

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Christian Moormann

c/o PROF. MOORMANN GEOTECHNIK CONSULT  
Ingenieurbüro für Geotechnik und Spezialtiefbau



PROF. MOORMANN GEOTECHNIK CONSULT  
Möhringer Landstraße 58 · D-70563 Stuttgart

Regierungspräsidium Tübingen  
Referat 53.2 – Gewässser I. Ordnung  
Gewässerökologie Hochwasserschutz  
Neckar – Bodensse  
Konrad-Adenauer-Straße 20  
72072 Tübingen

per eMail: Lothar.Heissel@rpt.bwl.de  
Murat.Aydin@rpt.bwl.de

**Kressbronn am Bodensee  
Uferrenaturierung zwischen Seepark und Seegarten**

**Geotechnische Prüfung**

**PR Ü F B E R I C H T N R. 01**

▪ **Geotechnischer Untersuchungsbericht**

**Projekt:** Kressbronn am Bodensee  
Uferrenaturierung zwischen Seepark und Seegarten

**Bauwerk:** -

**Bauteil:** -

**Bauherr/Auftraggeber:** Regierungspräsidium Tübingen  
Referat 53.2 – Gewässser I. Ordnung  
Gewässerökologie Hochwasserschutz  
Neckar – Bodensse  
Herr Lothar Heissel  
Herr Murat Aydin  
Konrad-Adenauer-Straße 20, 72072 Tübingen

**Bauausführung:** -

**Planer:** Planstatt Senner  
Landschaftsarchitektur | Umweltplanung | Stadtentwicklung  
Breitlestraße 21, 88662 Überlingen

**Baugrundgutachter:** Dr.-Ing. Georg Ulrich - Geotechnik GmbH  
Herr Dr.-Ing. Peter Beutinger  
Zum Brunnentobel 6  
88299 Leutkirch

**Ort, Datum:** Stuttgart, 26.01.2023

**Textseiten; Anlagen:** 13; keine

- BERATUNG
- ERKUNDUNG
- PLANUNG
- PRÜFUNG
- ÜBERWACHUNG

Inhaber:

**Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil.  
Christian Moormann**

Ordinarius und Direktor  
des Institutes für Geotechnik  
der Universität Stuttgart  
öffentlich bestellter und  
vereidigter Sachverständiger  
für Erdbau, Grundbau, Felsbau  
sowie Spezialtiefbau

Möhringer Landstraße 58  
D-70563 Stuttgart

Tel. +49 (0)711 / 685 62437

Fax +49 (0)711 / 685 62439

Mobil: +49 (0)170 / 200 1749

sekretariat@moormann-geotechnik.de

26. Januar 2023

Schriftstück-Nr. M18006P001



## 1 Vorgang und Auftrag

Das Regierungspräsidium Tübingen, Referat 53.2 – Gewässer I. Ordnung Gewässerökologie Hochwasserschutz Neckar – Bodensee, plant in Kressbronn am Bodensee das bestehende Ufer des Bodensees zu renaturieren. In dem hier gegenständlichen Abschnitt zwischen dem Seegarten mit dem Landungssteg im Osten und dem Seepark im Westen soll die Renaturierung durch eine wasserseitige Vorschüttung auf dem bestehenden Seeboden bzw. Ufer erfolgen (in den Ausführungsunterlagen [P01] bis [P17] wird dieser Bereich mit den Schnitten 4a bis 15 dargestellt). Mit dieser Vorschüttung soll in Verbindung zwischen den landseitigen Grundstücken, die derzeit häufig durch Ufermauern und Geländesprünge von dem derzeitigen Ufer des Bodensees getrennt sind, und dem Bodensee eine naturnahe flache Ufergestaltung erreicht werden, in die ein einfacher, 2,0 m breiter Uferweg integriert werden soll, der entlang des Bodenseeufers eine Fußgängerverbindung zwischen dem Seepark und dem Landungssteg ermöglicht. Der Uferweg soll auf einem Niveau von 396,50 mNN (Pegel Konstanz, 4,60 m) liegen [P005, P006, P007]. Von dem geplanten Weg soll seeseits im Verhältnis 1:11,5 geschüttet werden, während landseits die Restfläche zu den Ufermauern im Verhältnis 1:10 ansteigend bis etwa 397,50 mNN angeschüttet werden soll. Die Vorschüttung soll mit granularem natürlichem Material (Kiesschüttung 0/63 mm) erfolgen. Die Vorschüttung ist etwa 35 m breit und endet mit einem Böschungsfuß aus gröberem Material (Kiesschüttung 150/240 mm).

