

Boley Geotechnik GmbH | Auenstrasse 100 | 80469 München

Grundwassersituation im Bereich der
Genter Straße, München-Schwabing

Fachtechnische Stellungnahme

zum Lösungsvorschlag des Anwohners
[REDACTED]

DATUM

30.10.2020

BEARBEITER

TELEFON

089 – 30 90 877 – 0

E-MAIL

info@boleygeotechnik.de

UNSER ZEICHEN

CM/PB - 20099

Boley Geotechnik GmbH

Beratende und bauvorlageberechtigte Ingenieure | Öffentlich bestellte und vereidigte Sachverständige für Erd-, Grund- und Felsbau | Prüfsachverständige für Erd- und Grundbau | Gutachter für Erd- und Grundbau, Felsbau, Geokunststoffe, Tunnelbau beim Eisenbahn-Bundesamt (EBA)

Auenstraße 100
80469 München

Tel +49 89 3090877-0 | Fax -99

Erstellt im Auftrag von:

Landeshauptstadt München
Referat für Gesundheit und Umwelt
RGU-US
Bayerstr. 28a
80335 München

Standorte

München | Stuttgart | Salzburg

Registergericht

AG München | HRB 244291

www.boleygeotechnik.de

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung und Aufgabenstellung	3
2	Darstellung des Lösungsvorschlags [REDACTED]	4
3	Fachtechnische Stellungnahme	5
3.1	Reichweite, Wassermenge, Randbedingungen.....	5
3.2	Wiedereinleitung des gepumpten Grundwassers	8
3.3	Setzungen der angrenzenden Bebauung.....	9
4	Zusammenfassung und Empfehlungen	10

1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Die Genter Straße liegt im Stadtbezirk Schwabing-Freimann, rd. 1.000 m nördlich vom Kleinhesselohrer See und rd. 1.000 m westlich der Isar. Sie verläuft in Ost-West-Richtung zwischen der B2R Mittlerer Ring und der Osterwaldstraße.

In einem Abstand von rd. 50 m, verläuft nördlich und parallel zur Genter Straße, ein Regenauslasskanal (RAK) im Karl-Arnold-Weg und im weiteren Verlauf in Richtung Osten im Ernst-Penzoldt-Weg. Der Kanal wurde Mitte der 80er Jahre in offener Bauweise hergestellt und bindet mit seiner Sohle (Bauwerksunterkante) in die geringdurchlässigen Schichten der Münchener tertiären Böden ein. Aus diesem Grund wurden bereits damals, drei Düker (GWD 18001, GWD 18002, GWD 18003) zwischen dem westlich liegenden Mittleren Ring und dem Abschnitt Karl-Arnold-Weg – Osterwaldstraße zur Grundwasserüberleitung wasserrechtlich genehmigt und gebaut.

Bereits in der Vergangenheit kam es in der südlich des Karl-Arnold-Wegs gelegenen Bebauung (Bereich Genter Straße) zu Wassereintritten in einigen Untergeschoßen. Ab Mai (ca. 13.05.2020) des laufenden Jahres 2020 wurden dem Referat für Gesundheit und Umwelt (RGU) erste Meldungen über neuerlich vernässte Keller zugetragen. Im Weiteren wurde auch im südlich gelegenen Bereich u.a. der Imhofstraße und des Beltwegs ein Anstieg des Grundwassers sowie Wassereintritte in Kellern einzelner Gebäude festgestellt.

Seitens der Münchener Städtentwässerung (MSE) wurde die Boley Geotechnik GmbH mit der gutachterlichen Bewertung der Grundwassersituation in der Genter Straße, bzw. im Bereich zwischen dem Kleinhesselohrer See und dem Kanal im Karl-Arnold-Weg beauftragt. Die Ergebnisse unserer diesbezüglichen Untersuchungen werden der Münchener Städtentwässerung in einer gesonderten Fachtechnischen Stellungnahme mitgeteilt.

Im Rahmen der Bürgerversammlung (Runder Tisch) am 17.09.2020, wurden durch einen Anwohner der Imhofstraße [REDACTED] ein Lösungsvorschlag zur Grundwasserabsenkung im Bereich der Genter Straße vorgeschlagen.

