

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

**Bauvorhaben Truderinger Straße**  
**Truderinger Straße 58, 81673 München**  
**Detaillierte Aufstauberechnung**

7 Seiten, 3 Tabellen, 3 Anlagen

**Auftraggeber:**

[Redacted]  
[Redacted]  
[Redacted]  
[Redacted]

**Gutachtenersteller:**

[Redacted]  
[Redacted]  
[Redacted]  
[Redacted]  
[Redacted]

**Projektbearbeitung:**

[Redacted]

**Projektnummer:**

[Redacted]

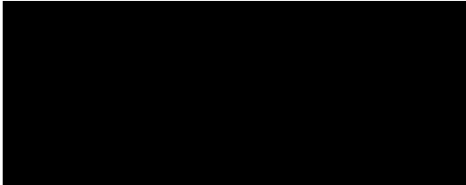
München, den 23.07.2018

[Redacted]

[Redacted]  
[Redacted]  
[Redacted]  
[Redacted]  
[Redacted]

[Redacted]  
[Redacted]  
[Redacted]  
[Redacted]  
[Redacted]

Geschäftsführer:  
[Redacted]  
[Redacted]  
[Redacted]



## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Veranlassung und Aufgabenstellung</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Verwendete Gutachten / Unterlagen</b> .....	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Berechnungsgrundlagen</b> .....	<b>3</b>
3.1	Untersuchungsgelände .....	3
3.2	Bauwerk .....	4
3.3	Hydraulische und hydrogeologische Parameter .....	4
<b>4</b>	<b>Berechnung des Grundwasseraufstaus</b> .....	<b>4</b>
4.1	1-geschossige Tiefgarage .....	4
4.2	2-geschossige Tiefgarage .....	5
<b>5</b>	<b>Bewertung</b> .....	<b>5</b>
<b>6</b>	<b>Planerische Maßnahmen zur Reduzierung des Grundwasseraufstaus</b> .....	<b>6</b>
6.1	Düker .....	6
6.2	Bereichsweise Tiefgaragen .....	6
6.2.1	1-geschossige Tiefgarage .....	6
6.2.2	2-geschossige Tiefgarage .....	7

## Anlagenverzeichnis

- Anlage 1: Herleitung der Aufstauberechnung bei gleichzeitiger Um- und Unterströmung
- Anlage 2: Berechnung des Grundwasseraufstaus bei 1-geschossiger, vollflächiger Tiefgarage
- Anlage 3: Berechnung des Grundwasseraufstaus bei 2-geschossiger, vollflächiger Tiefgarage



## 1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Die [REDACTED] beabsichtigt das Gelände an der Truderinger Straße 58 in 81673 München (Flurstück 424, Gemarkung Berg am Laim) zu entwickeln und mit mehreren Wohnimmobilien zu bebauen.

Hierzu wurde die [REDACTED] am 29.06.2018 mit der Durchführung ergänzender Aufstauberechnungen für das vorliegende Bauvorhaben beauftragt.

Mittels den Berechnungen soll die Höhe des Grundwasseraufstaus am geplanten Bauwerk ermittelt werden, sowie, für den Fall eines aus wasserwirtschaftlicher Sicht nicht tolerablen Grundwasseraufstaus, planerische Maßnahmen zur Reduzierung des Aufstaus am Bauwerk empfohlen werden. Die Berechnungen werden als „Worst-Case“-Betrachtung unter der Annahme des höchsten anzunehmenden Grundwasserstandes (HW1940) und einer vollflächigen Strömungsbarriere für das Grundwasser durchgeführt.

Auf dem Untersuchungsgelände wurden durch die [REDACTED] im Jahr 2017 bereits zwei hydraulische Pumpversuche zur Bestimmung der hydraulischen Parameter des quartären Grundwasserleiters sowie orientierende Aufstauberechnungen durchgeführt [1]. Ebenso fand eine orientierende Baugrundvorerkundung statt [2]. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen dienen als Grundlage für die Berechnungen dieses Berichts.

## 2 Verwendete Gutachten / Unterlagen

Folgende Gutachten, Daten und Unterlagen werden verwendet:

- [1] [REDACTED], München: Bauvorhaben Truderinger Straße – Durchführung und Auswertung von Pumpversuchen; 11.05.2017.
- [2] [REDACTED], München: Baugrundvoruntersuchung – Bauvorhaben Truderinger Straße; 03.04.2017.
- [3] [REDACTED], München: Präsentationspläne.
- [4] [REDACTED], München: Rahmenplanung – Berechnung Geschossflächen, Maßstab 1:1500, 20.06.2018.
- [5] Online-Auskunft der Landeshauptstadt München: Grundwasserstandslinien (Isohypsen) Juli 1990 ([http://maps.muenchen.de/rgu/isohypsen\\_1990](http://maps.muenchen.de/rgu/isohypsen_1990)).
- [6] [REDACTED]: Berechnung der Beeinflussung des Grundwasseranstromes durch Baumaßnahmen; Bautechnik 11/1983.