Um den Einfluss der Maßnahme auf den Baugrund und auf die Bebauung (Wohnhäuser) im Nahbereich des Ufers zu untersuchen, wurden von dem Regierungspräsidium Tübingen bei dem Büro Dr.-Ing. Georg Ulrich GmbH, Leutkirch, umfangreiche Baugrunderkundungen und die Ausarbeitung eines Geotechnischen Gutachtens in Auftrag gegeben. Gegenstand des Auftrags an das Büro Dr. Ulrich ist die Beurteilung des Setzungsverhaltens der ufernahen Gebäude infolge des Anschüttens von Substrat vor den



Ufermauern im Bauabschnitt BA 2 (West) im Zuge der Umsetzung der Uferrenaturierungsmaßnahme Kressbronn.

Da die geplanten Vorschüttungen als Auflast zu Spannungsänderungen im Untergrund und hierdurch bedingt zu möglichen Verformungsauswirkungen führen können, sollen insbesondere diese Verformungen quantifiziert und in ihrer Auswirkung auf die bestehenden Bebauung am Ufer untersucht werden.

Auf der Basis meines Leistungs- und Honorarvorschlags vom 01.02.2021 wurde ich von dem Regierungspräsidium Tübingen mit Schreiben vom 17.02.2021 mit der unabhängigen geotechnischen Prüfung des geplanten Vorhabens beauftragt. Inhalt der Prüfung soll insbesondere die Analyse und Bewertung möglicher Verformungsauswirkungen infolge der für die Uferrenaturierung geplanten Vorschüttungen sein.

Gegenstand des vorliegenden Prüfberichts Nr. 01 ist der vom Büro Dr Ulrich vorgelegte Geotechnische Untersuchungsbericht vom 20.01.2023 [U002].

Im Rahmen der Prüfung fanden mehrere Besprechungen mit dem Vorhabensträger, der Dr.-Ing. Georg Ulrich - Geotechnik GmbH, dem Landschaftsarchitekten Senner und weiteren Projektbeteiligten statt. Dabei wurden Prüfanmerkungen und Anregungen u.a. zu der zweiten Erkundungskampagne, zu den abgeleiteten Bodenkenwerten und zu den numerischen Simulationen formuliert, die in die geotechnische Projektbearbeitung eingeflossen sind.

## 2 Unterlagen

Im Rahmen des Prüfauftrags wurden mir u.a. folgende Unterlagen zur Verfügung gestellt:

- Dr.-Ing. Georg Ulrich - Geotechnik GmbH, Leutkirch:

Beschreibung	Rev.	Erstelldatum
[U001] Uferrenaturierung Kressbronn zwischen Seepark und Seegarten (Querprofile 4a – 15) Geotechnischer Untersuchungsbericht	00	17.01.2018



[U002]	Uferrenaturierung Kressbronn zwischen Seepark und Seegarten (Querprofile 4a – 15) Geotechnischer Untersuchungsbericht	00	20.01.2023
[U003]	Geotechnischer Bericht zur Bodensee-Uferrenaturierung Kressbronn, Abschnitt RÜ-Ausleitung und Föhnschutzwand, Hafen Kressbronn	00	25.10.2016

▪ Planstatt Senner, Überlingen:

	Beschreibung	Rev.	Erstelldatum
[P001]	Uferrenaturierung Kressbronn a.B. Übersichtsplan, Ausführungsplanung, Plan-Nr. PS_2245_FR_LP00	00	29.11.2017
[P002]	Uferrenaturierung Kressbronn a.B. Lageplan West, Ausführungsplanung, Plan-Nr. PS_2245_FR_LP01	00	29.11.2017
[P003]	Uferrenaturierung Kressbronn a.B. Lageplan Mitte, Ausführungsplanung, Plan-Nr. PS_2245_FR_LP02	00	29.11.2017
[P004]	Uferrenaturierung Kressbronn a.B. Lageplan Ost, Ausführungsplanung, Plan-Nr. PS_2245_FR_LP03	00	29.11.2017
[P005]	Uferrenaturierung Kressbronn a.B. Schnitt 4, 5a, 6, Ausführungsplanung, Plan-Nr. PS_2245_FR_S01	01	16.07.2018
[P006]	Uferrenaturierung Kressbronn a.B. Schnitt 7, 8, 9, Ausführungsplanung, Plan-Nr. PS_2245_FR_S02	01	16.07.2018
[P007]	Uferrenaturierung Kressbronn a.B. Schnitt 10, 11, 12, Ausführungsplanung, Plan-Nr. PS_2245_FR_S03	01	16.07.2018
[P008]	Uferrenaturierung Kressbronn a.B. Schnitt 13, 14, 15a, Ausführungsplanung, Plan-Nr. PS_2245_FR_S04	01	16.07.2018
[P009]	Uferrenaturierung Kressbronn a.B. Schnitt 15, 16, 16a, Ausführungsplanung, Plan-Nr. PS_2245_FR_S05	01	16.07.2018
[P010]	Uferrenaturierung Kressbronn a.B. Schnitt 17, 17a, 17b, Ausführungsplanung, Plan-Nr. PS_2245_FR_S06	01	16.07.2018
[P011]	Uferrenaturierung Kressbronn a.B. Schnitt 18, 19a, 19b, Ausführungsplanung, Plan-Nr. PS_2245_FR_S07	00	29.11.2017
[P012]	Uferrenaturierung Kressbronn a.B. Schnitt 21, 22, 23 Ausführungsplanung, Plan-Nr. PS_2245_FR_S08	00	29.11.2017



[P012]	Uferrenaturierung Kressbronn a.B. Schnitt 24, 24a, 24b Ausführungsplanung, Plan-Nr. PS_2245_FR_S09	00	29.11.2017
[P013]	Uferrenaturierung Kressbronn a.B. Schnitt 25, Ausführungsplanung, Plan-Nr. PS_2245_FR_S10	00	29.11.2017
[P014]	Uferrenaturierung Kressbronn a.B. Schnitt K1, K2, K3, Ausführungsplanung, Plan-Nr. PS_2245_FR_K01	01	16.07.2018
[P015]	Uferrenaturierung Kressbronn a.B. Detailplan, Regelschnitt Uferweg, Ausführungsplanung, Plan-Nr. Detailplan 1	00	14.11.2017
[P016]	Uferrenaturierung Kressbronn a.B. Detailplan, Regelschnitte, Ausführungsplanung, Plan-Nr. Detailplan 2	00	14.11.2017
[P017]	Uferrenaturierung Kressbronn a.B. Detailplan, Regelschnitt Kressbach, Ausführungsplanung, Plan-Nr. Detailplan 3	00	14.11.2017

### 3 Geotechnische Prüfung

Im Rahmen des Prüfauftrags wurden von mir folgende Aspekte geprüft:

- Umfang und Art der Baugrunderkundung: in dieser Hinsicht u.a. Auswahl der Art und Positionierung der direkten und indirekten Baugrundaufschlüsse,
- Analyse der bei der Baugrunderkundung gewonnenen Bodenproben und Bohrkerns,
- Prüfung der Angemessenheit der aus den Ergebnissen der Baugrunderkundung unter Berücksichtigung von Erfahrungswerten abgeleiteten Bodenkennwerte,
- Baugrundmodell und bodenmechanische Rechenwerte,
- Numerische Simulation der aus der Vorschüttung resultierenden Verformungsauswirkungen hinsichtlich a) der Eignung des eingesetzten Simulationsmodells, b) der verwendeten Input-Parameter (u.a. Eingangsparameter für das eingesetzte höherwertige Stoffgesetz), c) aller sonstigen Modellierungsaspekte,
- Bewertung der prognostizierten Verformungsauswirkungen auf die baulichen Anlagen im Einflussbereich und mögliche Maßnahmen.