In Ergänzung zur o.g. Beauftragung durch die MSE wurden wir vom Referat für Gesundheit und Umwelt (RGU) mit der fachtechnischen Würdigung des [REDACTED] vorgebrachten Lösungsvorschlags beauftragt. Die ersten Ergebnisse unsere diesbezüglichen Untersuchungen sind Gegenstand der vorliegenden Stellungnahme.

2 Darstellung des Lösungsvorschlags

Anlässlich der Grundwassersituation im Bereich der Genter Straße, hat [REDACTED] mit E-Mail vom 12.08.2020 („Betreff: Grundwasser“) einen Lösungsvorschlag an die Nachbarn versandt welcher auch im Rahmen des o.g. Runden Tisches am 17.09.2020 den anwesenden Vertretern der MSE und des RGU sowie uns vorgestellt wurde.

[REDACTED] schlägt vor, die in der Genter Straße situierten Grundwasserdüker GWD 18001 und 18002 mit Pumpen auszustatten, um so die Wasserstände zu regulieren und das Grundwasser im südlichen Bereich, u.a. der Genter Straße, abzusenken (siehe **Abb. 1**).

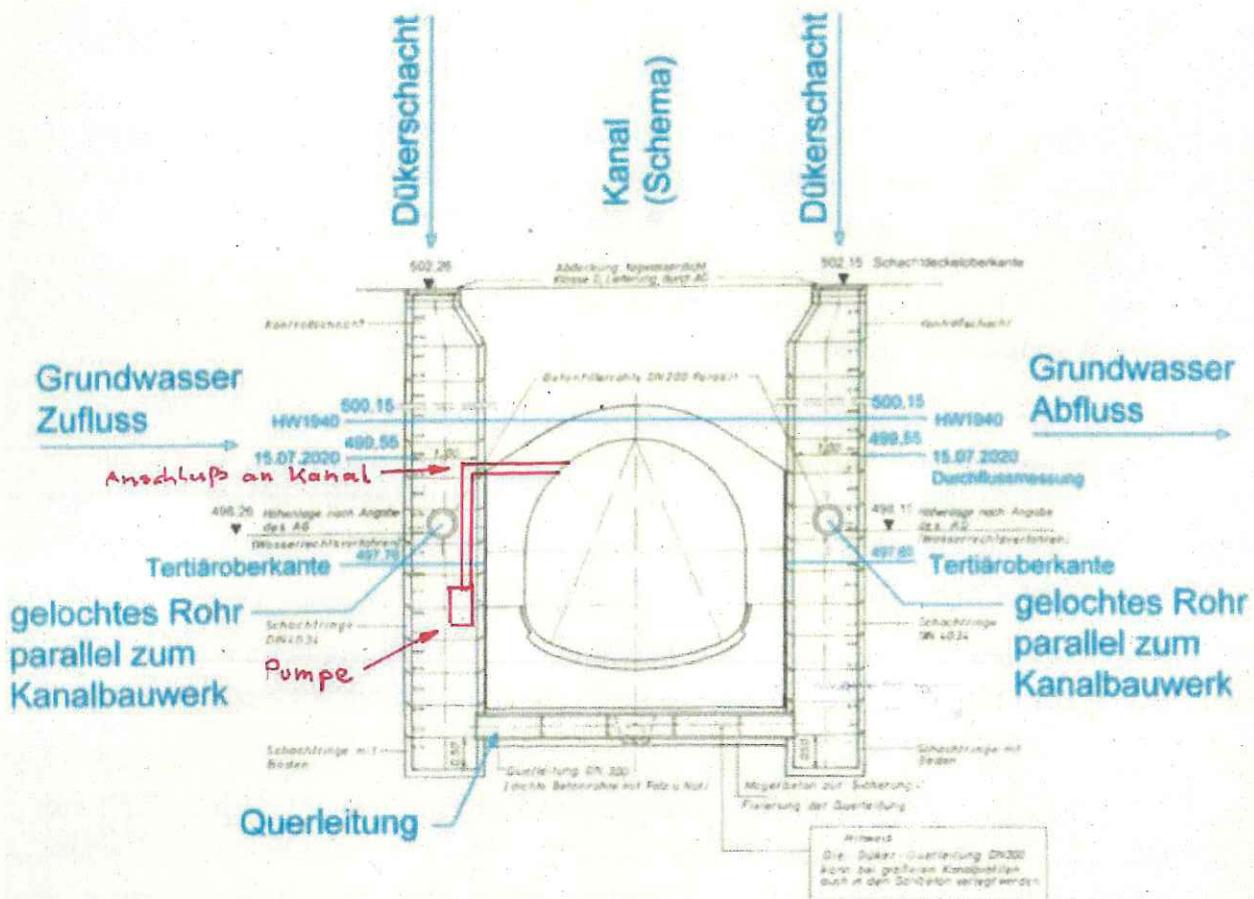


Abb. 1: Lösungsvorschlag [REDACTED] gem. o.g. E-Mail vom 12.08.2020

Es wird weiter vorgeschlagen, dass das in diesem Fall gepumpte Grundwasser über den Regenauslasskanal in die Isar eingeleitet wird. Für das im Bereich des Grundwasserdükers GWD 18001 (Kreuzung Karl-Arnold-Weg / Osterwaldstraße) anfallende Grundwasser, wird alternativ eine Einleitung in das naheliegende Fließgewässer „Schwarze Lacke“ vorgeschlagen.

3 Fachtechnische Stellungnahme

Der vorgenannte Lösungsvorschlag stellt lediglich ein Konzept, ohne technische Detailbetrachtungen zur Machbarkeit oder möglichen Auswirkungen dar. Aus diesem Grund wird der Lösungsvorschlag nachfolgend auf Basis orientierender Berechnungen fachtechnisch bewertet.

Es wird explizit darauf hingewiesen, dass für die nachfolgenden Ausführungen und rechnerischen Nachweise, insbesondere aufgrund der Komplexität der hydrogeologischen Verhältnisse gewisse idealisierte Annahmen getroffen werden mussten.

