

HYDROGEOLOGISCHES GUTACHTEN

EINBRINGEN EINES UNTERGESCHOSS IN DAS GRUNDWASSER

PROJEKT-NR.: P16125

VORGANGS-NR.: 118065 : 1 : 1 : -ML

DATUM: 26.04.2016

BAUVORHABEN: B-Plan 01-59b
Südlich Ludmillastraße / östlich Renatastraße
84034 Landshut

FLURNUMMER: 1037, 1037/1, Gemarkung Landshut

AUFTRAGGEBER: Stadt Landshut
Amt für Stadtentwicklung und Stadtplanung
Luitpoldstraße 29
84034 Landshut

PLANUNG: Asböck Architekten GmbH
Destouchesstraße 59
80803 München

INHALTSVERZEICHNIS

1.	Veranlassung.....	4
2.	Geologische Situation.....	4
3.	Bodenaufschlüsse.....	5
4.	Grundwasserverhältnisse	7
5.	Grundwasseraufstauberechnungen	9
6.	Fazit.....	12

ANLAGENVERZEICHNIS

Übersichtsplan	Anlage 1
Lageplan	Anlage 2
Bohr- und Ausbauprofile.....	Anlage 3
Aufstauberechnung.....	Anlage 4

1. Veranlassung

Die Stadt Landshut beabsichtigt im Stadtteil Nikola den Bebauungsplan 01-59b aufzustellen. Der Bebauungsplan umfasst die Grundstücke mit den Flurnummern 1037 und 1037/1 der Gemarkung Landshut. Ein Übersichtslageplan liegt als Anlage 1 bei. Es ist eine Wohnbebauung mit Tiefgarage geplant.

Im Rahmen der Öffentlichkeitsbeteiligung am B-Plan-Verfahren wurden von den angrenzenden Nachbarn Bedenken geäußert, dass die geplante großflächige Tiefgargenbebauung zu einer Veränderung der Grundwasserverhältnisse führen könnte, die sich dann nachteilig auf die vorhandene Bausubstanz der umliegenden Gebäude auswirken könnte.

Das Grundbaulabor München wurde am 01.03.2016 von der Stadt Landshut, Amt für Stadtentwicklung und Stadtplanung beauftragt, die Bedenken der Anwohner zu prüfen und ein hydrogeologisches Gutachten zu erstellen.

2. Geologische Situation

Landshut liegt im Bereich junger Isarablagerungen. Der Untergrund wird von Talböden der Isar aufgebaut, d. h. Kiese, Sande und Schluffe, die sich sowohl im Vertikal-, als auch im Horizontalprofil stetig abwechseln können. Örtlich treten anmoorige Böden und Torflagen auf. Die Isar überschwemmte früher bei Hochwasser oft ihre bis zu 3 km Breite – ca. 100 m in das tertiäre Hügel-land eingetiefe – Talsohle, wobei es häufig zu Laufveränderungen kam. Abgeschnürte Altwasserarme und Bäche sind dafür sichtbare Beweise.

Unter den Flussablagerungen stehen die tertiären Schichten der Oberen Süßwassermolasse an. Sie setzen sich aus Fein- und Mittelkiesen und Sanden, untergeordnet aus Tonen und Mergeln zusammen. Die Oberkante der tertiären Böden ist in einer Tiefe von ca. 10 m unter Gelände zu erwarten.

3. Bodenaufschlüsse

Zur Erkundung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse wurden im Zeitraum vom 30.03.2016 bis 01.04.2016 im Bereich des Bebauungsplangebiets insgesamt 4 verrohrte, gerammte Kleinbohrungen (\varnothing 100 mm) nach DIN ISO EN 22475 niedergebracht.

Die Bohrungen KB1 und KB2 wurden zu Grundwassermessstellen DN50 ausgebaut.

Die Bohransatzpunkte und die Lage der Grundwassermessstellen sind im Lageplan in Anlage 2 dargestellt.

Die Grunddaten der Bohrungen sind nachfolgender Tabelle zu entnehmen:

Tabelle 1: Grunddaten der Kleinbohrungen

Kleinbohrung	Ansatzhöhe [m ü. NN]	Tiefe [m]	Bohrendteufe [m ü. NN]
KB1 (GWM1)	389,24	5,0	384,24
KB2 (GWM2)	388,98	5,0	383,98
KB3	389,44	6,3	383,14
KB4	389,02	7,0	382,02

Im Zuge der Bohrarbeiten erfolgte eine bodenmechanische Ansprache der anstehenden Böden. Die Bohrergebnisse wurden nach DIN 4022 beschrieben und nach DIN 4023 aufgetragen.

Die Bohrprofile und Schichtenverzeichnisse sowie die Ausbauzeichnungen der Grundwassermessstellen sind dem Gutachten als Anlage 3 beigelegt.