#### 4 Baugrunderkundung

In einem ersten Schritt wurden 2017 - aufgrund damals bestehender Einschränkungen in der Zugänglichkeit der Grundstücke im bebauten Uferstreifen zwischen Seepark und Seegarten - drei Kernbohrungen von einem Ponton aus im Wasser, d.h. vor der Uferlinie, und zwei Bohrungen auf öffentlich zugänglichen Flächen am Anfang und Ende des bebauten Uferstreifens ausgeführt. Ergänzend wurden sechs mittelschwere Rammsondierungen (DPM) und eine Rammkernsondierung ausgeführt [U001].

In einer ergänzenden Erkundungskampagne wurden im Januar 2021 als Grundlage für [U002] weitere sechs Kernbohrungen und zwei Kleinrammbohrungen ausgeführt, die auf den Grundstücken der Anlieger des Seeufers angeordnet wurden, um die Abstände der Aufschlüsse zu verdichten und um insbesondere die Baugrundsituation im direkten Umfeld der im Ufernahbereich stehenden Gebäude zu erkunden. In diesem Kontext wurden auch sechs Drucksondierungen (CPT), die jeweils neben den Kernbohrungen angeordnet wurden, sowie ergänzend fünf schwere Rammsondierungen (DPH) ausgeführt.

Im Rahmen der unabhängigen geotechnischen Prüfung erfolgte am 10.03.2021 durch den Unterzeichneten u.a. eine Inaugenscheinnahme der im Zuge der zweiten Erkundungskampagne gewonnenen Bohrkerne und Bodenproben im bodenmechanischen Labor der Dr.-Ing. Georg Ulrich – Geotechnik GmbH in Leutkirch.

#### 5 Baugrundsituation

Gemäß der in [U001] und [U002] dokumentierten und interpretierten Ergebnisse der Baugrunderkundung wird die Baugrundsituation im Projektgebiet maßgeblich durch normalkonsolidierte Seeablagerungen geprägt, bei denen es sich um eine granulometrisch in weiten Grenzen von reinen Sanden bis hin zu stark tonigen, schwach sandigen Schluffen (TL) reichenden Sedimentfolge handelt. Die bindigen Partien sind nach der haptischen Ansprache überwiegend von weicher und breiiger Konsistenz. Die Seeablagerungen sind sensibel und besitzen eine geringe Steifigkeit sowie ein hohes Verflüssigungs- und Setzungs-



tential. In [U002] werden die Seeablagerungen in Abhängigkeit von Wassergehalt und Konsistenz in drei Homogenbereiche 'See NC1' bis 'See NC3' unterteilt.

Die Seeablagerungen werden ab ca. 19 m bis 24 m Tiefe unter Gelände von würmeiszeitlichem Geschiebemergel, der überwiegend als kiesiger bis stark kiesiger Schluff halbfester Konsistenz angesprochen wird, unterlagert, der aufgrund seiner eiszeitlichen Genese eine deutlich größere Steifigkeit als die Seeablagerungen besitzt. Landseits, mit zunehmendem Abstand zum Seeufer, steigt die Oberfläche des Geschiebemergels deutlich an.

Im Uferbereich wurde in der unteren Partie der Seeablagerungen eine bis zu 5-6 m mächtige Sandschicht angetroffen, die in [U002] als 'Seesand' bezeichnet wird.

Der erhöhte Uferstreifen, auf dem die Bebauung steht, besteht nach [U002] aus auch als 'Argendelta' bezeichneten postglazialen Kiesen und Sanden aus fluviatilen und seeinternen Umlagerungsprozessen bzw. aus künstlich aufgeschütteten Materialien.

## **6 Baugrundmodell**

Im Ergebnis der Baugrunderkundung wird in [U002] ein Baugrundmodell aus bis zu zehn Schichten abgeleitet und die Schichtverläufe in Baugrundprofilen dargestellt.

## **7 Bodenkennwerte**

In [U002] werden die Bodenkennwerte, i.e. im Wesentlichen drainierte und undrainierte Scherfestigkeiten und Steifigkeiten auf der Basis der Ergebnisse der Feld- und Laborversuche bzw. auf Basis von Erfahrungswerten abgeleitet.

Die wesentlichen Kennwerte gemäß [U002] sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst.