Die nachfolgende Betrachtung ausgewählter technischer Aspekte erfolgt vor dem Hintergrund einer Bewertung der grundsätzlichen Machbarkeit und ersetzt ausdrücklich nicht eine Detailbetrachtung, z.B. im Sinne einer Ausführungsplanung für eine Wasserhaltung.

3.1 Reichweite, Wassermenge, Randbedingungen

Vorab erfolgt der Hinweis auf das neu eingeführte Höhenbezugssystem DHHN2016 sowie, dass die Höhenangaben, z.B. [m ü. NN], gemäß der übergebenen Planunterlagen näherungsweise dem neuen Bezugssystem [mNHN, 2016] gleichgesetzt werden, da die Unterschiede der beiden Höhenbezugssysteme sich im Untersuchungsgebiet im geringen Zentimeterbereich bewegen. Für die Genauigkeit der hydrogeologischen Ergebnisse ist diese Annahme u.E. hinreichend genau.

Wie eingangs erwähnt müssen hinsichtlich der grundsätzlichen fachtechnischen Bewertung des o.g. Konzepts Vereinfachungen zur näherungsweisen Erfassung der hydrogeologisch komplexen Verhältnisse und Veränderungen getroffen werden. Ein Aspekt dabei ist der rechnerische Ansatz der Grundwasserbepumpung in einem der bestehenden Dükerschächte. Auf Grundlage des Standorts sowie der bisher gemessenen und übergeleiteten an Grundwassermengen beziehen sich die nachfolgenden Ausführungen beispielhaft nur auf den Düker GWD 18001. Im Rahmen der Messungen der Durchflussmengen wurden hier durchwegs höhere Wassermengen erfasst als z.B. bei GWD 18002. Es kann u.a. daher davon ausgegangen werden, dass dieser in der gegenständlichen Betrachtung als maßgebend herangezogen werden kann. Die letztmalig gemessenen Pegelstände im anstromseitig liegenden Dükerschacht (GDL 18001) und abstromseitig (GDR 18001) weisen zur letztmaligen Messung vom 25.06.2020 ein näherungsweise gleiches Niveau auf (Wasserspiegeldifferenz $\Delta h = 0,04$ m). Der prinzipielle Aufbau des Dükers GWD 18001 kann **Abb. 2** entnommen werden.