## 3 Berechnungsgrundlagen

### 3.1 Untersuchungsgelände

Entsprechend dem in [2] vor Ort durchgeführten Nivellement befindet sich das Untersuchungsgelände auf ca. 525,0 m ü. NN.

Die Oberkante der grundwasserstauenden tertiären Schichten im Anstrombereich auf der Südseite des Areals wurde in ca. 8,3 m u. GOK angetroffen (entspricht ca. 516,7 m ü. NN) [2].

### 3.2 Bauwerk

Entsprechend den zur Verfügung gestellten Unterlagen [3] und [4] ist nach derzeitigem Planstand auf dem Untersuchungsgelände der Bau von insgesamt 14 mehrstöckigen Wohnimmobilien geplant. Diese sind auf sechs Baufelder verteilt. Die geplante Baumaßnahme weist eine Gesamtbreite von ca. 360 m auf.

Für das Bauvorhaben werden großflächige Unterkellerungen und Tiefgaragen erforderlich. Da zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch keine Informationen zur geplanten Ausdehnung, Art und Einbindetiefe der Tiefgaragen vorliegen, werden Grundwasseraufstauberechnungen in zwei Varianten gerechnet:

- 1-geschossige Tiefgarage mit einer Gründungstiefe von ca. 4,0 m u. GOK
- 2-geschossige Tiefgarage mit einer Gründungstiefe von ca. 7,0 m u. GOK

Für beide Varianten wird, entsprechend Angebot der [REDACTED] vom 28.06.2018, von einer vollflächigen, zusammenhängenden Tiefgarage unter allen Baufeldern ausgegangen. Somit würde eine ca. 360 m breite Barriere für das Grundwasser entstehen.

### 3.3 Hydraulische und hydrogeologische Parameter

Für die nachfolgenden Berechnungen zum Grundwasseraufstau werden folgende hydraulischen Parameter angesetzt (Tabelle 1):

Tabelle 1: Hydraulische und hydrogeologische Parameter

Parameter	Wert	Quelle
Hydraulisches Gefälle	0,34 %	[5]
Durchlässigkeitsbeiwert $k_f$ des Aquifers	$1,0 \cdot 10^{-2}$ m/s	[1]
Anströmwinkel des Grundwassers auf das Bauwerk	83°	[5]
Höchstgrundwasserstand HW1940	522,8 m ü. NN / 2,2 m u. GOK	[6]
Grundwassererfüllte Mächtigkeit des Aquifers	6,1 m	Tertiäroberkante (Kapitel 2.1) – HW1940

## 4 Berechnung des Grundwasseraufstaus

### 4.1 1-geschossige Tiefgarage

Im Falle einer vollflächigen, 1-geschossigen Tiefgarage mit einer Gründungssohle in ca. 4,0 m u. GOK kommt es zur Grundwasserumströmung und –unterströmung am Bauwerk.

Die Berechnung des maximalen Aufstaus erfolgt nach [6] und wird berechnet über:

$$\Delta h = \frac{1}{\frac{1}{\Delta h_{um}} + \frac{1}{\Delta h_{unter}}} \quad (\text{vgl. Anlage 1})$$

mit

$\Delta h$  = maximaler Aufstau an Bauwerksmitte

$\Delta h_{um}$  = maximaler Aufstau aufgrund Grundwasserumströmung

$\Delta h_{\text{unter}}$  = maximaler Aufstau aufgrund Grundwasserunterströmung

Daraus ergibt sich ein maximaler Grundwasseraufstau an der Bauwerksmitte von:

**0,18 m**

In Anlehnung an die Reichweitenbestimmung R von Absenkungen im Brunnen nach Sichardt:

$$R = 3000 * s * \sqrt{k_f}$$

ergibt sich mit  $s = \Delta h$  und  $k_f = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}$  eine Reichweite des Grundwasseraufstaus von ca. **54 m** in östliche und westliche Richtung, ausgehend von der Bauwerksmitte.