	Argendelta	See NC1	See NC2	See NC3	Seesand	Geschiebe- mergel
Wichte $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	21	17	18	19	22	24
Reibungswinkel $\phi'$ [°]	35	22	24	26	32,5	27,5
Kohäsion $c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	1 <sup>*)</sup>	0,1	0,2	2,5	1 <sup>*)</sup>	30
Steifigkeit $E_{oed}$ , $E_{50}$ [kN/m <sup>2</sup> ] min / max	40.000	1.099 / 4.169	2.691 / 5.095	4.832 / 7.992	40.000	45.000
Steifigkeit $E_{ur}$ [kN/m <sup>2</sup> ] min / max	120.000	4.396 / 16.676	10.764 / 20.380	19.329 / 31.968	160.000	225.000
$\gamma_{0,7}$ [-]	0,00015	0,000139	0,00130	0,000205	0,00015	0,000232
$G_{0,ref}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	220.050	29.740	51.810	63.050	157.300	134.300
Durchlässigkeit $k_{f,hor}$ [m/s]	$6,3 \cdot 10^{-4}$	$2,4 \cdot 10^{-8}$	$1,8 \cdot 10^{-8}$	$3,0 \cdot 10^{-9}$	$2,1 \cdot 10^{-5}$	$1,5 \cdot 10^{-9}$
Durchlässigkeit $k_{f,vert.}$ [m/s]	$3,15 \cdot 10^{-4}$	$1,2 \cdot 10^{-8}$	$9,0 \cdot 10^{-9}$	$1,5 \cdot 10^{-9}$	$1,05 \cdot 10^{-5}$	$7,5 \cdot 10^{-10}$

<sup>\*)</sup> Kapillarkohäsion

## 8 Grundwasser

Aus den vorliegenden Unterlagen ergeben sich folgende Informationen zu den Wasserständen des Bodensees, mit denen die maßgebenden Grundwasserstände im Uferbereich korrelieren:

- Hochwasser HW 100: 5,68 m = 397,57 mNN
- Mittleres Hochwasser: 4,48 m = 396,37 mNN
- Mittlerer Wasserstand,: 3,41 m = 395,30 mNN
- Mittleres Niedrigwasser: 2,62 m = 394,51 mNN

Für die Standsicherheits- und Verformungsberechnungen wird der Niedrigwasserstand des Bodensees in [U002] angesetzt.

## 9 Numerische Simulation

Die Prognose der Verformungsauswirkungen und auch die Standsicherheitsbetrachtungen erfolgen mit einem numerischen Simulationsmodell nach der Finite Element-Methode unter Verwendung des Programms 'PLAXIS 2D'. Dabei kommt mit dem Stoffgesetz 'Hardening Soil – small strain' ein hochwertiges Stoffmodell zur Anwendung, das in der Lage ist, das vom Spannungspfad und dem Beanspru-





chungszustand abhängige nichtlineare Materialverhalten des Bodens zutreffend zu beschreiben.

- 10 Numerische Simulation** Die Verformungen werden für zwei besonders relevante Schnitte senkrecht zur Uferlinie untersucht und die Verformungsauswirkungen unter Berücksichtigung einer Bandbreite der Baugrundsteifigkeiten prognostiziert.
- 11 Gegenstand der Prüfung** Gegenstand der Prüfung gemäß des vorliegenden Prüfberichts Nr. 01 ist folgendes Dokument:
- [U002] Uferrenaturierung Kressbronn zwischen Seepark und Seegarten (Querprofile 4a – 15), Geotechnischer Untersuchungsbericht des Ingenieurbüros Dr.-Ing. Georg Ulrich - Geotechnik GmbH, Leutkirch
- 12 Prüfanmerkungen** Im Ergebnis einer sorgfältigen Sichtung der zur Verfügung stehenden Unterlagen und einer unabhängigen Prüfung der Geotechnischen Untersuchungsberichts [U002] ergeben sich folgende Prüfanmerkungen:
- (1) Die in zwei Erkundungskampagnen 2017 und 2021 ausgeführten direkten und indirekten Baugrundaufschlüsse werden hinsichtlich ihrer Anzahl, ihrer Art und ihrer Anordnung als ausreichend und zielführend bewertet. Die in der zweiten Erkundungskampagne ausgeführten Drucksondierungen sind in besonderer Weise geeignet, die durch Seeablagerungen geprägte Baugrundsituation in ihrer Feinschichtung und Variabilität durchgehend aufzuschließen. Insgesamt wurde ein sehr umfangreiches Erkundungsprogramm realisiert, das den projektspezifischen und geotechnischen Randbedingungen in jeder Hinsicht gerecht wird.
  - (2) Das aus den Baugrundprofilen ermittelte Baugrundmodell ist plausibel und bildet die zu erwartende Baugrundsituation zutreffend ab. Die Schichtgrenzen werden zutreffend festgelegt bzw. interpoliert.
  - (3) Auf der Basis der Ergebnisse der ausgeführten Feld- und Laborversuche werden die bodenphysikalischen und bo-