Im Zuge der Untersuchungen wurden aus Bodenproben der quartären Kiese, der 2020 gebohrten Grundwassermessstellen (KP1723, KP1726, KP1727) die Korngrößenverteilungen (Körnungslinien) durch die Firma Baugrund Süd GmbH labortechnisch ermittelt. Diese werden als repräsentativ für das gegenständliche Projektgebiet angenommen. Auf Basis der Korngrößenverteilungen erfolgt die Abschätzung der Suffosionssicherheit, der Filterstabilität sowie eine Ableitung des Durchlässigkeitsbeiwertes (k_f).

Die maßgebenden Vereinfachungen und angenommenen Randbedingungen sind nachfolgend zusammengefasst:

- Durchflussmenge GWD 18001: 18,5 l/s (letzte Messung vom 15.07.2020)
- Pegelstand GDL 18001: 499,59 mNHN (letzte Messung vom 25.06.2020)
- Rohrunterkante (RUK) der Drains: 498,23 mNHN
- Drainlänge: ca. 4,0 m (2x, je Drain Anstromseite)
- Draindurchmesser: DN 200 Kunststoffrohre (gem. Nachtrags-LV)
- Schlitzweite Drain: 1,0 mm (gem. Nachtrags-LV)
- Filterquarzsand: 1,0 mm – 2,5 mm (gem. Nachtrags-LV)
- Durchlässigkeitsbeiwert k_f : $1 \cdot 10^{-2}$ m/s (gem. o.g. Laborversuchen)
- Höhenlage bindiges Tertiär: 0,5 m unter RUK (gem. Wasserrechtsbescheid)
- Keine anthropogene Beeinflussung der Grundwasserströmung im Anstrom (Keller, Bepumpung, gegenseitige Beeinträchtigung der Düker, weitere Brunnen)
- Keine hydraulischen Einschränkungen bzgl. Filterstabilität, Suffosion etc.
- Homogene Zuströmung zu den Horizontaldrains
- Setzen einer Blase bei der Querleitung des Dükers, um Wasserzutritt von der Abstromseite auszuschließen (vgl. **Abb. 2**)

Aus o.g. Annahmen und Randbedingungen ergibt sich unter dem Ansatz der Bemessung eines Horizontalfilterbrunnens (Verfahren nach FALKE) für eine notwendige Absenkung des Grundwasserspiegels am Drainstrang von $s = 1,32$ m, eine erforderliche Pumpwasserfördermenge von $Q_{\text{Absenk, erf}} = \text{ca. } 9,5$ l/s.

Die zugehörige Reichweite bis zur asymptotischen Annäherung an den Ausgangswasserstand wird mit rund 200 m abgeschätzt. Es ist zu beachten, dass mit zunehmendem Abstand zum Grundwasserdüker respektive den Drainsträngen der Einfluss der Absenkung deutlich abnimmt (asymptotische Annäherung an den Ausgangswasserstand). Es wird darauf hingewiesen, dass die vorgenannte, erforderliche Wassermenge Q_{erf} zusätzlich zur bereits übergeleiteten Grundwassermenge (Durchflussmenge GWD 18001 = 18,5 l/s) zu fördern wäre.

Somit ergibt sich eine zu fördernde Gesamtmenge von $Q_{\text{ges}} = Q_{\text{Absenk, erf}} + Q_{\text{GWD18001}} = \text{ca. } 28$ l/s.

Es wird darauf hingewiesen, dass vorgenannte Betrachtung für den o.g. Ausgangswasserstand (Stichtag 25.06.2020) gilt, so dass sich bei geänderten Wasserständen, sowohl die zu fördernde Gesamtwassermenge, als auch die Einflussreichweite ändern kann und wird.

