

Stellungnahme

GCO15014/04

Datum: 29.06.2016

Auftraggeber: ECE Projektmanagement GmbH & Co. KG
Heegbarg 30
D-22391 Hamburg
- Vorhabensträgerin -

Projekt: Einkaufs- und Dienstleistungszentrum (EDZ), Singen,
Hydrogeologie

Auftrag: **Stellungnahme über die technischen Lösungen zur
Reduzierung der ggf. zu erwartenden Auswirkungen**

Ihre Nachricht vom: 13.03.2015

Ihr Zeichen: Dipl. – Ing. Eberhardt Sturm

Projekt Nr.: 0239/11-02-01

Vertrags-Nr.: **FOM-ARCH 0007-3613**

Unser Zeichen: **GCO15014**

Bearbeiter: Dr. – Ing. Mariusz Kowalow
Dr. Werner Michel

Telefon/ Telefax Nr.: +48 91 485 07 00 /+48 91 485 07 02

E-Mail: gco@gco-consult.com

www: www.gco-consult.com

Die Stellungnahme umfasst 15 Seiten und 4 Anlagen.

Diese Stellungnahme ist urheberrechtlich geschützt. Jede Änderung, Veröffentlichung, Vervielfältigung oder Bearbeitung auch elektronischer Art bedarf der schriftlichen Erlaubnis durch die Geotechnical Consulting Office Sp. z o.o. Sp. k.

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung und Einleitung	3
2	Unterlagen	5
3	Örtliche Situation, Bauwerk	7
4	Grundwasserbeeinflussung durch ein Bauwerk	8
5	Grundwasserkommunikationsanlagen	10
5.1	Vermeidung von Grundwasseraufstau	10
5.2	Übersicht Grundwasserkommunikationsanlagen	10
6	Berechnung der Auswirkungen	11
6.1	Einleitung	11
6.2	Ergebnisse des Grundwassermodells – bis April 2016	12
7	Schlussbemerkungen	14

1 Veranlassung und Einleitung

Die Vorhabensträgerin hat die Geotechnical Consulting Office Sp. z o. o. Sp. k. (GCO) mit einer Stellungnahme über die technischen Lösungen zur Reduzierung der ggf. zu erwartenden Auswirkungen des Bauwerks auf die Grundwasserverhältnisse im Bereich des Grundstückes in Singen zwischen den Straßen: Bahnhofstraße, Hegaustraße, August-Ruf Straße und Alpenstraße in Zusammenarbeit mit der Fa. HYDRO-DATA (Dr. W. Michel) am 24.03.2016 beauftragt.

Im Rahmen des GCO Baugrundgutachtens wurde eine Ersteinschätzung der Auswirkungen des Bauwerkes auf die Grundwasserstände mitgeteilt. Dabei wurde unter Betrachtung von bisherigen Archivangaben (Grundwassermodelle von 1996 und 2000), die eine sehr geringe Grundwasserneigung im Anstrombereich des EDZ belegten, und der relativ hohen Aquiferdurchlässigkeiten ein Erstwert berechnet.

Der im Bauwerksanstrombereich zu erwartende Grundwasseraufstau infolge der Absperrung der Grundwasserdurchströmung durch das Bauwerk wurde als relativ gering (bis zu 0,3 m) eingeschätzt. In gleicher Größenordnung wurde die ggf. zu erwartende Grundwasserabsenkung abströmig prognostiziert. Infolge der gut durchlässigen Schichten wird Grundwasser das im Aquifer eingebaute Bauwerk umfließen können. Die zu erwartenden Auswirkungen bzw. Aufstau-/Absenkungswerte lagen sowohl für den Bauzustand als auch für den Endzustand im Grundwasserschwankungsbereich und wurden als vernachlässigbar gering eingestuft.

Nach der Ersteinschätzung der GCO hat die Vorhabenträgerin die Fa. HYDRO-DATA mit einer Berechnung der Auswirkungen mit dem Grundwassermodell beauftragt. Diesbezüglich hat HYDRO-DATA im Rahmen der hydrogeologischen Begutachtung die Grundwasserstände im nördlichen Bereich des Bauwerkes gemessen und dabei wurde eine höhere Grundwasserneigung als bisher angenommen festgestellt. Eine rechnerische Erstbewertung ergab einen hohen Eingriff in die Grundwasserstände. Der rechnerische Aufstau betrug im Modell ca. 1,5 bis 2 m. Es wurde berücksichtigt, dass das Bauwerk ziemlich nahe am Modellrand liegt und die Ergebnisse selbst dadurch beeinflusst werden können. Aus diesem Grund wurde das Finite-Element-Netz im Bereich der Baumaßnahme verfeinert.

Die hydrogeologischen Randbedingungen und die weitere Vorgehensweise wurden am 18.03.2016 im Beisein der Vorhabensträgerin, der Vertreter der HYDRO-DATA und der GCO diskutiert. Es wurde eine weitere Vorgehensweise in Zusammenarbeit der GCO und der HYDRO-DATA in 2 Schritten festgelegt.

Schritt 1 Stellungnahme über die technischen Lösungen zur Reduzierung der ggf. zu erwartenden Auswirkungen unter Berücksichtigung von ergänzenden Berechnungen mit dem vorhandenen Grundwassermodell.

Schritt 2 ergänzende hydrogeologische Untersuchungen. Zur besseren Modellanpassung vor allem im nördlichen (anströmigen) Bereich wurden ergänzende hydrogeologische Untersuchungen durchgeführt. Diese Untersuchungen beinhalteten die Erhebung bzw. Überprüfung bestehender Daten, 2 neue Bohrungen im Bereich des geplanten Bauwerkes, 4 weitere Bohrungen im Anstrombereich, kontinuierliche Wasserspiegelmessungen in ausgewählten Messstellen, Wasserspiegelstichtagsmessungen im Untersuchungsgebiet und hydraulische Versuche. Ergänzt wurde das Untersuchungsprogramm durch hydrologische Untersuchungen im Rahmen anderer Bauprojekte im Untersuchungsgebiet.

