

Gesellschaft für  
Angewandte  
Geowissenschaften mbH

# geoplan

Altlasten  
Baugrund  
Hydrogeologie  
Ingenieurgeologie  
Umwelt

erheben / erkunden / bewerten / begutachten  
sichern / sanieren

geoplan GmbH · D-72762 Reutlingen · Grathwohlstraße 5

## BAUGRUND- UND GRÜNDUNGSGUTACHTEN

für die geplante Neubebauung  
im Baugebiet „Christoph-/Storlachstraße (Alter Bauhof)“  
in 72760 Reutlingen

Auftraggeber: **GWG – Wohnungsgesellschaft Reutlingen mbH**  
**Oskar-Kalbfell-Platz 12**  
**72764 Reutlingen**

Projektnummer: **24 R 010.1**

**Reutlingen, den 11.12.2024**

**Inhaltsverzeichnis**

1	Allgemeines und Aufgabenstellung .....	4
2	Standortbeschreibung .....	5
2.1	Lage, Morphologie und Nutzung.....	5
2.2	Allgemeine geologische Verhältnisse .....	5
3	Durchführung der Untersuchungen .....	6
4	Ergebnisse der Untersuchungen .....	7
4.1	Schichtaufbau des Untergrundes .....	7
4.2	Bodenkennwerte.....	9
4.3	Homogenbereiche nach VOB/C .....	10
4.4	Erdbebenzonen .....	11
4.5	Hydrogeologische Verhältnisse .....	12
4.5.1	Grund-/Schichtwasser.....	12
4.5.2	Hochwasser .....	13
4.6	Wassereinwirkung / Bauwerksabdichtungen .....	14
4.6.1	Allgemeines .....	14
4.6.2	Wassereinwirkung.....	15
4.7	Versickerung von Niederschlagswasser.....	16
4.8	Schutz vor Hebungsenschäden.....	17
5	Tragfähigkeit des Untergrunds .....	19
6	Gründung der Bauwerke .....	19
6.1	Nicht unterkellert - nördlicher Bereich (Häuser 1, 2, 8).....	19
6.2	Nicht unterkellert - südlicher Bereich (Häuser 3 – 7, 9) .....	22
6.2.1	Gründung mittels Fundamente und Kriechkeller.....	22
6.2.2	Gründung mittels Fundamente und Bewässerung.....	23
6.3	Allgemeine baugrundtechnische Information.....	24
6.4	Standsicherheit der Baugrubenböschung.....	25
7	Schlussbemerkungen .....	27

## **ANLAGEN**

Anlage 1: Übersichtslageplan, Maßstab 1:25.000

Anlage 2: Lage der Geländeaufschlüsse, Maßstab 1:500

Anlage 3: Isolinienpläne

- Oberkante Fels
- Wasser (quartär)

Anlage 4: Graphische Darstellung der Bodenprofile

Anlage 5: Übersichtstabelle der Schichtgrenzen

Anlage 6: Grundbruch-Setzungsberechnungen

## **1 Allgemeines und Aufgabenstellung**

Für das Areal des alten Bauhofs der Stadt Reutlingen mit der Bezeichnung „Zwischen Christoph- und Storlachstraße“ in Reutlingen-Sondelfingen ist eine Neubebauung mit neun Baukörpern geplant. Für die Erstellung des Bebauungsplanes kam durch die geoplan GmbH im Mai 2021 eine Baugrund- und Altlastenerkundung zur Ausführung (siehe Bericht der geoplan GmbH mit der Projektnr. 20 R 019 vom 18.05.2021). Mittels der dabei durchgeföhrten Baggerschürfe sowie Sondierbohrungen konnte aufgrund des felsigen Untergrundes stellenweise die für die Baugrundbeurteilung erforderliche Endtiefe nicht erreicht werden. Daher wurden nun noch großkalibrige Kernbohrungen zur Erkundung des Schichtaufbaus erforderlich. Die geoplan GmbH wurde von der GWG – Wohnungsgesellschaft Reutlingen mbH mit Schreiben vom 19.06.2024 auf Grundlage des Angebotes mit der Nummer 24 R 010 vom 23.05.2024 beauftragt, die Untergrundverhältnisse im Bereich des geplanten Bauvorhabens mittels Kernbohrungen näher zu erkunden und ein weiteres geotechnisches Gutachten unter Berücksichtigung der früheren Ergebnisse zu erstellen. Für die gleichzeitig beauftragte Detailuntersuchung auf Altlasten sowie die Vorklassifizierung der Böden hinsichtlich der Entsorgung wird durch die geoplan GmbH derzeit ein separates Gutachten erstellt.