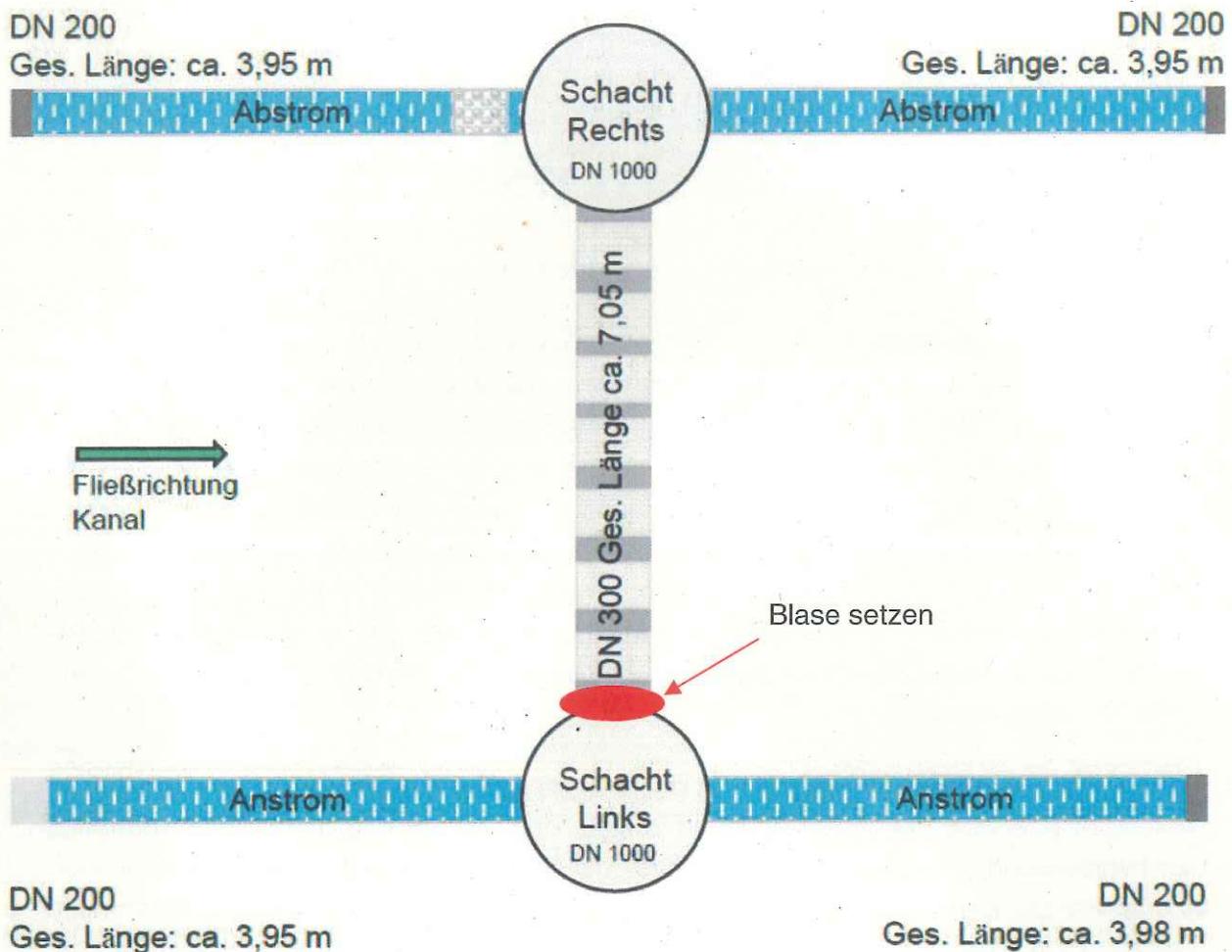


Abb. 2: Schematische Darstellung des GWD 18001 inkl. Filterstränge (Drains) gem. Protokoll der Sanierungsarbeiten 2018 (Fa AUP Unterwassertechnik)

Für die, zur Absenkung erforderliche Wassermenge $Q_{\text{Absenk, erf}}$ sind weiter die Aspekte Suffosion, Filterstabilität und Versandung des Dükers zu betrachten, da diese die Funktionalität der vorgeschlagenen Maßnahme ggfs. einschränken können. Vorab ist festzustellen, dass die mechanischen Filterkriterien für Bodenfilter nach TERZAGHI unter Berücksichtigung der o.g. idealisierten Annahmen und der übergebenen Korngrößenverteilungen (Körnungslinien) eingehalten sind.