Der Bodenaufbau stellt sich im Wesentlichen wie folgt dar (*alle Angaben zur Tiefe beziehen sich auf Geländeoberkante bzw. Bohransatzpunkt*):

Unter einer Pflasterdecke stehen bei **KB1 (= GWM1)** bis in eine Tiefe von 2,1 m unter Gelände künstlich aufgefüllte Böden an. Darunter lagern bis in 2,9 m Tiefe Schluffe mit variierenden Beimengungen. Das Liegende bildet bis zur Bohrendteufe von 5,0 m ein sandiger, (schwach) schluffiger Kies. Unter einer 0,8 m mächtigen Oberbodenschicht mit Ziegelresten steht bei **KB2 (= GWM2)** bis in eine Tiefe von 2,6 m ein schluffiger Sand an. Darunter folgt eine 0,3 m mächtige sandige, humose und schwach kiesige Schlufflage. Bis zur Bohrendteufe von 5,0 m wurde ein schwach sandiger, schluffiger Kies erbohrt. Im Bereich von **KB3** steht unter einer 0,5 m mächtigen Auffüllung bis in eine Tiefe von 0,9 m ein sandiger Schluff an. Das Liegende bildet ein schluffiger Sand. Bis zum Erreichen der Bohrendteufe von 6,3 m Tiefe unter Gelände stehen sandige, teils schluffige Kiese an. Unter einer 0,3 m mächtigen Oberbodenschicht stehen bei **KB4** bis in eine Tiefe von 2,7 m unter Gelände (stark) sandige Schluffe an. Darunter lagern bis zur Bohrendteufe von 7,0 m Kiese mit variierenden Anteilen an Schluff und Sand.

4. Grundwasserverhältnisse

Die im Bereich des Grundstücks anstehenden nacheiszeitlichen Schotter bilden den quartären Grundwasserleiter. Die unterhalb der Schotter lagernden bindigen Tertiärböden stellen eine quasi wasserundurchlässige Barriere dar und bilden den Basishorizont für das quartäre Grundwasser. Die Oberfläche der tertiären Schichten wurde im Zuge der Bohrarbeiten bis in 7 m Tiefe noch nicht erreicht.

Die bei den Bohrarbeiten im Zeitraum vom 30.03.2016 bis 01.04.2016 festgestellten Grundwasserstände sind der nachfolgenden Tabelle zur entnehmen:

Tabelle 2: Grundwasserstände während der Bohrarbeiten vom 30.03.2016 bis 01.04.2016

Kleinbohrung	Ansatzhöhe [m ü. NN]	Grundwasserstand [m u. GOK]	Grundwasserstand [m ü. NN]
KB1 (GWM1)	389,24	3,3	385,94
KB2 (GWM2)	388,98	3,0	385,98
KB3	389,44	3,0	386,44
KB4	389,02	3,0	386,02

In den errichteten Grundwassermessstellen wurde das Grundwasser nach Abschluss der Bohrarbeiten in folgenden Tiefen festgestellt:

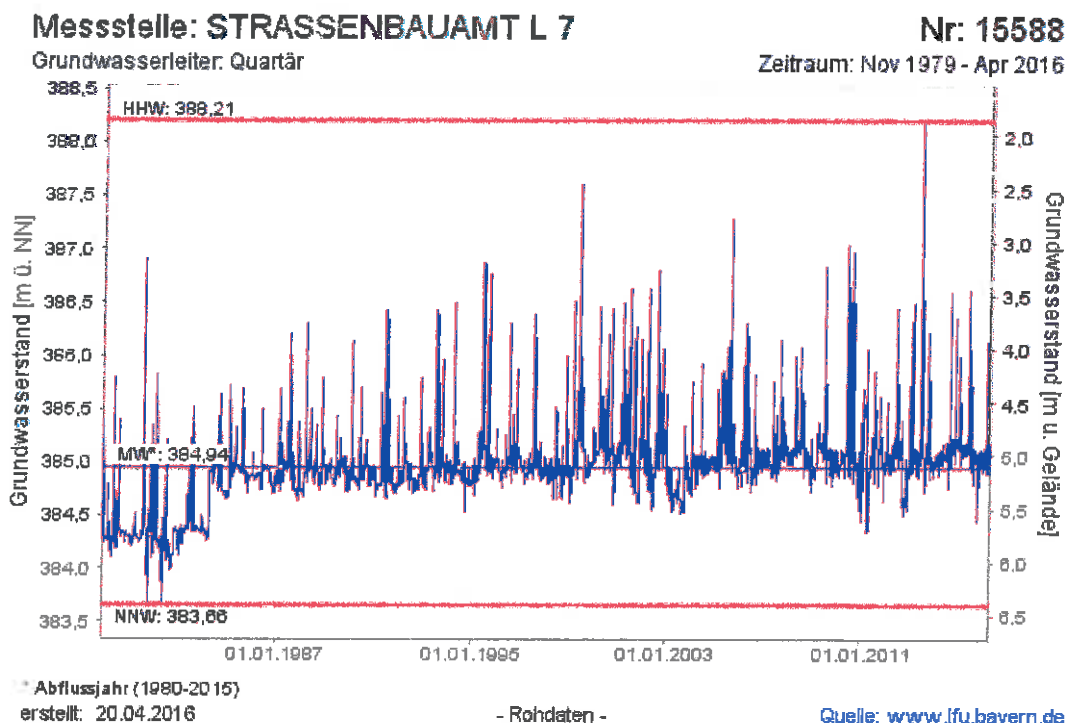
Tabelle 3: Grundwasserstände nach dem Pegelausbau am 30.03.2016 und 01.04.2016

Bohrung	Pegeloberkante [m ü. NN]	Grundwasserstand [m u. POK]	Grundwasserstand [m ü. NN]
GWM1	389,80	3,79	386,01
GWM2	389,42	3,51	385,91

Die während der Bohrarbeiten gemessenen Grundwasserstände entsprechen in etwa den langjährigen mittleren Grundwasserständen.

