



# **GeoPlan**

---

## **Geotechnischer Bericht Nr. B1907247**

**Umplanung BBP 02-34 BMI Gelände Teil Süd in Landshut**

Osterhofen, den 18.09.2019



## Geotechnischer Bericht

**Nr. B1907247**

**Auftraggeber:** Stadt Landshut  
Luitpoldstraße 29  
84034 Landshut

**Planung:** Bauforum Architekten- & Ingenieurgesellschaft mbH  
Hohe Gred 5  
84034 Landshut

**Gegenstand:** **Umplanung BBP 02-34, BMI Gelände Teil Süd in Landshut**  
- Geotechnische Untersuchungen -

**Datum:** Osterhofen, den 18.09.2019

Dieser Bericht umfasst 17 Textseiten und 5 Anlagen.  
Die Veröffentlichung, auch auszugsweise, ist ohne unsere Zustimmung nicht zulässig.

## Inhaltsverzeichnis

<b>1. Allgemeine Angaben .....</b>	<b>1</b>
1.1 Vorgang .....	1
1.2 Verwendete Unterlagen .....	1
1.3 Angaben zum Bauwerk .....	1
<b>2. Durchgeführte Untersuchungen .....</b>	<b>2</b>
2.1 Felderkundung .....	2
2.2 Laboruntersuchungen .....	4
<b>3. Beschreibung der Untergrundverhältnisse .....</b>	<b>4</b>
3.1 Topographie und geologischer Überblick .....	4
3.2 Beschreibung der Bodenschichten und qualitative Wertung .....	5
3.3 Grundwasserverhältnisse .....	8
<b>4. Bodenklassifizierung und Bodenparameter .....</b>	<b>9</b>
<b>5. Folgerungen für die Gründung .....</b>	<b>11</b>
5.1 Allgemeines .....	11
5.2 Geotechnische Kategorie / Frosteinwirkungszone / Erdbebenzone .....	11
5.3 Gründung .....	11
<b>6. Folgerungen für die Bauausführung .....</b>	<b>12</b>
6.1 Baugrube / Verbau .....	12
6.2 Wasserhaltung .....	13
6.3 Bauwerkstroekenhaltung .....	14
6.4 Versickerung .....	14
6.5 Erdbau (Auffüllung, Abgrabung, Verdichtung) .....	15
6.6 Verkehrs- und Parkplatzflächen .....	16
<b>7. Schlussbemerkungen .....</b>	<b>17</b>

## Tabellen

TABELLE 1: KENNZEICHNENDE DATEN DER RAMMKERNBOHRUNGEN	3
TABELLE 2: KENNZEICHNENDE DATEN DER RAMMSONDIERUNGEN	3
TABELLE 3: DURCHGEFÜHRTE LABORUNTERSUCHUNGEN	4
TABELLE 4: KORRELATION SCHLAGZAHLEN FÜR GROBKÖRNIGE U. BINDIGE BÖDEN	7
TABELLE 5: BAUTECHNISCHE EIGENSCHAFTEN DER ERKUNDETEN BÖDEN	7
TABELLE 6: CHARAKTERISTISCHE BODENMECHANISCHE KENNWERTE	10
TABELLE 7: CHARAKTERISTISCHE BODENMECHANISCHE KENNWERTE NACH HOMOGENBEREICHEN	10

## Anlagen

Anlage 1:	Übersichtslageplan, M 1 : 25.000	(1 Seite)
Anlage 2:	Lageplan mit Aufschlusspunkten, M 1 : 1.000	(1 Seite)
Anlage 3:	Bohrprofile und -beschriebe, M 1 : 50	(12 Seiten)
Anlage 4:	Rammdiagramme, M 1 : 50	(12 Seiten)
Anlage 5:	Bodenmechanische Laborergebnisse	(7 Seiten)

# **1. Allgemeine Angaben**

## **1.1 Vorgang**

Die Bayerische Milchindustrie eG beabsichtigt die Bebauung des Geländes in der Klötzlmüllerstraße 140 in 84034 Landshut auf dem Grundstück mit der Flurnummer 2329. Mit der Planung dieser Baumaßnahme ist die Bauforum Architekten- & Ingenieurgesellschaft mbH aus 84034 Landshut befasst. Unser Büro, Geoplan GmbH, wurde auf Grundlage des Angebots A1906-186-BAU vom 20.08.2019, beauftragt, die Erkundung der Untergrundverhältnisse im Bereich der geplanten Baumaßnahme durchzuführen und ein Baugrundgutachten zu erstellen.

Im vorliegenden Bericht werden die durchgeführten Feld- und Laborarbeiten dokumentiert und bewertet. Die erkundeten Untergrundverhältnisse werden beschrieben und beurteilt, Bodenklassen und Bodenparameter werden angegeben. Weiterhin erfolgen Angaben zur Ausbildung von Baugruben, zur Wasserhaltung und Bauwerkstrokenhaltung, Bauwerksgründungen sowie zur Versickerungsfähigkeit des Untergrundes und zu den Erdbaumaßnahmen aus geotechnischer und hydrogeologischer Sicht.

Bei den durchgeführten geotechnischen Untersuchungen handelt es sich im Sinne der DIN 4020 um eine Hauptuntersuchung des Baugrundes. Chemische Analysen an Böden bezüglich eventueller Belastungen wurden nicht vorgenommen.

## **1.2 Verwendete Unterlagen**

Für die Bearbeitung des geotechnischen Berichtes wurden folgende Unterlagen verwendet:

- Bebauungsplan Nr. 02-34 und Schnitt, M 1 : 500, Bauforum Architekten- & Ingenieurgesellschaft mbH
- Geologische Karte von Bayern, M 1 : 200.000, Internetauftritt des LfU (Umwelt-Atlas)
- Informationsdienst überschwemmungsgefährdeter Gebiete in Bayern, Internetauftritt des Bayerischen Landesamts für Umwelt
- Bohrprofile und -beschriebe der Bohrungen B 1 bis B 12, Geoplan GmbH
- Rammdiagramme der Rammsondierungen DPH 1 bis DPH 12, Geoplan GmbH
- Analysenergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche, Geoplan GmbH

## **1.3 Angaben zum Bauwerk**

Bei der neu geplanten Bebauung handelt es sich laut aktuell vorliegenden Planunterlagen um zwölf Wohngebäude mit drei Vollgeschossen plus Penthouse und Tiefgarage. Die Tiefgarage wird in drei voneinander getrennte Einzelbauteile mit separaten Einfahrten unterteilt. Das  $\pm 0,00$  – Niveau (OK FFB EG) beträgt 393,81 m NN. Es ergibt sich eine Gründungskote von 389,70 m NN für die Tiefgaragen. Das bestehende Gelände

war zum Zeitpunkt der Untersuchung größtenteils bereits bis in etwa zu dieser Gründungskote ausgehoben und altlastentechnisch saniert. Lediglich im südöstlichen Bereich befand sich zum Untersuchungszeitpunkt noch ein Bestandsgebäude mit befestigten Parkplatzflächen. Die Gründung der Tiefgaragen ist mittels tragender Bodenplatten geplant, welche in einer WU-Ausführung durchgeführt werden sollte.

Nähere Planungsdetails sind den Planungsunterlagen des Architekturbüros zu entnehmen.

## 2. Durchgeführte Untersuchungen

### 2.1 Felderkundung

Die Felderkundungen wurden am 02. bis 04.09.2019 auf dem Grundstück mit der Flurnummer 2329, Gemarkung Landshut, in der Klötzlmüllerstraße 140 in 84034 Landshut durchgeführt. Die Lage der Ansatzpunkte wurde entsprechend dem Anforderungsprofil dieses Berichts gewählt.

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse wurden insgesamt **zwölf Rammkernbohrungen** nach DIN EN ISO 22475 bis maximal 5,00 m unter Geländeoberkante (GOK) abgeteuft. In Anlage 3 sind die entsprechenden Bohrbeschriebe und -profile dargestellt.

Die Böden wurden nach DIN EN ISO 14688-1 angesprochen. Die Zuordnung zu Bodengruppen erfolgte nach DIN 18196. Des Weiteren sind Bodenproben aus den einzelnen Bodenschichten entnommen und zur Ermittlung von bodenmechanischen Kennwerten im Erdbaulaboratorium zurückgestellt worden.

Zur Feststellung von Lagerungsdichte und Konsistenz der Schichten sind zusätzlich **fünf Rammsondierungen** mit der schweren Rammsonde (DPH) gemäß DIN EN ISO 22476-2 niedergebracht worden. Die Sondierungen wurden bis in eine Tiefe von maximal 5,90 m unter Geländeoberkante durchgeführt. Anlage 4 enthält die Diagramme der schweren Rammsondierungen. Ab einer Schlagzahl von > 100 Schlägen pro 10 cm Eindringtiefe wurden die Rammsondierungen aufgrund des hohen Rammwiderstandes vorzeitig beendet.

Nach Durchführung der Aufschlussarbeiten wurden die Erkundungspunkte nach Lage und Höhe mittels GPS eingemessen. Rechts- und Hochwerte sowie die Ansatzhöhen aller Ansatzpunkte können den Bohr- und Rammsondierprofilen der Anlagen 3 und 4 entnommen werden. Die Lage der Erkundungspunkte geht aus dem Lageplan in Anlage 2 hervor. In den folgenden Tabellen 1 und 2 sind die durchgeführten Erkundungen zusammengestellt.

**TABELLE 1: KENNZEICHNENDE DATEN DER RAMMKERNBOHRUNGEN**

Bohrung	Ansatzhöhe [m NN]	Endteufe [m u. GOK]	Endteufe [m NN]	Grundwasser [m u. GOK]	Grundwasser [m NN]	Datum
B 1	389,70	3,00	386,70	0,25	389,45	04.09.2019
B 2	389,71	3,00	386,71	0,25	389,46	04.09.2019
B 3	389,70	3,00	386,70	0,25	389,45	04.09.2019
B 4	389,70	3,00	386,70	0,35	389,35	04.09.2019
B 5	390,08	3,00	387,08	0,70	389,38	04.09.2019
B 6	389,93	3,00	386,93	0,50	389,43	04.09.2019
B 7	389,68	3,00	386,68	0,27	389,41	04.09.2019
B 8	389,92	3,00	386,92	0,45	389,47	04.09.2019
B 9	390,14	3,00	387,17	0,65	389,49	04.09.2019
B 10	392,15	4,50	387,65	2,65	389,50	04.09.2019
B 11	392,24	4,50	387,74	2,70	389,54	04.09.2019
B 12	392,07	5,00	387,07	2,40	389,67	04.09.2019

B... Rammkernbohrung nach DIN EN ISO 22475

**TABELLE 2: KENNZEICHNENDE DATEN DER RAMMSONDIERUNGEN**

Ramm- sondierung	Ansatzhöhe [m NN]	Endteufe [m u. GOK]	Endteufe [m NN]	kennzeichn. Eindringwiderstand n <sub>10</sub> [m u. GOK]		
				0,0 – 2,0	2,0 – 5,0	5,0 - Ende
DPH 1	389,70	5,40	384,30	1 – 4	1 – 10	13 – >100
DPH 2	389,71	5,90	383,81	3 – 7	1 – 9	2 – 8
DPH 3	389,70	5,90	383,80	0 – 8	1 – 15	4 – 10
DPH 4	389,70	5,90	383,80	2 – 14	1 – 18	1 – 2
DPH 5	390,08	5,60	384,48	1 – 12	1 – 10	7 – >100
DPH 6	389,93	4,90	385,03	2 – 6	3 – >100	--
DPH 7	389,68	5,90	383,78	2 – 9	1 – 10	4 – 12
DPH 8	389,92	5,90	384,02	3 – 14	0 – 8	1 – 28
DPH 9	390,14	5,90	384,24	3 – 15	0 – 7	1 – 10
DPH 10	392,15	5,90	386,25	2 – 21	3 – 20	5 – 13
DPH 11	392,24	5,90	386,34	1 – 16	3 – 12	3 – 9
DPH 12	392,07	5,90	386,17	2 – 11	2 – 14	2 – 3

DPH... schwere Rammsondierung nach DIN EN ISO 22476-2

## 2.2 Laboruntersuchungen

Zur Überprüfung der Bodenansprache vor Ort, zur Klassifizierung der Bodengruppen gemäß DIN 18196 und zur Ermittlung von bodenmechanischen Kennwerten sowie zur Einschätzung der Tragfähigkeit der Böden wurden insgesamt acht Bodenproben im Erdbaulaboratorium näher untersucht. Dabei wurden im Einzelnen folgende Versuche durchgeführt:

TABELLE 3: DURCHGEFÜHRTE LABORUNTERSUCHUNGEN

Aufschluss	Probenbezeichnung	Tiefe, m unter GOK	Wassergehalt DIN 18121	Korngrößenverteilung DIN 18123	komb. Sieb- Schlämmanalyse DIN 18123	Fließ- und Ausrollgren- ze DIN 18122	Proctordichte DIN 18127	Dichtebestimmung DIN 18125	Glühverlust DIN 18128	Wasserdurchlässigkeit DIN 18130
B 2	D 2	0,20 – 0,50	X	X						
B 4	D 2	0,30 – 1,50	X	X						
B 6	D 2	0,20 – 0,60	X	X						
B 8	D 2	0,20 – 0,70	X	X						
B 10	D 3	1,80 – 2,70	X	X						
B 11	D 3	1,30 – 2,20	X							
B 12	D 4	1,00 – 2,10	X							
B 12	D 6	2,40 – 2,70	X	X						

Die Laborergebnisse und zugehörigen Versuchsprotokolle sind in der Anlage 5 detailliert dargestellt.

## 3. Beschreibung der Untergrundverhältnisse

### 3.1 Topographie und geologischer Überblick

Das hier betrachtete Untersuchungsgebiet in der Klötzlmüllerstraße 140 in 84034 Landshut besitzt eine Breite von maximal 120 m und eine Länge von maximal 170 m. Es liegt auf einer Höhe von ca. 389,70 m NN im bereits ausgehobenen Bereich bzw. auf einer Höhe von in etwa 392,10 m NN im Bereich des Bestandes. Im Süden fließt in einer Entfernung von ca. 750 m die Isar auf einer Höhe von in etwa 388,50 m NN in Richtung Nordosten. Direkt angrenzend an das Untersuchungsgebiet verläuft im Norden der Klötzlmühlbach.

Der zu begutachtende Abschnitt für die Bebauung liegt gemäß unseren geologischen Unterlagen im Bereich von quartären und fluviatilen Schottern, die im Oberen im Bereich des Bestandes von anthropogenen Auffüllungen und Decklagen überlagert und insgesamt von den tertiären Sedimenten der nördlichen Vollschofterabfolge unterlagert wer-



den. Die tertiären Sedimente wurden hier nicht direkt aufgeschlossen, liegen aber erfahrungsgemäß im oberen Abschnitt vor allem in Form von Kiesen und erst ab einem Tiefenbereich von > 15,0 m unter GOK in Form von steifen bis teils festen bindigen Ablagerungen bzw. stark schluffigen Sanden vor. Diese allgemeinen Kenntnisse wurden im Rahmen der Bohrarbeiten auch bis in die erkundeten Tiefen bestätigt.

#### **Auffüllungen**

(erkundet bis max. 1,80 m u. GOK)

- Asphalt (ca. 8 cm stark)
- Schluff, tonig, sandig, kiesig, teils mit Bauschuttresten durchsetzt;  
Konsistenz: steif
- Kies, sandig bis stark sandig, schwach schluffig bis schluffig, teils mit Bauschuttresten durchsetzt;  
Lagerung: mitteldicht

#### **Decklagen**

(erkundet bis max. 2,20 m u. GOK)

- Ton, schluffig, sandig, kiesig;  
Konsistenz: steif
- Schluff, teils tonig, sandig bis stark sandig, kiesig;  
Konsistenz: steif

#### **Fluviatile Ablagerungen**

(frühestens erkundet ab 0,00 m unter GOK)

- Kies, sandig bis stark sandig, teils schwach schluffig bis schluffig;  
Lagerung: locker bis mitteldicht teilweise ab ca. 5,0 m u. GOK dicht bis teils sehr dicht (= Übergang in Tertiär)
- Sand, schwach schluffig;  
Lagerung: mitteldicht

### **3.2 Beschreibung der Bodenschichten und qualitative Wertung**

#### **Auffüllungen**

In den höherliegenden Bohrungen B 10 bis B 12 wurden ab Geländeoberkante bzw. bei der Bohrung B 12 unter einer ca. 8 cm starken Asphaltschicht zunächst 0,50 m bis 1,80 m (= 391,57 m NN bis 390,35 m NN) mächtige anthropogene Auffüllungen erkundet. Diese wurden als tonige, sandige, kiesige und teils mit Bauschuttresten durchsetzte Schluffe in steifer Konsistenz bzw. als sandige bis stark sandige, schwach schluffige bis schluffige und teils mit Bauschuttresten durchsetzte Kiese in mitteldichter Lagerung angesprochen. Die steife Konsistenz bzw. mitteldichte Lagerung dieser Schichten konnte

ausgehend von den Ergebnissen der schweren Rammsondierungen (DPH) mit Schlagzahlen von 1 bis 21 Schlägen pro 10 cm Eindringtiefe in diesen Bereichen weitestgehend bestätigt werden.

### **Decklagen**

Unter den oben beschriebenen anthropogenen Auffüllungen wurden in den Bohrungen B 11 und B 12 noch bindige Decklagenböden erkundet. Diese Einheiten stehen bis zu Tiefen von 2,10 m unter GOK bis 2,20 m unter GOK (= 390,04 m NN bis 389,97 m NN) an und bestehen aus schluffigen, sandigen und kiesigen Tonen in steifer Konsistenz sowie aus teils tonigen, sandigen bis stark sandigen und kiesigen Schluffen in steifer Konsistenz. Die steife Konsistenz dieser Schichten wurde anhand der Ergebnisse der schweren Rammsondierungen mit Schlagzahlen von 2 bis 7 Schlägen pro 10 cm Eindringtiefe an beiden Ansatzpunkten überwiegend bestätigt.

### **Fluviatile Ablagerungen**

Unterhalb der anthropogenen Auffüllungen und Decklagen bzw. bei den Bohrungen im Bereich der abgegrabenen Fläche bereits ab Geländeoberkante wurden im Untersuchungsgebiet die quartären, fluviatilen Ablagerungen bis zu den jeweiligen Endteufen von 3,00 m unter GOK bis 5,00 m unter GOK (387,74 m NN bis 386,68 m NN) erkundet. Diese Einheit besteht aus sandigen bis stark sandigen und teils schwach schluffigen bis schluffigen Kiesen in lockerer bis mitteldichter Lagerung. Im Bereich der Bohrung B 12 konnte noch eine schwach schluffige Sandeinschaltung in mitteldichter Lagerung getroffen werden. Die lockere bis mitteldichte Lagerung dieser Schichten konnte ausgehend von den Ergebnissen der schweren Rammsondierungen (DPH) mit Schlagzahlen von 0 bis 20 Schlägen pro 10 cm Eindringtiefe weitestgehend werden.

Die Rammsondierungen DPH 1, DPH 5 und DPH 6 wurden in einem Tiefenbereich von 4,90 m unter GOK bis 5,60 m unter GOK (= 385,03 m NN bis 384,30 m NN) bei Schlagzahlen von > 100 Schlägen pro 10 cm aufgrund des hohen Rammwiderstandes vorzeitig beendet. Dies deutet auf den Übergang in eine überwiegend dichte bis sehr dichte Lagerung der Kiese in diesem Tiefenbereich einhergehend mit dem Übergang in die tertiären Kiesschichten hin.

### **Qualitative Wertung der Bodenschichten**

Nachfolgende Tabelle 4 zeigt eine Korrelation der Schlagzahlen für bindige und grobkörnige Böden sowie deren Zuordnung in Bezug auf Lagerungsdichte und Konsistenz.

**TABELLE 4: KORRELATION SCHLAGZAHLEN FÜR GROBKÖRNIGE UND BINDIGE BÖDEN**

Lagerung	Spitzendruck $q_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	DPH $N_{10}$	DPM $N_{10}$	DPL $N_{10}$
Locker	< 5	1–4	4–11	6–10
Mitteldicht	5,0–7,5/10	4–18	11–26	10–50
Dicht	7,5–18/20	18–24	26–44	50–64
Sehr dicht	> 18/20	> 24	> 44	> 64
Konsistenz	Spitzendruck $q_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	DPH $N_{10}$	DPM $N_{10}$	DPL $N_{10}$
Weich	1,0–1,5	2–5 (4)	3–8	3–10
Steif	1,5–2,0	(4) 5–9 (8)	8–14	10–17
Halbfest	2,0–5,0	(8) 9–17	14–28	17–37
Fest	> 5,0	> 17	> 28	> 37

In nachfolgender Tabelle 5 werden die bodenmechanischen und bautechnischen Eigenschaften der erkundeten Böden beschrieben und im Hinblick auf die Baumaßnahme qualitativ beurteilt.