Zur Bearbeitung des Auftrags standen uns folgende Planunterlagen zur Verfügung:

- Präsentation Variante 1 – Datei „2024 05 08 GWG Bauhof-Areal“

Anhand der Ergebnisse der durchgeföhrten Baugrunderkundung entstand das vorliegende Gutachten.

Entsprechend DIN 1054: 2010-12 ist das Bauvorhaben aus geotechnischer Sicht in die Kategorie GK 2 einzustufen.

## **2 Standortbeschreibung**

### **2.1 Lage, Morphologie und Nutzung**

Stadt/Landkreis:	Reutlingen/Reutlingen
Lage:	im Norden von Reutlingen, im „Storlach-Viertel“
Flurstücksnr.:	6550, 6550/1
Fläche:	ca. 15.400 m <sup>2</sup>
Höhe:	ca. 389 m ü. NN
Morphologie:	eingeebnet, schwaches Gefälle von Südosten nach Nordwesten
Versiegelung/Bebaute Fläche:	Altbebauung durch Schuppen, ehem. Lagerboxen, Garagen und ehem. Wohn- u. Verwaltungsgebäude Christophstraße 11 Freiflächen überwiegend geschottert, teils asphaltiert
Aktuelle Nutzung:	Lagerflächen
Nutzung im Umfeld	Wohnbebauung, Verkehrsflächen
Vorfluter:	Echaz, ca. 1 km südwestlich und Irtenbach (verdolt)
Vorbehaltsgebiete:	keine

### **2.2 Allgemeine geologische Verhältnisse**

Nach der Geologischen Karte von Baden-Württemberg (Blatt 7521, Metzingen) und den Erkenntnissen aus den durchgeföhrten Untersuchungen stehen im zentralen und südlichen Teil des Untersuchungsgebiets unter geringmächtigeren Auffüllungen die Schichten des Lias  $\epsilon$  (Posidonienschiefer, juPO) und des Lias  $\zeta$  (Jurensismergel, juJ) an, die am Standort gemeinsam eine Mächtigkeit von ca. 15 m einnehmen. Bei den Posidonienschiefern handelt es sich um dunkelgraue, feinschichtige und bituminöse Ton- und Mergelschiefer, die im unteren Teil Platten und Linsen von festen, bituminösen Steinmergeln („Stinkkalke“) führen. Die Jurensismergel (juJ) setzen sich aus grauen mergeligen Tonen mit Platten und Lagen von festen Mergelkalken zusammen. Aufgrund der geringen Mächtigkeiten beider Formationen werden diese oft zu Lias  $\epsilon/\zeta$  zusammengefasst.

Im nördlichen Teil des Areals sind Auffüllungen vorhanden, die bereichsweise bis in Tiefen von 4,2 m unter Geländeoberkante (GOK) reichen. Darunter folgen hier bis maximal 7,5 m u. GOK quartäre Talauenablagerungen (Auelehme) des Irtenbachs. Unter den quartären Ablagerungen stehen auch in diesem nördlichen Abschnitt die Schichten des Lias  $\epsilon$  (Posidonienschiefer) an.

Die im nördlichen Teil des Untersuchungsgebiets vorhandenen Auelehme führen Grundwasser. In den gering wasserdurchlässigen Tonen und Mergeln des Lias ε/ζ sind nur unwesentliche Grundwasserführungen in Klüften zu erwarten. Ergiebigere Grundwasservorkommen dürften erst in den tiefer gelegenen Festgesteinen des Lias α auftreten.

