung der statisch-konstruktiven Machbarkeit sind Standsicherheitsnachweise zu erarbeiten, insbesondere für das Quadermauerwerk, sowie einzelne Verfahrensdetails zu konkretisieren. Zu der Ausführung der Injektionen wird ein Versuchsfeld empfohlen. Für die Spritzbetonarbeiten ist der Arbeitsraum zu vergrößern, was Auswirkungen auf die Schifffahrt hat und eine neuerliche Munitionssuche erfordert. Alternativ könnte eine Herstellung in Ort beton erfolgen.

Hinsichtlich der der Stadtbildverträglichkeit sowie des Denkmalschutzes sind die Varianten von Frau Kleimeier während der Bauzeit mit der WSA-Lösung vergleichbar. Für die daran anschließende Nutzungsphase sind sie jedoch als günstiger zu beurteilen, da die Beeinträchtigungen nicht andauern und der vorherige Zustand im Wesentlichen wiederhergestellt ist.

## 7. GEGENÜBERSTELLUNG DER VOR- UND NACHTEILE

In der nachfolgenden Tabelle werden wesentliche Punkte der diskutierten Lösungsvorschläge gegenübergestellt.

**Tabelle 2:** Gegenüberstellung der Lösungsvorschläge

Zustand	WSA - Lösung	Lösungsvorschlag Frau Kleimeier Variante I		Lösungsvorschlag Frau Kleimeier Variante II	
	Temporärer Sicherungszustand	Temporärer Sicherungszustand	Endzustand	Temporärer Sicherungszustand	Endzustand
<b>Bauzeit</b>	ca. 12 Wochen (jedoch für 370 m) zuzüglich Standzeit und Herstellungszeitraum für eine endgültige Lösung	ca. 14 Wochen zuzüglich Herstellungszeitraum für den Endzustand	mind. 51 Wochen, zuzüglich Bauzeit für den Bauzustand	ca. 21 Wochen zuzüglich Herstellungszeitraum für den Endzustand	mind. 59 Wochen, zuzüglich Bauzeit für den Bauzustand
<b>Stadtbildverträglichkeit</b>	starke temporäre Veränderung des wasserseitigen Erscheinungsbildes	starke temporäre Veränderung des wasserseitigen Erscheinungsbildes	gut, da Erscheinungsbild nicht verändert wird	starke temporäre Veränderung des wasserseitigen Erscheinungsbildes	gut, da Erscheinungsbild nicht verändert wird
<b>Denkmalschutz</b>	vorhandene Konstruktion kaum verändert, jedoch durch die vorgesetzte Uferwand temporär stark verdeckt	temporär stark beeinträchtigt	gut, da nur bauzeitliche Eingriffe in die Substanz erforderlich	temporär stark beeinträchtigt	gut, da nur bauzeitliche Eingriffe in die Substanz erforderlich
<b>Baumschutz</b>	ist gegeben	Ist gegeben	eingeschränkt gegeben, da für die Herstellung eine Grundwasserabsenkung und Injektionen geplant sind	ist gegeben	eingeschränkt gegeben, da Injektionen geplant sind
<b>Umweltverträglichkeit, Grundwasser</b>	ist gegeben, ggf. nur geringfügige offene Grundwasserhaltung für die Herstellung notwendig	ist gegeben	ist gegeben bis auf die massive bauzeitliche Grundwasserabsenkung mit Beeinflussung der Vegetation und der Nachbargebäude, sowie der Injektionen	ist gegeben, es wird eine Trogbaugrube geplant, es bestehen jedoch Risiken für die Dichtigkeit der Uferwand während der Bauzeit	ist gegeben bis auf die Injektionen

	WSA - Lösung	Lösungsvorschlag Frau Kleimeier Variante I		Lösungsvorschlag Frau Kleimeier Variante II	
Zustand	Temporärer Sicherungszustand	Temporärer Sicherungszustand	Endzustand	Temporärer Sicherungszustand	Endzustand
<b>Statischer Nachweis</b>	geprüfte Statik liegt für temporäre Spundwand mit Hinterfüllung vor	statische Berechnung liegt noch nicht vor, endgültige Beurteilung erst anschließend möglich	statische Berechnung liegt noch nicht vor, endgültige Beurteilung erst anschließend möglich	statische Berechnung liegt noch nicht vor, endgültige Beurteilung erst anschließend möglich	statische Berechnung liegt noch nicht vor, endgültige Beurteilung erst anschließend möglich
<b>Ausführbarkeit</b>	ist gegeben	ist nach Anpassungen und Vorlage der statischen Nachweise gegeben	ist nach Anpassungen, Klärung der Genehmigungsfähigkeit der eingesetzten Technologien und Vorlage der statischen Nachweise gegeben	ist nach Anpassungen und Vorlage der statischen Nachweise gegeben, tendenziell besser als Variante I, da Unterwasserbetonsohle zusätzliche Stützung liefert	ist nach Anpassungen, Klärung der Genehmigungsfähigkeit der eingesetzten Technologien und Vorlage der statischen Nachweise gegeben
<b>Kanalquerschnitt</b>	wird temporär eingeschränkt	bauzeitlich durch Vergrößerung der Arbeitsbreite stärker eingeschränkt	bleibt im Endzustand im Wesentlichen erhalten	bauzeitlich durch Vergrößerung der Arbeitsbreite stärker eingeschränkt	durch UW-Beton im Endzustand dauerhaft eingeschränkt