**TABELLE 5: BAUTECHNISCHE EIGENSCHAFTEN DER ERKUNDETEN BÖDEN**

Bewertungskriterien	Decklagen / Auffüllungen  Tone, Schluffe	Fluviatile Ablagerungen / Auffüllungen  Sande, Kiese
Homogenbereich	B1	B2
Tragfähigkeit	gering – mittel	mittel – groß
Kompressibilität	mittel – groß	mittel – gering
Standfestigkeit	mittel	gering – mittel
Wasserempfindlichkeit	groß	mittel
Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTV E-StB 17	groß F3	nicht – mittel F <sup>1)</sup> – F2
Fließempfindlichkeit bei Wasserzufluss	groß – sehr groß	mittel – groß
Wasserdurchlässigkeit	gering	mittel – groß
Rammpbarkeit	leicht – mittelschwer	leicht – sehr schwer <sup>2)</sup>
Lösbarkeit	mittelschwer	leicht – sehr schwer <sup>3)</sup>
Wiederverwertbarkeit	bedingt geeignet <sup>4),5)</sup>	gut geeignet <sup>6)</sup>

<sup>1)</sup> bei einem Feinkornanteil ≤ 5 M.-%

<sup>2)</sup> bei ≥ dichter Lagerung bzw. verfestigten Abschnitten / Grobeinlagerungen können massive Einbringhilfen (z. B. Lockerungsbohrungen) erforderlich werden

<sup>3)</sup> bei ≥ dichter Lagerung bzw. verfestigten Abschnitten / Grobeinlagerungen können die Bodenklassen 5-7 nach DIN 18300 (2012) (schwer lösbarer Boden, leicht bis schwer lösbarer Fels) maßgebend werden

<sup>4)</sup> wiedereinbaufähig nur bei ≥ steifer Konsistenz des Materials mit mäßiger Tragfähigkeit

<sup>5)</sup> bei stark schluffigen Sanden und Kiesen sowie bei bindigen Böden wird bei einer Zwischenlagerung ein Abdecken mit Folien erforderlich

<sup>6)</sup> anthropogen aufgefüllte Kiese sind nur bei einer umwelttechnischen Eignung zum Wiedereinbau zugelassen

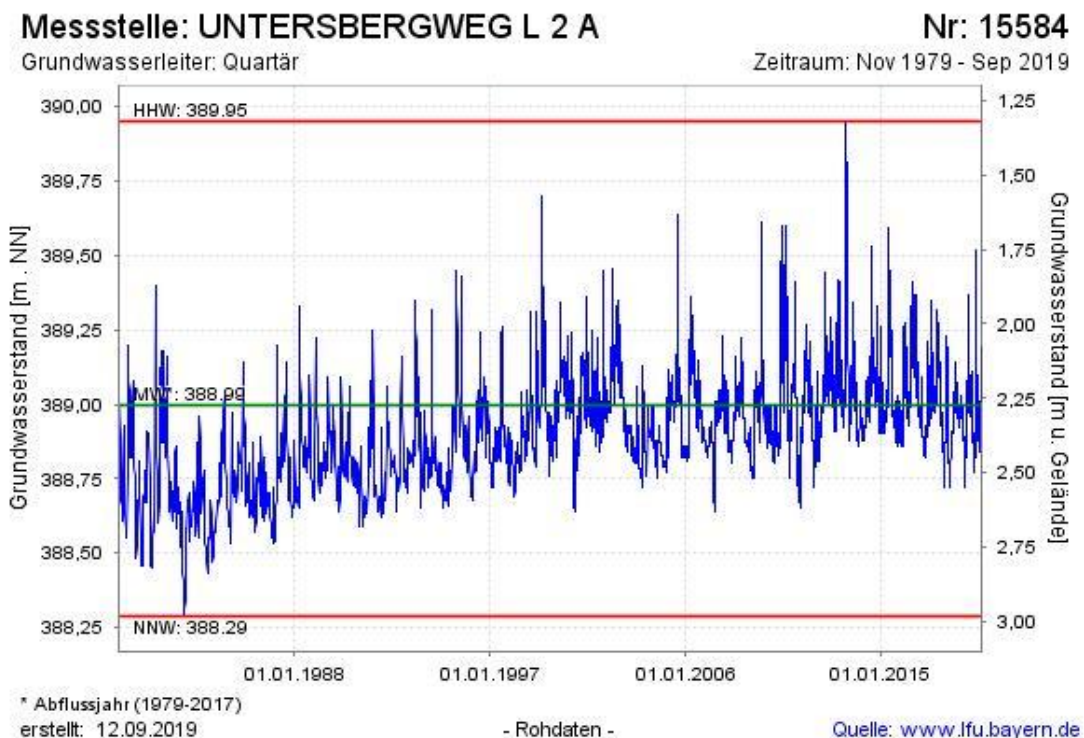
### 3.3 Grundwasserverhältnisse

Im Rahmen der Erkundungsarbeiten wurde in den zwölf abgeteufte Bohrungen in einer Tiefe zwischen 0,25 m unter GOK und 2,70 m unter GOK (= 389,67 m NN und 389,35 m NN) ein Grundwasserspiegel im Bereich der fluviatilen Schotter erkundet. Generell stellen diese Kiese einen gut durchlässigen Grundwasserleiter dar, welcher aufgrund der großräumigen Verbreitung des Aquifers und der Verbindung zur Isar sehr ergiebig erscheint. Die Grundwasserfließrichtung dürfte sich von Südwest nach Nordost erstrecken.

Weiterhin ist witterungsbedingt mit Schichtwasserhorizonten in durchlässigeren Böden über stauenden Horizonten, wie z. B. den bindigen Decklagen, in allen Tiefen, auch über dem geschlossenen Grundwasserhorizont, zu rechnen.

Gemäß dem Informationsdienst überschwemmungsgefährdeter Gebiete in Bayern liegt die hier behandelte Baumaßnahme nicht in einer Hochwassergefahrenfläche aber am Rande eines wassersensiblen Bereichs. Es sind somit vorliegend höher liegende Grund- und Schichtwasserspiegel bis zumindest knapp unter Geländeoberkante bei Hochwasserereignissen theoretisch möglich.

Im Online-Portal NID (Niedrigwasser-Informationsdienst) des Bayerischen Landesamts für Umwelt können tagesaktuelle Daten zu einer naheliegenden Grundwassermessstelle abgerufen und Auswertungen der Grundwasserganglinie eingesehen werden. Die Messstelle Untersberg L 2 A mit den zugehörigen Gauß-Krüger-Koordinaten RW = 4509980,00 und HW = 5377140,00 umfasst einen Aufzeichnungszeitraum von November 1979 bis September 2019. Die folgende Grafik zeigt die Grundwasserganglinie für die ca. 40-jährige Aufzeichnungsphase:



Für die genannte Messstelle liegen für den Beobachtungszeitraum von November 1979 bis September 2019 nachfolgende Wasserstände vor (vgl. Grafik):

NNW-Stand	388,29 m NN
MW-Stand	388,99 m NN
HHW-Stand	389,95 m NN

Daraus ergibt sich eine maximale Schwankungsbreite des Grundwasserspiegels von 1,66 m. Die Lage der Messstelle liegt ca. 850 m unterstromig zum Baufeld nördlich der Isar. Es handelt sich dabei aber um den gleichen grundwasserführenden Horizont mit vergleichbaren hydraulischen / hydrogeologischen Eigenschaften. Es werden somit unter Berücksichtigung eines Sicherheitszuschlags nachfolgende Wasserstände für das Baufeld abgeleitet:

MW-Stand	ca. 389,5 m NN
<b>Bemessungs-HW-Stand</b>	<b>ca. 391,5 m NN</b> (inkl. Sicherheitszuschlag)

#### 4. Bodenklassifizierung und Bodenparameter

In den Abschnitten 2 und 3 wurden die im Rahmen der Baugrunderkundung angetroffenen Bodenschichten näher beschrieben und beurteilt. Im Folgenden werden die für den Erdbau notwendigen Bodenklassen und die für erdstatische Berechnungen erforderlichen Bodenparameter angegeben.

In der nachfolgend dargestellten Tabelle 6 werden die wichtigsten Bodenkennwerte und erdbautechnischen Größen zusammengestellt. In der Tabelle 7 sind die wichtigsten bodenmechanischen Kennwerte nach Homogenbereichen dargestellt. Sofern in den Tabellen Schwankungsbreiten angegeben werden, darf in der Regel mit Mittelwerten gerechnet werden. In kritischen Bauzuständen oder Einzelabschnitten sollte jedoch der ungünstigere Wert in der Berechnung angesetzt werden.

Nach DIN 18196 sind die Bodenarten für bautechnische Zwecke in Gruppen mit annähernd gleichem stofflichem Aufbau und ähnlichen bodenphysikalischen Eigenschaften zusammengefasst.

Nach DIN 18300 (2012) werden die Boden- und Felsarten entsprechend ihrem Zustand beim Lösen klassifiziert. Dabei erfolgt die Klassifizierung unabhängig von maschinentechnischen Leistungswerten allein nach boden- bzw. felsmechanischen Merkmalen. Nach DIN 18301 (2012) werden Böden und Fels aufgrund ihrer Eigenschaften für Bohrarbeiten eingestuft.

Die in den Tabellen angegebenen Bodenkenngrößen (Rechenwerte) beruhen auf Erfahrungswerten sowie den Erkenntnissen der örtlichen Untersuchungen und stützen sich auf die Empfehlungen des Arbeitsausschusses Ufereinfassungen (EAU), die Empfehlungen des Arbeitsausschusses Baugruben (EAB) und darüber hinaus auf die Angaben des Grundbautaschenbuches Teil 1. Die Parameter gelten dabei für die anstehenden Schichten im ungestörten Lagerungsverband. Bei Auflockerungen und/oder bei Aufweichungen, z. B. im Zuge der Baumaßnahme, können sich diese Parameter deutlich

reduzieren. Bei Berechnungen ist bezüglich der Schichteinteilung auf die nächstliegende Bohrung Bezug zu nehmen.

**TABELLE 6: CHARAKTERISTISCHE BODENMECHANISCHE KENNWERTE**

Bodenschicht	Bodengruppe (DIN 18196) Zustandsform	Wichte, erdfeucht	Wichte, unter Auftrieb	Reibungswinkel	Kohäsion, dräniert	Kohäsion, undräniert	Steifemodul	Bodenklasse (DIN 18300 : 2012)	Boden- und Felsklassen (DIN 18301 : 2012)	Wasserdurchlässigkeit
		cal $\gamma$	cal $\gamma'$	cal $\phi$	cal $c'$	cal $c_u$	cal $E_s$	-	-	$k_f$
		[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[°]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[MN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[m/s]
Fluviatile Ablagerungen / Auffüllungen – Sande, Kiese	<b>GW / GI / GU / SU / [GU]</b> locker – mitteldicht dicht <sup>2)</sup>	19,0-21,0 21,0-23,0	10,0-12,0 12,0-14,0	32,5-35,0 35,0-37,0	0-2 <sup>1)</sup> 0-2 <sup>1)</sup>	0-5 <sup>1)</sup> 0-5 <sup>1)</sup>	20-60 70-100	3 3/5	BN1 BN1	10 <sup>-3</sup> -10 <sup>-5</sup> 10 <sup>-3</sup> -10 <sup>-6</sup>
Decklagen / Auffüllungen – Schluffe	<b>TL / UL / [TL] / [TM]</b> steif	18,0-20,0	8,0-10,0	25,0-27,5	5-15	25-50	8-12	4	BB2	10 <sup>-8</sup> -10 <sup>-10</sup>

<sup>1)</sup> kapillare Ersatzkohäsion über Grundwasserspiegel

<sup>2)</sup> tertiäre Kiese; hier nicht direkt erkundet

**TABELLE 7: CHARAKTERISTISCHE BODENMECHANISCHE KENNWERTE NACH HOMOGENBEREICHEN**

Bodenschicht	Bodengruppe (DIN 18196) Zustandsform	Korngrößenverteilung Steine $\varnothing > 63,0$ mm	Kies Korn 2,0 – 63,0 mm	Sand Korn 0,063 mm – 2,0 mm	Feinkorn und Feinstes $\varnothing \leq 0,063$ mm	Dichte, erdfeucht	Scherfestigkeit, undräniert	Wassergehalt	Plastizitätszahl	Konsistenzzahl	Organischer Anteil
							cal $c_u$	w	$I_p$	$I_c$	
		%	%	%	%	[t/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	%	--	--	%
Homogenbereich B1.1 (Kiese der Auffüllungen)	<b>[GU]</b> mitteldicht	--	50-80	15-40	5-15	2,0-2,1	--	0-10	--	--	0
Homogenbereich B2 (Sande, Kiese der fluviatilen Ablagerungen)	<b>GW / GI / GU / SU</b> locker – dicht	0-5	0-85	15-90	0-10	1,9-2,3	--	0-12	--	--	0
Homogenbereich B2.1 (Tone, Schluffe der Decklagen bzw. Auffüllungen)	<b>TL / UL / [TL] / [TM]</b> steif	--	15-25	5-35	50-80	1,8-2,0	50-150	15-25	0,00- 0,50	0,75- 1,00	0-1

## 5. Folgerungen für die Gründung

### 5.1 Allgemeines

Gemäß den uns vorliegenden Angaben ist auf dem zu bebauenden Grundstück mit der Flurnummer 2329, Gemarkung Landshut, in der Klötzlmüllerstraße 140 in 84034 Landshut die Errichtung von mehreren Wohngebäuden mit Tiefgarage projektiert. Dabei sollen die Tiefgaragen auf einer Geländehöhe von 389,70 m NN gegründet werden.

Zur Beurteilung der Gründungssituation stehen hier, wie beschrieben, zwölf Bohrungen mit der maximalen Aufschlusstiefe von 3,00 m unter GOK bis 5,00 m unter GOK (387,74 m NN bis 386,68 m NN) und zwölf schwere Rammsondierungen mit der maximalen Aufschlusstiefe von 4,90 m unter GOK bis 5,90 m unter GOK (= 386,34 m NN bis 383,78 m NN) zur Verfügung.

Wie zuvor näher dargestellt, werden in den geplanten Bereichen des Bauvorhabens unter den anthropogenen Auffüllungen bzw. geringmächtigen Decklagen auf Höhe der Aushubsohle die tragfähigen und gering bis mittel kompressiblen fluviatilen Kiese angetroffen. Diese Ablagerungen liegen meist in lockerer bis mitteldichter Lagerung vor. Um Setzungen zu minimieren wird hier dazu geraten, vor Baubeginn eine Rütteldruckverdichtung durchzuführen und somit die Lagerungsdichte der Kiese zu erhöhen. Hierbei ist noch darauf hinzuweisen, dass ab einer Tiefe von ca. 6,00 m unter GOK (Aushubsohle) vermutlich überwiegend dicht gelagerte und somit sehr gut tragfähige Kiese anzutreffen sind.

Im Rahmen der Erkundungsarbeiten wurde in allen zwölf Bohrungen ein Grundwasserspiegel im Bohrloch nach Bohrende bei 0,25 m unter GOK und 2,70 m unter GOK (= 389,67 m NN und 389,35 m NN) erkundet. Ein Bemessungswasserstand wäre hier inklusive Sicherheitszuschlag in etwa bei einer Kote von 391,50 m NN anzusetzen.

### 5.2 Geotechnische Kategorie / Frosteinwirkungszone / Erdbebenzone

Entsprechend den Untersuchungsergebnissen kann das Bauvorhaben nach DIN 1054:2010-12, Tabelle AA.1 und Eurocode 7 der geotechnischen Kategorie GK 2 zugeordnet werden.

Das zu bebauende Grundstück in der Klötzlmüllerstraße 140 in 84034 Landshut ist der Frosteinwirkungszone II zuzuordnen. Somit liegt das frostfreie Gründungsniveau bei 1,00 m unter GOK.

Nach DIN 4149:2005-04 befindet sich Landshut in keiner Erdbebenzone und somit ist keine zusätzliche Erdbeschleunigung zu berücksichtigen.

### 5.3 Gründung

Die Gründungssohle der Tiefgaragen liegt gemäß den uns vorliegenden Angaben überwiegend im Bereich der locker bis mitteldicht gelagerten fluviatilen Kiese bei einer Geländehöhe von 389,70 m NN. Von unserer Seite wird hier eine **Plattengründung** emp-

fohlen. Aufgrund des Wasserstandes direkt unterhalb der Aushubsohle ist es voraussichtlich nicht möglich die anstehenden Kiese ausreichend nachzuverdichten. Daher wird aus fachtechnischer Sicht empfohlen, zur Verringerung der absoluten Setzungsbeiträge sowie der Setzungsempfindlichkeit, die locker gelagerten Kiese mittels Tiefenverdichtung nachzuverdichten. Dabei wäre eine sog. Rütteldruckverdichtung mit Rammrohr (RDV-Verfahren) zielführend einsetzbar. Bei vergleichbaren Bauvorhaben hat sich ein Rüttelrohr DN 600 mm und ein Achsabstand von etwa 1,0 m als zielführend für eine effektive Nachverdichtung erwiesen. Diese Tiefenverdichtung wäre über die gesamte Schichtmächtigkeit der quartären Kiese, also bis etwa 5,0 m bis 6,0 m unter Gründungsohle durchzuführen. Dabei wird im Rüttelrohr selbst kein Material zugegeben, die Bodenschicht komprimiert sich im / um das Rohr, sodass sich die Oberfläche absenkt. Abschließend ist auf der Arbeitsebene zusätzliches Kiesmaterial einzufüllen. Als Füllmaterial sollte hierfür Rollkies verwendet werden, da dadurch eine ausreichende Tragfähigkeit auch ohne zusätzliche Nachverdichtung erzielt werden kann. Nach der erfolgten RDV-Verdichtung kann dieser Bodenschicht eine höhere Steifeiziffer zugeordnet werden, wodurch die Bauwerkslasten wesentlich setzungsärmer in den Baugrund abgetragen werden können.

Zur statischen Dimensionierung von Bodenplatten wird hinsichtlich der Untergrundreaktion der Bettungsmodul  $k_s$  maßgebend, der im Sinne einer elastischen Federsteifigkeit des Untergrundes verstanden werden kann. Für die Bemessung von plattenartigen Gründungen kann bei Gründung in den fluviatilen Kiesen  $\geq$  mitteldichter Lagerung (nach RDV) ein Bettungsmodul von  $k_{s,k} = 10,0 \text{ MN/m}^3$  bei einem charakteristischen Lastniveau von etwa  $100 \text{ kN/m}^2$  in Ansatz gebracht werden. Bei streifenförmiger Lasteinleitung bis zu 1,5 m Breite sowie bei quadratischer Lasteinleitung bis 3,0 m Kantenlänge können bei einem Bettungsmodul von  $k_{s,k} = 30,0 \text{ MN/m}^3$  Bemessungswiderstände des Sohl-drucks von  $550 \text{ kN/m}^2$  angesetzt werden. Es ist dann mit Setzungen von  $\leq 1,5 \text{ cm}$  für das Bauwerk zu rechnen.

Die tragende Bodenplatte kann direkt auf die mittels RDV verdichteten Kiesschichten aufgebracht werden. Die Frostsicherheit ist bei der Ausführung mit vollflächiger Tiefgarage bereits gegeben, daher sind keine zusätzlichen Aufwendungen erforderlich.

## 6. Folgerungen für die Bauausführung

### 6.1 Baugrube / Verbau

#### Geböschte Baugrube

Nach DIN 4124 brauchen nicht verbaute Baugruben und Gräben mit einer Tiefe  $< 1,25 \text{ m}$  nicht abgebösch werden. Bei Überschreiten dieses Grenzwertes müssen Böschungen angelegt oder die Baugrube verbaut werden.

Es gelten nachfolgende Angaben für die Errichtung von Baugruben, die im Bedarfsfall einzuhalten sind. Ohne rechnerischen Nachweis dürfen gemäß DIN 4124 folgende Böschungswinkel bis 5,00 m Böschungshöhe nicht überschritten werden:



Nichtbindige Böden	45°
Weiche bindige Böden	45°
Steife oder halbfeste bindige Böden	60°

Böschungen mit einer Böschungsneigung im Bereich der maximal zulässigen Neigungen sind bei längeren Standzeiten vor Witterungseinflüssen verbunden mit Oberflächenerosion zu schützen. Dazu reicht im Allgemeinen ein Abdecken mit Folien sowie eine funktionsfähige Windsogsicherung (Kunststoffolie, gesichert mit Baustahlmatten und Stahlstiften bzw. Spritzbeton) aus, um stärkere Abbrüche oder Ausspülungen zu vermeiden.

Bei Aushubmaßnahmen sind auch die zulässigen Aushubgrenzen nach DIN 4123 im Hinblick auf anstehende Bauwerke und Bauteile einzuhalten. Andernfalls werden Verbaumaßnahmen, Unterfangungen oder sonstige Sicherungsmaßnahmen erforderlich. Die Standsicherheit für anstehende Bauwerke und Bauteile ist dabei für alle Bauzustände und den Endzustand nachzuweisen.