### **3 Durchführung der Untersuchungen**

Zur direkten Erkundung des Schichtaufbaus des Untergrunds kamen vom 22.08.2024 bis 23.08.2024 sowie vom 09.09.2024 bis 10.09.2024 acht großkalibrige Bohrungen mit den Bezeichnungen B 1 bis B 8 bis in 8 m Tiefe zur Ausführung. Die Lage der Untersuchungspunkte ist in der Anlage 2 dargestellt. Die Bohrungen B 1, B 4 und B 7 wurden zu 2"-Grundwassermessstellen ausgebaut, wobei die Schichten des Posidonienschiefers verfiltert wurden. Im Bohrloch der Bohrung B 8 wurde eine 5"-Grundwassermessstelle installiert. Die Verfilterung dieser Bohrung erfolgte in den Talablagerungen des Irtenbachs. In der Anlage 4 ist die Ausbauskizze dieser Grundwassermessstelle beigefügt.

Zudem wurden im Rahmen der Altlastenerkundung am 18.07.2024 und 23.07.2024 neun weitere Rammkernsondierungen (RKS 7 bis RKS 15) mit einem Durchmesser von 50 mm bis in Tiefen von 1,5 m bis 6,7 m unter Geländeoberkante niedergebracht. Das Bohrgut der Rammkernsondierungen sowie der großkalibrigen Bohrungen wurde organoleptisch auf Schadstoffe überprüft und bodenmechanisch klassifiziert. Zudem wurde das Bohrgut aus den großkalibrigen Bohrungen von uns sensorisch hinsichtlich Auffälligkeiten untersucht.

Die Bohrlöcher der Sondierbohrungen und Bohrungen wurden nach Beendigung der Bohrarbeiten zur Vermeidung von möglichen Schadstoffverfrachtungen mit Compactionit verfüllt und nach oben hin mit Beton verschlossen.

Aus vorangegangenen, oberflächennahen Untersuchungen standen 11 Bodenprofile aus Schürfgruben (SG 1 – SG 11) sowie 6 Rammkernsondierungen (RKS 1 – RKS 6) zur Verfügung.

Die Einmessung der Untersuchungspunkte nach Lage und Höhe erfolgte durch geoplan.

## 4 Ergebnisse der Untersuchungen

### 4.1 Schichtaufbau des Untergrundes

In den durchgeföhrten Schürfgruben, Sondierbohrungen und Rotationskernbohrungen wurden unterschiedliche Horizonte aufgeschlossen. Die detaillierten Schichtprofile der jeweiligen Aufschlusspunkte sind der Anlage 4 zu entnehmen.

#### Künstliche Auffüllungen (Schicht 1)

Die Mächtigkeit der künstlichen Auffüllungen variiert im Untersuchungsgebiet erheblich und reicht von 0,5 m u. GOK (z.B. in B2) bis hin zu 4,3 m u. GOK (z.B. in B7). Der Hauptbestandteil besteht, abgesehen vom direkten Unterbau der Deckflächen, aus Ton und Schluff. Auffallend sind hierbei Fremdanteile, die meist in einer weich-steifen bis hin zu einer halbfesten, bindigen Matrix vorzufinden sind. In Nebenanteilen sind Kiese vorhanden - es besteht aber kein Kornkontakt. Im Wesentlichen handelt es sich um Bruchstücke aus Asphalt, Schlacke und Ziegeln.

Aus baugrundtechnischer Sicht sind diese Horizonte nicht zur Gründung geeignet, da die Zusammensetzung sowie der Verdichtungsgrad bzw. die Konsistenz als sehr variabel festgestellt wurde.

Die bindigen Schichten sind als stark nässeempfindlich einzustufen und tendieren bei Wasserkontakt zum Aufweichen. Die feinkörnigen Böden neigen zu oberflächennahem, saisonalen Schwinden bei Austrocknung und Quellen bei Wiederbefeuchtung. Aufgrund der geringen Versickerungsfähigkeit weisen die Böden ein Stauwasserpotential auf.