denmechanischen Kennwerte plausibel abgeleitet. Die dabei zum Ansatz gebrachten Annahmen und Korrelationen, z.B. für die Ergebnisse der Drucksondierungen, werden nachvollziehbar erläutert.

- (4) Die für die numerischen Simulationen gewählten Ansätze für die geometrische Modellierung (u.a. Netzabmessungen, Diskretisierung) und die geotechnische Modellierung (Schichtgrenzen, Wahl eines geeigneten Stoffgesetzes) sowie die Abbildung der Berechnungsschritte ('step-by-step analysis') wurden geprüft. Die angesetzten Kennwerte bilden die erkundeten Materialeigenschaften zutreffend ab.
- (5) In den numerischen Simulationen wird das Stoffgesetz '*Hardening Soil – Small Strain Stiffness (HS Small)*' eingesetzt. Der stoffliche Ansatz und die abgeleiteten Eingangsparameter werden als geeignet bewertet, das Materialverhalten der anstehenden Böden zutreffend abzubilden.
- (6) Die Prognose der Verformungsauswirkungen auf Basis der numerischen Simulationen erfolgt somit mit einem qualifizierten Simulationsmodell, das als zutreffend bewertet wird und der anspruchsvollen geotechnischen Situation gerecht wird. Es ist zu begrüßen, dass hinsichtlich der Steifigkeiten Bandbreiten mit Werten an der unteren und oberen Grenze angesetzt werden. Ebenso ist es im Hinblick auf die Ausführung zielführend und hilfreich, dass ein 'schnelles' Aufbringen der Vorschüttungen ebenso betrachtet wird, wie ein deutlich 'langsames' Aufbringen der Vorschüttung, wobei gezeigt wird, dass die Auswirkungen auf Verformungen und Standsicherheit gering sind.
- (7) Im Ergebnis werden die prognostizierten Verformungsauswirkungen sowohl hinsichtlich der Bandbreite der möglichen Verformungen als auch hinsichtlich der daraus abgeleiteten wahrscheinlichen Verformungen als belastbar und realistisch bewertet.
- (8) Es wird in [U002] dargestellt, dass die in den Seeablagerungen zu erwartenden Kriechverformungen gering sind



(Anteil Sekundärsetzungen an der Gesamtsetzung  $7\pm 2\%$ ). Bei der Gesamtbewertung der Verformungsauswirkungen ist dieser Anteil bei den ausgewiesenen Verschiebungen zusätzlich zu berücksichtigen, wobei sich hieraus keine wesentlich anderen Bewertungen ergeben.

- (9) Die Standsicherheitsberechnungen erfolgen mit dem numerischen Modell unter Ansatz einer sogenannten phi-c-Reduktion.

Für die Standsicherheits- und Verformungsberechnungen wird in [U002] zunächst der Niedrigwasserstand des Bodensees angesetzt. Für die Standsicherheitsberechnungen wird zutreffend ergänzend der Zustand mit einem Hochwasserstand untersucht, da der Auftrieb die Standsicherheit ungünstig beeinflussen kann. Hieraus ergeben sich ebenfalls ausreichende Standsicherheiten.

- (10) Die Bewertung der Verformungsauswirkungen wird als zutreffend beurteilt.