Die Lasteintragungswinkel von schweren Gerätschaften (Krananlagen, Bagger etc.) gemäß den Vorschriften der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft (BGBau) von  $\alpha \leq 30^\circ$  und einem lastfreien Schutzstreifen von  $\geq 1,00$  m (bis 12 to Gesamtgewicht) bzw.  $\geq 2,00$  m (mehr als 12 to Gesamtgewicht) sind einzuhalten.

## 6.2 Wasserhaltung

Gemäß den durchgeführten Bohrungen wurde zwischen 0,25 m unter GOK bis 2,70 m (= 389,67 m NN und 389,35 m NN) unter Geländeoberkante ein geschlossener Grundwasserspiegel erkundet; weiterhin sind temporär auch Schichtwasserhorizonte, wie beschrieben, in allen Tiefen über dem Grundwasserspiegel möglich.

Bei erhöhten Wasserständen und / oder einem tieferen Aushubniveau werden somit offene Wasserhaltungsmaßnahmen in Form von Filterkieslagen (Kies mit einem Sandanteil  $< 10$  M.-% und einem Feinkornanteil  $< 5$  M.-% oder Kies 16/32 mm)  $d \geq 25$  bis 30 cm auf Vliestrennlage (GRK III), ausgefilterten Dränagen und Pumpensämpfe mit Pumpen erforderlich. Bei Nachweis der Filterstabilität kann auf das Vlies verzichtet werden, wie hier zu erwarten. Bei Niedrigwasserverhältnissen ist während der Bauphase voraussichtlich keine offene Wasserhaltung erforderlich.

Im Hochwasserfall muss unter Umständen der Bau eingestellt und das Bauwerk geflutet werden. Als Sicherheitseinrichtung sind u. U. Flutöffnungen zur Auftriebssicherheit vorzusehen, die anschließend abgedichtet werden, sofern Wasserhaltungsmaßnahmen nicht dauerhaft betrieben werden können. Ebenfalls denkbar wäre eine kontrollierte Befüllung mit Wasser.

Weiterhin ist auch eine wasserrechtliche Genehmigung notwendig. Eine dauerhafte Ableitung und Einleitungsstelle mit Absetzbecken muss vorliegen. Die Wasserhaltung muss solange durchgeführt bzw. vorgehalten werden bis eine ausreichende Auftriebssicherheit gegeben ist und die Hinterfüllung durchgeführt wurde.

### 6.3 Bauwerkstrockenhaltung

Zum Schutz baulicher Anlagen vor Durchfeuchtung wird auf die DIN 4095 und DIN 18533-1 hingewiesen. Für den Neubau der Tiefgaragen ergibt sich entsprechend der aktuellen Planung und den geologischen Verhältnissen nach DIN 4095, Kapitel 3.6, der Fall c; also eine Abdichtung ohne Dränung im Grund- bzw. Schichtwasser.

Weiterhin ist eine Bauwerksabdichtung an Bodenplatten, Fundamenten und Wänden nach DIN 18533-1 gemäß Fall W2.1-E gegen mäßige Einwirkung von drückendem Wasser notwendig, da die Druckwassereinwirkung bei  $\leq 3$  m liegt. Daher wird für die Tiefgarage demnach die Ausbildung einer druckwasserdichten Wanne mindestens bis zum Bemessungswasserstand (= 391,50 m NN) erforderlich werden.

### 6.4 Versickerung

Eine breitflächige Versickerung von Niederschlagswasser direkt in den Auffüllungen bzw. Decklagen ist nicht möglich, da diese Schichten gering wasserdurchlässig und für Versickerungszwecke entsprechend nicht geeignet (überwiegend  $k_f$ -Werte  $< 1 \cdot 10^{-7}$  m/s) sind. Die direkt darunter anstehenden fluviatilen Kiese eignen sich generell gut zur Versickerung von Niederschlags- und Oberflächenwasser.

Nach den diesbezüglich durchgeführten Kornverteilungsanalysen wurden in den quartären Kiesen  $k_f$ -Werte von ca.  $1,69 \cdot 10^{-4}$  m/s bis  $1,34 \cdot 10^{-3}$  m/s errechnet. Ausgehend von einem entsprechend hier maßgeblichen Korrekturfaktor zur Festlegung des sog. Bemessungs- $k_f$ -Wertes nach Arbeitsblatt DWA-A 138 von 0,2 ergeben sich daraus Werte von  $3,38 \cdot 10^{-5}$  m/s bis  $2,68 \cdot 10^{-4}$  m/s.

Die Dimensionierung von Versickerungsanlagen ist gemäß dem Arbeitsblatt DWA-A 138 der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. durchzuführen. Gemäß diesem Arbeitsblatt soll der versickerungsrelevante  $k_f$ -Wert im Bereich von  $1 \cdot 10^{-3}$  m/s bis  $1 \cdot 10^{-6}$  m/s liegen. Dieser Versickerungsbereich berücksichtigt auch eine ausreichend lange Aufenthaltszeit des Niederschlagswassers im Untergrund, um eine gewisse Vorreinigung vor dem Eintritt in das Grundwasser zu gewährleisten. Gleichzeitig sollen die Böden einen ausreichenden Durchlässigkeitsbeiwert aufweisen, um langfristig eine Versickerung in ausreichendem Umfang sicherzustellen. Die vorliegend angegebenen, für die Bemessung maßgeblichen  $k_f$ -Werte für die Kiese liegen im mittleren bis oberen Bereich in dieser Spanne und weisen somit auf mäßige bis gute Versickerungsbedingungen hin.

Um eine ausreichende Reinigungsleistung zu gewährleisten, fordert das genannte Arbeitsblatt auch eine Mächtigkeit des Sickerraums über dem mittleren höchsten Grundwasserstand von mindestens einem Meter. Bei einer Dimensionierung der Versickerung nach Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 138 „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“ sind die entsprechenden Grundwasserstände zu berücksichtigen. Die genauen Grundwasserstände sind bei der zuständigen Fachbehörde einzuholen. Ebenfalls wird auf das Merkblatt DWA-M 153 „Handlungsempfehlung zum Umgang mit Regenwasser“ hingewiesen.

Es ist hier davon auszugehen, dass Versickerungsanlagen auf diesem Grundstück unter Hochwasserverhältnissen aufgrund von Rückstauwirkungen zeitweise zumindest nur eingeschränkt funktionsfähig sind. Daher sollte bei Ausbildung von Versickerungsanlagen

in jedem Fall ein kontrollierter Notüberlauf mit Ableitung in die Kanalisation oder direkter Einleitung in einen Vorfluter vorgesehen werden.

Weiterhin ist besonders darauf zu achten, dass ein hydraulischer Anschluss an die besser durchlässigen fluviatilen Kiese gegeben ist. Die Ausbildung der erforderlichen Versickerungsanlage ist mit den jeweiligen Genehmigungs- und Fachbehörden abzustimmen.

## **6.5 Erdbau (Auffüllung, Abgrabung, Verdichtung)**

Zur Verfüllung der Arbeitsräume sind die fluviatilen Kiese bzw. Kiese der anthropogenen Auffüllungen (Homogenbereich B1) mit einem Feinkornanteil von  $\leq 15$  M.-% gut geeignet, sofern ein Verdichtungsgrad  $D_{pr}$  von mindestens 100 % zu erzielen ist und keine umwelttechnischen Bedenken vorliegen.

Bei mindestens steifer Konsistenz der Schluffe der Decklagen (Homogenbereich B2) ist ein Wiedereinbau, z. B. als Hinterfüllmaterial, bedingt möglich. Dieses sollte nicht unter befestigten und setzungsempfindlichen Flächen eingebaut werden. Bei einem Wiedereinbau ist erdbautechnisch ein Verdichtungsgrad von  $D_{pr} \geq 98$  % sicherzustellen. Dafür kann möglicherweise eine geochemische Stabilisierung mit einem Bindemittel erforderlich werden.

Sämtliche ausgebaute Böden sollten vor Vernässungen bei der Zwischenlagerung geschützt werden (z. B. sauberes Aufhalden und Folienabdeckung). Außerdem ist darauf hinzuweisen, dass mögliche schluffige Deck-/Zwischenlagen bzw. stark schluffige bzw. grundwassergesättigte Kiese sehr empfindlich gegenüber Niederschlägen sowie dynamischen Lastbeanspruchungen reagieren. Dies kann zum Verlust an Tragfähigkeit führen. Eine Befahrung der Aushubsohle mit schwerem Gerät ist hier bedingt durch den Grundwasserflurabstand auf der abgegrabenen Fläche nicht möglich und ohne Grundwasserabsenkung unbedingt zu vermeiden.

Wird Fremdmaterial verwendet, ist gut verdichtbares, gering kompressibles, sandiges Kiesmaterial (GW / GI / GU nach DIN 18196) mit einem Feinkorngehalt  $\leq 10$  M.-% einzusetzen. Im Frosteinwirkungsbereich bzw. als kapillarbrechende Schicht unter befestigten Flächen ist der Feinkornanteil auf  $\leq 5,0$  M.-% zu reduzieren.

Geländeauffüllungen sowie die Verfüllung von Arbeitsräumen und Gräben muss lagenweise (Lagenstärke  $d \leq 0,40$  m) mit ausreichender Verdichtung ( $D_{pr} \geq 98$  % - 100 % je nach Material) erfolgen. Auf dem Erdplanum von Wegen und Verkehrsflächen sind die Qualitätsanforderungen gemäß der ZTV E-StB 17, z.B. mittels Lastplattendruckversuchen, nachzuweisen. Die Mächtigkeit des Gründungspolster unter befestigten Flächen (z. B. Zufahrten) sollte bei  $\geq 0,60$  m liegen (vgl. Kapitel 6.6).

Im Weiteren sind neben der ZTV E-StB 17 hinsichtlich der Verdichtungsanforderungen von Böden die "Zusätzlichen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen" der ZTVA-StB und das "Merkblatt für die Hinterfüllung von Bauwerken" der Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen zu beachten.

## 6.6 Verkehrs- und Parkplatzflächen

Zur Anlage von Verkehrsflächen muss das Erdplanum nach ZTV E-StB 17 einen Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  aufweisen. Dieser ist vor Beginn der Oberbauarbeiten mittels statischer Plattendruckversuche nach DIN 18134 nachzuweisen. Auf Oberkante der Tragschichten wird ein Verformungsmodul  $E_{v2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$  als ausreichend erachtet.

Werden die geforderten Untergrundtragfähigkeiten erreicht, kann die Verkehrsfläche ohne Zusatzmaßnahmen aufgebaut werden. Sollten die Untergrundtragfähigkeiten jedoch nicht erreicht werden, kann ein Bodenaustausch in ausreichender Mächtigkeit zielführend sein, um die geforderten Tragfähigkeiten des Erdplanums nachzuweisen. Die Mächtigkeit des Bodenaustausches ist abhängig von der Tragfähigkeit des Untergrundes.

Zur Orientierung werden nachfolgende Mindestschüttstärken bzw. Austauschstärken angegeben:

$E_{v2}$ – Wert Untergrund	$E_{v2} = 80 \text{ MN/m}^2$	$E_{v2} = 120 \text{ MN/m}^2$
10 $\text{MN/m}^2$	60 cm	100 cm
20 $\text{MN/m}^2$	50 cm	80 cm
30 $\text{MN/m}^2$	40 cm	60 cm
40 $\text{MN/m}^2$	30 cm	50 cm
50 $\text{MN/m}^2$	30 cm	40 cm
60 $\text{MN/m}^2$	20 cm	35 cm

Wird der notwendige Verformungsmodul auf dem Erdplanum erreicht, so ergeben sich bei Dimensionierung nach RStO 12 die geforderten Verformungsmodule sowie die notwendigen Schichtstärken für die Tragschicht. Zum Nachweis sind statische Lastplattendruckversuche nach DIN 18134 auf dem Erdplanum und auf der Oberkante des Planums durchzuführen.

Zur Gewährleistung der Filterstabilität zwischen bindigem Erdplanum und frostsicheren Straßenaufbau wird im Falle eines Bodenaustausches die Einlage eines Geotextiles – Vlies (GRK IV) – mit einem Flächengewicht von mindestens  $250 \text{ g/m}^2$  empfohlen. Darauf kann lagenweise der Aufbau des Frostschutzmaterials erfolgen.

Nach dem Aushub des Oberbodens wird nach derzeitiger Einschätzung, sofern weiterhin keine ausreichend mächtigen, kiesigen Auffüllungen vorhanden sind, ein zusätzlicher Bodenaustausch von ca. 30 cm Stärke auf einer Vliestrennlage der Geotextilrobustheitsklasse IV innerhalb der bindigen Decklagen erforderlich, um den geforderten Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  erreichen zu können. Falls hier auf Höhe Erdplanum noch Restkiesmächtigkeiten übrig bleiben sollten, wären hier zur Bestimmung der Tragfähigkeit statische Lastplattendruckversuche nach DIN 18134 durchzuführen. Unter Umständen wäre hier eine Nachverdichtung ausreichend, um  $E_{v2}$ -Werte von  $\geq 45 \text{ MN/m}^2$  zu erreichen.

Als Bodenaustausch bzw. für die Schüttung ist ein verdichtungswilliges und gut tragfähiges Kies-Sand-Gemisch, Körnung 0/56 mm (Feinkornanteil  $\leq 5,0 \text{ M.-%}$ ) der Frostempfindlichkeitsklasse F1 zu verwenden, welches lagenweise einzubauen und mit einem geeigneten Verdichtungsgerät zu verdichten ist. Die tatsächlich erforderliche Stärke des Bodenaustausches (benötigte Gesamtschüttstärke ca. 60 cm bis 80 cm) wäre aber noch

bei Beginn der Arbeiten durch Versuchsfelder mit verschiedenen Austauschstärken mittels Lastplattendruckversuchen nach DIN 18134 näher festzulegen.

Auf dem fertigem Frostschutzplanum ist abschließend zu überprüfen, ob auch hier der geforderte Verformungsmodul von  $E_{V2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$  mittels statischer Lastplattendruckversuche nach DIN 18134 nachgewiesen werden kann.

## 7. Schlussbemerkungen

Mit den durchgeführten Felduntersuchungen können naturgemäß nur punktuelle Aufschlüsse gewonnen werden. Des Weiteren sind gemäß DIN 4020 Aufschlüsse in Boden und Fels als Stichproben zu bewerten. Für die dazwischenliegenden Bereiche lassen sich nur Wahrscheinlichkeitsaussagen machen.

Sollten sich im Zuge der Aushubarbeiten Abweichungen von den Annahmen dieses Berichtes oder sollten sich planungsbedingte Änderungen ergeben, so ist der Berichtverfasser unverzüglich zu informieren und über die weitere Gültigkeit der gemachten Angaben zu befragen. Nach DIN 1054:2010-12 ist somit spätestens nach dem Aushub der Baugruben von einem Sachverständigen für Geotechnik bzw. dem Berichtverfasser eine Sohlabnahme durchzuführen.

Im Einzelfall kann es durch eine Veränderung der natürlichen Randbedingungen zu einer Verbesserung oder Verschlechterung der Bodenverhältnisse kommen.

Sollten sich im Zuge der Aushubarbeiten Hinweise auf derartige Vorgänge zeigen, so raten wir unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten dazu, den Verfasser des Berichtes hinzuzuziehen.

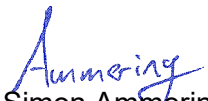
Zum Zeitpunkt der Ausarbeitung des vorliegenden Berichtes lagen uns die genannten Arbeitsunterlagen vor. Da dem Baugrundsachverständigen derzeit nicht alle relevanten Gesichtspunkte der Planung und Bauausführung bekannt sein können und weiterhin die punktuellen Baugrundaufschlüsse nur örtlich begrenzte Aussagen liefern, kann dieser Bericht keinen Anspruch auf Vollständigkeit hinsichtlich aller bodenmechanischen und hydrogeologischen Detailpunkte erheben. Zusätzliche Untersuchungen bzw. geotechnische Beurteilungen können im Zuge der weiteren Planung erforderlich werden.

Es wird davon ausgegangen, dass die an Planung und Bauausführung beteiligten Ingenieure unter Zugrundelegung der hier aufgezeichneten Daten und Angaben alle erforderlichen statischen Nachweise etc. entsprechend den Regeln der Bautechnik führen.

Für weitere Fragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

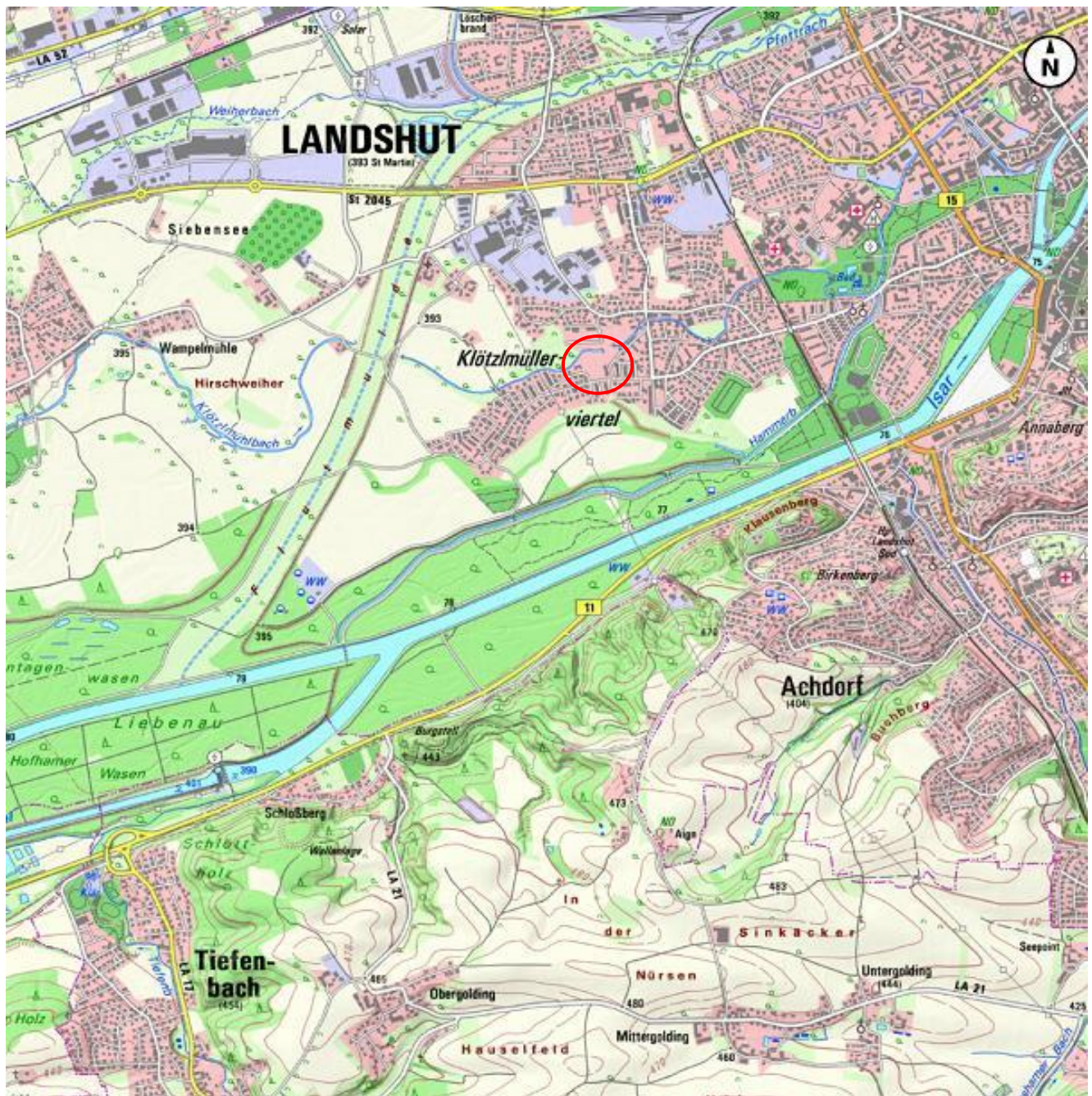
Osterhofen, den 18.09.2019

  
ppa. Tobias Kufner  
Dipl.-Geoökologe (Univ.)