#### Auelehm (Schicht 2)

Unterhalb der künstlichen Auffüllungen finden sich im nördlichsten Teil des Untersuchungsgebiets fluviatile Ablagerungen in Form von Auelehm. Die Schicht ist nur in manchen Aufschläßen und stark unterschiedlichen Tiefen vorhanden (entsprechend des damaligen Bachschnitts). Sie reicht bis in Tiefen zwischen 1,6 m u. GOK (SG8 und SG 10) und maximal 7,5 m u. GOK in (RKS 5 und B7). Es handelt sich um Schiffe, die Nebenanteile aus Feinsanden und Kiesen aufweisen. Innerhalb dieser Horizonte sind oft Wasserführungen zu beobachten. Die Konsistenz ist als meist steif anzugeben – in den wasserführenden Bereichen sind allerdings auch weiche bis hin zu breiige Konsistenzen festgestellt worden. Die Färbung ist meist braun bis hin zu dunkelbraun, oliv, graubraun und grünlich-grau.

Aus baugrundtechnischer Sicht können diese Horizonte nur in mindestens steifer Konsistenz sehr geringe Lasten abtragen. In aufgeweichten Bereichen sind sie nicht zum Lastabtrag

geeignet.

Die bindigen Schichten sind als stark nässeempfindlich einzustufen und tendieren bei Wasserkontakt zum Aufweichen. Die feinkörnigen Böden neigen zu oberflächennahem, saisonalen Schwinden bei Austrocknung und Quellen bei Wiederbelebung. Aufgrund der geringen Versickerungsfähigkeit weisen die Böden ein Stauwasserpotential auf.

#### Verwitterungslehme (Schicht 3)

Unterhalb der künstlichen Auffüllung bzw. im nördlichsten Bereich unterhalb der Auelehme sind Verwitterungslehme aus den darunterliegenden Ton- und Mergelsteinschichten angetroffen worden. Im südlichen Bereich bestehen die Verwitterungslehme vermutlich aus Restmächtigkeiten der Jurensismergel, während im Norden der Übergang zum Posidonienschiefen erkennbar ist. Es handelt sich in beiden Fällen um schwach schluffige Tone, die in ihrer Konsistenz graduell von steif über halbfest bis fest zunehmen. Die Färbungen reichen von braun bis dunkelbraun und dunkelgrau.

Aus baugrundtechnischer Sicht können diese Horizonte entsprechend ihrer Konsistenz geringe (steif) bis hohe (fest) Lasten abtragen. Es handelt sich dennoch um kompressible Böden, die gewisse Setzungen erwarten lassen.

Die bindigen Schichten sind als stark nässeempfindlich einzustufen und tendieren bei Wasserkontakt zum Aufweichen. Die feinkörnigen Böden neigen zu oberflächennahem, saisonalen Schwinden bei Austrocknung und Quellen bei Wiederbelebung. Aufgrund der geringen Versickerungsfähigkeit weisen die Böden ein Stauwasserpotential auf.

#### Tonsteine und Mergelsteine aus Jurensismergel (Restmächtigkeit) und Posidonienschiefen (Schicht 4)

Unterhalb der Verwitterungslehme stehen allerorts felsartige Horizonte aus dünnsschichtigem Tonstein an. Zwischengeschaltet finden sich im oberen Bereich im Süden noch Kalk- und Mergelsteinbänkchen die vermutlich eine Restmächtigkeit der Jurensismergel darstellen. Der darunter folgende Posidonienschiefen weist eine dunkle Färbung mit hohem Organikanteil auf. Diese bituminösen Schichten enthalten im Untersuchungsgebiet deutliche Pyritanteile und sind für problematische Hebungserscheinungen bei Austrocknung bekannt.

Aus baugrundtechnischer Sicht können diese Felsschichten sehr hohe Lasten abtragen und stellen daher einen sehr guten Gründungshorizont dar. Die Einschränkungen hinsichtlich der Gefahr möglicher Baugrundhebungen sind im Kapitel 4.8 detailliert behandelt.