Die Stellungnahme GCO-HYDRO-DATA zum Schritt 1 wurde am 08.04.2016 geliefert.

Der hier vorliegende GCO – HYDRO-DATA Schlussbericht (Schritt 2) beschreibt auftragsgemäß das Ergebnis der Auswertungen bzw. der Auswirkungsprognosen mit dem durch HYDRO-DATA angepassten Grundwassermodell unter Berücksichtigung der neuen Daten (Bohrungen, Pumpversuche und Grundwasserstandmessungen) und stellt die möglichen technischen Maßnahmen zur Reduzierung der Auswirkungen auf die Grundwasserverhältnisse dar.

2 Unterlagen

Von der Vorhabensträgerin wurden uns folgende Unterlagen zur Verfügung gestellt:

- [1] Ausbaupläne und Bohrprofile von GWM 422-2 (Bohrung C9) und DB12 des Wasserwirtschaftsamts (WWA) Konstanz,
- [2] Stellungnahme (Mail vom 11.06.2015) des Landratsamts Konstanz, Amt für Baurecht und Umwelt, Untere Wasserbehörde, Sachgebiet Wasserwirtschaft zum Bodenschutz- und Altlastenkataster des Landkreises Konstanz,
- [3] HYDRO-DATA, Grundwasserströmungsmodell Singener Becken 2001,
- [4] HYDRO-DATA, Hydrogeologische und orientierende Erkundungen im Kunsthallenareal zwischen Freiheit – und Ekkehardstraße in Singen / Hohentwiel vom 29.06.2007,
- [5] Vorhabenträgerin, Einkaufs- und Dienstleistungszentrum August-Ruf-Straße/ Bahnhofstraße, Unterlagen zur Site Due Dilligence, 05.03.15,
- [6] Terrana Geophysik, Untersuchungsbericht Erkundung mit Georadar und Widerstandskartierung auf archäologische Strukturen: Projektiertes Einkaufs- und Dienstleistungszentrum Innenstadt, 78224 Singen, 08.12.2014,
- [7] Kempfert + Partner Geotechnik, Geotechnischer Bericht, Anbau Hauptzollamt Singen vom 15. 11.2010,
- [8] Landratsamt Konstanz, Hauptamt/Referat Kultur u. Geschichte/ Kreisarchäologie Dr. J. Hald, Singen, KN, „Einkaufs- und Dienstleistungszentrum Innenstadt“ Archäologische Prospektion, Baggerschürfe vom 23.06.2015,
- [9] Vorhabensträgerin, Besprechungsprotokoll, Projekt-Nr.: 0239-11, samt Anlagen 1 bis 5, vom 28.05.2015,
- [10] Geologisches Landesamt Baden – Württemberg, Hydrodata, Hydroisotop, Landesamt Konstanz, Grundwasserbewirtschaftungskonzept Singen, November 1996,
- [11] Stadt Singen, Angaben über die Grundwassermessstellen GWM 171/422-2 und DB12, Grundwasserstandmessungen,
- [12] Hydrodata, Erkundung PSM-Schadstoffbelastung und anderer Belastungen des Singener Beckens, Teil A, B und C, 78467/4505-01/713, vom 15.07.2008,
- [13] HYDRO-DATA, Bohrprofile im Bereich westlich der Baumaßnahme (BK1 alt, BK1, BK2, BK3, B1 Hegaustr. B2/77 Sparkasse), Email vom 21.09.2015,
- [14] HYDRO-DATA, Berichtsentwurf zur numerischen Berechnung Vorhabensträgerin, Stand 15.12.2015,

- [15] HYDRO-DATA, Berichtsentwurf zur numerischen Berechnung Vorhabensträgerin, Stand 13.01.2016,
- [16] HYDRO-DATA, Zusatzberechnungen zu den numerischen Berechnungen, Bericht vom.31.03.2016, ergänzt am 06.04.2016,
- [17] Korrespondenz zwischen Vorhabensträgerin – HYDRO-DATA – GCO, Zeitraum 01.-03.2016.

Bei der Erstellung des hier vorliegenden Gutachtens wurden zusätzlich folgende Unterlagen verwendet:

- [18] Geotechnical Consulting Office Sp. z o.o. Sp. k., GCO15014/01 Zusammenfassende Stellungnahme zu Schadstoff-Untersuchungen und Pumpversuch im Rahmen der Baugrunduntersuchung in Singen, 14.08.2015,
- [19] Geotechnical Consulting Office Sp. z o.o. Sp. k., GCO15014/02 Gutachten über die Baugrundverhältnisse im Bereich des Grundstückes an der Bahnhofstrasse in Singen im Rahmen einer Baugrundersterkundung, 21.09.2015,
- [20] Vorschriften, Richtlinien und Empfehlungen der einschlägigen Fachnormen.
- [21] HYDRO-DATA, Numerisches Grundwasserströmungsmodell Singen, Aktualisierung 2015 vom 19.10.2015 (Auftraggeber Stadtwerke Singen),
- [22] HYDRO-DATA, Monitoring PSM-Singener Becken – Sep. 2013 – Sept. 2014 vom 27.02.2015 (Auftraggeber Landratsamt Konstanz).
- [23] HYDRO-DATA, Zusatzberechnungen zu den numerischen Berechnungen ECE Singen vom 13.01.2016, 70-437/ 2016-007-01/849 Stand 31.03.2016,
- [24] Geotechnical Consulting Office Sp. z o.o. Sp. k., GCO15014/03 Stellungnahme über die technischen Lösungen zur Reduzierung der ggf. zu erwartenden Auswirkungen, 08.04.2016,
- [25] HYDRO-DATA, Endbericht, Numerisches Grundwassermodell und Prognoseberechnungen Einkaufs und Dienstleistungszentrum (EDZ Singen), 22.06.2014.