  
Simon Ammering  
M.Sc. Geowissenschaften

**Anlage 1**





Lage des Untersuchungsgebiets

## Umplanung BBP 02-34, BMI Gelände Teil Süd in Landshut - Geotechnische Untersuchung -

Auftraggeber	Übersichtsplan		
Stadt Landshut			
Bearbeitung	 <b>GeoPlan</b>		
Simon Ammering			
Datum			Anlage
18.09.2019			1
Maßstab			Blatt
1 : 25.000			1
Kartenvorlage			
TK Bayern Süd			

**Anlage 2**





## Zeichenerklärung Baugrunduntersuchung:

- B ... Rammkernbohrung gemäß DIN EN ISO 22475 mit Bezeichnung bis max. 5,00 m unter GOK
- △ DPH ... Schwere Rammsondierung nach DIN EN ISO 22476-2 mit Bezeichnung bis max. 5,90 m unter GOK



"Nutzung der Basisdaten der  
Bayerischen Vermessungsverwaltung"

Entwurfsverfasser:



**GeoPlan**

Donau-Gewerbepark 5, 94486 Osterhofen  
FON: 09932 9544-0 / FAX: 09932 9544-77  
E-MAIL: [info@geoplan-online.de](mailto:info@geoplan-online.de)

05.09.2019

*Tobias Kufner*  
Projektleiter: Tobias Kufner

Planinhalt:

Umplanung BBP 02-34 BMI Gelände Teil Süd in Landshut  
Gmkg. Landshut, Stadt Landshut

**Lageplan**  
- mit Aufschlusspunkten -

Anlage:

2

Blatt-Nr.:

Projekt: MILCHINDUSTRIE\_Umplanung-BMI-Gelände

Datei: 1\_LP-1000\_Aufschlusspunkte.PLT

bearbeitet: Wagner 05.09.19

gezeichnet: Wagner / vw 05.09.19/18.09.19

geprüft: Ammering 05.09.19

Auftraggeber:

**Stadt Landshut**

05.09.2019

Luitpoldstraße 29, 84034 Landshut  
FON: 0871 880 / FAX: 0871 88 1884

Maßstab:

1:1000

Pr.-Nr.:

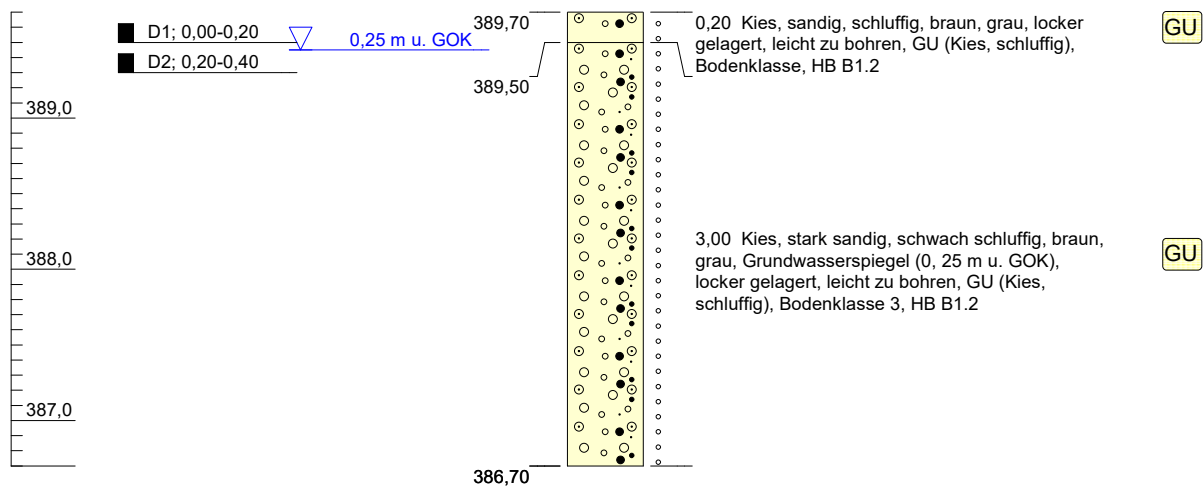
B

1907247

**Anlage 3**


m u. GOK (389,70 m ü. NN)

B1



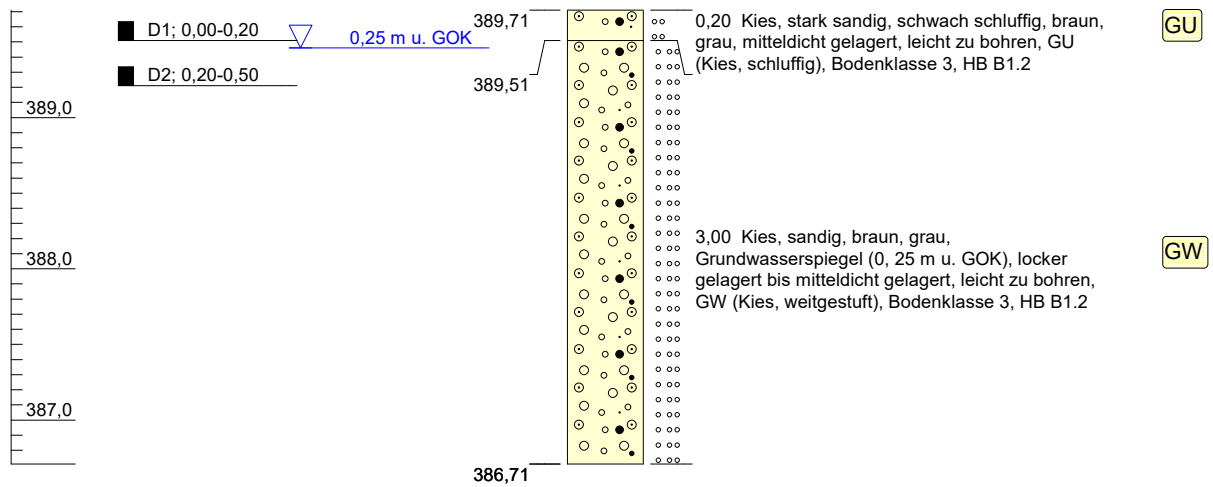
Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

<b>Projekt:</b> Umplanung BBP 02-34, BMI-Gelände Landshut		 <b>GeoPlan</b>		
<b>Bohrung:</b> B1				
Auftraggeber:	Stadt Landshut		Rechtswert:	4509103
Bohrfirma:	Geoplan GmbH		Hochwert:	5377145
Bearbeiter:	T. Kufner		Ansatzhöhe:	389,70 m ü. NN
Datum:	04.09.2019		Endtiefe:	3,00 m


m u. GOK (389,71 m ü. NN)

B2



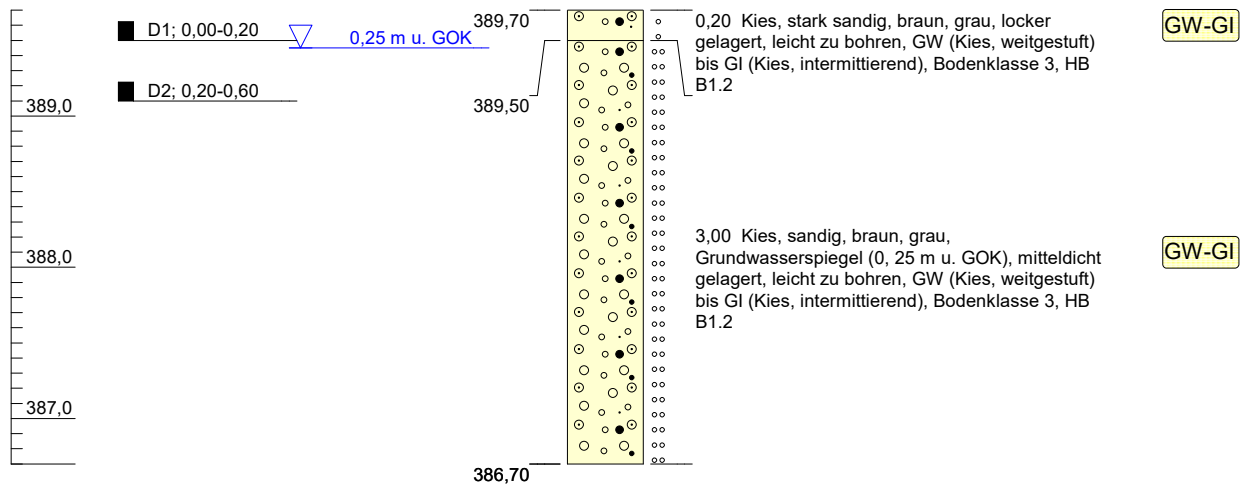
Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

<b>Projekt:</b> Umplanung BBP 02-34, BMI-Gelände Landshut		 <b>GeoPlan</b>	
<b>Bohrung:</b> B2			
Auftraggeber:	Stadt Landshut		Rechtswert: 4509151
Bohrfirma:	Geoplan GmbH		Hochwert: 5377170
Bearbeiter:	T. Kufner		Ansatzhöhe: 389,71 m ü. NN
Datum:	04.09.2019	Endtiefe: 3,00 m	

m u. GOK (389,70 m ü. NN)

B3



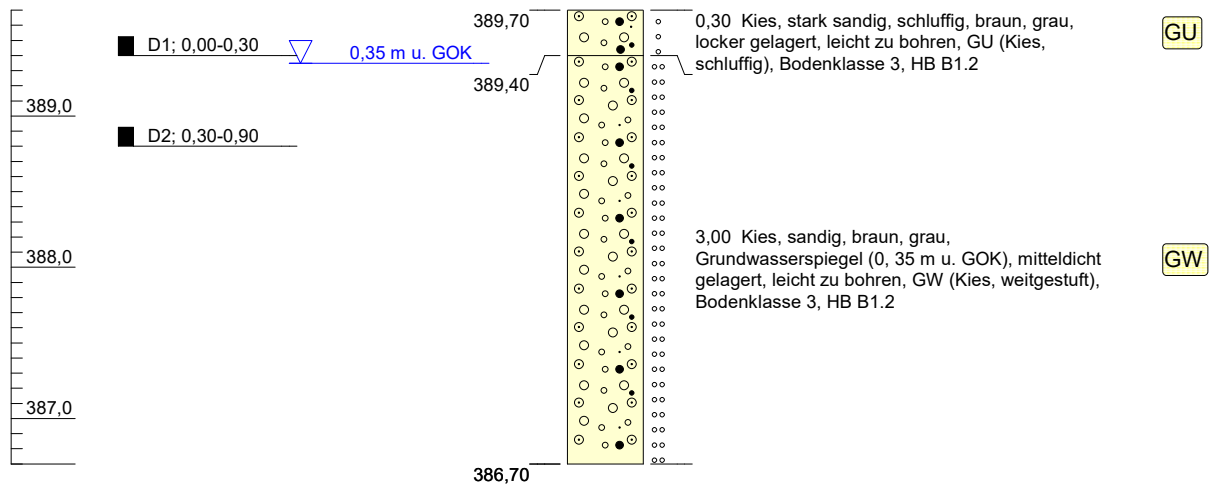
Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

<b>Projekt:</b> Umplanung BBP 02-34, BMI-Gelände Landshut		 <b>GeoPlan</b>	
<b>Bohrung:</b> B3			
Auftraggeber:	Stadt Landshut		Rechtswert: 4509183
Bohrfirma:	Geoplan GmbH		Hochwert: 5377169
Bearbeiter:	T. Kufner		Ansatzhöhe: 389,70 m ü. NN
Datum:	04.09.2019		Endtiefe: 3,00 m

m ü. GOK (389,70 m ü. NN)


B4



Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

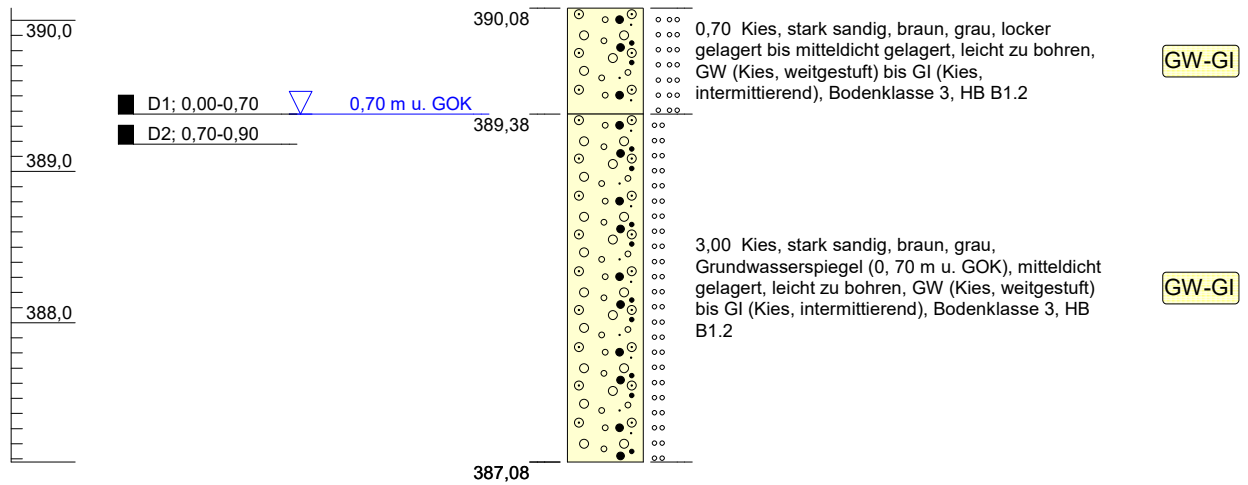
<b>Projekt:</b> Umplanung BBP 02-34, BMI-Gelände Landshut	
<b>Bohrung:</b> B4	
Auftraggeber:	Stadt Landshut
Bohrfirma:	Geoplan GmbH
Bearbeiter:	T. Kufner
Datum:	04.09.2019
Rechtswert:	4509210
Hochwert:	5377179
Ansatzhöhe:	389,70 m ü. NN
Endtiefe:	3.00 m



**GeoPlan**

m u. GOK (390,08 m ü. NN)

B5



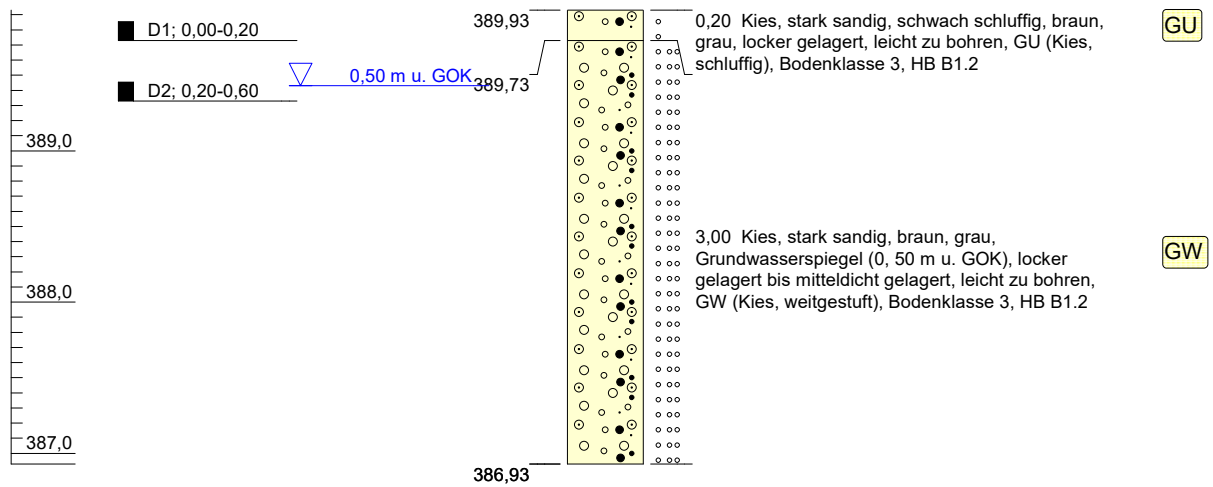
Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

<b>Projekt:</b> Umplanung BBP 02-34, BMI-Gelände Landshut		 <b>GeoPlan</b>	
<b>Bohrung:</b> B5			
Auftraggeber:	Stadt Landshut		Rechtswert: 4509240
Bohrfirma:	Geoplan GmbH		Hochwert: 5377178
Bearbeiter:	T. Kufner		Ansatzhöhe: 390,08 m ü. NN
Datum:	04.09.2019		Endtiefe: 3,00 m

m u. GOK (389,93 m ü. NN)

B6



Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

<b>Projekt:</b> Umplanung BBP 02-34, BMI-Gelände Landshut	
<b>Bohrung:</b> B6	
Auftraggeber:	Stadt Landshut
Bohrfirma:	Geoplan GmbH
Bearbeiter:	T. Kufner
Datum:	04.09.2019
Rechtswert:	4509127
Hochwert:	5377110
Ansatzhöhe:	389,93 m ü. NN
Endtiefe:	3,00 m

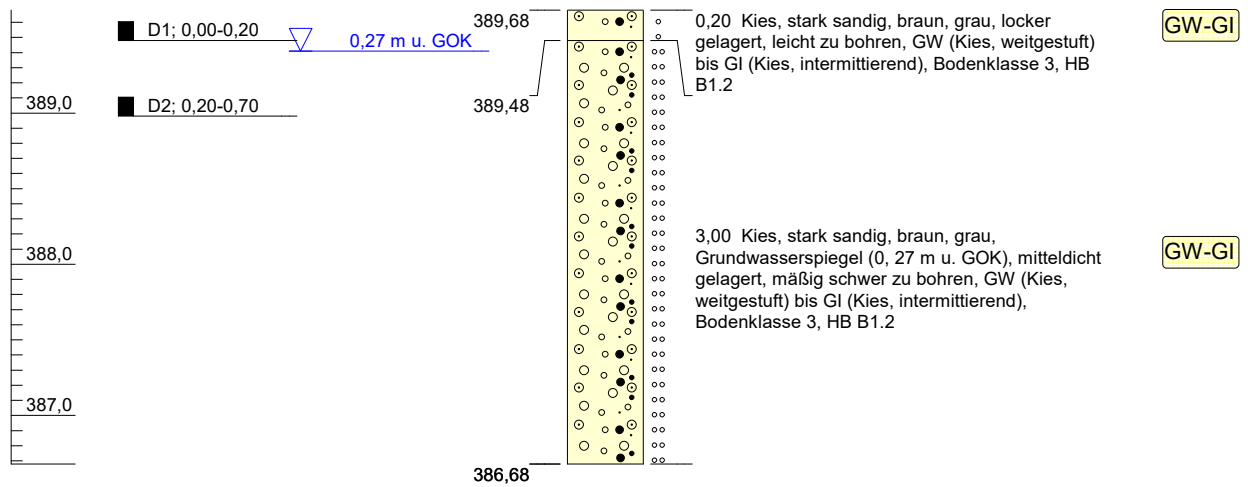


**GeoPlan**



m u. GOK (389,68 m ü. NN)


B7



Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

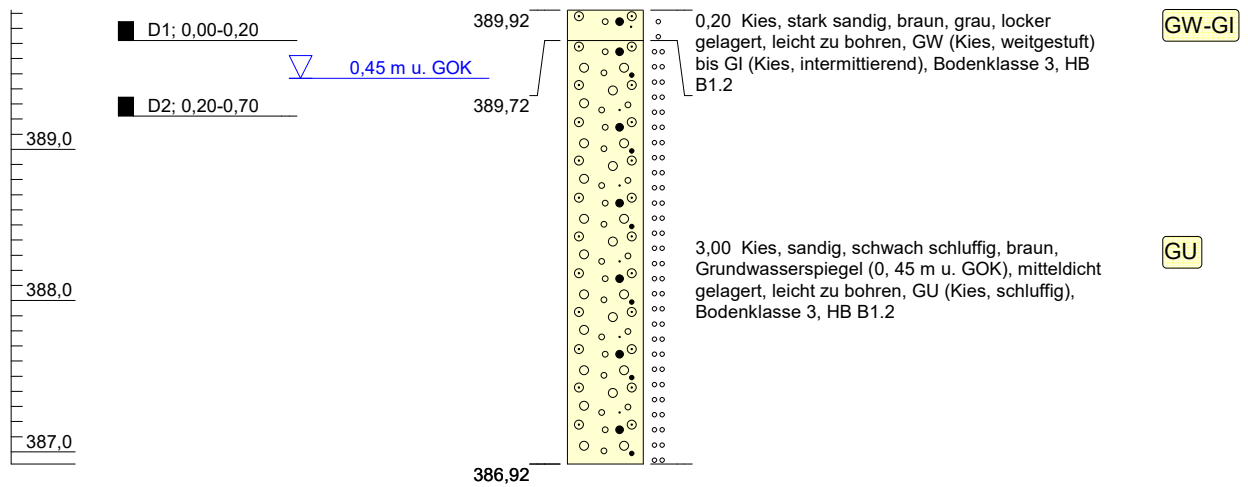
<b>Projekt:</b> Umplanung BBP 02-34, BMI-Gelände Landshut	
<b>Bohrung:</b> B7	
Auftraggeber:	Stadt Landshut
Bohrfirma:	Geoplan GmbH
Bearbeiter:	T. Kufner
Datum:	04.09.2019
Rechtswert:	4509171
Hochwert:	5377158
Ansatzhöhe:	389,68 m ü. NN
Endtiefe:	3,00 m