#### 4.2 2-geschossige Tiefgarage

Im Falle einer vollflächigen, 2-geschossigen Tiefgarage mit einer Gründungssohle in ca. 7,0 m u. GOK kommt es zur Grundwasserumströmung und –unterströmung am Bauwerk.

Die Berechnung des maximalen Aufstaus erfolgt nach [6] und wird berechnet über:

$$\Delta h = \frac{1}{\frac{1}{\Delta h_{\text{um}}} + \frac{1}{\Delta h_{\text{unter}}}} \quad (\text{vgl. Anlage 1})$$

mit

$\Delta h$  = maximaler Aufstau an Bauwerksmitte

$\Delta h_{\text{um}}$  = maximaler Aufstau aufgrund Grundwasserumströmung

$\Delta h_{\text{unter}}$  = maximaler Aufstau aufgrund Grundwasserunterströmung

Daraus ergibt sich ein maximaler Grundwasseraufstau an der Bauwerksmitte von:

**0,48 m**

In Anlehnung an die Reichweitenbestimmung R von Absenkungen im Brunnen nach Sichardt:

$$R = 3000 * s * \sqrt{k_f}$$

ergibt sich mit  $s = \Delta h$  und  $k_f = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}$  eine Reichweite des Grundwasseraufstaus von ca. **144 m** in östliche und westliche Richtung, ausgehend von der Bauwerksmitte.

#### 5 Bewertung

Grundwasseraufstauhöhen von weniger als 10 cm werden aus wasserwirtschaftlicher Sicht generell als nicht bedenklich eingestuft, sodass keine aufstau-reduzierenden Maßnahmen erforderlich werden. Im Falle von Aufstauhöhen von > 10 cm ist mit den zuständigen Behörden Rücksprache zu halten. Erfahrungsgemäß kann jedoch davon ausgegangen werden, dass von behördlicher Seite für Aufstauhöhen > 10 cm Maßnahmen zur Reduzierung des Aufstaus am Bauwerk vorgeschrieben werden.

Sollte das geplante Bauwerk mit einer vollflächigen, sich über die gesamte Breite des Bau-feldes erstreckenden Tiefgarage ausgeführt werden, so kann davon ausgegangen werden,

dass sowohl im Falle einer vollflächigen 1-geschossigen, wie auch 2-geschossigen Tiefgarage aufstau-reduzierende Maßnahmen zu ergreifen sind.

## 6 Planerische Maßnahmen zur Reduzierung des Grundwasseraufstaus

### 6.1 Düker

Die Reduzierung des Grundwasseraufstaus am Bauwerk kann mittels Dükerung erfolgen. Hierbei wird empfohlen im Anstrombereich des Grundwassers eine Sammelleitung über die gesamte Breite des Bauwerks zu legen. Die Sammelleitung ist mit einem ausreichenden Durchmesser zu dimensionieren, um den Aufstau auf ein tolerierbares Maß zu reduzieren (< 10 cm). Aufgrund der Bauwerksbreite wird empfohlen, dass in der Leitung gesammelte Grundwasser über mehrere Dükerstränge unter dem Bauwerk durchzuleiten. Im Abstrombereich im Norden des Baufeldes ist das Wasser über eine weitere, sich über die Bauwerksbreite erstreckende Sammelleitung in den Untergrund zu leiten. Für die Sammel- und Dükerleitungen ist eine ausreichende Anzahl an Wartungs- und Inspektionsschächten zu berücksichtigen.

### 6.2 Bereichsweise Tiefgaragen

Der errechnete Grundwasseraufstau am Bauwerk basiert auf der Annahme eine vollflächigen Tiefgarage über alle Baufelder. Eine Unterteilung der Tiefgarage in mehrere voneinander getrennte Abschnitte und daraus resultierende Erstellung eines Strömungskanals zwischen den einzelnen Bereichen kann ebenfalls zu einer Reduzierung des Aufstaus an den einzelnen Bauteilen führen. Hierzu ist eine Breite des Strömungskanals von **min. 20 m** erforderlich, um zu einer signifikanten Reduzierung des Aufstaus an den verbleibenden Strömungshindernissen zu gelangen.