Zur Beurteilung der Grundwassersituation im Bereich des Baufelds werden die Daten der amtlichen Messstelle STRASSENBAUAMT L 7 aus dem Niedrigwasserinformationsdienst des Bayerischen Landesamts für Umwelt herangezogen. Die Grundwasserganglinie ist in Abbildung 1 dargestellt.

Abbildung 1: Ganglinie Grundwassermessstelle STRASSENBAUAMT L7



Daraus ergibt sich für das B-Plangebiet die Kote des mittleren Grundwasserstandes (MW) auf 386,0 m ü. NN.

Die Differenz zwischen MW und höchstem gemessenen Grundwasserstand (HW) wird in der Messstelle STRASSENBAUAMT L 7 mit etwa 3,2 m angegeben. Unter Berücksichtigung des höchsten Grundwasserstandes in der Messstelle 74-4 ergibt sich für das Baufeld eine HW-Kote auf 388,5 m ü. NN.

Das Grundwasser fließt im Stadtbereich von Landshut nach Nordost.

5. Grundwasseraufstauberechnungen

Um die Auswirkungen des geplanten Einbaus der Tiefgarage auf die angrenzende Bebauung zu beurteilen, wurden Grundwasseraufstauberechnungen nach der Methode der konformen Abbildung [FRANK KÖNEMANN; Beeinflussung des Grundwasserspiegels durch unterirdische Bauwerke; 1995] durchgeführt. Dafür wurde eine nordöstliche Grundwasserfließrichtung angesetzt. Der Wasserdurchlässigkeitsbeiwert der Grundwasser erfüllten Böden wird dabei mit $5 \cdot 10^{-3}$ m/s angenommen.

Da die Tiefenlage der Bodenplatte der Tiefgarage noch nicht final festgelegt ist, wurde auf die derzeit geplante Kote UK Bodenplatte von 386,0 m ü. NN von uns ein Sicherheitszuschlag von 0,5 m aufgerechnet. Für die Aufstauberechnungen wurde somit eine Bauwerksgründung auf Kote 385,5 m ü. NN angenommen.

Für die Tiefenlage des Grundwasserstauers und für das Grundwassergefälle wurden folgende Schwankungsbereiche angenommen:

- Grundwasssergefälle: 0,3 %, 0,4 % und 0,5 %
- Tertiäroberfläche: 10 m, 9 m und 8 m unter GOK

Die Tertiäroberfläche wurde für die Berechnung tendenziell höher liegend angenommen, da dann der Grundwassseraufstau im Ergebnis auf der sicheren Seite liegend überschätzt wird (Worst-Case Betrachtung).

Die Ergebnisse der Aufstauberechnungen sind den Tabellen 4 bis 6 zu entnehmen.

Tabelle 4: Ergebnisse der Aufstauberechnung mit einem Grundwasssergefälle von 0,3 %

	Fall 1a	Fall 1b	Fall 1c
Gefälle [%]	0,3	0,3	0,3
Tertiäroberfläche [m u. GOK]	10,0	9,0	8,0
Rechnerischer Grundwassseraufstau [m]	0,04	0,05	0,06

Tabelle 5: Ergebnisse der Aufstauberechnung mit einem Grundwassergefälle von 0,4 %

	Fall 2a	Fall 2b	Fall 2c
Gefälle [%]	0,4	0,4	0,4
Tertiäroberfläche [m u. GOK]	10,0	9,0	8,0
Rechnerischer Grundwasseraufstau [m]	0,06	0,07	0,08

Tabelle 6: Ergebnisse der Aufstauberechnung mit einem Grundwassergefälle von 0,5 %

	Fall 3a	Fall 3b	Fall 3c
Gefälle [%]	0,5	0,5	0,5
Tertiäroberfläche [m u. GOK]	10,0	9,0	8,0
Rechnerischer Grundwasseraufstau [m]	0,07	0,08	0,1

Die Protokolle der Grundwasseraufstauberechnungen sind den Anlagen 4.1 bis 4.9 zu entnehmen.

Der rechnerisch maximale Grundwasseraufstau an der geplanten Tiefgarage beträgt im Fall 3c ca. 10 cm. Dabei wurde sowohl für das Grundwassergefälle als auch für den Abstand zum Grundwasserstauer der „Worst-Case“-Fall betrachtet. Gemäß umliegenden Bohrungen wurde bis in eine Tiefe von 9 m die

Grundwassersohlschicht nicht angetroffen, so dass unter dem geplanten Gebäude eine Kiesrestmächtigkeit von mindestens 5,0 m verbleibt. Demnach erfolgt neben der freien seitlichen Umströmung auch eine Unterströmung der Tiefgarage (mind. 71 % der anfallenden Wassermenge unterströmen das Bauwerk).

6. Fazit

Durch die geplante Tiefgarage mit einer Gründungskote in einer Tiefe von 385,5 m ü. NN kann sowohl eine Umströmung als auch eine Unterströmung des Bauwerks erfolgen, so dass sich im „Worst-Case“-Fall ein maximaler Grundwasseraufstau von 0,1 m direkt vor der Außenwand der Tiefgarage errechnet. Dieser Grundwasseraufstau liegt somit noch im Rahmen der natürlichen Grundwasserschwankungen.

Durch die Variation der Parameter Grundwassergefälle und Tertiäroberfläche in der Grundwasseraufstauberechnung im Zusammenhang mit den durch die Felduntersuchungen gewonnenen Daten zeigt sich, dass der tatsächliche Grundwasseraufstau direkt am Gebäude kleiner 10 cm sein wird.