Eine gesonderte Tabelle zur Übersicht der Tiefenlage der einzelnen Schichten findet sich in der Anlage 5.

#### **4.2 Bodenkennwerte**

Für die beschriebenen Boden- und Gesteinsschichten können für erdstatische Berechnungen folgende Werte in Ansatz gebracht werden (Tabelle 1). Werden Schichten in offenen Baugruben längere Zeit der Witterung ausgesetzt, können sich die Kennwerte rasch verschlechtern (Aufweichen der Bodenschicht). Die Steifemoduln entstammen der Literatur und Erfahrungswerten mit den vorliegenden Schichten. Sie können für überschlägige Setzungsberechnungen verwendet werden.

Tabelle 1: Bodenkennwerte.

Schicht	Bodengruppe Bezeichnung	Zustands- form	Wichte $\gamma / \gamma'$ [kN / m <sup>3</sup> ]	Reibungs- winkel $\varphi'$ [°]	Kohäsion $c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Steifemodul $E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]
Schicht 1	künstliche Auffüllungen <sup>1)</sup>	steif halbfest	19,0 / 9,0 20,0 / 10,0	22,5 - 27,5	2 – 5 5 – 10	2 – 5 5 – 10
Schicht 2	Auelehme	weich steif	18,0 / 8,0 19,0 / 9,0	17,5 - 22,5	2 – 5 5 – 10	3 – 6 6 – 10
Schicht 3	Verwitterungslehm	steif halbfest	19,0 / 9,0 20,0 / 10,0	17,5 – 25,0	5 – 10 10 – 15	4 – 10 10 – 20
Schicht 4	Jurensismergel (Restmächtigkeit) und Posidonienschiefer, felsartig	fest	22,5 / 12,5	>30,0 <sup>2)</sup>	>25 <sup>3)</sup>	80 – >120

<sup>1)</sup> Aufgrund von Inhomogenitäten können hier nur Annahmen getroffen werden.

<sup>2)</sup> Die Scherparameter sind stark von Gefügeanisotropien abhängig und damit richtungsunabhängig. Es können daher auch geringere Werte vorliegen.

<sup>3)</sup> Die Kohäsion kann ebenfalls durch eine starke und engständige Klüftung verringert werden. Die Angabe einer Kohäsion ist zudem als Ersatzwert für die „Festigkeit“ von felsartigem Verbundgestein zu sehen.

### 4.3 Homogenbereiche nach VOB/C

Die untersuchten natürlich anstehenden und aufgefüllten Schichten wurden in Homogenbereiche nach der neuen VOB/C, August 2015, gegliedert und in den unten stehenden Tabellen dargestellt. Die Tabellen sind für die geplanten Bauleistungen nach ATV DIN 18 300 (Erdarbeiten) angegeben, die Kennwertlisten zur Klassifizierung von Homogenbereichen enthalten. Zusätzlich werden noch die Bodenklassen der alten ATV DIN 18 300 angegeben. Gegenüber den stichprobenartig festgestellten Verhältnissen und deren Beschreibung in Kapitel 4.1 sowie in der Anlage 4 wurden bei den Homogenbereichen zusätzliche Bodeneigenschaften hinzugefügt, deren Auftreten erfahrungsgemäß nicht ausgeschlossen werden kann. Werte und Angaben, die in der Tabelle 2 in Klammern () stehen, sind Eigenschaften, die unwahrscheinlicher sind und bei der Erkundung nicht gemessen oder beobachtet wurden. Die aufgestellten Parameter der Homogenbereiche gelten nicht für die Fälle von witterungsbedingtem Aufweichen oder Frosteinwirkungen auf dem Erdplanum oder auf Zwischenlagern. Damit die Bodeneigenschaften, wie z.B. Konsistenz oder Feinkornanteil, wie am Herkunftsor erhalten bleiben, muss der Boden - z.B. durch das Abdecken von Haufwerken - gegen Witterungseinflüsse geschützt werden.