**GeoPlan**

m u. GOK (389,92 m ü. NN)


B8



Höhenmaßstab: 1:50

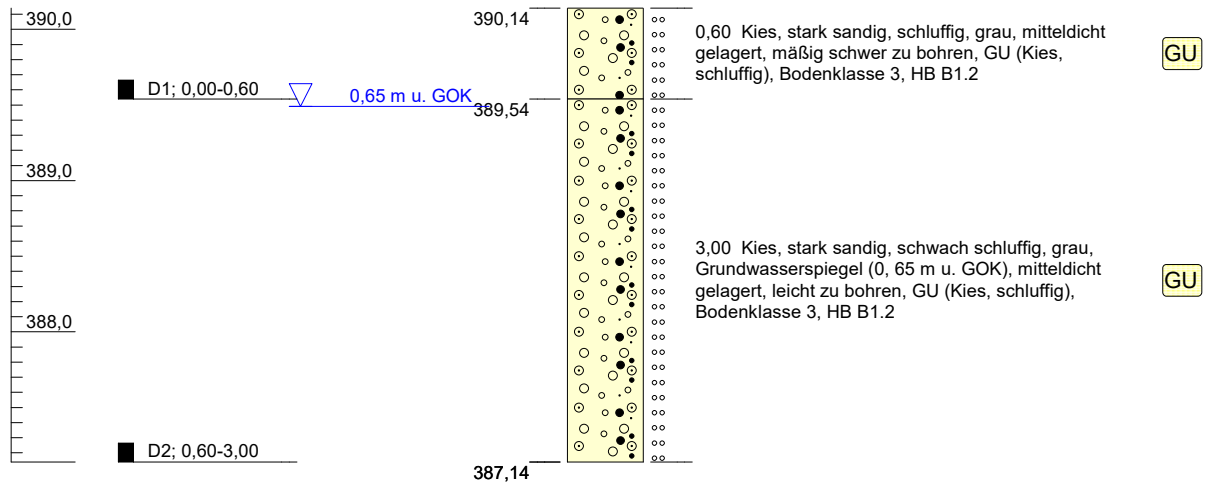
Blatt 1 von 1

<b>Projekt:</b> Umplanung BBP 02-34, BMI-Gelände Landshut	
<b>Bohrung:</b> B8	
Auftraggeber:	Stadt Landshut
Bohrfirma:	Geoplan GmbH
Bearbeiter:	T. Kufner
Datum:	04.09.2019
Rechtswert:	4509192
Hochwert:	5377127
Ansatzhöhe:	389,92 m ü. NN
Endtiefe:	3,00 m

**GeoPlan**


m u. GOK (390,14 m ü. NN)

B9



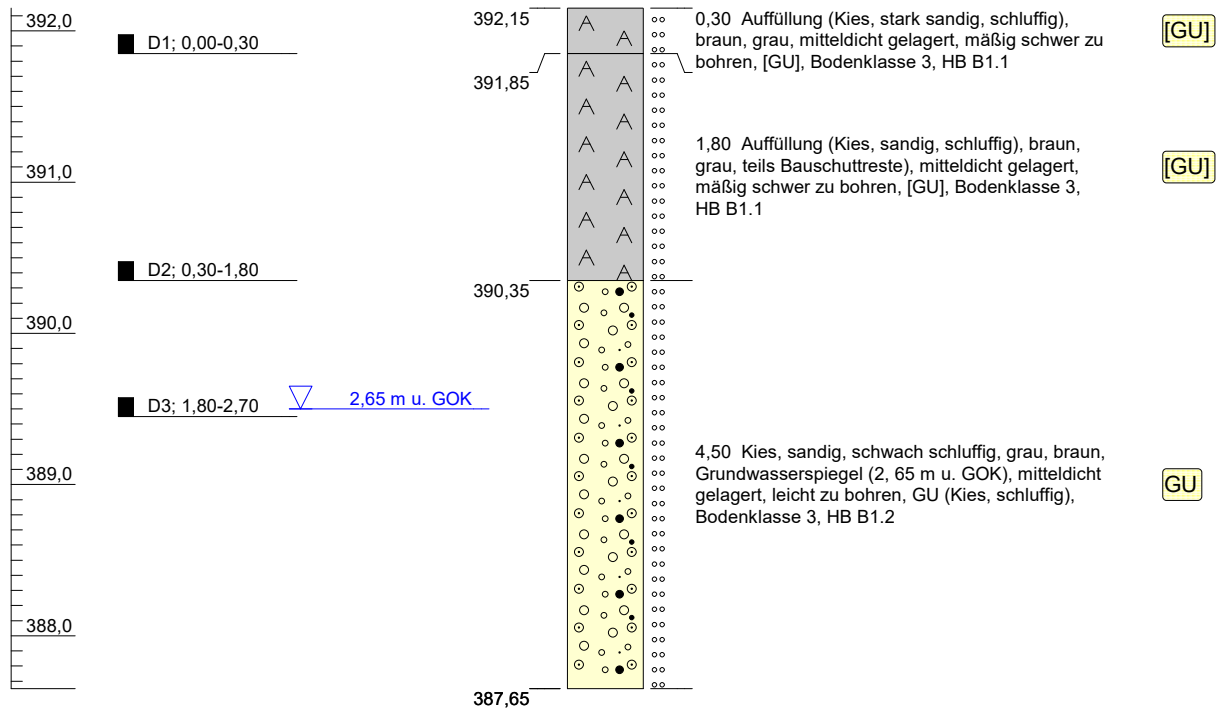
Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

<b>Projekt:</b> Umplanung BBP 02-34, BMI-Gelände Landshut		 <b>GeoPlan</b>	
<b>Bohrung:</b> B9			
Auftraggeber:	Stadt Landshut		Rechtswert: 4509221
Bohrfirma:	Geoplan GmbH		Hochwert: 5377150
Bearbeiter:	T. Kufner		Ansatzhöhe: 390,14 m ü. NN
Datum:	03.09.2019		Endtiefe: 3,00 m


m u. GOK (392,15 m ü. NN)

# B10



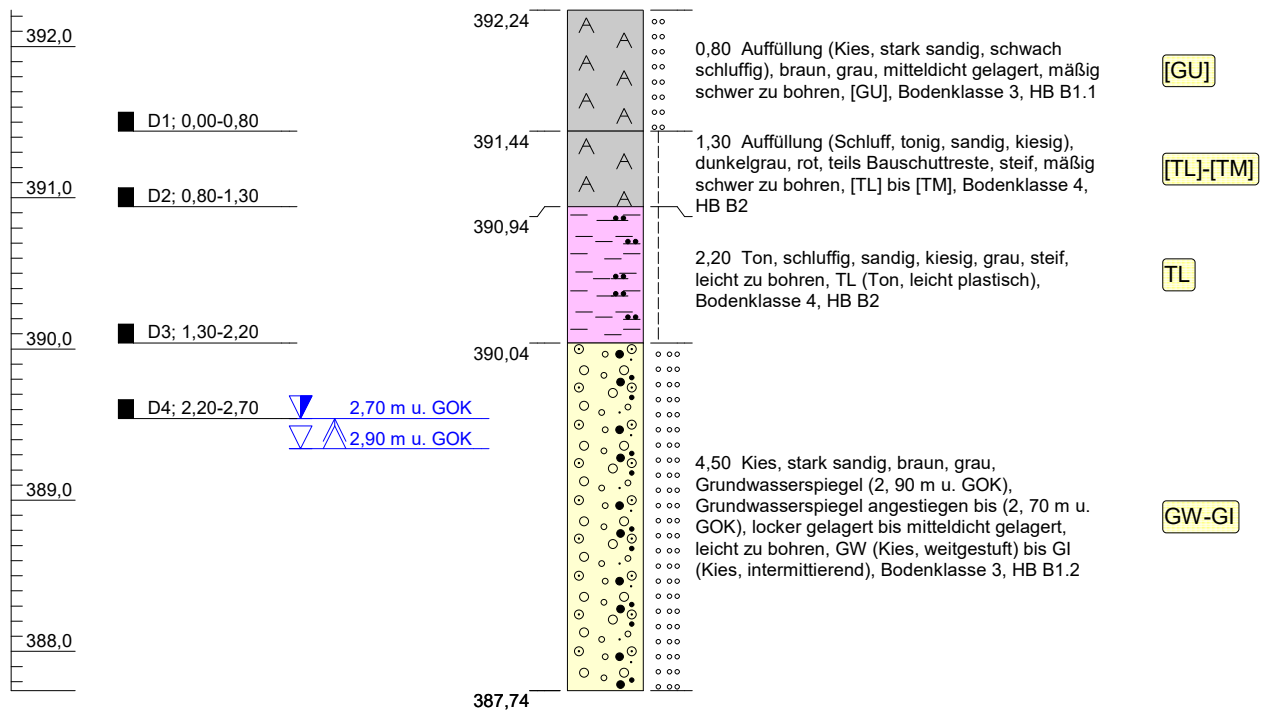
Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

<b>Projekt:</b> Umplanung BBP 02-34, BMI-Gelände Landshut		 <b>GeoPlan</b>	
<b>Bohrung:</b> B10			
Auftraggeber:	Stadt Landshut		Rechtswert: 4509154
Bohrfirma:	Geoplan GmbH		Hochwert: 5377082
Bearbeiter:	T. Kufner		Ansatzhöhe: 392,15 m ü. NN
Datum:	03.09.2019	Endtiefe: 4.50 m	

m u. GOK (392,24 m ü. NN)


B11



Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

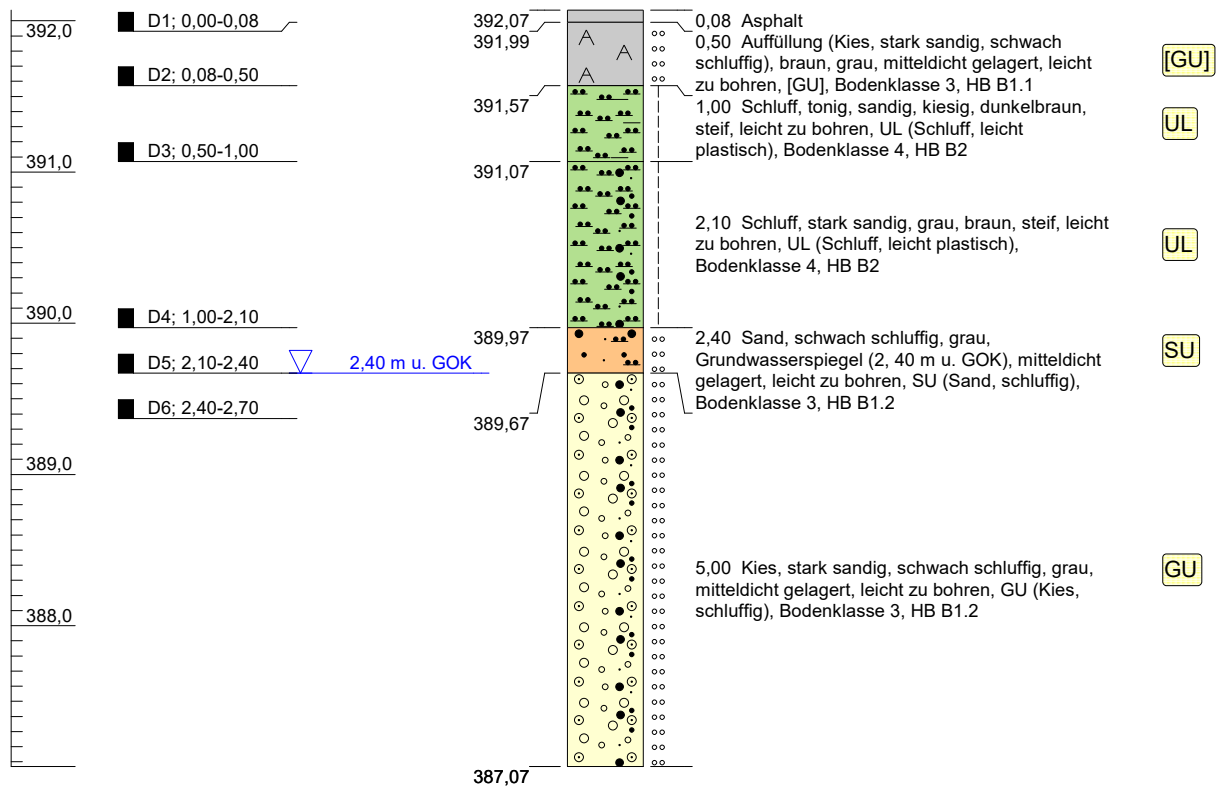
<b>Projekt:</b> Umplanung BBP 02-34, BMI-Gelände Landshut	
<b>Bohrung:</b> B11	
Auftraggeber:	Stadt Landshut
Bohrfirma:	Geoplan GmbH
Bearbeiter:	T. Kufner
Datum:	03.09.2019
Rechtswert:	4509177
Hochwert:	5377076
Ansatzhöhe:	392,24 m ü. NN
Endtiefe:	4.50 m



**GeoPlan**


m u. GOK (392,07 m ü. NN)

B12



Höhenmaßstab: 1:50

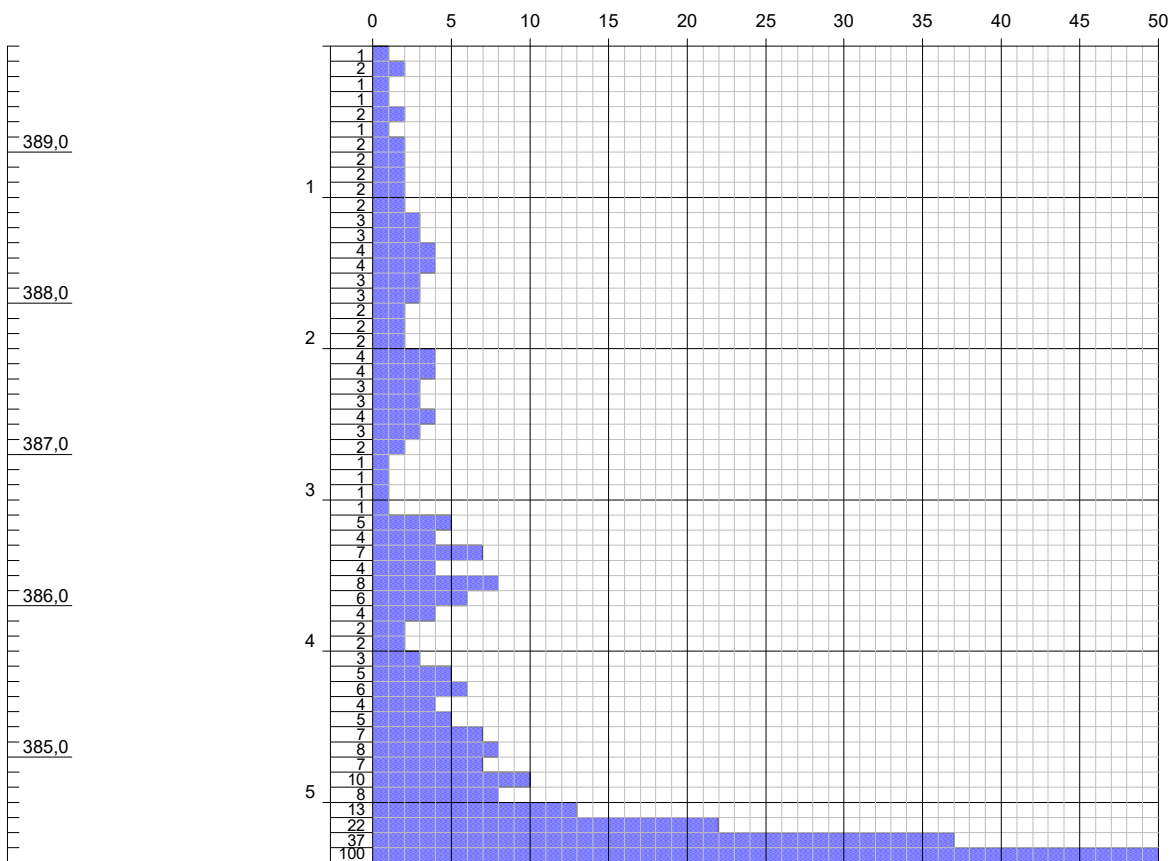
Blatt 1 von 1

<b>Projekt:</b> Umplanung BBP 02-34, BMI-Gelände Landshut		 <b>GeoPlan</b>	
<b>Bohrung:</b> B12			
Auftraggeber:	Stadt Landshut		Rechtswert: 4509228
Bohrfirma:	Geoplan GmbH		Hochwert: 5377074
Bearbeiter:	T. Kufner		Ansatzhöhe: 392,07 m ü. NN
Datum:	03.09.2019		Endtiefe: 5.00 m



m ü. GOK (389,70 m ü. NN)

# DPH1



Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

**Projekt:** Umplanung BBP 02-34, BMI-Gelände Landshut

**Sondierung:** DPH1

Auftraggeber: Stadt Landshut

Rechtswert: 4509103

Bohrfirma: Geoplan GmbH

Hochwert: 5377145

Bearbeiter: T. Kufner

Ansatzhöhe: 389,70 m ü. NN

Datum: 02.09.2019

Endtiefe: 5,40 m

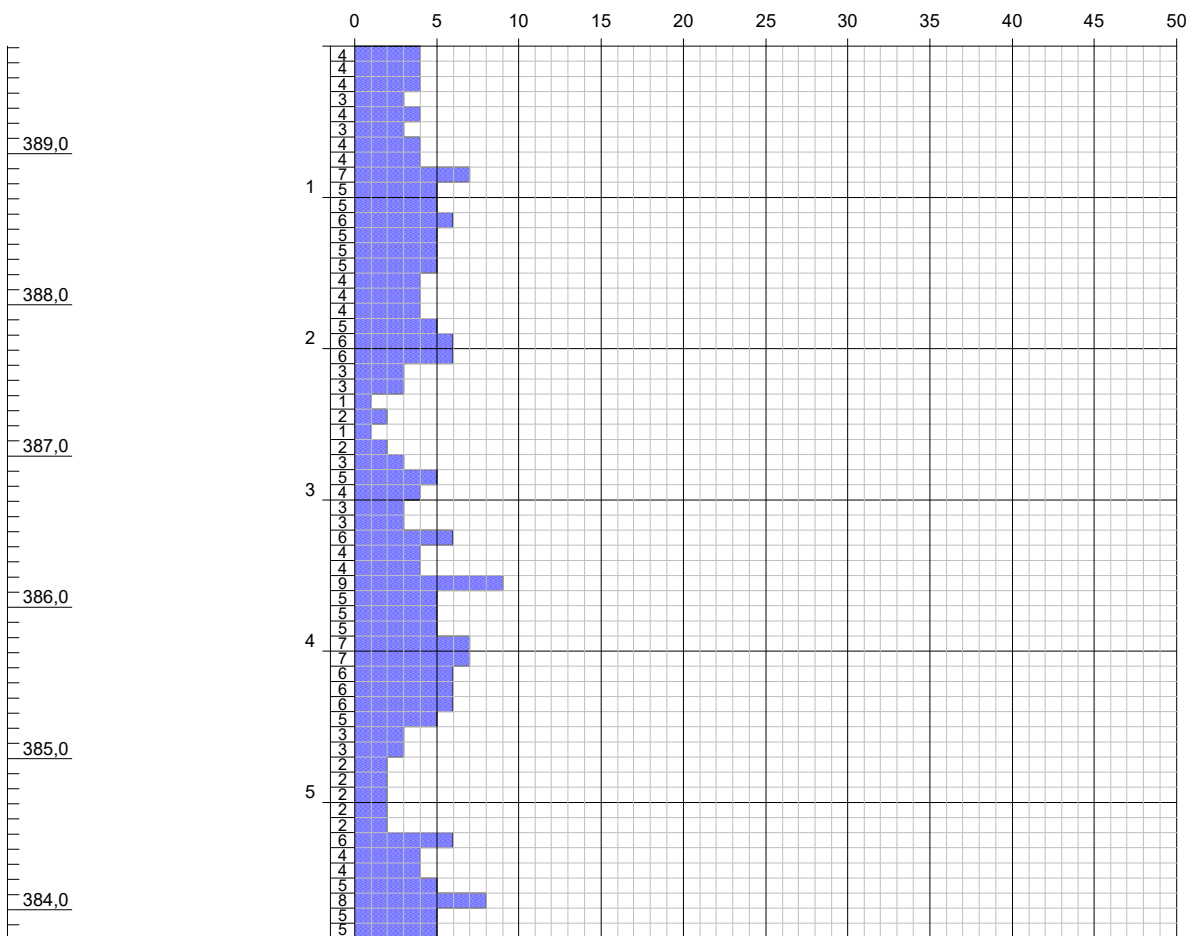


**GeoPlan**




m ü. GOK (389,71 m ü. NN)