3 Örtliche Situation, Bauwerk

Die Untergrundverhältnisse im Bereich des geplanten EDZ Singen sind im GCO Baugrundgutachten [19] sowie in HYDRO & DATA Berichten [19] dargestellt.

Die Topographie des Gebiets ist weitgehend flach mit Höhen um ca. 427 - 429 m ü. NN.

Der Neubau soll samt Unterkellerung ausgeführt werden. Die Baugrubensohle ist in einer Tiefe von ca. 6,5 m u. GOK geplant (entspricht ca. 421,5 m NN).

Die Baugrube wird während der Bauzeit mit einem wasserdichten Spundwandverbau umschlossen, der in die anstehenden, wenig durchlässigen, stark schluffigen Tonschichten eingebunden wird. Im Endzustand soll der Verbau je nach Möglichkeit wieder gezogen werden.

Während der im Juni 2015 durchgeführten Feldarbeiten wurde das Grundwasser in einer Tiefe von ca. bis 6,1 bis 6,4 m u. GOK d.h. auf 421,9 – 422,5 m ü NN angetroffen.

Dadurch ergäbe sich eine sehr geringe Eintauchtiefe des Bauwerkes ins Grundwasser (von ca. 0,1 bis 0,4 m). Diese kann jedoch bei höheren Wasserständen ansteigen. Die im Jahr 2015 gemessenen Wasserspiegelhöhen stellen einen niedrigen Mittelwasserstand dar.

Im Verlauf der Durchführung der hydraulischen Versuche vom 25.04 - 29.04.2016 wurden 3 Wasserspiegelstichtagsmessungen durchgeführt. Weitere großräumige Stichtagsmessungen erfolgten am 30.05.2016 und am 07.06.2016 [19].

Ergänzend zu den Wasserspiegelstichtagsmessungen wurden in 6 Grundwassermessstellen Drucksonden zur kontinuierlichen Erfassung der Wasserspiegelhöhe über einen Zeitraum von 6 Wochen (25.04 - 07.06.2016) eingebaut. Seit dem 29.05.2016 erfolgen auch kontinuierliche Messungen in den Messstellen SW B1/16 und KLIV B1/16 [19].

Die langjährigen Messungen nördlich der geplanten Baumaßnahmen zeigen zwischen Niedrig- und Hochwasserständen nur geringe Schwankungen im Bereich von ca. 0,5 m. In den Messstellen südlich der geplanten Baumaßnahme liegt der erfasste Schwankungsbereich zwischen Niedrig- und Hochwasserstände bei ca. 0,7 m [19].

Zum Zeitpunkt der Wasserspiegelstichtagsmessungen am 27.04.2016 wurde ein mittlerer Grundwasserstand erfasst [19].

Die vorhandenen Flurabstände (Abstand Grundwasser zur GOK) im EDZ Nahbereich liegen relativ hoch (ca. 4 bis 6 m).

4 Grundwasserbeeinflussung durch ein Bauwerk

Bauwerke im Grundwasser, die quer oder schräg zur Strömungsrichtung geplant sind, wie zum Beispiel das geplante EDZ Singen, stellen in der Regel ein Hindernis für die natürliche Grundwasserströmung dar. In der Regel kommt es anstromseitig zu einem Aufstau und abstromseitig zu einer Absenkung des natürlichen Grundwasserspiegels (siehe **Bild 1**).

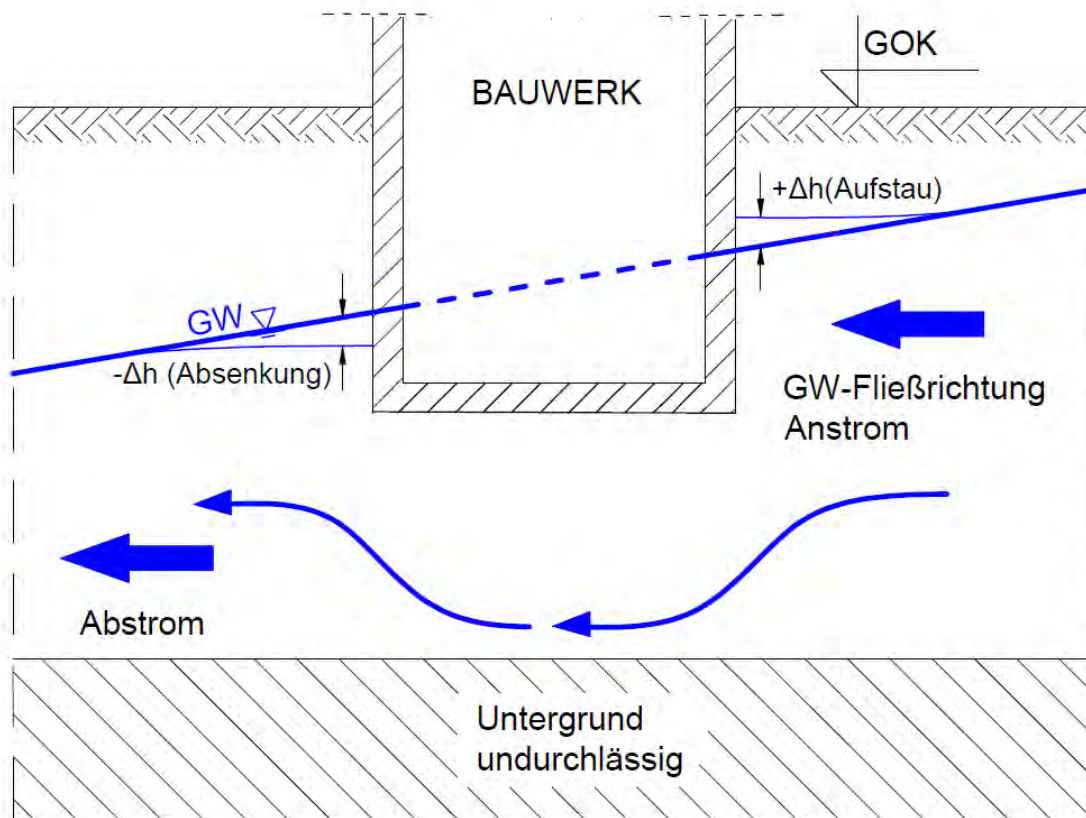


Bild 1.: Aufstau und Absenkung an einem Hindernis in der Grundwasserströmung (Prinzipiskizze)

Bei einer übermäßigen Beeinflussung der Grundwasserstände sind verschiedenartige, negative Beeinflussungen der Bausubstanz, der Ökologie und der Wasserwirtschaft nicht ausgeschlossen.