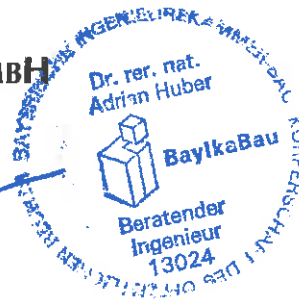
Aufgrund des Abstands zur Nachbarbebauung und der Grundwasserfließrichtung nach Nordosten sind wesentliche negative Auswirkungen auf die Nachbargebäude somit nicht zu erwarten. Dies gilt auch für die Nachbargebäude auf den Flurstücken 1035, 1035/4 und 1035/5 (südlich des geplanten Neubaus liegend).

Um dem Aufstau an der Tiefgarage positiv entgegenzuwirken, müssen die Arbeitsraumhinterfüllungen mit Einkornkies der Korngröße 16/32 erfolgen.

Zur Beweissicherung sind die Grundwasserstände in den errichteten Grundwassermessstellen vor Beginn der Baumaßnahme im Monatsturnus, ab Beginn der Baumaßnahme mindestens wöchentlich zu messen und zu dokumentieren. Die Daten sind dem Sachverständigen für Geotechnik monatlich zur Beurteilung vorzulegen.

München, den 26.04.2016

GRUNDBAULABOR MÜNCHEN GMBH



Anlagen

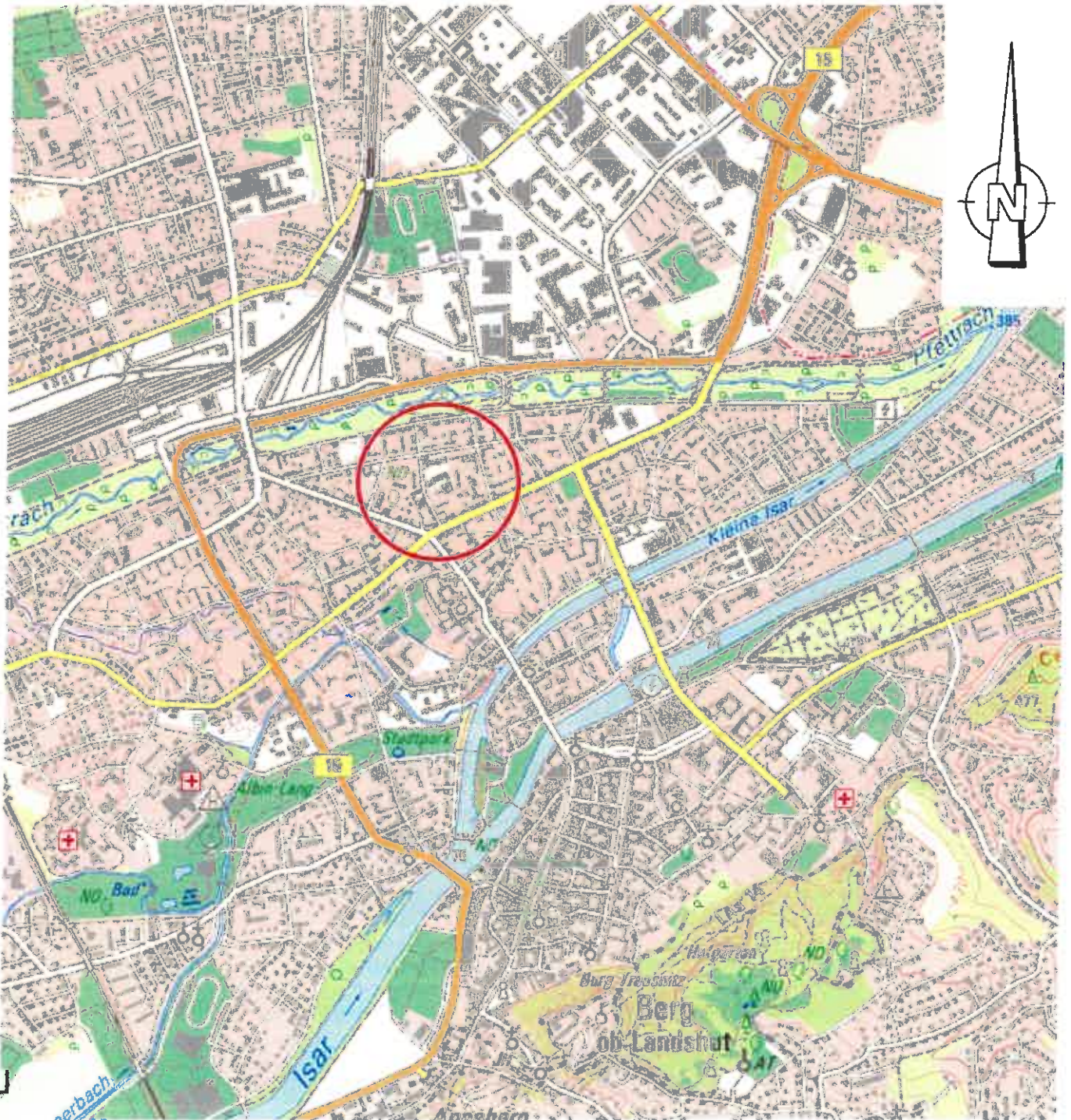
Verteiler:

- Stadt Landshut, Herrn Pielmeier, 2 Exemplare per Post und vorab per E-Mail an fabian.pielmeier@landshut.de