Tabelle 2: Homogenbereiche nach DIN 18 300 (Erdarbeiten)

<b>Homogenbereich</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
<b>Boden</b>	<b>Auffüllungen</b>	<b>Auelehme</b>	<b>Verwitterungslehme . Lias <math>\epsilon/\zeta</math> vollständig verwittert</b>
Korngrößenverteilung (DIN 18123)	grob- und gemischt-körniger Boden, teils lehmig	feinkörniger Boden	feinkörniger Boden
Bodengruppe DIN18196	[GW, GI, SW, SI, GU, GU*, TM, TA]	UL, UM, TL, TM, , GU*, GT*, SU*, ST*	TA, TM
Stein- und Blockanteile (DIN EN ISO 14688-1)	> 30 % möglich	> 5 % möglich	< 3 %
Bodenklasse DIN18300 (2012-09)	3 - 4, 5	3 und 4 - 5	(3), 4 – 5 (-6)
Konsistenz	weich-steif	weich, steif	steif / halbfest-fest
Lagerungsdichte	mitteldicht	k.A.	k.A.
Wassergehalt [%]	10-20	10-25 (bis >30%)	15-30
Wichte [kN/m³]	19,0-20,0	20,0	18,0-21,0
Undränierter Scherfestigkeit $c_u$ [kN/m²]	k.A.	0-50	50-120
Plastizitätszahl $I_p$	k.A.	5-25	15-35

<b>Homogenbereich</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
<b>Boden</b>	<b>Auffüllungen</b>	<b>Auelehme</b>	<b>Verwitterungslehme . Lias <math>\varepsilon/\zeta</math> vollständig verwittert</b>
Organischer Anteil DIN 18128 [Gew.%]	< 5,0	< 5,0	< 5,0

<b>Homogenbereich</b>	<b>D</b>
<b>Gesteinsart</b>	<b>Lias <math>\varepsilon/\zeta</math> mäßig verwittert</b>
Benennung von Fels nach DIN EN ISO 14689-1	Tonstein, Tonmergelstein, Mergelstein
Bodenklasse DIN18300 (2012-09)	(5), 6 - 7
Dichte nach DIN EN ISO 17892-2 [g/cm³]	2,3-2,7
Verwitterung und Veränderungen, Veränderlichkeit nach DIN EN ISO 14689 – 1	Stark veränderlich Verwitterungsgrad: mäßig verwittert
Einaxiale Druckfestigkeit [MN/m²]	10 – 150
Trennflächenrichtung, Trennflächenabstand, Gesteinskörperform DIN EN ISO 14689-1	Schichtfallen: söhlige Lagerung Fallwinkel: 0-10° Trennflächenabstand: laminiert / geschiefer ca. 1-20 mm Klüftung: unregelmäßig Gesteinskörper: tafelförmig, prismatisch, gleichmäßig

#### 4.4 Erdbebenzonen

Nach DIN 4149 (2005-04) "Bauten in deutschen Erdbebengebieten" und der Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen liegt Reutlingen(-Sondelfingen) im Randbereich der Erdbebenzone 3 (ca. 800 m von der Erdbebenzone 2 entfernt). Für einen rechnerischen Nachweis der Erdbebensicherheit kann nach Tabelle 2 der genannten Norm ein Bemessungswert der Bodenbeschleunigung von  $a_g = 0,8 \text{ m/s}^2$  angesetzt werden. Gemäß Abschnitt 5.2 sind die Untergrundverhältnisse (Baugrundklasse/Untergrundklasse) als **A-R** zu beschreiben. Somit ergeben sich nach den Tabellen 4 und 5 der Norm folgende Werte:

Tabelle 3: Parameter zur Beschreibung des Antwortspektrums

<b>Parameter zur Beschreibung des elastischen horizontalen Antwortspektrums:</b>				
<b>Untergrundverhältnisse</b>	<b>S</b>	<b>T<sub>B</sub> (s)</b>	<b>T<sub>c</sub> (s)</b>	<b>T<sub>D</sub> (s)</b>
A-R	1,00	0,05	0,20	2,0

## 4.5 Hydrogeologische Verhältnisse

### 4.5.1 Grund-/Schichtwasser

Im Rahmen der Baugrund- und Altlastenerkundung wurden während der Geländearbeiten mehrere Wasserzutritte in unterschiedlichen Tiefenniveaus festgestellt. Die unterschiedlichen Niveaus sind auf die geologischen Schichtgrenzverläufe (Paleotopographie) zurückzuführen.