Nach Auffassung der Gutachter ist beim EDZ Singen keine übermäßige Beeinflussung der Grundwasserstände zu erwarten.

Vor Planung und Bemessung einer Grundwasserkommunikationsanlage ist der Einfluss des Bauwerks auf das Grundwassergeschehen detailliert zu untersuchen. Hierzu kann bei komplexen Verhältnissen neben den verschiedenen analytischen Berechnungsverfahren zur Aufstauermittlung auch ein numerisches Grundwassermodell zum Einsatz kommen. Mit Hilfe dieser Berechnungen und Untersuchungen werden Aussagen über die Notwendigkeit und den Umfang von Ausgleichsmaßnahmen getroffen. Je nach technischer Ausgestaltung der Anlage erfordert die Dimensionierung der eigentlichen Grundwasserkommunikationsanlage den Einsatz verschiedener Berechnungsverfahren der Grundwasser- und technischen Hydraulik sowie chemische Untersuchungen des Grundwassers.

Zur Untersuchung der Auswirkungen des EDZ Singen auf die Grundwasserverhältnisse wird das Finite Elemente Modell FEFLOW eingesetzt.

Im ersten Schritt wurden Berechnungen auf der Basis des vorhandenen Modells (HYDRO-DATA 1996-2015) durchgeführt. Dabei wurden die Untersuchungsergebnisse der Maßnahmen von 2015 (siehe Gutachten GCO) berücksichtigt.

Ergänzende hydrogeologische Untersuchungen, die zur Anpassung des vorhandenen Modells im Bereich des EDZ Bauwerkes gedient haben, wurden im April 2016 durchgeführt.

5 Grundwasserkommunikationsanlagen

5.1 Vermeidung von Grundwasseraufstau

Grundsätzlich ist nach rechnerischer Prüfung eines möglichen Grundwasseraufstaus die Entscheidung zwischen aktiver und passiver Aufstauvermeidung zu treffen bzw. ist zu prüfen ob der Aufstau mit einer passiven Maßnahme wie z.B. einer Anpassung des Bauablaufs oder des Bauwerks ausreichend verringert werden kann. Passive Maßnahmen sind aus wirtschaftlichen Gründen in der Regel einer aktiven Maßnahme vorzuziehen.

Die Möglichkeiten einer passiven Aufstauvermeidung sind vielfältig und entsprechend projektspezifisch. Es ist z.B. zu prüfen, ob über einen teilweisen oder vollständigen Rückbau des Baugrubenverbaus ein ausreichender Fließquerschnitt wieder herstellbar ist. Zum anderen besteht die Möglichkeit, bei der Konstruktion von vornherein auf einen ausreichenden verbleibenden Fließquerschnitt im Grundwasserleiter (Anpassung der Gradienten, Bauwerksabmessungen, Lage zur Strömungsrichtung etc.) zu achten. Als Abhilfe kann zum Beispiel auch eine Spundwand, soweit sie nicht Bestandteil des endgültigen Bauwerks ist, wieder gezogen werden.

Die aktiven Maßnahmen zur Aufstauvermeidung beruhen alle auf dem gleichen Prinzip eines künstlich geschaffenen Ersatzströmungsweges für das anströmende Grundwasser und werden daher als Grundwasserkommunikationsanlagen bezeichnet.

5.2 Übersicht Grundwasserkommunikationsanlagen

Für die Auswahl einer Variante bzw. einer Kombination mehrerer Varianten sind u.a. die hydrogeologischen, hydrochemischen Verhältnisse, die Art des Bauwerkes sowie das Verhältnis zwischen Investitions- und Betriebskosten zu betrachten. Zur Auswahl einer Variante von Grundwasserkommunikationsanlagen und zur Dimensionierung ist die Ermittlung des tatsächlichen Aufstaus / Absenkung ebenfalls von entscheidender Bedeutung. Dies wird im Fall des EDZ Singen endgültig, falls erforderlich, nach Vorlage der Simulationsergebnisse unter Berücksichtigung der notwendigen hydrogeologischen Untersuchungen erfolgen.

Zur Auswahl stehen grundsätzlich folgende Varianten:

- Entnahme- und Wiederversickerungsbrunnen als Vertikalbrunnen (außerhalb des Bauwerkes);
- Schächte mit Horizontalbrunnen und Rohrleitungsdüker außerhalb des Bauwerkes;
- Horizontalbrunnen mit Rohrleitungsdüker, in das Bauwerk integriert;
- Flächenfilter, mit oder ohne Sammler- und Dükerleitungen.

Gerade bei Baumaßnahmen in hochdurchlässigen Aquiferen – wie das in Singen der Fall ist - wird man bestrebt sein, über eine wasserdichte Baugrubenumschließung eine Wasserhaltung außerhalb der Baugrube zu vermeiden.

Sollte nach der Ergebnisvorlage der ergänzenden Untersuchungen und rechnerischen Ermittlungen doch noch eine der o.g. Lösungen notwendig werden, so stellt die GCO im Abschlussbericht auch die qualitativen Vor- und Nachteile der möglichen Varianten vor.