Übersichtslageplan
unmaßstäblich

ANLAGE 1

Übersichtsplan unmaßstäblich



P16125, Ludmillastraße / Renatastraße, Landshut

Anlage 1

Lageplan

M 1 : 1.000

ANLAGE 2

Lageplan M 1:1000



● Rammsondierung

◆ Kleinbohrung

P16125, Ludmillastraße / Renatastraße, Landshut

Anlage 2

Bohr- und Ausbauprofile

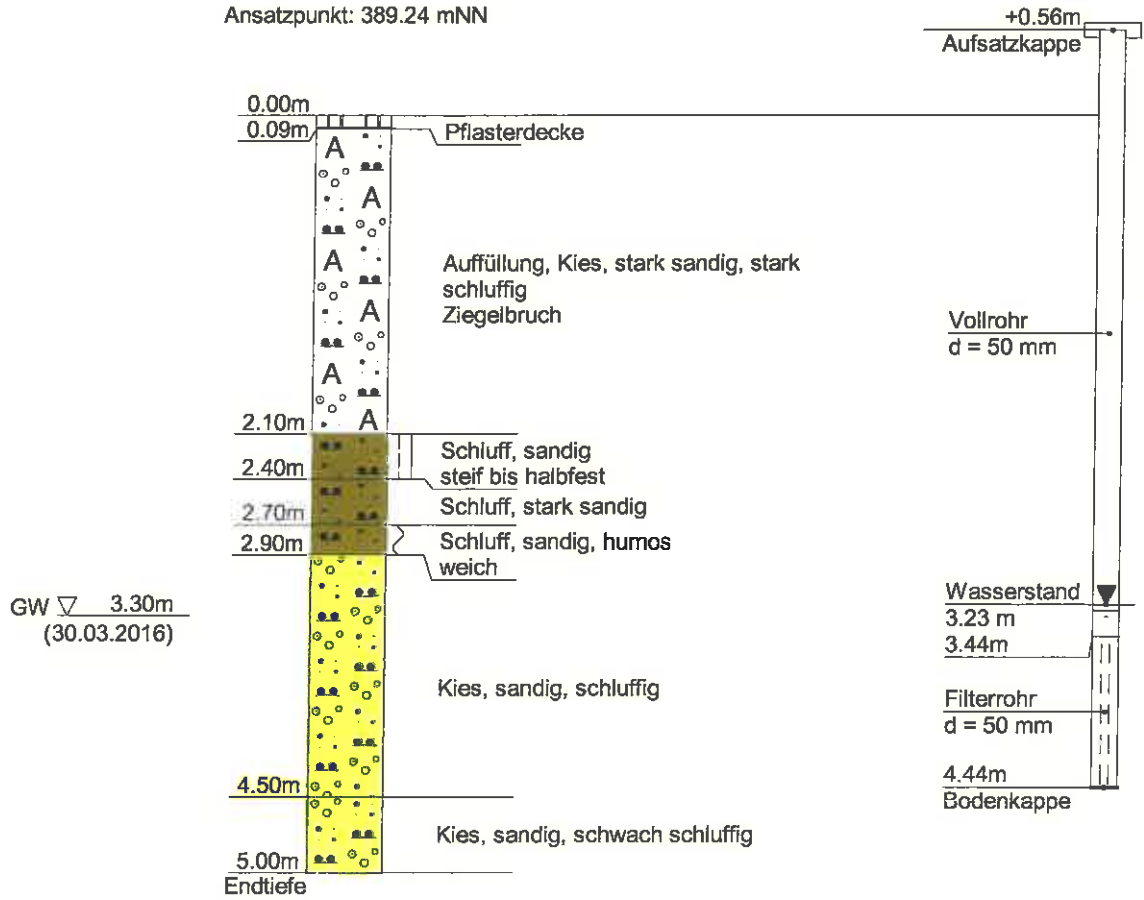
ANLAGE 3

Grundbaulabor München GmbH	Projekt : Landshut, Ludmillastraße / Renatastraße
Lilienthalallee 7	Projektnr.: P16125
80807 München	Anlage : 3
Tel: 089-699378-0 Fax: 089-6927034	Maßstab : 1: 50 / 1: 15