#### 6.2.1 1-geschossige Tiefgarage

Mit den in Kapitel 4 genannten Berechnungsgrundsätzen und den unter Kapitel 3 genannten Parametern können folgende Grundwasseraufstauhöhen für entsprechende bereichsweise zusammenhängende 1-geschossige Tiefgaragen errechnet werden (Tabelle 2):

Tabelle 2: Aufstauhöhen bei bereichsweisen Tiefgaragen bei 1-geschossiger Tiefgarage

Variante	Tiefgarage	Bauwerksbreite [m]	Grundwasseraufstau [m]
1	Baufeld 1 - 4	210	0,11
	Baufeld 5 - 6	135	0,07
2	Baufeld 1 - 2	140	0,07
	Baufeld 3 - 6	205	0,10

Bei einer Unterteilung der Tiefgarage in die in Tabelle 2 genannten Varianten kann der an den entsprechenden Bauwerken auftretende Grundwasseraufstau deutlich verringert werden. Für Baufelder 5 – 6 bzw. 1 – 2 wird in diesem Fall nicht von der Notwendigkeit aufstau-reduzierender Maßnahmen ausgegangen. Für die Felder 1- 4 bzw. 3 – 6 ist mit der zuständigen Behörde Rücksprache zu halten. Ggf. wird hier eine Umleitung des Grundwassers mittels Düker erforderlich.

## 6.2.2 2-geschossige Tiefgarage

Mit den in Kapitel 4 genannten Berechnungsgrundsätzen und den unter Kapitel 3 genannten Parametern können folgende Grundwasseraufstauhöhen für entsprechende bereichsweise zusammenhängende 2-geschossige Tiefgaragen errechnet werden (Tabelle 3):

**Tabelle 3: Aufstauhöhen bei bereichswisen Tiefgaragen bei 2-geschossiger Tiefgarage**

Variante	Tiefgarage	Bauwerksbreite [m]	Grundwasseraufstau [m]
3	Baufeld 1 - 4	210	0,28
	Baufeld 5 - 6	135	0,18
4	Baufeld 1 - 2	140	0,19
	Baufeld 3 - 6	205	0,27

Bei einer Unterteilung der Tiefgarage in die in Tabelle 3 genannten Varianten kann keine Reduzierung des Grundwasseraufstaus auf eine aus wasserwirtschaftlicher Sicht tolerierbare Höhe erzielt werden. Es ist in jedem Fall mit aufstaureduzierenden Maßnahmen (Düker) zu rechnen.

Ein am Bauwerk auftretender Grundwasseraufstau, der keine aufstaureduzierenden Maßnahmen erfordert, kann lediglich im Falle einer separaten 2-geschossigen Tiefgarage je Bau-feld erreicht werden (Bauwerksbreite ca. 70 m, errechneter Grundwasseraufstau 0,09 m).

Für Rückfragen stehen wir gerne zur Verfügung.

- Anlage 1: Herleitung der Aufstauberechnung bei gleichzeitiger Um- und Unterströmung  
 Anlage 2: Berechnung des Grundwasseraufstaus bei 1-geschossiger, vollflächiger Tiefgarage  
 Anlage 3: Berechnung des Grundwasseraufstaus bei 2-geschossiger, vollflächiger Tiefgarage

Verteiler:

(2-fach + vorab als PDF an )



## **Anlage 1**

Herleitung der Aufstauberechnung bei gleichzeitiger Um- und  
Unterströmung





Berechnung des Grundwasseraufstaus für die Umströmung ( $\Delta h_{um}$ ):

$$\Delta h_{um} = t \cdot i \cdot \cos \vartheta$$

wobei folgende Werte einzusetzen sind:

- t        halbe Gesamtbreite der Untergeschosse;  
 $\vartheta$         Anströmwinkel gegen die auf die Untergeschosse gerichtete Normale  
i        Grundwassergefälle

Berechnung des Grundwasseraufstaus für die Unterströmung ( $\Delta h_{unter}$ ):

$$\Delta h_{unter} = (i_{erhöht} - i_{frei}) \cdot t \quad \text{mit} \quad i_{erhöht} = \frac{q}{k_f \cdot H'}$$

wobei folgende Werte einzusetzen sind:

- $k_f$         Durchlässigkeitsbeiwert  
 $i_{frei}$         Grundwassergefälle  
q        Durchflussmenge im freien Querschnitt =  $k_f \cdot i_{frei} \cdot H$   
 $H'$         Restmächtigkeit des Grundwassers unterhalb des Bauwerks  
H        Grundwassermächtigkeit  
t        halbe Gesamtbreite der Untergeschosse