6 Berechnung der Auswirkungen

6.1 Einleitung

Zur Prüfung des Einflusses des in das Grundwasser eintauchenden Bauwerkes auf die Grundwasserströmung ist zunächst eine Aufstauberechnung erforderlich. Diese kann entweder mit analytischen Ansätzen oder mit numerischen Berechnungsverfahren ausgeführt werden. Beim EDZ Singen wird das mit dem o.g. numerischen Verfahren durchgeführt.

Ohne entsprechende Kenntnis des Untergrundes und eine ausreichende Datengrundlage ist allerdings weder eine naturnahe Aufstauberechnung ausführbar noch ist die ggf. erforderliche Grundwasserkommunikationsanlage zu planen oder zu bemessen. Neben einer geotechnischen Baugrunderkundung ist daher auch eine großräumige hydrogeologische Erkundung des Projektgebietes mit anschließender Modellbildung erforderlich.

Im ersten Schritt werden rechnerische Analysen auf der Basis der vorhandenen Datenlage durchgeführt, d.h. die Ergebnisse selbst sind nur als eine Näherung anzusehen.

Anhand der neuen Untersuchungen im April/Mai 2016 wurde das vorhandene Grundwassermodell aktualisiert. Auf der Grundlage der vorliegenden Daten (neue Bohrungen, Pumpversuche, Grundwasserstandsmessungen) erfolgte eine Überarbeitung des konzeptionellen Modells. Dies beinhaltet die Aktualisierung der:

- Aquiferbasis des kiesigen Grundwasserleiters im Horizont E,
- die Erfassung der Aquifermächtigkeit des Oberen Kieslagers,
- die Bestimmung der Fließrichtung und des hydraulischen Gefälles (Grundwasserstichtagsmessungen),
- die Regionalisierung des kf- Wertes im Untersuchungsgebiet,
- Wasserspiegelganglinien, Bestimmung des Höchstwasserstands.

6.2 Ergebnisse des Grundwassermodells – bis Juni 2016

Auf der Grundlage des neu kalibrierten Strömungsmodells erfolgen die Prognoseberechnungen für folgende verschiedene Szenarien während und nach der Durchführung der Baumaßnahmen:

Szenarium 1:

- Der Bereich der Baumaßnahme ist vollständig umpundet (Bauzustand).
- Der Bereich der Baumaßnahme ist vollständig umpundet, ein Aufstau / Absenkung im Bereich der Baumaßnahme wird durch Entnahme / Eingabe (Grundwasserumleitung) reduziert.

Szenarium 2:

- Die Spundwand ist vollständig entfernt (möglicher Endzustand).

Szenarium 3:

- Die Spundwand ist zu 20% entfernt (möglicher Endzustand).
- Die Spundwand ist zu 20 % entfernt und es erfolgt eine Grundwasserumleitung.

Szenarium 4:

- Die Spundwand ist zu 50 % entfernt – eine Unterströmung des Baukörpers ist möglich (angestrebter Endzustand).

Die Berechnungen wurden für Mittelwasserstände und Höchstwasserstände durchgeführt.

Zur Beschreibung eines Grundwasserhöchststandes im Bereich der geplanten Baumaßnahme werden die Wasserspiegelhöhen vom 27.04.2016 um 0,4 m angehoben.

Die Berechnungsergebnisse ohne Baumaßnahme [19] zeigen, dass westlich des geplanten Bauwerkes der Abstand zwischen der Gründungstiefe (423,15 m NN) des Gebäudes (Karstadt) und dem mittleren Grundwasserstand (ca. 422 m NN) ca. 1,2 m beträgt. Dieser Abstand reduziert sich bei Grundwasserhöchststand (ca. 422,35 m NN) auf ca. 0,8 m.

Nördlich und östlich des geplanten Bauwerkes liegt der Abstand zwischen dem mittleren Grundwasserstand und der Basis der Gebäude im Bereich von ca. 1,8 bis 4,1 m (Hegaustr. 23 - 33, Hegaustr. 42-50, Bahnhofstr. 31, Thurgauerstr. 1). Beim Grundwasserhöchststand beträgt dieser Abstand ca. 1,4 bis 3,7 m. Eine detaillierte tabellarische Aufstellung ist der **Anlage 1** zu entnehmen.

Eine Gefährdung der Gebäude im Bereich der geplanten Baumaßnahme durch Grundwasser ist auf der Basis der vorliegenden Daten ohne Baumaßnahme nicht gegeben.

Die Berechnungsergebnisse für den Zustand mit vollständiger Umspundung (Bauzustand Szenario 1, sog. „worst case“) [19] zeigen, dass westlich des geplanten Bauwerkes der Abstand zwischen der Gründungstiefe (423,15 m NN) des Gebäudes (Karstadt) und dem berechneten Grundwasserstand (bis ca. 422,4 m NN) sich auf ca. 0,8 m reduziert. Dieser Abstand beträgt in diesem Fall bei einem Grundwasserhöchststand (bis ca. 422,8 m NN) ca. 0,4 m.

Nördlich und östlich des geplanten Bauwerkes liegt der Abstand zwischen dem mittleren Grundwasserstand und der Basis der Gebäude im Bereich von ca. 1,3 bis 3,4 m (Hegaustr. 23 - 33, Hegaustr. 42 - 50, Bahnhofstr. 31, Thurgauerstr. 1). Beim Grundwasserhöchststand beträgt dieser Abstand ca. 0,9 bis 3 m (siehe **Anlage 1**).

Auch für diesen sog. „worst case“ Fall ist eine Gefährdung der Gebäude im Bereich der geplanten Baumaßnahme durch Grundwasser auf der Basis der vorliegenden Daten weitgehend nicht gegeben. Beim Haus Karstadt ist jedoch bei Grundwasserhöchstständen aufgrund von geringem Abstand zur UK Keller eine Vernässung nicht ganz auszuschließen.