KB1

Pegelausbau

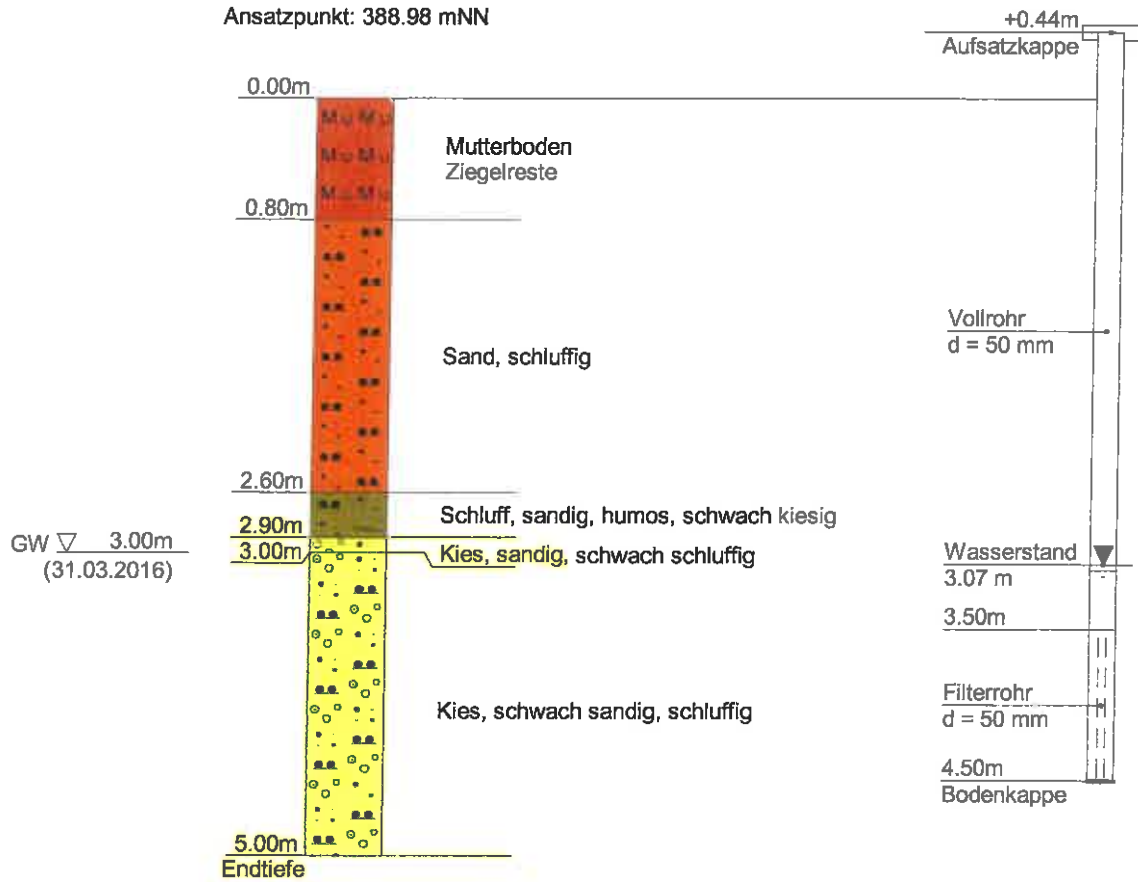
Ansatzpunkt: 389.24 mNN



Grundbaulabor München GmbH	Projekt : Landshut, Ludmillastraße / Renatastraße
Lilienthalallee 7	Projektnr.: P16125
80807 München	Anlage : 3
Tel: 089-699378-0 Fax: 089-6927034	Maßstab : 1: 50 / 1: 15

KB2

Pegelausbau



Grundbaulabor München GmbH	Projekt : Landshut, Ludmillastraße / Renatastraße
Lilienthalallee 7	Projektnr.: P16125
80807 München	Anlage : 3
Tel: 089-699378-0 Fax: 089-6927034	Maßstab : 1: 50

KB3

Ansatzpunkt: 389.44 mNN

0.00m

A ···
 0.50m ··· A Auffüllung, Kies, sandig, schluffig
 Ziegelreste

0.90m Schluff, sandig

1.60m Sand, schluffig

GW ▽ 3.00m
 (31.03.2016)

Kies, sandig
 grau

6.10m

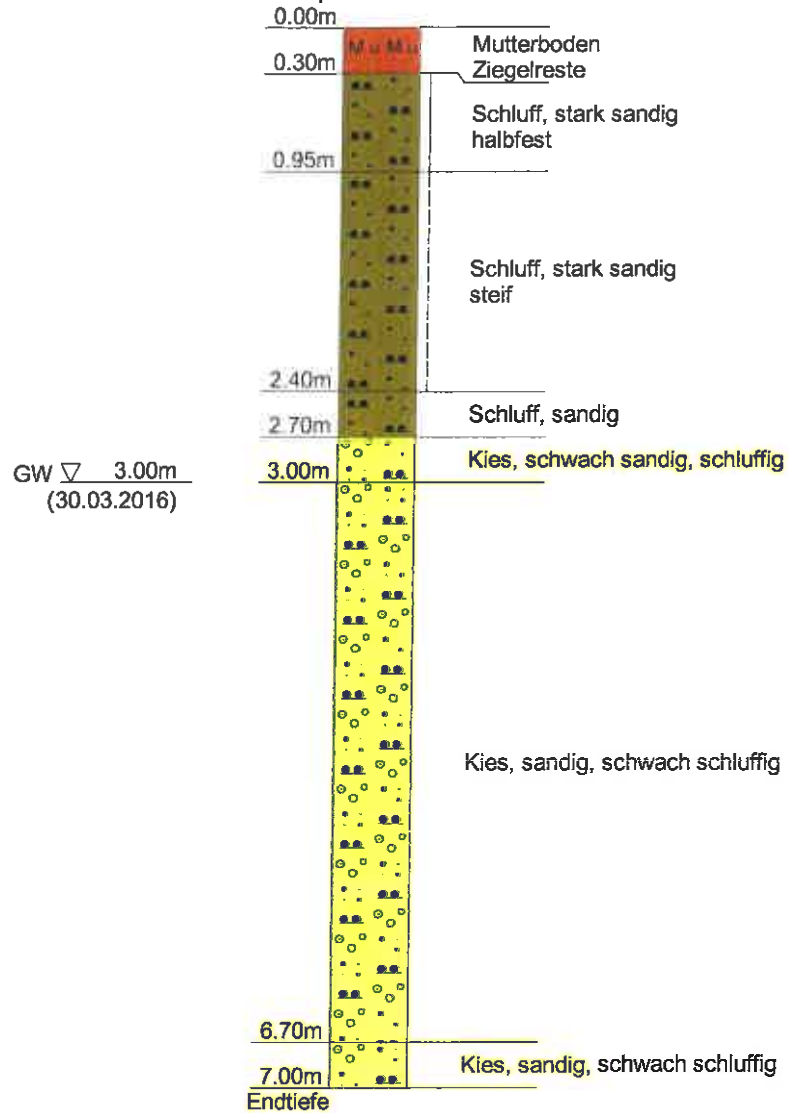
6.30m Kies, sandig, schluffig
 blau

Endtiefe

Grundbaulabor München GmbH	Projekt : Landshut, Ludmillastraße / Renatastraße
Lilienthalallee 7	Projektnr.: P16125
80807 München	Anlage : 3
Tel: 089-699378-0 Fax: 089-6927034	Maßstab : 1: 50