DPH2



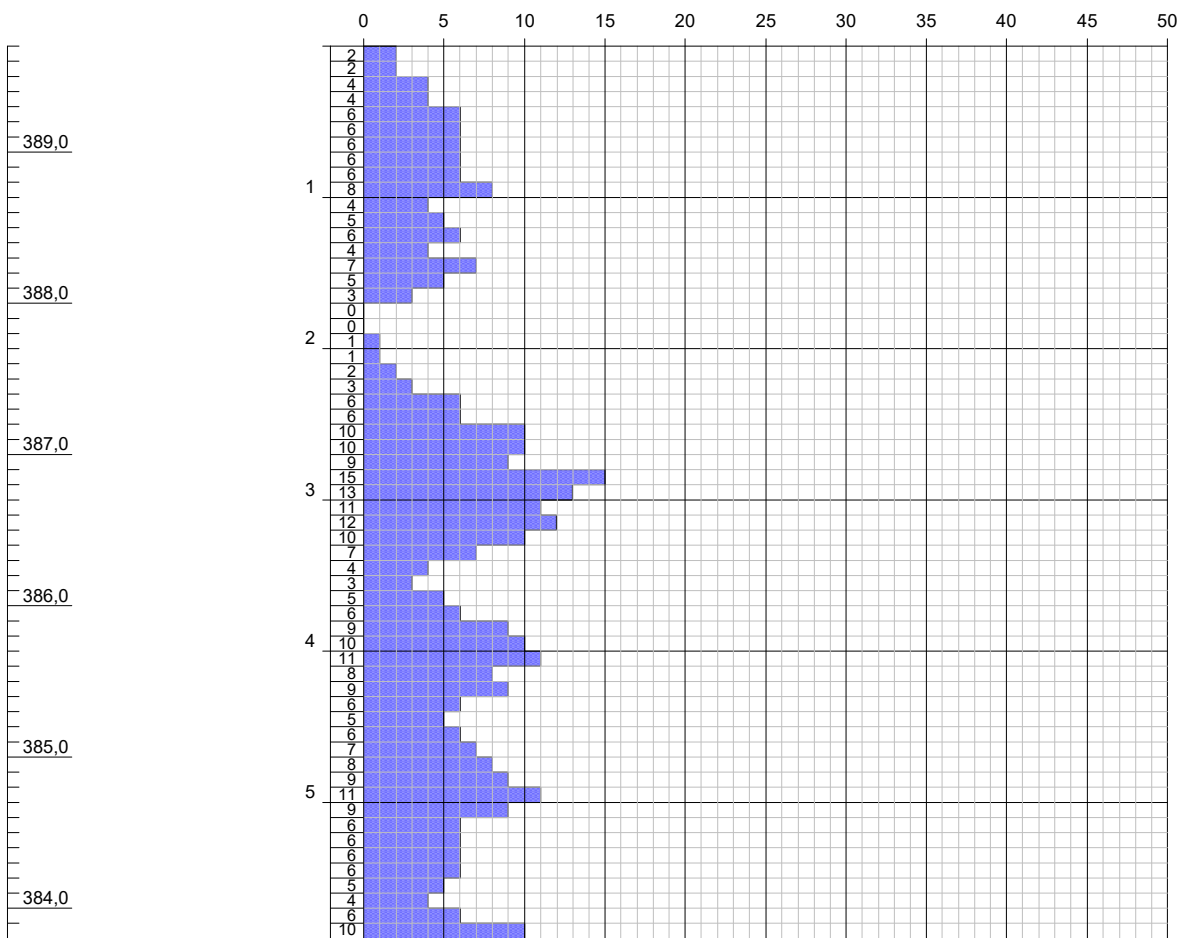
Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

<b>Projekt: Umplanung BBP 02-34, BMI-Gelände Landshut</b>		 <b>GeoPlan</b>	
<b>Sondierung: DPH2</b>			
Auftraggeber:	Stadt Landshut		Rechtswert: 4509151
Bohrfirma:	Geoplan GmbH		Hochwert: 5377170
Bearbeiter:	T. Kufner		Ansatzhöhe: 389,71 m ü. NN
Datum:	02.09.2019		Endtiefe: 5,90 m

m ü. GOK (389,70 m ü. NN)

# DPH3



Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

**Projekt:** Umplanung BBP 02-34, BMI-Gelände Landshut

**Sondierung:** DPH3

Auftraggeber: Stadt Landshut

Rechtswert: 4509183

Bohrfirma: Geoplan GmbH

Hochwert: 5377169

Bearbeiter: T. Kufner

Ansatzhöhe: 389,70 m ü. NN

Datum: 02.09.2019

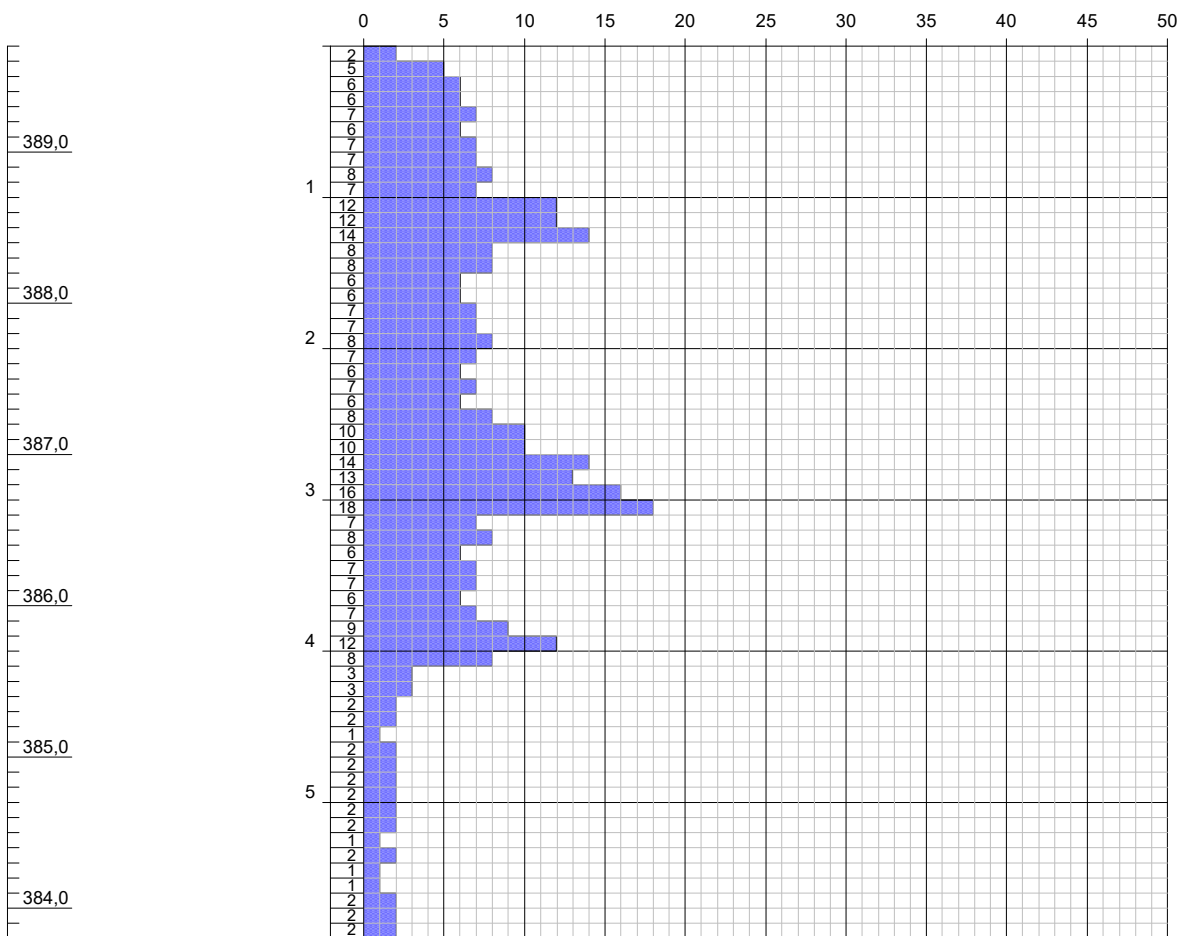
Endtiefe: 5,90 m



**GeoPlan**

m ü. GOK (389,70 m ü. NN)

DPH4



Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

**Projekt:** Umplanung BBP 02-34, BMI-Gelände Landshut

**Sondierung:** DPH4

Auftraggeber: Stadt Landshut

Rechtswert: 4509210

Bohrfirma: Geoplan GmbH

Hochwert: 5377179

Bearbeiter: T. Kufner

Ansatzhöhe: 389,70 m ü. NN

Datum: 02.09.2019

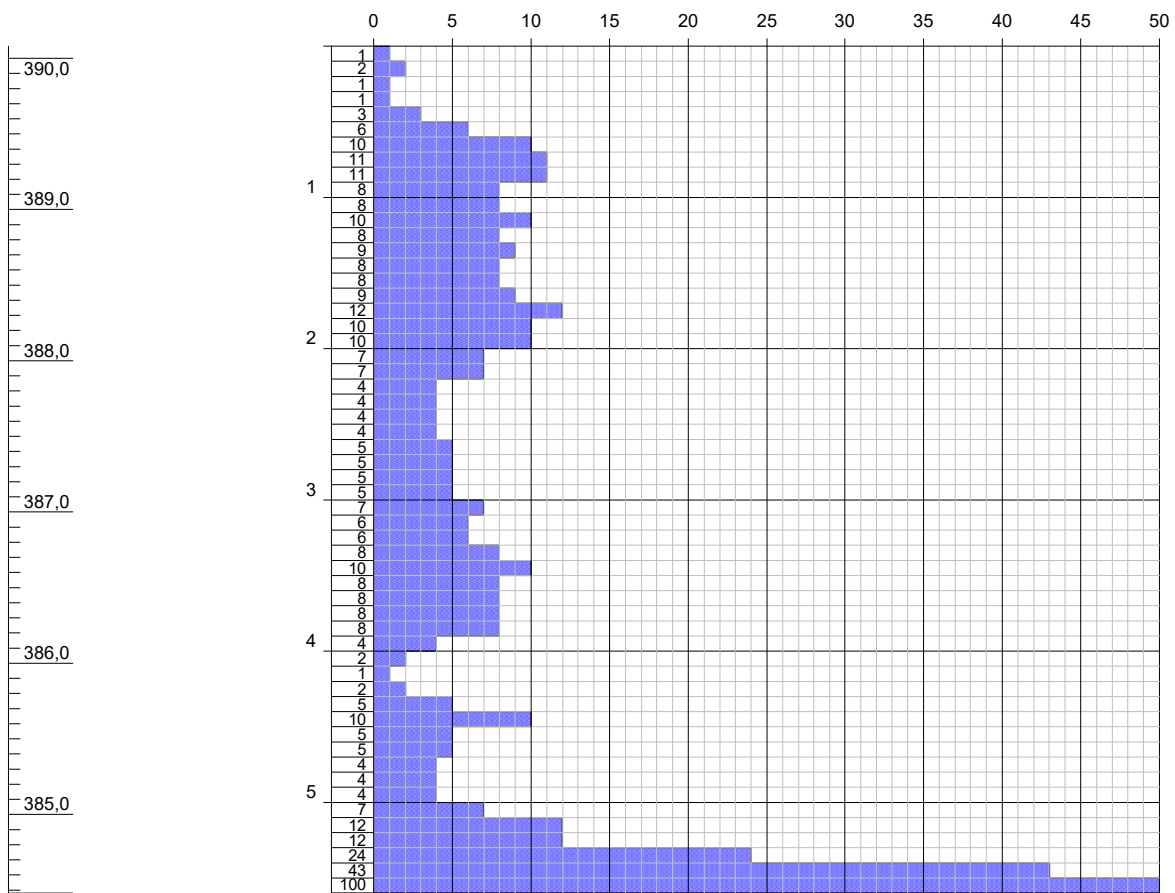
Endtiefe: 5,90 m



**GeoPlan**

m ü. GOK (390,08 m ü. NN)

# DPH5



Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

**Projekt:** Umplanung BBP 02-34, BMI-Gelände Landshut

**Sondierung:** DPH5

Auftraggeber: Stadt Landshut

Rechtswert: 4509240

Bohrfirma: Geoplan GmbH

Hochwert: 5377178

Bearbeiter: T. Kufner

Ansatzhöhe: 390,08 m ü. NN

Datum: 02.09.2019

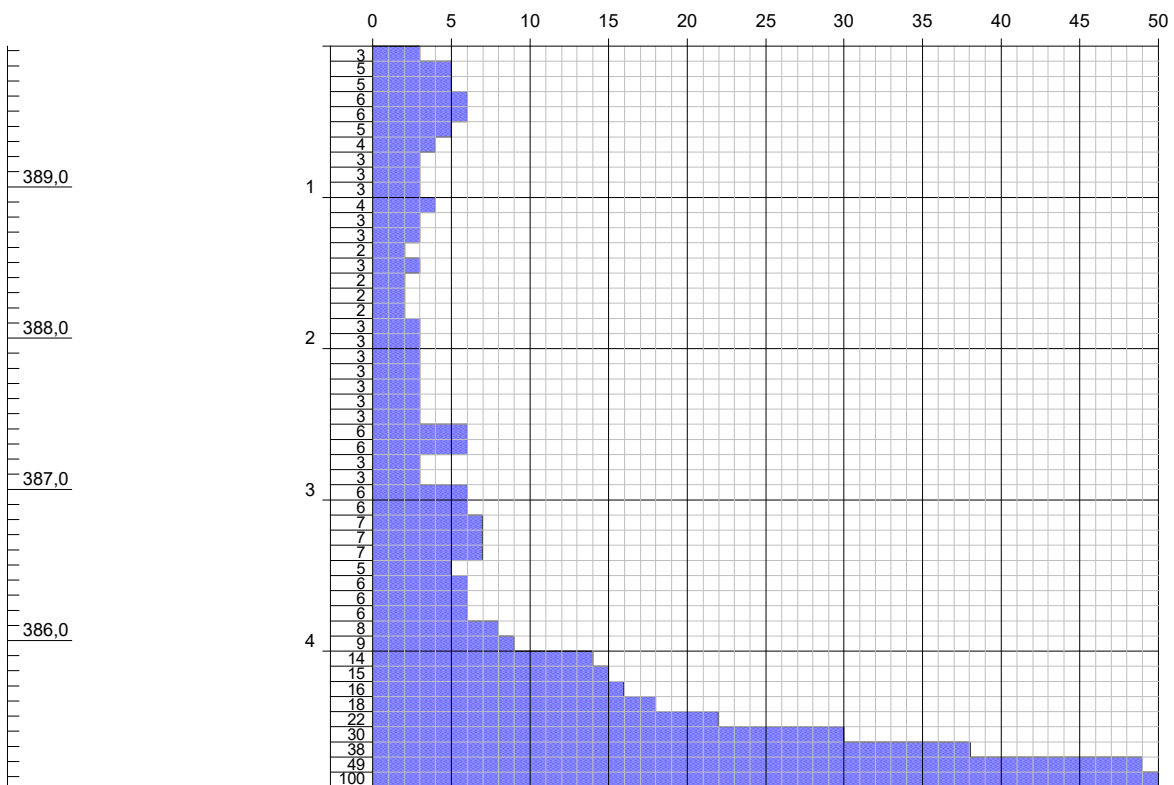
Endtiefe: 5,60 m



**GeoPlan**

m ü. GOK (389,93 m ü. NN)

# DPH6



Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

**Projekt:** Umplanung BBP 02-34, BMI-Gelände Landshut

**Sondierung:** DPH6

Auftraggeber: Stadt Landshut

Rechtswert: 4509127

Bohrfirma: Geoplan GmbH

Hochwert: 5377110

Bearbeiter: T. Kufner

Ansatzhöhe: 389,93 m ü. NN

Datum: 02.09.2019

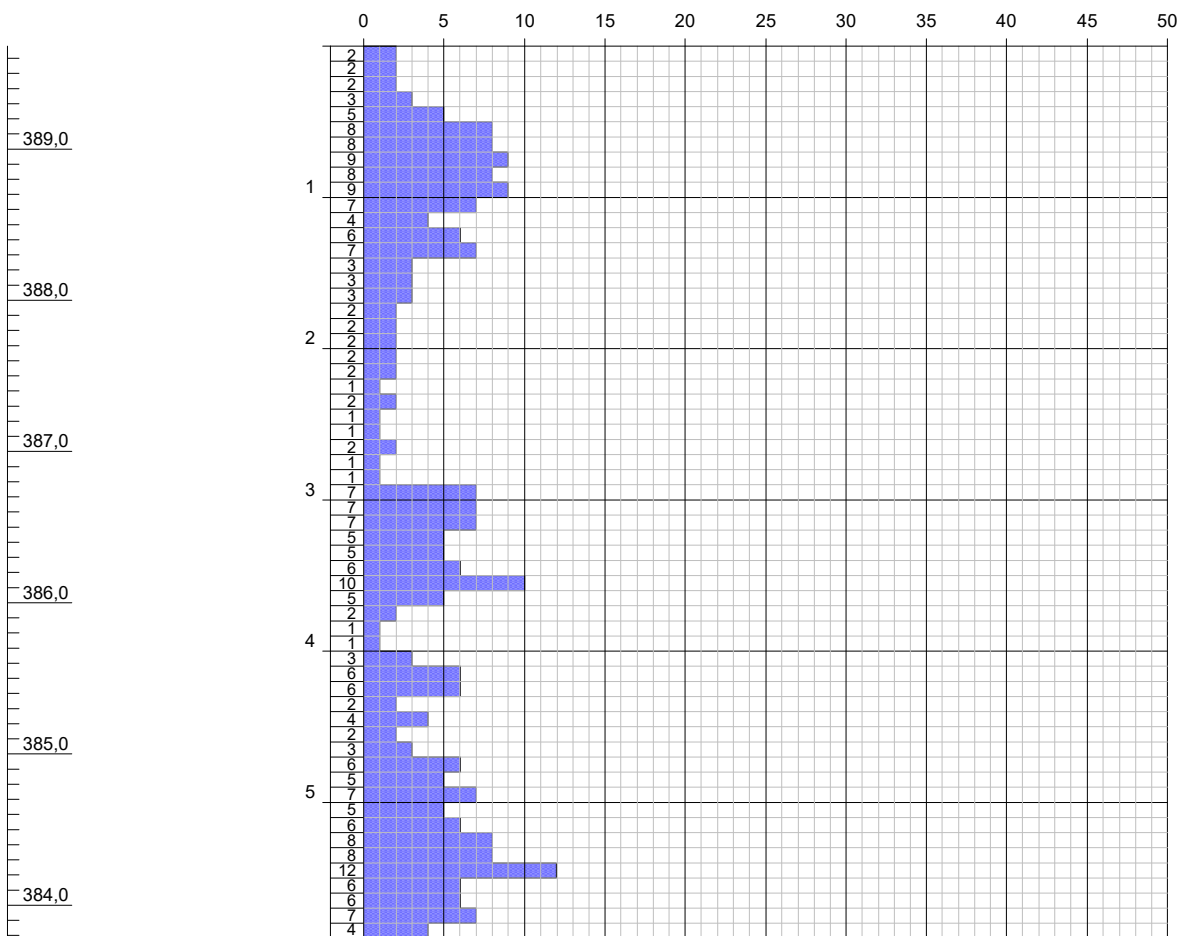
Endtiefe: 4,90 m



**GeoPlan**

m ü. GOK (389,68 m ü. NN)