Die Berechnungsergebnisse für den Endzustand mit zu 50 % entfernter Spundwand (angestrebter Endzustand, Szenario 4) [19], zeigen, dass westlich des geplanten Bauwerkes der Abstand zwischen der Gründungstiefe (423,15 m NN) des Gebäudes (Karstadt) und dem berechneten Grundwasserstand (ca. 422 m NN) ca. 1,1 bis 1,3 m beträgt. Dieser Abstand beträgt in diesem Fall bei Grundwasserhöchststand (bis ca. 422,5 m NN) ca. 0,7 bis 0,9 m.

Nördlich und östlich des geplanten Bauwerkes liegt der Abstand zwischen dem mittleren Grundwasserstand und der Basis der Gebäude im Bereich von ca. 1,7 bis 4,3 m (Hegaustr. 23 - 33, Hegaustr. 42 - 50, Bahnhofstr. 31, Thurgauerstr. 1). Beim Grundwasserhöchststand beträgt dieser Abstand ca. 1,3 bis 3,9 m (siehe **Anlage 1**). Die Angaben bezüglich Kellertiefen wurden von der Stadtverwaltung Singen, Abteilung Baurecht geliefert.

Für diesen angestrebten Endzustand ist eine Gefährdung der Gebäude im Bereich der geplanten Baumaßnahme durch Grundwasser auf der Basis der vorliegenden Daten weitgehend nicht gegeben.

Die Berechnungsergebnisse der Modellierung (Bericht HYDRO-DATA vom Juni 2016) zeigen, dass bei Berücksichtigung der o.g. Szenarien (Maßnahmen) rechnerisch geringe Auswirkungen des geplanten EDZ Bauwerkes auf die Grundwasserverhältnisse ermittelt werden können (siehe Anlagen 2 a und 2 b).

7 Schlussbemerkungen

Die Aussagen dieses Gutachtens beruhen auf den mit dem vorhandenen Grundwassermodell der Fa. HYDRO-DATA (1996-2016) ermittelten Ergebnissen.

Die rechnerischen Auswirkungen auf die Grundwasserstände können nach derzeitigem Kenntnisstand in der **Bauzeit** infolge von einfachen Umleitungsmaßnahmen auf nahezu Null reduziert werden.

Beim Rückbau von nur 50% des Verbaus werden auch die Auswirkungen im **Endzustand** vernachlässigbar klein sein (unter 0,3 m).

Somit liegen die zu erwartenden Auswirkungen bzw. Aufstau-/ Absenkungswerte sowohl für den Bauzustand als auch für den Endzustand im Grundwasserschwankungsbereich und sind als vernachlässigbar gering einzustufen.

Beim erfolgreichen Ziehen von mind. 50 % der Spundwände nach Bauende werden für den Betrieb des EDZ keine zusätzlichen technischen Maßnahmen zur Aufstaureduzierung notwendig.

Für weitere Beratungen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Geotechnical Consulting Office Sp. z o. o. Sp. k.

HYDRO-DATA Dr. W. MICHEL





Dr. – Ing. Mariusz Kowalow
Geschäftsführer

Dr. Werner Michel
Dipl. Geophysiker

- Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Grundwasserfragen (IHK);
- Sachverständiger für Planung und Ausführung im Bereich Erd- und Grundbau, eingetragen im Zentralen Register von Sachverständigen im Bauwesen (Pos. 27/11/R/C);
- Unabhängiger Ingenieur Konsultant FIDIC & EFCA (Verein der beratenden Ingenieure und Sachverständiger (SIDiR)).