Die Austragung von Feianteilen eines Bodens infolge Grundwasserströmung wird als Suffosion bezeichnet (vgl. Abb. 3). Ausgetragene Feianteile des anstehenden Bodens werden entweder im Dükerschacht abgelagert (Versandung) oder bewirken, sollten sie das Filtermaterial der Horizontaldrains nicht passieren können, eine Verstopfung des Filters (Kolmation). Bei ausgeprägter Suffosion besteht zudem die Gefahr der Destabilisierung des anstehenden Bodens.

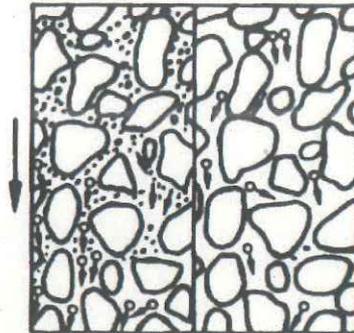


Abb. 3: Schemaskizze zur Suffosion, links Phase 1 - rechts Phase 2 (Ziems, 1968)

Diese kann auftreten, wenn geometrische und hydraulische Voraussetzungen nicht erfüllt sind. Ein stetiger und eng gestufter Verlauf der Korngrößenverteilung (= kleine Ungleichförmigkeitszahl) machen einen Boden wenig anfällig für Suffosion. Da der anstehende Boden gemäß den vorliegenden Korngrößenverteilungen sehr weit gestuft ist, erfüllt er das geometrische Kriterium nicht, so dass zusätzlich das hydraulische Kriterium berücksichtigt werden muss. Durch das hydraulische Kriterium kann ermittelt werden ob der vorliegende hydraulische Gradient ausreichend groß ist, um die Feinteile eines nicht suffosionsstabilen Bodens in Bewegung zu setzen. Bei der Anströmung eines Brunnenrohrs nimmt infolge der radial zum Brunnenrohr hin ansteigenden Fließgeschwindigkeit auch der hydraulische Gradient zu. Ab einem gewissen kritischen Gradienten tritt Suffosion auf.

Die für die o.g. getroffenen Annahmen (z.B. homogene Anströmung der Horizontaldrains) durchgeführten orientierenden Berechnungen zeigen, dass für die o.g. Gesamtwassermenge Q_{ges} das hydraulische Kriterium erfüllt ist, so dass die Suffosionssicherheit nachgewiesen werden konnte. Für die Berechnungen wurde, unter Annahme einer 15 cm starken Quarzsandpackung (Filter, gem. Wasserrechtsbescheid, Material gem. Nachtrags-LV), der Gradient an der Eintrittsstelle in den Filter als unkritisch ermittelt.

Es wird darauf hingewiesen, dass eine Erhöhung der Entnahmemenge zwangsläufig höhere Fließgeschwindigkeiten und damit einen höheren Gradienten bewirkt, sodass bei zusätzlicher unkontrollierter Erhöhung der Entnahmemenge nicht ausgeschlossen werden kann, dass in einzelnen Bereichen Bodenbestandteile ausgewaschen werden.

3.2 Wiedereinleitung des gepumpten Grundwassers

Hinsichtlich der Wiedereinleitung des gepumpten Grundwassers werden [REDACTED] folgende zwei Varianten vorgeschlagen:

- Variante 1: Einleitung in den Regenauslasskanal im Karl-Arnold-Weg
- Variante 2: Einleitung in das Fließgewässer „Schwarze Lacke“

Ohne expliziten rechnerischen Nachweis werden beide Varianten als technisch möglich bewertet. Wesentliche Voraussetzung ist jedoch, dass die Grundwasserverhältnisse im Abstrom, d.h. nördlich des RAK nicht nachhaltig negativ verändert werden.