DPH7



Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

**Projekt:** Umplanung BBP 02-34, BMI-Gelände Landshut

**Sondierung:** DPH7

Auftraggeber: Stadt Landshut

Rechtswert: 4509171

Bohrfirma: Geoplan GmbH

Hochwert: 5377158

Bearbeiter: T. Kufner

Ansatzhöhe: 389,68 m ü. NN

Datum: 02.09.2019

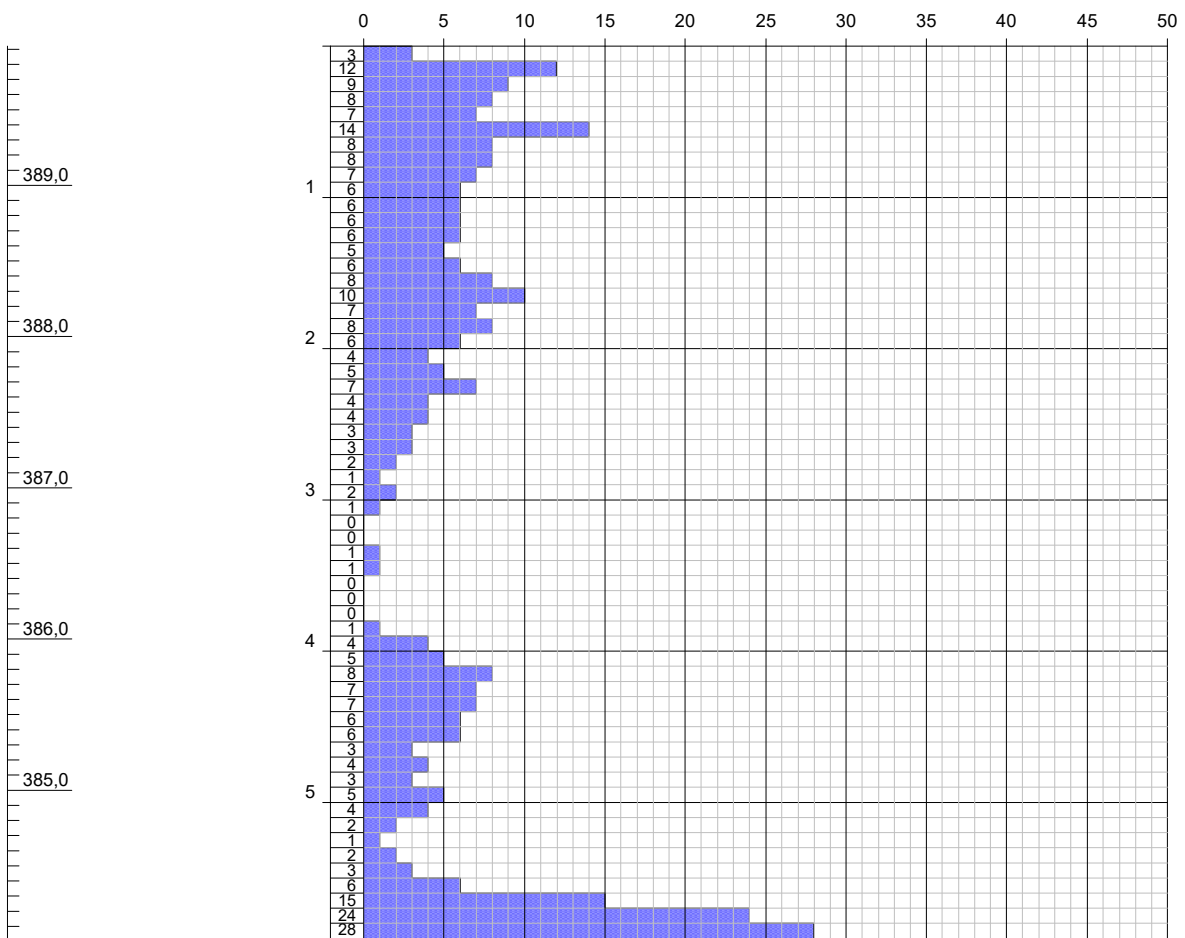
Endtiefe: 5,90 m



**GeoPlan**

m ü. GOK (389,92 m ü. NN)

# DPH8



Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

**Projekt:** Umplanung BBP 02-34, BMI-Gelände Landshut

**Sondierung:** DPH8

Auftraggeber: Stadt Landshut

Rechtswert: 4509192

Bohrfirma: Geoplan GmbH

Hochwert: 5377127

Bearbeiter: T. Kufner

Ansatzhöhe: 389,92 m ü. NN

Datum: 02.09.2019

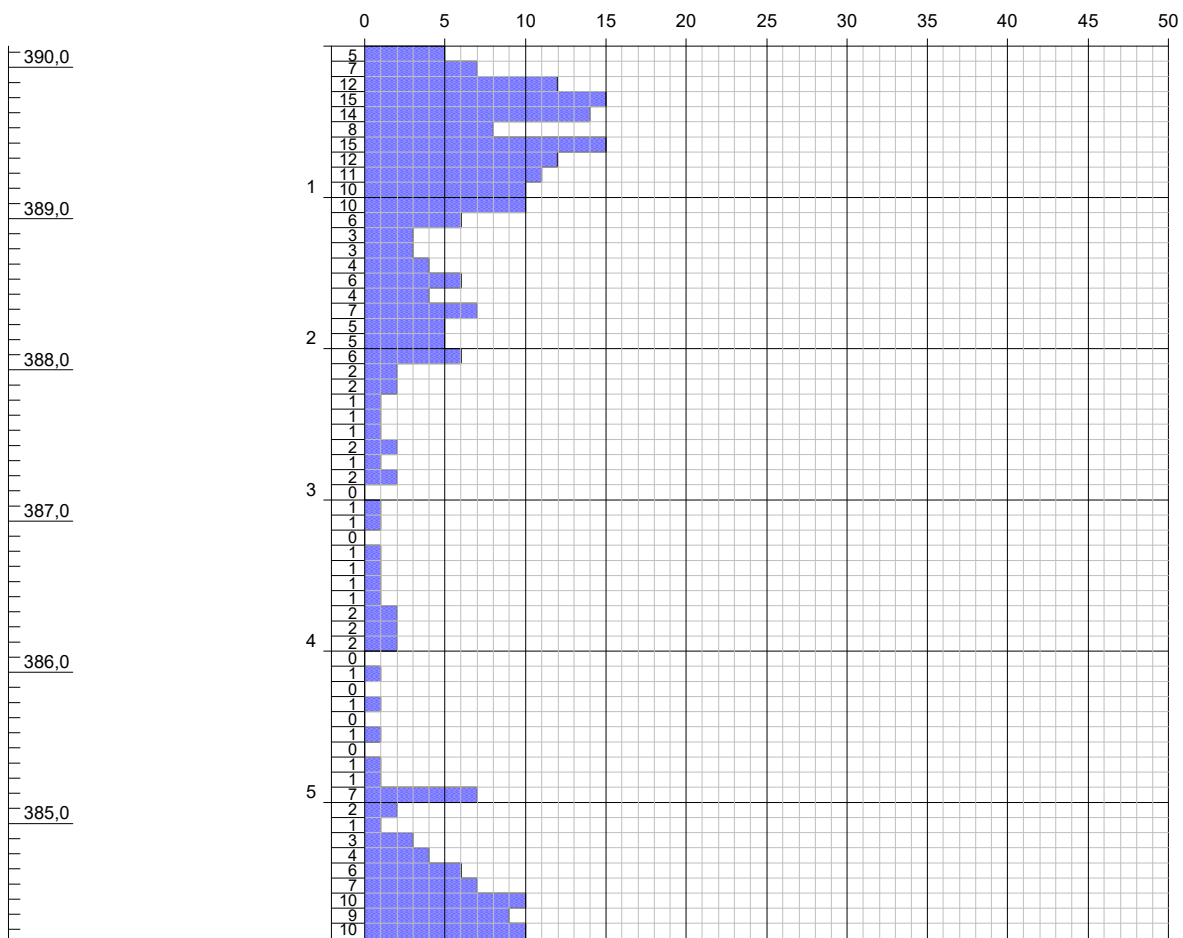
Endtiefe: 5,90 m



**GeoPlan**

m ü. GOK (390,14 m ü. NN)

DPH9



Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

**Projekt:** Umplanung BBP 02-34, BMI-Gelände Landshut

**Sondierung:** DPH9

Auftraggeber: Stadt Landshut

Rechtswert: 4509221

Bohrfirma: Geoplan GmbH

Hochwert: 5377150

Bearbeiter: T. Kufner

Ansatzhöhe: 390,14 m ü. NN

Datum: 02.09.2019

Endtiefe: 5,90 m

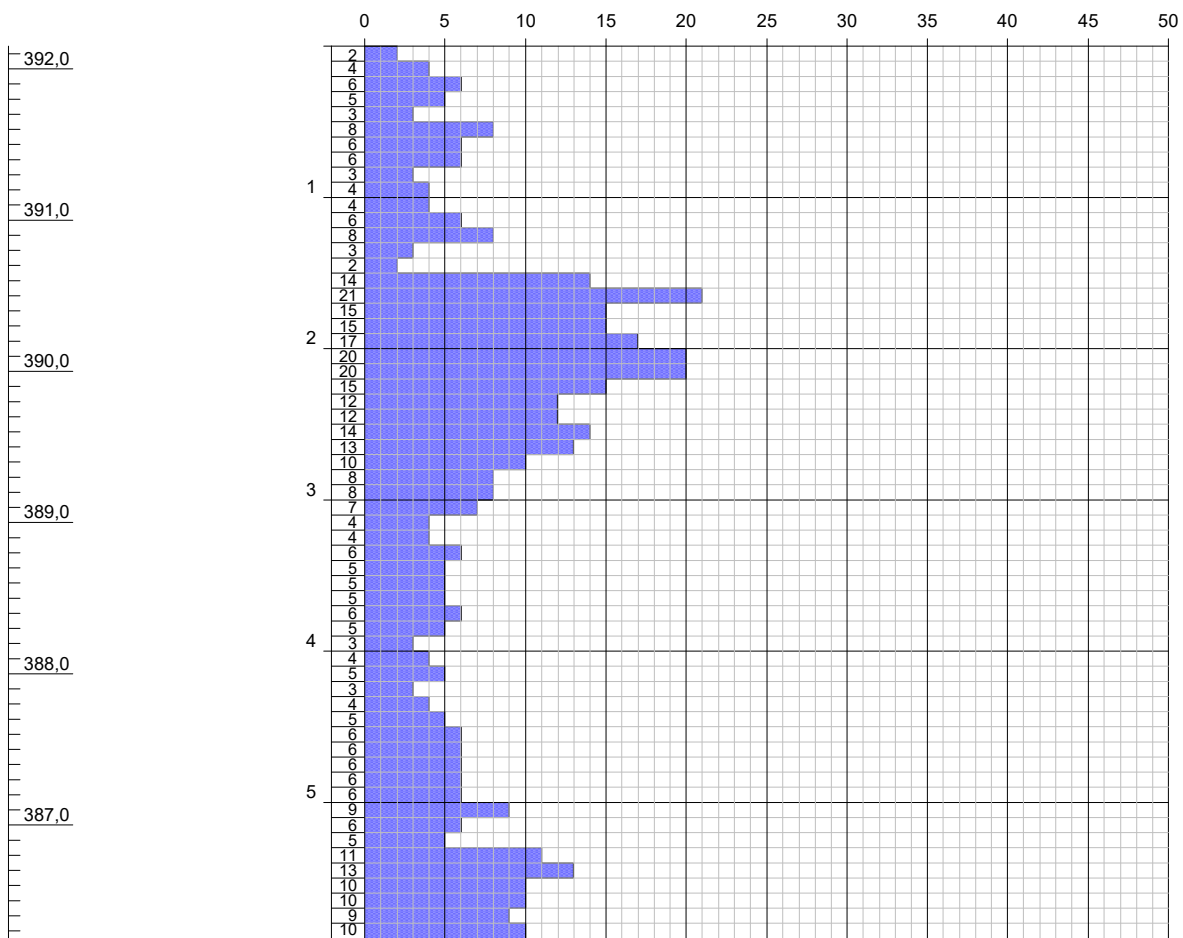


**GeoPlan**



m ü. GOK (392,15 m ü. NN)

# DPH10



Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

**Projekt:** Umplanung BBP 02-34, BMI-Gelände Landshut

**Sondierung:** DPH10

Auftraggeber: Stadt Landshut

Rechtswert: 4509154

Bohrfirma: Geoplan GmbH

Hochwert: 5377082

Bearbeiter: T. Kufner

Ansatzhöhe: 392,15 m ü. NN

Datum: 03.09.2019

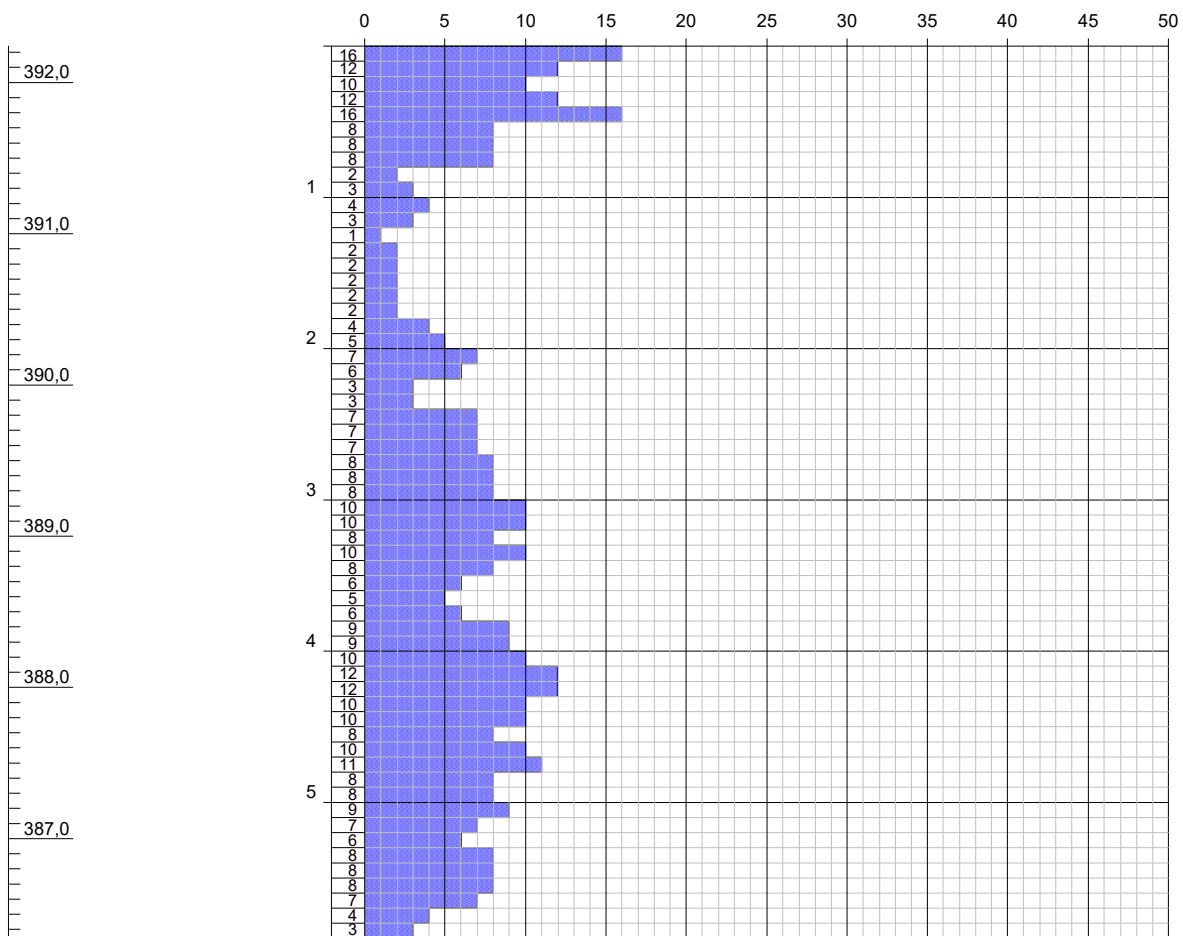
Endtiefe: 5,90 m



**GeoPlan**

m ü. GOK (392,24 m ü. NN)

# DPH11



Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

**Projekt:** Umplanung BBP 02-34, BMI-Gelände Landshut

**Sondierung:** DPH11

Auftraggeber: Stadt Landshut

Rechtswert: 4509177

Bohrfirma: Geoplan GmbH

Hochwert: 5377076

Bearbeiter: T. Kufner

Ansatzhöhe: 392,24 m ü. NN

Datum: 03.09.2019

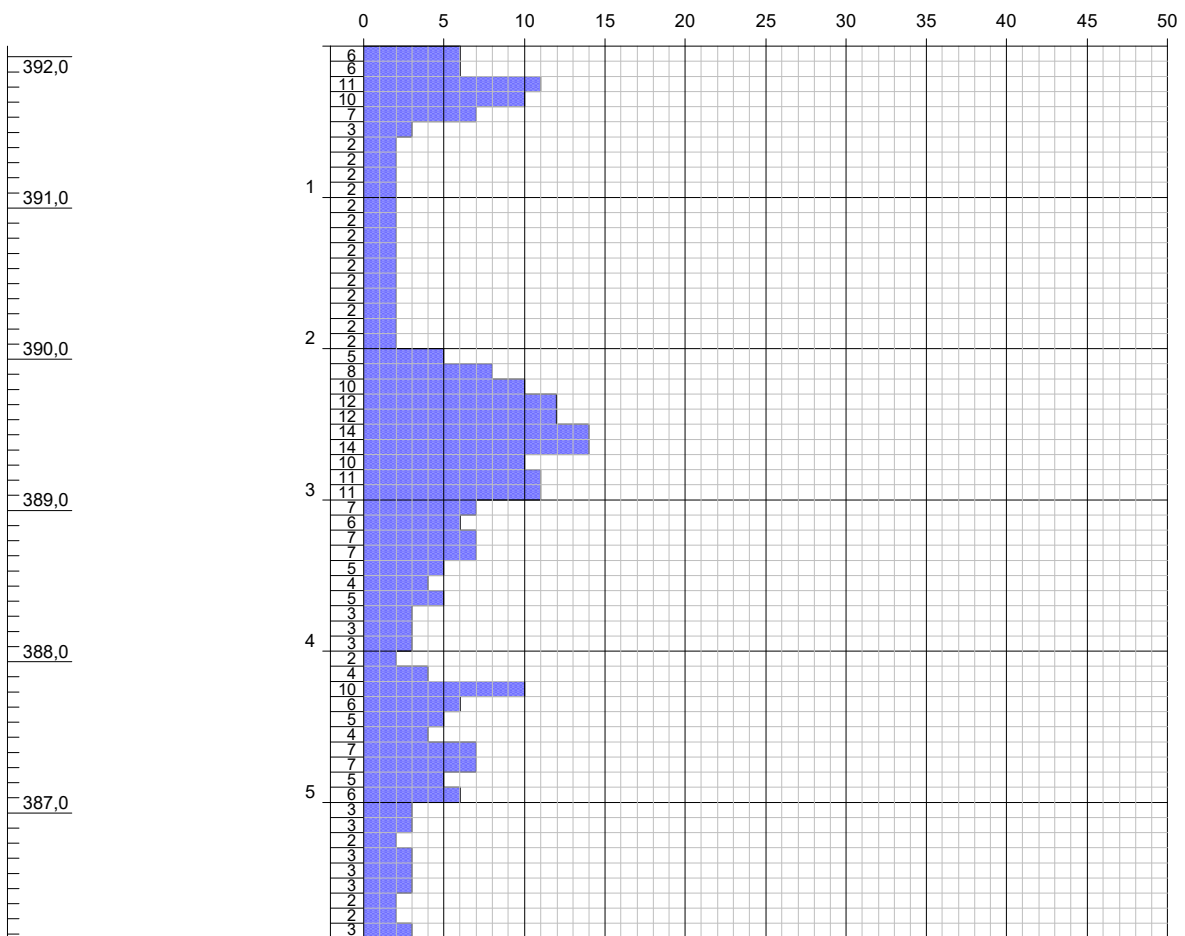
Endtiefe: 5,90 m



**GeoPlan**

m ü. GOK (392,07 m ü. NN)

# DPH12



Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

**Projekt:** Umplanung BBP 02-34, BMI-Gelände Landshut

**Sondierung:** DPH12

Auftraggeber: Stadt Landshut

Rechtswert: 4509228

Bohrfirma: Geoplan GmbH

Hochwert: 5377074

Bearbeiter: T. Kufner

Ansatzhöhe: 392,07 m ü. NN

Datum: 02.09.2019

Endtiefe: 5,90 m



**GeoPlan**



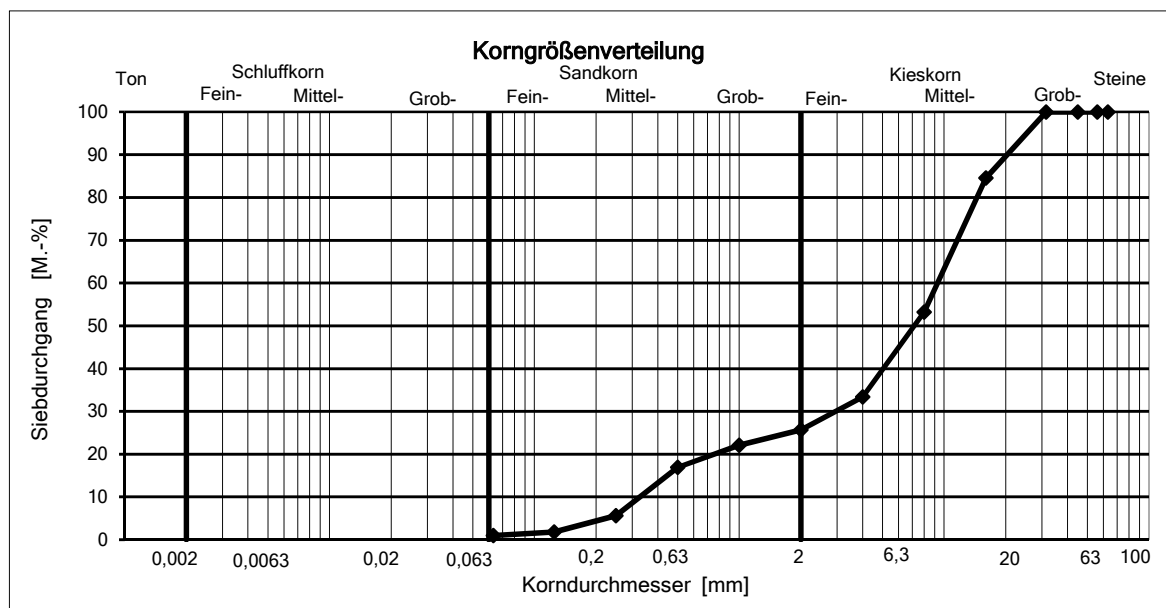
## Bodenmechanische Untersuchungen

**Baumaßnahme:** Umplanung BBP 02-34, BMI Gelände Teil Süd in Landshut  
**Entnahme am:** 04.09.2019  
**Projektnummer:** B1907247