Gebäude	UK Keller	Mittlerer Grundwasserstand	Abstand UK Keller - Mittlerer Grundwasserstand	Mittlerer Grundwasserstand und 100% Umspundung	Abstand UK Keller - Mittlerer Grundwasserstand und 100% Umspundung	Mittlerer Grundwasserstand und 50% Umspundung	Abstand UK Keller - Mittlerer Grundwasserstand und 50% Umspundung	Bewertung
Karstadt (Bahnhofstr., August-Ruf-Str., Erzbergerstr.	423,15 mNN	421,60 - 422,00 mNN	1,15 - 1,55 m	422,10 - 422,40 mNN	0,75 - 1,05 m	421,85 - 422,05 mNN	1,10 - 1,30 m	Wasserspiegel bleibt unterhalb der angegebenen Kellertiefen
Hegaustr. 23	424,70 mNN	422,10 - 422,20 mNN	2,50 - 2,60 m	422,60 - 422,70 mNN	2,00 - 2,10 m	422,05 - 422,15 mNN	2,55 - 2,65 m	Wasserspiegel bleibt unterhalb der angegebenen Kellertiefen
Hegaustr. 25	426,20 mNN	422,10 - 422,20 mNN	4,00 - 4,10 m	422,80 mNN	3,40 m	421,95 - 422,05 mNN	4,15 - 4,25 m	Wasserspiegel bleibt unterhalb der angegebenen Kellertiefen
Hegaustr. 27	425,80 mNN	422,10 - 422,20 mNN	3,60 - 3,70 m	422,85 mNN	2,95 m	421,95 - 422,05 mNN	3,75 - 3,85 m	Wasserspiegel bleibt unterhalb der angegebenen Kellertiefen
Hegaustr. 29	425,00 mNN	422,20 - 422,30 mNN	2,70 - 2,80 m	422,85 - 422,90 mNN	2,10 - 2,15 m	422,00 - 422,40 mNN	2,60 - 3,00 m	Wasserspiegel bleibt unterhalb der angegebenen Kellertiefen
Hegaustr. 31	425,30 mNN	422,40 - 422,50 mNN	2,80 - 2,90 m	422,90 - 423,10 mNN	2,20 - 2,40 m	422,60 - 422,70 mNN	2,60 - 2,70 m	Wasserspiegel bleibt unterhalb der angegebenen Kellertiefen
Hegaustr. 33	424,60 mNN	422,60 - 422,80 mNN	1,80 - 2,00 m	423,25 - 423,35 mNN	1,25 - 1,35 m	422,80 - 422,90 mNN	1,70 - 1,80 m	Wasserspiegel bleibt unterhalb der angegebenen Kellertiefen
Hegaustr. 42 / 44	425,60 mNN	422,00 - 422,20 mNN	3,40 - 3,60 m	422,85 - 423,00 mNN	2,60 - 2,75 m	421,90 - 422,20 mNN	3,40 - 3,70 m	Wasserspiegel bleibt unterhalb der angegebenen Kellertiefen
Hegaustr. 46	426,00 mNN	422,10 - 422,30 mNN	3,70 - 3,90 m	423,05 - 423,15 mNN	2,85 - 3,05 m	421,80 - 422,50 mNN	3,50 - 4,20 m	Wasserspiegel bleibt unterhalb der angegebenen Kellertiefen
Hegaustr. 48	426,00 mNN	422,30 - 422,50 mNN	3,50 - 3,70 m	423,15 - 423,25 mNN	2,75 - 2,85 m	422,50 - 422,65 mNN	3,35 - 3,50 m	Wasserspiegel bleibt unterhalb der angegebenen Kellertiefen
Hegaustr. 50	425,85 mNN	422,50 - 422,70 mNN	3,15 - 3,35 m	423,20 - 423,25 mNN	2,60 - 2,65 m	422,70 - 422,80 mNN	3,15 - 3,25 m	Wasserspiegel bleibt unterhalb der angegebenen Kellertiefen
Thurgauer Str. 1	425,50 mNN	422,10 - 422,20 mNN	3,30 - 3,40 m	422,85 - 422,90 mNN	2,60 - 2,65 m	422,95 - 423,10 mNN	2,40 - 2,55 m	Wasserspiegel bleibt unterhalb der angegebenen Kellertiefen
Alpenstr. 5	425,50 mNN	422,80 - 423,00 mNN	2,50 - 2,70 m	423,30 - 423,40 mNN	2,10 - 2,20 m	422,90 - 423,10 mNN	2,40 - 2,60 m	Wasserspiegel bleibt unterhalb der angegebenen Kellertiefen
Bahnhofstr. 31	425,40 mNN	422,20 - 422,40 mNN	3,00 - 3,20 m	422,50 - 422,70 mNN	2,70 - 2,90 m	422,10 - 422,60 mNN	2,80 - 3,30 m	Wasserspiegel bleibt unterhalb der angegebenen Kellertiefen

Geotechnical Consulting Office Sp. z o.o. Sp. k.	Vergleich der Grundwasserstände und Flurabstände (Basis Keller) für einen Grundwasserhochstand mit und ohne Baumaßnahmen	 
EDZ Singen	ECE Projektmanagement G.m.b.H. & Co. KG	
GCO15014	Anlage 1a	

Gebäude	UK Keller	Grundwasserhöchststand	Abstand UK Keller - Grundwasserhöchststand	Grundwasserhöchststand und 100% Umspundung	Abstand UK Keller - Grundwasserhöchststand und 100% Umspundung	Grundwasserhöchststand und 50% Umspundung	Abstand UK Keller - Grundwasserhöchststand und 50% Umspundung	Bewertung
Karstadt (Bahnhofstr., August-Ruf-Str., Erzbergerstr.)	423,15 mNN	422,00 - 422,40 mNN	0,75 - 1,15 m	422,50 - 422,80 mNN	0,35 - 0,65 m	422,25 - 422,45 mNN	0,70 - 0,90 m	Wasserspiegel bleibt unterhalb der angegebenen Kellertiefen
Hegaustr. 23	424,70 mNN	422,50 - 422,60 mNN	2,10 - 2,20 m	423,00 - 423,10 mNN	1,60 - 1,70 m	422,45 - 422,55 mNN	2,15 - 2,25 m	Wasserspiegel bleibt unterhalb der angegebenen Kellertiefen
Hegaustr. 25	426,20 mNN	422,50 - 422,60 mNN	3,60 - 3,70 m	423,20 mNN	3,00 m	422,35 - 422,45 mNN	3,75 - 3,85 m	Wasserspiegel bleibt unterhalb der angegebenen Kellertiefen
Hegaustr. 27	425,80 mNN	422,50 - 422,60 mNN	3,20 - 3,30 m	423,25 mNN	2,55 m	422,35 - 422,45 mNN	3,35 - 3,45 m	Wasserspiegel bleibt unterhalb der angegebenen Kellertiefen
Hegaustr. 29	425,00 mNN	422,60 - 422,70 mNN	2,30 - 2,40 m	423,25 - 423,30 mNN	1,70 - 1,75 m	422,40 - 422,80 mNN	2,20 - 2,60 m	Wasserspiegel bleibt unterhalb der angegebenen Kellertiefen
Hegaustr. 31	425,30 mNN	422,80 - 422,90 mNN	2,40 - 2,50 m	423,55 - 423,65 mNN	1,65 - 1,75 m	423,00 - 423,10 mNN	2,20 - 2,30 m	Wasserspiegel bleibt unterhalb der angegebenen Kellertiefen
Hegaustr. 33	424,60 mNN	423,00 - 423,20 mNN	1,40 - 1,60 m	423,65 - 423,75 mNN	0,85 - 0,95 m	423,20 - 423,30 mNN	1,30 - 1,40 m	Wasserspiegel bleibt unterhalb der angegebenen Kellertiefen
Hegaustr. 42 / 44	425,60 mNN	422,40 - 422,60 mNN	3,00 - 3,20 m	423,25 - 423,40 mNN	2,20 - 2,35 m	422,30 - 422,60 mNN	3,00 - 3,30 m	Wasserspiegel bleibt unterhalb der angegebenen Kellertiefen
Hegaustr. 46	426,00 mNN	422,50 - 422,70 mNN	3,30 - 3,50 m	423,45 - 423,55 mNN	2,45 - 2,55 m	422,20 - 422,90 mNN	3,10 - 3,80 m	Wasserspiegel bleibt unterhalb der angegebenen Kellertiefen
Hegaustr. 48	426,00 mNN	422,70 - 422,90 mNN	3,10 - 3,30 m	423,55 - 423,65 mNN	2,35 - 2,45 m	422,90 - 423,05 mNN	2,95 - 3,10 m	Wasserspiegel bleibt unterhalb der angegebenen Kellertiefen
Hegaustr. 50	425,85 mNN	422,90 - 423,20 mNN	2,75 - 2,95 m	423,60 - 423,65 mNN	2,20 - 2,25 m	423,10 - 423,20 mNN	2,65 - 2,75 m	Wasserspiegel bleibt unterhalb der angegebenen Kellertiefen
Thurgauer Str. 1	425,50 mNN	422,50 - 422,60 mNN	2,90 - 3,00 m	423,25 - 423,30 mNN	2,20 - 2,25 m	423,35 - 423,50 mNN	2,00 - 2,15 m	Wasserspiegel bleibt unterhalb der angegebenen Kellertiefen
Alpenstr. 5	425,50 mNN	423,20 - 423,40 mNN	2,10 - 2,30 m	423,70 - 423,80 mNN	1,70 - 1,80 m	423,30 - 423,50 mNN	2,00 - 2,20 m	Wasserspiegel bleibt unterhalb der angegebenen Kellertiefen
Bahnhofstr. 31	425,40 mNN	422,60 - 422,80 mNN	2,60 - 2,80 m	422,90 - 423,10 mNN	2,30 - 2,50 m	422,50 - 423,00 mNN	2,40 - 2,90 m	Wasserspiegel bleibt unterhalb der angegebenen Kellertiefen