Diesbezüglich ist es u.E. zwingend notwendig, nur einen Teil der geförderten Gesamtwassermenge entweder in den Regenauslasskanal (Variante 1) oder in die „Schwarze Lacke“ (Variante 2) einzuleiten. Der andere Teil, welcher voraussichtlich dem bisher von den einzelnen Grundwasserdüchern geförderten Wassermenge entsprechen müsste, sollte im Abstrom des Kanals wiedereingeleitet werden.

Die genaue Aufteilung der geförderten Gesamtwassermenge Q_{ges} sowie technische Details (u.a. Anpassung der jeweiligen Wassermengen an die sich ändernden Wasserstände) wären im Zuge weiterer Detailbetrachtungen festzulegen. Dies gilt u.a. unter dem Aspekt, dass wie beschrieben die für eine Absenkung erforderliche Pumpmenge Q_{Absenk} , und die bisherige übergeleitete Grundwassermenge über die Düker Q_{GWD18001} abhängig vom Ausgangswasserstand auf der Südseite sind und somit auch die nördlich des Kanals einzuleitende Wassermenge nicht zwingend fixiert werden sollte.

3.3 Setzungen der angrenzenden Bebauung

Wie bereits erwähnt, musste im Rahmen der hier gegenständlichen Betrachtungen von idealisierten Randbedingungen ausgegangen werden. Insbesondere kann anhand der durchgeführten analytischen Berechnungen eine gegenseitige Beeinflussung der beiden Grundwasserdücker GWD 18001 und GWD 18002 für den Fall einer aktiven Bepumpung nicht bestimmt werden. Dies bedeutet u.a., dass ohne komplexere Berechnungsmethoden, also Berücksichtigung der Tiefgeschosse, gegenseitige Beeinflussung der Dücker sowie etwaig vorhandenen Brunnen im Projektgebiet, keine abschließend detaillierte Aussage hinsichtlich der Reichweite der Grundwasserabsenkung möglich ist.

Grundsätzlich ist jedoch anzumerken, dass es sich bei den gegenwärtigen Grundwasserständen im betrachteten Bereich südlich des Regenauslasskanals im Karl-Arnold-Weg, um erhöhte Mittelwasserstände handelt, die bei einer wie auch immer gearteten Wasserhaltung, auf einen Niedrigwasserstand abgesenkt werden. Sofern die sich durch eine etwaige Wasserhaltung einstellenden Grundwasserstände im Bereich der natürlichen Grundwasserschwankung liegt und die Absenkung ausreichend langsam erfolgt, sollten Schäden an der südlich des RAK liegenden Bebauung vermeidbar sein.

Für die auf der Nordseite des RAK liegende Bebauung gilt dem Grunde nach selbiges. Der o.g. Wiedereinleitung eines noch näher zu bestimmenden Anteils der geförderten Gesamtwassermenge kommt auch vor dem Hintergrund der Vermeidung von schädlichen Gebäudesetzungen besondere Bedeutung zu. In der genannten konkreten Betrachtung wäre insbesondere das Gründungsniveau der nördlich angrenzenden Bebauung, der Abstand zum Grundwasserspiegel sowie die zugehörigen Gebäudelasten zu berücksichtigen.

4 Zusammenfassung und Empfehlungen

Der Regenauslasskanal (RAK) im Karl-Arnold-Weg bindet mit seiner Sohle (Bauwerksunterkante) in die geringdurchlässigen Schichten der Münchener tertiären Böden ein, weshalb bereits beim Bau des Kanals drei Düker zur Grundwasserüberleitung wasserrechtlich genehmigt und gebaut wurden. Bei den Dükern handelt es sich systemimmanent um s.g. passive, d.h. nicht regelbare Grundwasserüberleitungen nach dem Prinzip der kommunizierenden Röhre.

Um den trotz der vorhandenen Düker angestiegenen Grundwasserständen aktiv zu begegnen, wurde vom Anwohner [REDACTED] ein Lösungsvorschlag vorgebracht. Dieser Vorschlag sieht die aktive Bepumpung der im Anstrom liegenden Schächte der beiden Düker GWD 18001 und GWD 18002, sowie die Einleitung des geförderten Wassers in den Kanal oder die „Schwarze Lacke“ vor.