## 8. ZUSAMMENFASSUNG

Im Vorfeld einer Bauausführung wird zunächst eine Bestandserkundung und Dokumentation empfohlen. Da eine genaue Prognose des Bauwerks- und Baugrundverhaltens u. E. nicht erstellt werden kann, ist die Anwendung der Beobachtungsmethode nach DIN 1054:2005-01 sinnvoll. Es wird eine Kombination der üblichen geotechnischen Untersuchungen und Berechnungen (Prognosen) mit einer laufenden messtechnischen Kontrolle des Bauwerkes und des Baugrundes während der durchzuführenden Maßnahmen empfohlen.

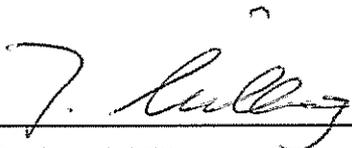
Mit dem Vorschlag vom WSA Berlin liegt eine geprüfte statische Lösung vor. Diese Lösung ist jedoch nur temporär. Die bestehenden Baumsicherungen über die Betonblöcke mit den Abspannungen werden durch eine weitere temporäre Maßnahme ersetzt. Ergänzend wird empfohlen, statische Nachweise für das Quadermauerwerk auch unter Berücksichtigung eines wirklichkeitsnahen Lastansatzes für die vorhandenen Bäume zu führen. Das wasserseitige Erscheinungsbild der Uferwand wird jedoch stark verändert. Aus Sicht des Denkmalschutzes ist diese Lösung nicht wünschenswert. Die technische Machbarkeit ist jedoch gegeben.

Von Frau Kleimeier lagen 2 Lösungsvorschläge vor, deren Machbarkeit bewertet wurde. Bei der Ertüchtigung der Uferwand wird für beide Lösungen eine endgültige Sanierung der Uferwand angestrebt, wobei sich nach Umsetzung des temporären Sicherungszustandes die Arbeiten zur Erreichung des Endzustandes eventuell nicht unmittelbar anschließen. Eine abschließende Beurteilung der Sanierungsvorschläge ist noch nicht möglich, da eine statische Dimensionierung nicht vorliegt.

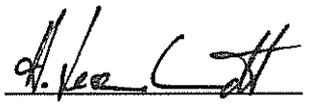
Nach unserer Einschätzung sind die vorgeschlagenen Maßnahmen für eine Sanierung nicht ausreichend (Stichwort: Kippsicherheit des Quadermauerwerkes). Die Stadtbildverträglichkeit und der Denkmalschutz werden bei den vorgeschlagenen Lösungen als gut bewertet. Die Umweltverträglichkeit und der Baumschutz sind mit Ausnahme der geplanten Injektionen gegeben. Auf die massive Grundwasserabsenkung für die Variante I und die möglichen Folgen wird hingewiesen.

Aus unserer Sicht liegen mit den von Frau Kleimeier entwickelten Sanierungsvarianten Lösungen vor, welche mit den notwendigen Anpassungen, Ergänzungen und vorbehaltlich einer abschließenden Prüfung Aussicht auf erfolgreiche Realisierung haben.

Für ergänzende Erläuterungen und Beratungen stehen wir gern zur Verfügung.



Dr.-Ing. J. Mittag



Dipl.-Ing. H. Leonhardt

<b>ANLAGEN</b>	<b>ANZAHL DER SEITEN</b>
1. Regelquerschnitt mit Schadensbild	1
2. Darstellung Sanierungsvorschlag gemäß WSA Berlin	1
3. Darstellung Maßnahmen Sanierungskonzept Frau Kleimeier Variante I	2
4. Darstellung Maßnahmen Sanierungskonzept Frau Kleimeier Variante II	2
5. überschlägliche Bauzeitabschätzung für Lösungsvorschlag Frau Kleimeier – Variante I	1
6. überschlägliche Bauzeitabschätzung für Lösungsvorschlag Frau Kleimeier – Variante II	1
7. Prognose der Wassermenge und des Absenktrichters für Lösungsvorschlag Frau Kleimeier – Variante I	12
8. Darstellung der Grundwasserabsenkung im Luftbild	2