Geotechnical Consulting Office
Sp. z o.o. Sp. k.

Vergleich der Grundwasserstände und Flurabstände (Basis Keller) für einen Grundwasserhochstand mit und ohne Baumaßnahmen



EDZ Singen

ECE Projektmanagement G.m.b.H. & Co. KG



GCO15014

Anlage 1b

Nr.	Variante Szenarium HYDRO-DATA	Bemerkungen	Aufstau (m)	Aufstau-reichweite (m)	Absenkung (m)	Absenkungsreichweite (m)
1	Bauzeit mit Verbau (SZ 1)	Keine Reduzierungsmaßnahmen Vorgesehen*	Westteil: 0,6 – 1,1 Ostteil: 1,1 – 1,3	ca. 400	0,2 m	Ca. 70 m
2	mit Verbau belassen (komplette Einbindung Gebäude in Zwischenschicht)	Grundwasserumleitung ca. 0,7 l/s)**	0,35	ca. 80	0,15	Ca. 40m
3	Endzustand (SZ 3)	20 % Verbau zurückgebaut*	Westteil: 0,2 Ostteil: 0,4 – 0,7	ca. 130	vernachlässigbar klein	vernachlässigbar klein
4	Endzustand (SZ4)	50 % Verbau zurückgebaut*	Westteil: ca. 0,15 Ostteil: ca. 0,25	ca. 90	vernachlässigbar klein	vernachlässigbar klein
5	Endzustand (SZ2)	100 % Verbau zurückgebaut*	Westteil: vernachlässigbar Ostteil: ca. 0,25	ca. 40 m	vernachlässigbar klein	vernachlässigbar klein

*keine Wasserhaltung und keine Drainage vorgesehen



** Wasserhaltung (Entnahme und Einleitung)

Geotechnical Consulting Office Sp. z o.o. Sp. k.	Rechnerische Auswirkungen auf die Grundwasserstände auf der Basis des vorhandenen Modells (Mittelwasserstände)	 
EDZ Singen	ECE Projektmanagement G.m.b.H. & Co. KG	
GCO15014	Anlage 2a	

Nr.	Variante Szenarium HYDRO-DATA	Bemerkungen	Aufstau (m)	Aufstau-reichweite (m)	Absenkung (m)	Absenkungsreichweite (m)
1	Bauzeit mit Verbau (SZ 1)	Keine Reduzierungsmaßnahmen Vorgesehen*	Westteil: 0,6 – 1,15 Ostteil: 1,2 – 1,45	ca. 400	0,2 m	Ca. 70 m
2	mit Verbau belassen (komplette Einbindung Gebäude in Zwischenschicht)	Grundwasserumleitung ca. 0,7 l/s)**	0,35	ca. 100	Vernachlässigbar klein	vernachlässigbar klein
3	Endzustand (SZ 3)	20 % Verbau zurückgebaut*	Westteil: 0,4 Ostteil: 0,4 – 1,05	ca. 260	vernachlässigbar klein	vernachlässigbar klein
4	Endzustand (SZ4)	50 % Verbau zurückgebaut*	Westteil: ca. 0,2 Ostteil: ca. 0,4	ca. 200	vernachlässigbar klein	vernachlässigbar klein
5	Endzustand (SZ2)	100 % Verbau zurückgebaut*	Westteil: vernachlässigbar Ostteil: ca. 0,3	ca. 90 m	vernachlässigbar klein	vernachlässigbar klein

*keine Wasserhaltung und keine Drainage vorgesehen

** Wasserhaltung (Entnahme und Einleitung)

Geotechnical Consulting Office Sp. z o.o. Sp. k.	Rechnerische Auswirkungen auf die Grundwasserstände auf der Basis des vorhandenen Modells (Grundwasserhochstand)	 
EDZ Singen	ECE Projektmanagement G.m.b.H. & Co. KG	
GCO15014	Anlage 2b	