Ausgehend von idealisierten Annahmen und Randbedingungen wurden als Grundlage für die fachtechnische Bewertung des Lösungsvorschlags, orientierende Berechnungen durchgeführt, wonach der Vorschlag [REDACTED] als technisch grundsätzlich möglich erscheint.

Es wurde darauf hingewiesen, dass die getroffenen Annahmen und Randbedingungen u.a. anthropogene Beeinflussungen der in situ Grundwasserverhältnisse nicht berücksichtigen. Insbesondere beziehen sich die Ergebnisse auf den angenommenen Ausgangswasserstand (erhöhter mittlerer Grundwasserspiegel). Bei weiter steigendem Grundwasser ist die technische Umsetzbarkeit ohne Beeinträchtigung der gegebenen Grundwasserüberleitungssysteme erneut zu untersuchen und an die sich geänderten Bedingungen neu zu bewerten.

Aus fachtechnischer Sicht ist anzumerken, dass das bestehende passive System der Grundwasserüberleitung mittels kommunizierender Röhren prinzipiell aus funktionellen, Instandhaltungs- sowie Kostengründen zu bevorzugen ist, um einen natürlichen Ausgleich der Grundwasserverhältnisse sicherzustellen. Aktiv bepumpt Systeme können zwar eine kurzzeitige Abhilfe schaffen, sind u.E. jedoch unter den Aspekten der Komplexität der Randbedingungen (z.B. Pumpmenge i. Abh. des Wasserstandes), Störung der natürlichen Gleichgewichtverhältnisse sowie fehlender automatisierter Regelung im äußersten Fall nur als temporäre Maßnahme in Betracht zu ziehen.

Für den Fall einer aktiven Bepumpung des bestehenden Gesamtsystems wird ein noch näher zu definierendes Monitoring empfohlen. Dieses sollte u.a. die geförderten und wiedereingeleiteten Wassermengen, die Grundwasserstände im Düker und in vorhandenen GW-Messstellen sowie den Anteil an transportiertem Feststoff erfassen. Dies insbesondere, da im Bereich südlich der „Schwarzen Lacke“ eine Altlastenverdachtsfläche kartiert ist, welche aufgrund geänderter Grundwasserströmungsverhältnisse nicht aktiviert werden sollte. Daher wird aus fachtechnischer Sicht empfohlen, die Pumpmenge und damit einhergehend die Einflussreichweite so zu regulieren, dass die Beeinflussung der Altlast ausgeschlossen wird.

In Ergänzung zur erfolgten Bewertung der technischen Machbarkeit des Lösungsvorschlags von [REDACTED] erlauben wir uns auf folgende wasserrechtliche Aspekte hinzuweisen.

Grundsätzlich kann jeder Grundwasserstand technisch abgesenkt werden. Im gegenständlichen Gebiet liegen südlich am RAK Pegelwasserstände von ca. 499,6 mNHN vor. Wir erlauben uns darauf hinzuweisen, dass dies einem erhöhten Mittelwasserstand, welcher deutlich unterhalb des in München gängigen Bemessungswasserstandes des 1940er Hochwassers, im Projektgebiet bei ca. 500,7 mNHN, liegt. Die Umsetzung der gegenwärtigen Überlegungen impliziert daher eine Einflussnahme auf Grundwasserverhältnisse, welche in vergleichbarer Form auch in anderen Stadtgebieten vorliegen.

Die der vorliegenden Stellungnahme zu entnehmenden Ergebnisse und Empfehlungen erfolgten auf Grundlage orientierender Berechnungen zur Untersuchung der technischen Machbarkeit. Sofern der Lösungsvorschlag umgesetzt werden soll, wird ausdrücklich empfohlen die vorgenannten Untersuchungen im Sinne weiterer Detailbetrachtungen zu vertiefen und das empfohlene Monitoring umzusetzen. Dies insbesondere, um eine negative Beeinflussung der Grundwasserverhältnisse sowie Schäden an Gebäuden besser bewerten bzw. bestenfalls ausschließen zu können.