Relevante Auswirkungen sind danach nur bei Bauwerken zu erwarten, die im unmittelbaren Nahbereich der Ufermauern stehen. Hier können nach der Verformungsprognose optisch relevante Auswirkungen in Form von sich öffnenden Gebäudefugen oder auch Rissen im Putz o.ä. nicht ausgeschlossen werden. Eine dem Stand der Regeln hinsichtlich Ausbildung und Erhaltung entsprechende Baustanz voraussetzend sind keine die Standsicherheit und statisch-konstruktive Integrität der Gebäude betreffenden Auswirkungen zu erwarten.

Hinsichtlich der optisch relevanten Auswirkungen wird empfohlen, im Vorfeld eine architektonische Beweissicherung durchzuführen.

Soweit die betroffenen Bauteile, i.e. der Praxisanbau auf dem Flurstück Nr. 1908 und das Nebengebäude auf dem Flurstück Nr. 1900/1901, als bautechnisch sensibel eingeschätzt werden, könnte es ergänzend hilfreich sein, einen konstruktiven Bauingenieur zur Bewertung der Gebäude-



substanz im Hinblick auf die jetzt prognostizierten Verformungsauswirkungen heranzuziehen.

- (11) Vorlaufende Ertüchtigungs- oder Nachgründungsarbeiten an den vorgenannten Gebäuden werden als nicht erforderlich angesehen. Die Verformungsauswirkungen sind insgesamt gering und können erforderlichenfalls mit einfachen „Schönheitsreparaturen“ behoben werden. Nachgründungsarbeiten wären demgegenüber ebenfalls mit Verformungsauswirkungen verbunden und würden zudem in die Bausubstanz und die Nutzung signifikant eingreifen.

Bei einer in [U002] erwähnten leichten Differenzsetzung des Praxisanbaus könnte begleitend oder nachlaufend eine Rückstellung durch minimalinvasive Maßnahmen wie eine Injektion unter den Fundamenten mit Kunstharzen oder vergleichbaren Maßnahmen erfolgen. Solche Maßnahmen werden aber derzeit nur als „Rückfallebene“ gesehen und sollten vorbehaltlich der Bewertung der baulichen Gebäudesubstanz nicht per se ergriffen werden.

- (12) Daneben wird im Hinblick auf die hohe Verformungs- und Struktursensitivität der Seeablagerungen eine messtechnische Begleitung und Überwachung der Maßnahme 'Uferrenaturierung' im Sinne der Beobachtungsmethode nach Normenhandbuch Eurocode 7, Band 1, Abs. 2.7, empfohlen.

Bestandteil der Maßnahme sollten geodätische Messungen an der Ufermauer und den im Nahbereich des Ufers liegenden baulichen Anlagen sein, gegebenenfalls ergänzt um geotechnische Messungen (z.B. Inklinometermessungen). Bei den geodätischen Messungen sollten neben den vertikalen Verschiebungen auch die horizontalen Verschiebungen gemessen werden.

Die Messungen sind im Hinblick auf Konsolidations- und Kriechverformungen über den Zeitraum der eigentlichen Aufbringung der Vorschüttung hinaus um mindestens 12 Monate weiterzuführen. Über eine weitere Fortführung der Messungen ist in Kenntnis der Messergebnisse zu entscheiden.



- (13) Hinsicht der Durchführung der Aufschüttung wird empfohlen, die Aufschüttung so durchzuführen, dass zunächst nur ein Teil der Vorschüttung aufgebracht wird, um die Möglichkeit zu haben, die sich einstellenden Verformungsauswirkungen mit der numerischen Prognose vergleichen zu können, oder aber mit der Schüttung in einem Bereich des Uferabschnitts zu beginnen, in denen keine im unmittelbaren Uferbereich stehenden Gebäude vorhanden sind.
- (14) Es wird um Vorlage der Ergebnisse der messtechnischen Begleitung gebeten.

### 13 Prüfbefund

Das Dokument [U002] wird hiermit unter Berücksichtigung der in Abschnitt 12 zusammengestellten Prüfanmerkungen freigegeben.

Die Prüfung wird fortgesetzt.

### 13 Unterschrift

Stuttgart, 26.01.2023



Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Christian Moormann  
Ordinarius und Direktor des Institutes für Geotechnik  
der Universität Stuttgart

von der Industrie- und Handelskammer Region Stuttgart  
öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger  
für Erdbau, Grundbau, Felsbau sowie Spezialtiefbau