Probe Nr.	B 2 D 2	
Entnahmetiefe	0,20 m - 0,50 m u. GOK	$C_U = 28,02$
natürlicher Wassergehalt $w_n$ [%]	5,34%	$C_c = 2,87$
Benennung nach DIN 4022	Kies, sandig	$k_f = 1,34E-03$
		$d_{10} = 0,35$
Bodengruppe nach DIN 18196	GW	$d_{30} = 3,12$
Untersuchungsart:	Rammkernbohrung	$d_{60} = 9,73$

### Korngrößenverteilung nach DIN 18 123

Korndurchmesser	Siebrückstand	Siebdurchgang
[mm]	[M.-%]	[M.-%]
63,0	0,0	100,0
56,0	0,0	100,0
45,0	0,0	100,0
31,5	0,0	100,0
16,0	15,4	84,6
8,0	31,4	53,2
4,0	19,8	33,4
2,0	7,7	25,7
1,0	3,6	22,1
0,5	5,2	16,9
0,25	11,3	5,6
0,125	3,8	1,8
0,063	0,8	1,0
< 0,063	1,0	



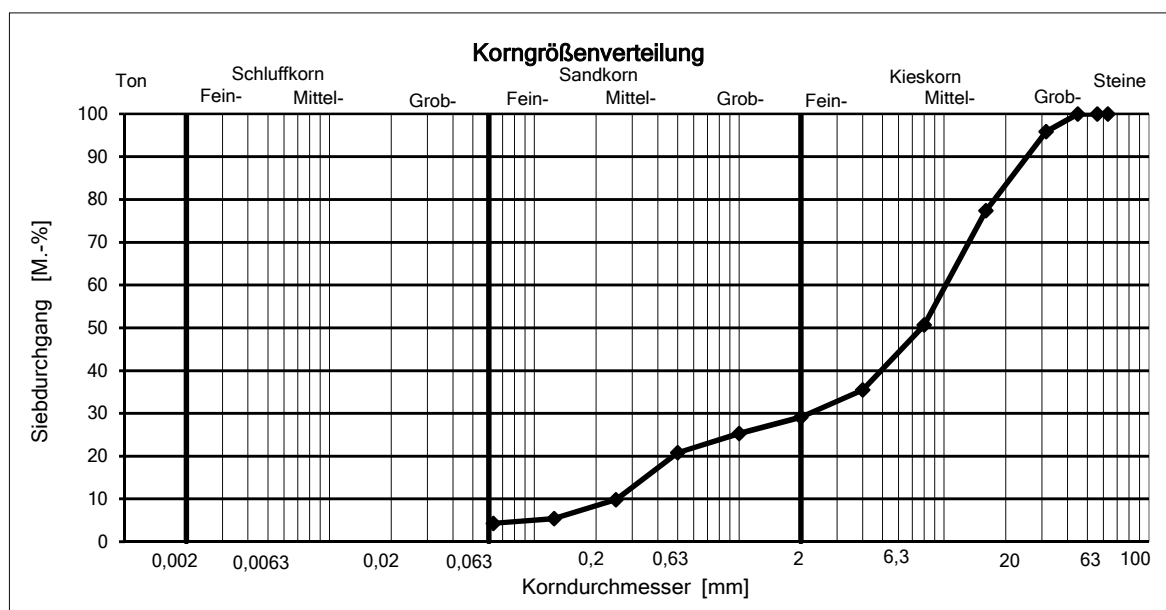
## Bodenmechanische Untersuchungen

**Baumaßnahme:** Umplanung BBP 02-34, BMI Gelände Teil Süd in Landshut  
**Entnahme am:** 04.09.2019  
**Projektnummer:** B1907247

Probe Nr.	B 4 D 2	
Entnahmetiefe	0,30 m - 1,50 m u. GOK	$C_U = 42,45$
natürlicher Wassergehalt $w_n$ [%]	6,70%	$C_c = 1,89$
Benennung nach DIN 4022	Kies, sandig	$k_f = 5,95E-04$
		$d_{10} = 0,25$
Bodengruppe nach DIN 18196	<b>GW</b>	$d_{30} = 2,28$
Untersuchungsart:	Rammkernbohrung	$d_{60} = 10,81$

### Korngrößenverteilung nach DIN 18 123

Korndurchmesser	Siebrückstand	Siebdurchgang
[mm]	[M.-%]	[M.-%]
63,0	0,0	100,0
56,0	0,0	100,0
45,0	0,0	100,0
31,5	4,1	95,9
16,0	18,5	77,4
8,0	26,8	50,6
4,0	15,1	35,5
2,0	6,4	29,1
1,0	3,8	25,3
0,5	4,5	20,8
0,25	11,0	9,8
0,125	4,4	5,4
0,063	1,1	4,3
< 0,063	4,3	



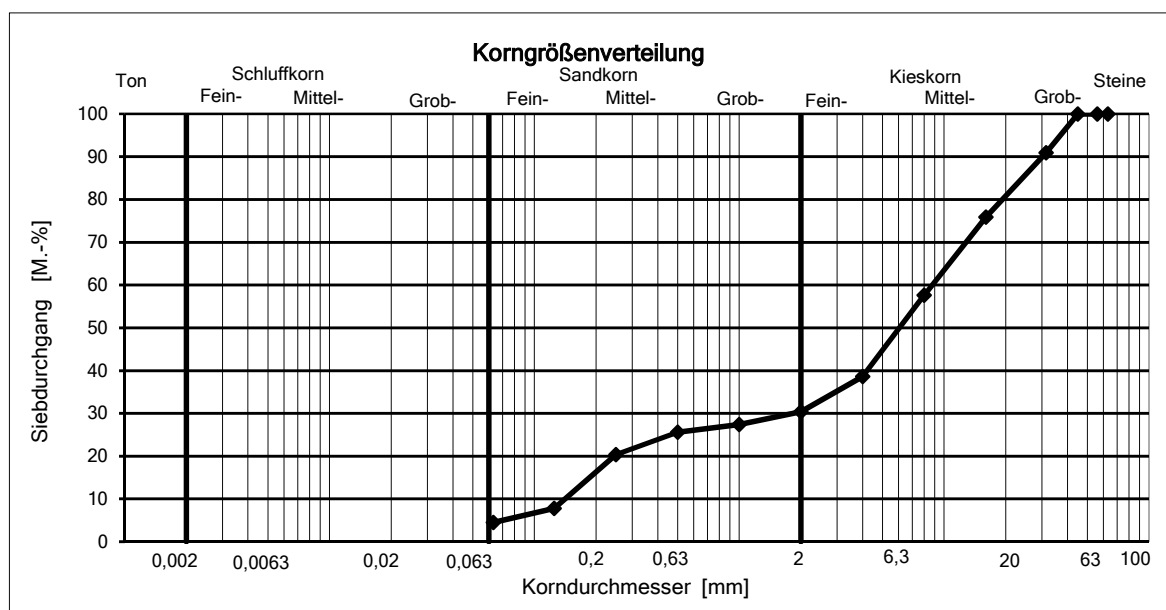
## Bodenmechanische Untersuchungen

**Baumaßnahme:** Umplanung BBP 02-34, BMI Gelände Teil Süd in Landshut  
**Entnahme am:** 04.09.2019  
**Projektnummer:** B1907247

Probe Nr.	B 6 D 2	
Entnahmetiefe	0,20 m - 0,60 m u. GOK	$C_U = 61,63$
natürlicher Wassergehalt $w_n$ [%]	5,97%	$C_c = 2,62$
Benennung nach DIN 4022	Kies, stark sandig	$k_f = 1,69E-04$
		$d_{10} = 0,15$
Bodengruppe nach DIN 18196	<b>GW</b>	$d_{30} = 1,87$
Untersuchungsart:	Rammkernbohrung	$d_{60} = 9,05$

### Korngrößenverteilung nach DIN 18 123

Korndurchmesser	Siebrückstand	Siebdurchgang
[mm]	[M.-%]	[M.-%]
63,0	0,0	100,0
56,0	0,0	100,0
45,0	0,0	100,0
31,5	9,1	90,9
16,0	15,0	75,9
8,0	18,3	57,6
4,0	19,0	38,6
2,0	8,2	30,4
1,0	3,0	27,4
0,5	1,8	25,6
0,25	5,2	20,4
0,125	12,6	7,8
0,063	3,3	4,5
< 0,063	4,5	



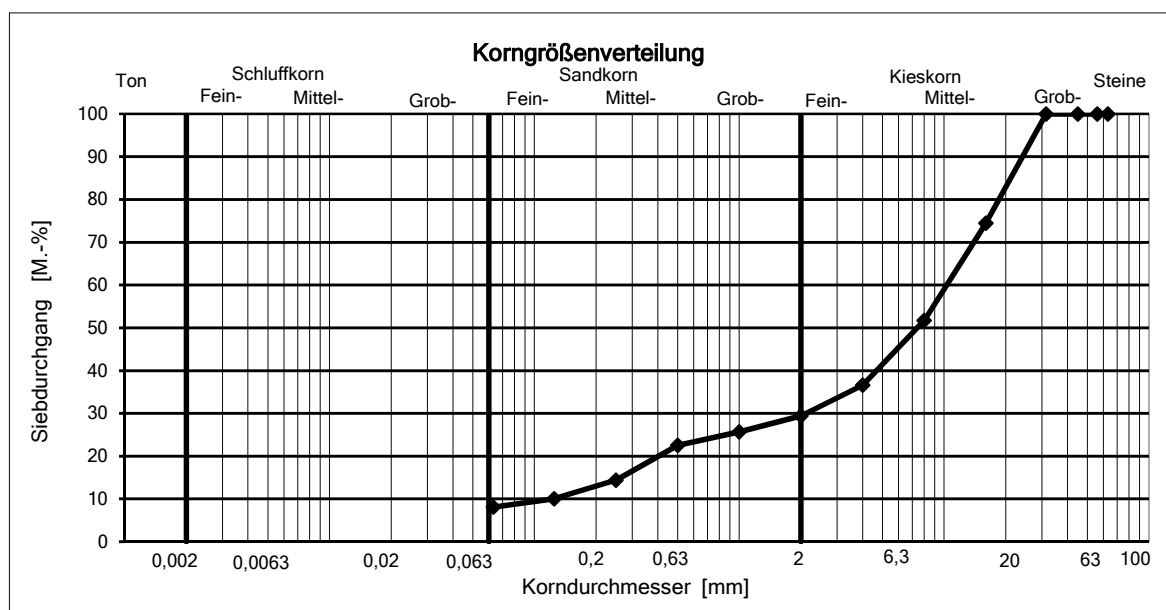
## Bodenmechanische Untersuchungen

**Baumaßnahme:** Umplanung BBP 02-34, BMI Gelände Teil Süd in Landshut  
**Entnahme am:** 04.09.2019  
**Projektnummer:** B1907247

Probe Nr.	B 8 D 2	
Entnahmetiefe	0,20 m - 0,70 m u. GOK	$C_U = 87,30$
natürlicher Wassergehalt $w_n$ [%]	6,08%	$C_c = 3,44$
Benennung nach DIN 4022	Kies, sandig, schwach schluffig	$k_f = 2,05E-04$
Bodengruppe nach DIN 18196	<b>GU</b>	$d_{10} = 0,13$
Untersuchungsart:	Rammkernbohrung	$d_{30} = 2,17$ $d_{60} = 10,91$

### Korngrößenverteilung nach DIN 18 123

Korndurchmesser	Siebrückstand	Siebdurchgang
[mm]	[M.-%]	[M.-%]
63,0	0,0	100,0
56,0	0,0	100,0
45,0	0,0	100,0
31,5	0,0	100,0
16,0	25,5	74,5
8,0	22,8	51,7
4,0	15,1	36,6
2,0	7,2	29,4
1,0	3,7	25,7
0,5	3,2	22,5
0,25	8,1	14,4
0,125	4,4	10,0
0,063	1,9	8,1
< 0,063	8,1	





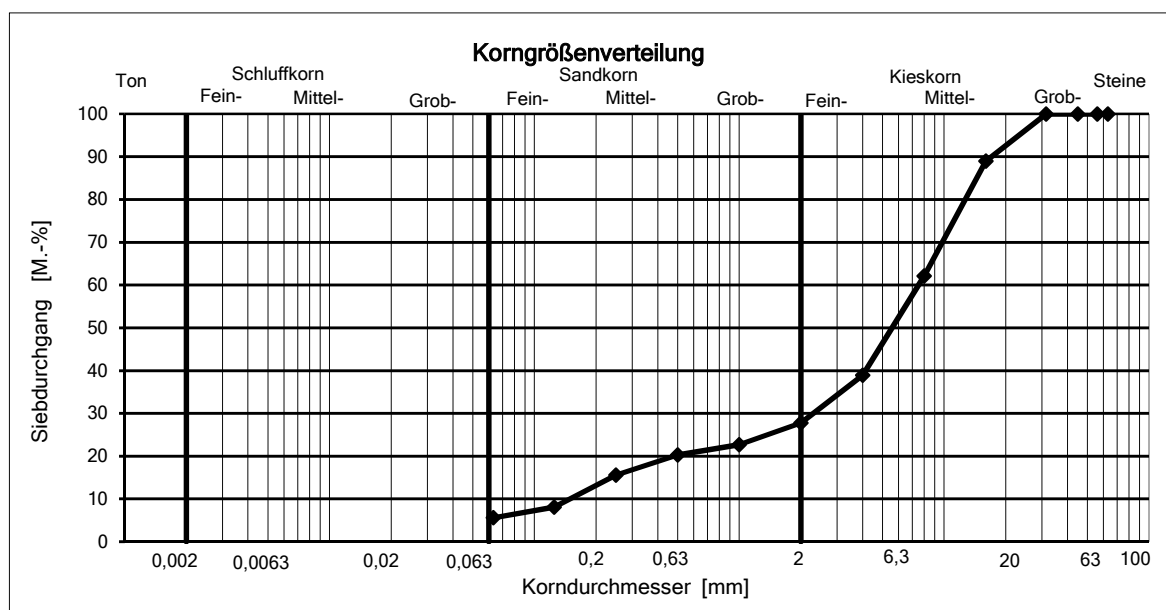
## Bodenmechanische Untersuchungen

**Baumaßnahme:** Umplanung BBP 02-34, BMI Gelände Teil Süd in Landshut  
**Entnahme am:** 03.09.2019  
**Projektnummer:** B1907247

Probe Nr.	B 10 D 3	
Entnahmetiefe	1,80 m - 2,70 m u. GOK	$C_U = 48,75$
natürlicher Wassergehalt $w_n$ [%]	4,53%	$C_c = 4,80$
Benennung nach DIN 4022	Kies, sandig, schwach schluffig	$k_f = 3,11E-04$
Bodengruppe nach DIN 18196	<b>GU</b>	$d_{10} = 0,16$
Untersuchungsart:	Rammkernbohrung	$d_{30} = 2,40$ $d_{60} = 7,64$

### Korngrößenverteilung nach DIN 18 123

Korndurchmesser	Siebrückstand	Siebdurchgang
[mm]	[M.-%]	[M.-%]
63,0	0,0	100,0
56,0	0,0	100,0
45,0	0,0	100,0
31,5	0,0	100,0
16,0	11,0	89,0
8,0	26,9	62,1
4,0	23,2	38,9
2,0	11,1	27,8
1,0	5,1	22,7
0,5	2,4	20,3
0,25	4,7	15,6
0,125	7,5	8,1
0,063	2,5	5,6
< 0,063	5,6	



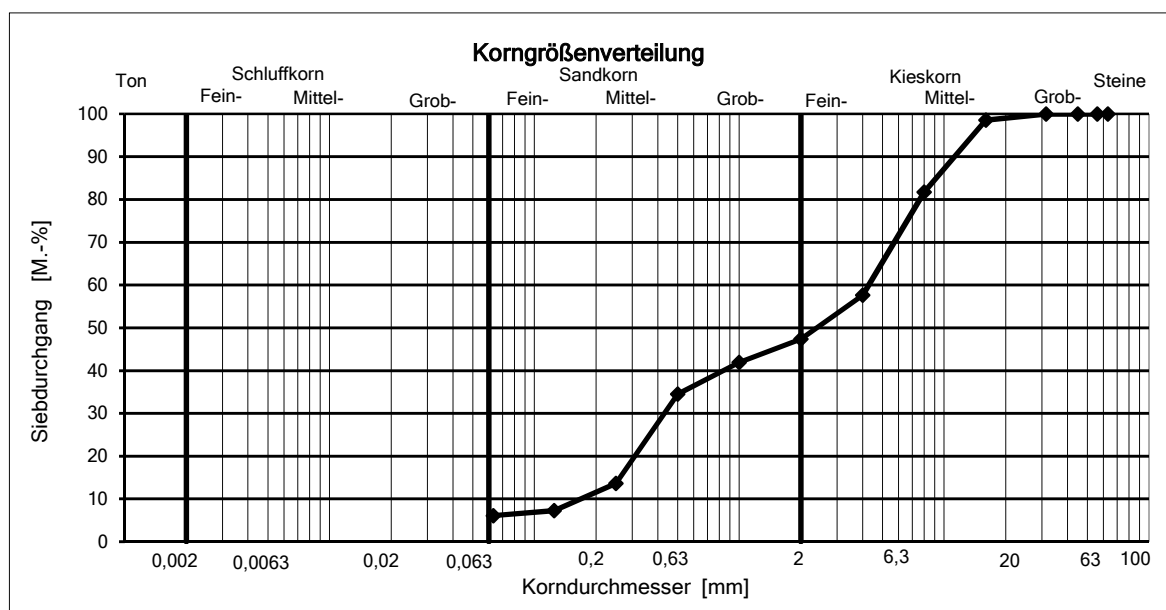
## Bodenmechanische Untersuchungen

**Baumaßnahme:** Umplanung BBP 02-34, BMI Gelände Teil Süd in Landshut  
**Entnahme am:** 03.09.2019  
**Projektnummer:** B1907247

Probe Nr.	B 12 D 6	
Entnahmetiefe	2,40 m - 2,70 m u. GOK	$C_U = 24,63$
natürlicher Wassergehalt $w_n$ [%]	8,98%	$C_c = 0,25$
Benennung nach DIN 4022	Kies, stark sandig, schwach schluffig	$k_f = 2,81E-04$
Bodengruppe nach DIN 18196	<b>GU</b>	$d_{10} = 0,18$
Untersuchungsart:	Rammkernbohrung	$d_{30} = 0,45$ $d_{60} = 4,40$

### Korngrößenverteilung nach DIN 18 123

Korndurchmesser	Siebrückstand	Siebdurchgang
[mm]	[M.-%]	[M.-%]
63,0	0,0	100,0
56,0	0,0	100,0
45,0	0,0	100,0
31,5	0,0	100,0
16,0	1,4	98,6
8,0	16,9	81,7
4,0	24,1	57,6
2,0	10,2	47,4
1,0	5,5	41,9
0,5	7,4	34,5
0,25	20,9	13,6
0,125	6,3	7,3
0,063	1,2	6,1
< 0,063	6,1	



# Wassergehalt

nach DIN 18 121-1

**Baumaßnahme :** Umplanung BBP 02-34, BMI Gelände Teil Süd in Landshut  
**Projektnummer:** B1907247  
**Entnahmestelle:** Bohrungen B 11 und B 12  
**Art der Entnahme:** Rammkernbohrung  
**Probe entnommen am:** 03.09.2019

**Bearbeiter:** Hr. Haimerl  
**Datum:** 12.09.2019

Aufschluss:		B 11	B 12
Probe		D 3	D 4
Tiefe [m u. GOK]		1,30 - 2,20	1,00 - 2,10
Bodenart		TL	UL
<b>Wassergehaltsbestimmung</b>			
Versuch Nr.		1	2
Feuchte Probe + Behälter	g	398,0	445,0
Trockene Probe + Behälter	g	352,0	384,0
Behälter	g	84,0	96,0
Feuchte Probe	g	314,0	349,0
Porenwasser	g	46,0	61,0
Trockene Probe	g	268,0	288,0
<b>Wassergehalt</b>	<b>%</b>	<b>17,2%</b>	<b>21,2%</b>