Berechnung der Aufstauhöhe:

$$\Delta h = \frac{1}{\frac{1}{\Delta h_{um}} + \frac{1}{\Delta h_{unter}}}$$



## **Anlage 2**

Berechnung des Grundwasseraufstaus bei 1-geschossiger, vollflächiger Tiefgarage



Berechnung des Grundwasseraufstaus für die Umströmung ( $\Delta h_{um}$ ):

$$\Delta h_{um} = t \cdot i \cdot \cos \vartheta$$

wobei folgende Werte einzusetzen sind:

t halbe Gesamtbreite der Untergeschosse = 180 m

$\vartheta$  Anströmwinkel gegen die auf die Untergeschosse gerichtete Normale = 7°

i Grundwassergefälle = 0,34%

$$\rightarrow \Delta h_{um} = 180 \text{ m} \cdot 0,0034 \cdot \cos 7^\circ = \mathbf{0,612 \text{ m}}$$

Berechnung des Grundwasseraufstaus für die Unterströmung ( $\Delta h_{unter}$ ):

$$\Delta h_{unter} = (i_{erhöht} - i_{frei}) \cdot t = (0,01 - 0,0034) \cdot 180 = \mathbf{0,26 \text{ m}}$$

$$\text{mit } i_{erhöht} = \frac{q}{k_f \cdot H'} = 0,000207 \text{ m}^2/\text{s} / (0,01 \text{ m/s} \cdot 4,3 \text{ m}) = 0,0048$$

wobei folgende Werte einzusetzen sind:

$k_f$  Durchlässigkeitsbeiwert = 0,01 m/s

$i_{frei}$  Grundwassergefälle = 0,34 %

q Durchflussmenge im freien Querschnitt =  $k_f \cdot i_{frei} \cdot H = 0,01 \text{ m/s} \cdot 0,0034 \cdot 6,1 \text{ m} = 0,000207 \text{ m}^2/\text{s}$

$H'$  Restmächtigkeit des Grundwassers unterhalb des Bauwerks = 4,3 m

H Grundwassermächtigkeit = 6,1

t halbe Gesamtbreite der Untergeschosse = 180 m

Berechnung der Aufstauhöhe:

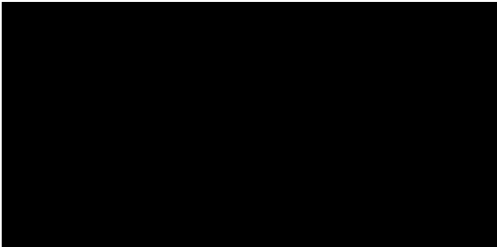
$$\Delta h = \frac{1}{\frac{1}{\Delta h_{um}} + \frac{1}{\Delta h_{unter}}} = \mathbf{0,18 \text{ m}}$$



## **Anlage 3**

Berechnung des Grundwasseraufstaus bei 2-geschossiger, vollflächiger Tiefgarage





Berechnung des Grundwasseraufstaus für die Umströmung ( $\Delta h_{um}$ ):

$$\Delta h_{um} = t \cdot i \cdot \cos \vartheta$$

wobei folgende Werte einzusetzen sind:

- t halbe Gesamtbreite der Untergeschosse = 180 m
- $\vartheta$  Anströmwinkel gegen die auf die Untergeschosse gerichtete Normale = 7°
- i Grundwassergefälle = 0,34%

$$\rightarrow \Delta h_{um} = 180 \text{ m} \cdot 0,0034 \cdot \cos 7^\circ = \mathbf{0,612 \text{ m}}$$

Berechnung des Grundwasseraufstaus für die Unterströmung ( $\Delta h_{unter}$ ):

$$\Delta h_{unter} = (i_{erhöht} - i_{frei}) \cdot t = (0,016 - 0,0034) \cdot 180 = \mathbf{2,27 \text{ m}}$$

mit 
$$i_{erhöht} = \frac{q}{k_f \cdot H'} = 0,000207 \text{ m}^2/\text{s} / (0,01 \text{ m/s} \cdot 1,3 \text{ m}) = 0,016$$

wobei folgende Werte einzusetzen sind:

- $k_f$  Durchlässigkeitsbeiwert = 0,01 m/s
- $i_{frei}$  Grundwassergefälle = 0,34 %
- q Durchflussmenge im freien Querschnitt =  $k_f \cdot i_{frei} \cdot H = 0,01 \text{ m/s} \cdot 0,0034 \cdot 6,1 \text{ m} = 0,000207 \text{ m}^2/\text{s}$
- $H'$  Restmächtigkeit des Grundwassers unterhalb des Bauwerks = 4,3 m
- H Grundwassermächtigkeit = 6,1
- t halbe Gesamtbreite der Untergeschosse = 180 m

Berechnung der Aufstauhöhe:

$$\Delta h = \frac{1}{\frac{1}{\Delta h_{um}} + \frac{1}{\Delta h_{unter}}} = \mathbf{0,48 \text{ m}}$$