KB4

Ansatzpunkt: 389.02 mNN



Grundwasseraufstauberechnungen

ANLAGE 4

Grundwasseraufstau Um- und Unterströmung

1. Eingangswerte

maximale Gebäudebreite senkrecht zur Fließrichtung	B	=	133 m
maximale Gebäudelänge parallel zur Fließrichtung	L	=	108 m
Grundwassergefälle	i	=	0,003
Abstand HHW - Stauer	H	=	7,5 m
Gründungstiefe bez. auf HHW	T	=	3,5 m
Durchlässigkeitsbeiwert	k_f	=	0,005 m/s

2. Bestimmung des Anteilsfaktors α von Um- und Unterströmung

$$f_p = L / (H - T) \quad f_p = 27$$

$$f_u = -4/\pi * \ln(\sin(0,5*\pi*(H - T)/H)) \quad f_u = 0,378$$

$$\alpha = (L + B)/(H*(f_p + f_u) + B) \quad \alpha = 0,712$$

71 % der anfallenden Wassermenge unterströmen das Bauwerk

3. Maximaler Aufstau

$$\Delta h_{\max} = 0,5 * i * ((1-\alpha) * B) \quad \Delta h_{\max} = 0,06 \text{ m}$$

Grundwasseraufstau Um- und Unterströmung

1. Eingangswerte

maximale Gebäudebreite senkrecht zur Fließrichtung	B	=	133 m
maximale Gebäudelänge parallel zur Fließrichtung	L	=	108 m
Grundwassergefälle	i	=	0,003
Abstand HHW - Stauer	H	=	8,5 m
Gründungstiefe bez. auf HHW	T	=	3,5 m
Durchlässigkeitsbeiwert	k_f	=	0,005 m/s

2. Bestimmung des Anteilsfaktors α von Um- und Unterströmung

$$f_p = L / (H - T) \quad f_p = 21,6$$

$$f_u = -4/\pi * \ln(\sin(0,5 * \pi * (H - T)/H)) \quad f_u = 0,287$$

$$\alpha = (L + B) / (H * (f_p + f_u) + B) \quad \alpha = 0,755$$

76 % der anfallenden Wassermenge unterströmen das Bauwerk

3. Maximaler Aufstau

$$\Delta h_{\max} = 0,5 * i * ((1 - \alpha) * B) \quad \Delta h_{\max} = 0,05 \text{ m}$$

Grundwasseraufstau Um- und Unterströmung

1. Eingangswerte

maximale Gebäudebreite senkrecht zur Fließrichtung	B	=	133 m
maximale Gebäudelänge parallel zur Fließrichtung	L	=	108 m
Grundwassergefälle	i	=	0,003
Abstand HHW - Stauer	H	=	9,5 m
Gründungstiefe bez. auf HHW	T	=	3,5 m
Durchlässigkeitsbeiwert	k_f	=	0,005 m/s

2. Bestimmung des Anteilsfaktors α von Um- und Unterströmung

$$f_p = L / (H - T) \quad f_p = 18$$

$$f_u = -4/\pi * \ln(\sin(0,5 * \pi * (H - T)/H)) \quad f_u = 0,226$$

$$\alpha = (L + B) / (H * (f_p + f_u) + B) \quad \alpha = 0,787$$

79 % der anfallenden Wassermenge unterströmen das Bauwerk

3. Maximaler Aufstau

$$\Delta h_{\max} = 0,5 * i * ((1 - \alpha) * B) \quad \Delta h_{\max} = 0,04 \text{ m}$$

Grundwasseraufstau Um- und Unterströmung

1. Eingangswerte

maximale Gebäudebreite senkrecht zur Fließrichtung	B	=	133 m
maximale Gebäudelänge parallel zur Fließrichtung	L	=	108 m
Grundwassergefälle	i	=	0,004
Abstand HHW - Stauer	H	=	7,5 m
Gründungstiefe bez. auf HHW	T	=	3,5 m
Durchlässigkeitsbeiwert	k_f	=	0,005 m/s

2. Bestimmung des Anteilsfaktors α von Um- und Unterströmung

$$f_p = L / (H - T) \quad f_p = 27$$

$$f_u = -4/\pi * \ln(\sin(0,5*\pi*(H - T)/H)) \quad f_u = 0,378$$

$$\alpha = (L + B)/(H*(f_p + f_u) + B) \quad \alpha = 0,712$$

71 % der anfallenden Wassermenge unterströmen das Bauwerk

3. Maximaler Aufstau

$$\Delta h_{\max} = 0,5 * i * ((1-\alpha) * B) \quad \Delta h_{\max} = 0,08 \text{ m}$$

Grundwasseraufstau Um- und Unterströmung

1. Eingangswerte

maximale Gebäudebreite senkrecht zur Fließrichtung	B	=	133 m
maximale Gebäudelänge parallel zur Fließrichtung	L	=	108 m
Grundwassergefälle	i	=	0,004
Abstand HHW - Stauer	H	=	8,5 m
Gründungstiefe bez. auf HHW	T	=	3,5 m
Durchlässigkeitsbeiwert	k_f	=	0,005 m/s

2. Bestimmung des Anteilsfaktors α von Um- und Unterströmung

$$f_p = L / (H - T) \quad f_p = 21,6$$

$$f_u = -4/\pi * \ln(\sin(0,5 * \pi * (H - T)/H)) \quad f_u = 0,287$$

$$\alpha = (L + B) / (H * (f_p + f_u) + B) \quad \alpha = 0,755$$

76 % der anfallenden Wassermenge unterströmen das Bauwerk

3. Maximaler Aufstau

$$\Delta h_{\max} = 0,5 * i * ((1 - \alpha) * B) \quad \Delta h_{\max} = 0,07 \text{ m}$$

Grundwasseraufstau Um- und Unterströmung

1. Eingangswerte

maximale Gebäudebreite senkrecht zur Fließrichtung	B	=	133 m
maximale Gebäudelänge parallel zur Fließrichtung	L	=	108 m
Grundwassergefälle	i	=	0,004
Abstand HHW - Stauer	H	=	9,5 m
Gründungstiefe bez. auf HHW	T	=	3,5 m
Durchlässigkeitsbeiwert	k_f	=	0,005 m/s

2. Bestimmung des Anteilsfaktors α von Um- und Unterströmung

$$f_p = L / (H - T) \quad f_p = 18$$

$$f_u = -4/\pi * \ln(\sin(0,5 * \pi * (H - T)/H)) \quad f_u = 0,226$$

$$\alpha = (L + B) / (H * (f_p + f_u) + B) \quad \alpha = 0,787$$

79 % der anfallenden Wassermenge unterströmen das Bauwerk

3. Maximaler Aufstau

$$\Delta h_{\max} = 0,5 * i * ((1 - \alpha) * B) \quad \Delta h_{\max} = 0,06 \text{ m}$$

Grundwasseraufstau Um- und Unterströmung

1. Eingangswerte

maximale Gebäudebreite senkrecht zur Fließrichtung	B	=	133 m
maximale Gebäudelänge parallel zur Fließrichtung	L	=	108 m
Grundwassergefälle	i	=	0,005
Abstand HHW - Stauer	H	=	7,5 m
Gründungstiefe bez. auf HHW	T	=	3,5 m
Durchlässigkeitsbeiwert	k_f	=	0,005 m/s

2. Bestimmung des Anteilsfaktors α von Um- und Unterströmung

$$f_p = L / (H - T) \quad f_p = 27$$

$$f_u = -4/\pi * \ln(\sin(0,5 * \pi * (H - T)/H)) \quad f_u = 0,378$$

$$\alpha = (L + B) / (H * (f_p + f_u) + B) \quad \alpha = 0,712$$

71 % der anfallenden Wassermenge unterströmen das Bauwerk

3. Maximaler Aufstau

$$\Delta h_{\max} = 0,5 * i * ((1 - \alpha) * B) \quad \Delta h_{\max} = 0,10 \text{ m}$$

Grundwasseraufstau Um- und Unterströmung

1. Eingangswerte

maximale Gebäudebreite senkrecht zur Fließrichtung	B	=	133 m
maximale Gebäudelänge parallel zur Fließrichtung	L	=	108 m
Grundwassergefälle	i	=	0,005
Abstand HHW - Stauer	H	=	8,5 m
Gründungstiefe bez. auf HHW	T	=	3,5 m
Durchlässigkeitsbeiwert	k_f	=	0,005 m/s

2. Bestimmung des Anteilsfaktors α von Um- und Unterströmung

$$f_p = L / (H - T) \quad f_p = 21,6$$

$$f_u = -4/\pi * \ln(\sin(0,5*\pi*(H - T)/H)) \quad f_u = 0,287$$

$$\alpha = (L + B)/(H*(f_p + f_u) + B) \quad \alpha = 0,755$$

76 % der anfallenden Wassermenge unterströmen das Bauwerk

3. Maximaler Aufstau

$$\Delta h_{\max} = 0,5 * i * ((1-\alpha) * B) \quad \Delta h_{\max} = 0,08 \text{ m}$$

Grundwasseraufstau Um- und Unterströmung

1. Eingangswerte

maximale Gebäudebreite senkrecht zur Fließrichtung	B	=	133 m
maximale Gebäudelänge parallel zur Fließrichtung	L	=	108 m
Grundwassergefälle	i	=	0,005
Abstand HHW - Stauer	H	=	9,5 m
Gründungstiefe bez. auf HHW	T	=	3,5 m
Durchlässigkeitsbeiwert	k_f	=	0,005 m/s

2. Bestimmung des Anteilsfaktors α von Um- und Unterströmung

$$f_p = L / (H - T) \quad f_p = 18$$

$$f_u = -4/\pi * \ln(\sin(0,5 * \pi * (H - T)/H)) \quad f_u = 0,226$$

$$\alpha = (L + B) / (H * (f_p + f_u) + B) \quad \alpha = 0,787$$

79 % der anfallenden Wassermenge unterströmen das Bauwerk

3. Maximaler Aufstau

$$\Delta h_{\max} = 0,5 * i * ((1 - \alpha) * B) \quad \Delta h_{\max} = 0,07 \text{ m}$$