Aufgrund der entsiegelten Fläche (Eintrag von Niederschlagswasser) und der geringen Versickerungsfähigkeit (Staunässebildung) findet ein Einstau innerhalb der Auffüllungsschichten statt. Somit vagabundiert Schichtwasser auf der Oberkante des Posidonienschiefers entlang des geologischen Gradienten. Es handelt es sich bei den in den Sondierbohrungen RKS 8 und RKS 11 angetroffenen Wässern um lokale Schichtwasservorkommen, die sich im Übergangsbereich der Auffüllungen zu den Verwitterungstonen des Lias  $\varepsilon/\zeta$  angesammelt haben. Dies legt der geringe Flurabstand der Wasserspiegel nahe.

Im Norden des Baugebiets befinden sich quartäre Auelehmschichten, die lokal den oberen, natürlichen Grundwasserleiter darstellen. Die Ergiebigkeit des Porengrundwasserleiters ist als gering einzustufen. Es können gespannte Grundwasserverhältnisse vorliegen. Die hydraulischen Details sind dem Bericht zur Detailuntersuchung auf Altlasten zu entnehmen. Der quartäre Porengrundwasserleiter wird nach unten von den felsigen Horizonten des Unterjura begrenzt (Wasserstauer), weshalb in diesen Tiefen weitere Schichtwasserführungen zu erwarten sind.

Als zweiter, natürlicher Grundwasserleiter sind die Horizonte des Lias  $\varepsilon/\zeta$  zu nennen. Hier sind gering ergiebige Wasserführungen auf den Kluft- und Schichtflächen vorhanden. Der Grundwasserspiegel wurde in den Bohrungen (B) in Tiefen zwischen 2,27 m und 5,04 m u. GOK angetroffen (siehe Tabelle 5.1). Es liegen ebenfalls gespannte Verhältnisse vor.

Folglich ist nach den Ergebnissen der Erkundung am Standort wenige Meter unter Gelände mit einer Wasserführung zu rechnen. Der Grundwasserspiegel liegt somit nahe der künftigen Bauwerkssohle.

Der Bemessungsgrundwasserstand (HGW) ist vorläufig auf 0,5 m unter aktueller Geländeoberkante anzusetzen. Langzeitmessungen (>2 Jahr) der Pegelstände können detailliertere Angaben zum HGW liefern.

Auch oberhalb des Grundwasserspiegels kann in den gering durchlässigen Böden lokal und zeitweise Sickerwasserführung und Staunässebildung auftreten.

Für die temporäre Bauwasserhaltung und das „Bauen im Grundwasser“ ist bei der zuständigen Behörde (Landratsamt) gemäß Wassergesetz Baden-Württemberg und Wasserhaushaltsgesetz der Bundesrepublik Deutschland ein Wasserrechtsverfahren einzuleiten.

Tabelle 4: Tiefenlage des Wasserspiegels

Aufschluss	Datum	GW-Spiegel m u. GOK	GW-Spiegel m NHN
RKS 4-1	01.04.2021	1,54	386,79
RKS 5	06.05.2021	2,81	385,35
RKS 8	18.07.2024	1,18	387,03
RKS 11	18.07.2024	1,33	386,94
RKS 14	23.07.2024	2,21	387,30
SG 10	11.03.2021	2,40	385,74
B 1	10.09.2024	---	---
	17.10.2024	<b>4,62</b>	<b>385,38</b>
	08.11.2024	5,04	384,96
B 4	10.09.2024	<b>2,27</b>	<b>387,17</b>
	17.10.2024	2,54	387,02
	08.11.2024	2,76	386,68
B 7	10.09.2024	2,86	385,32
	17.10.2024	<b>2,83</b>	<b>385,35</b>
	08.11.2024	3,07	385,11
B 8	10.09.2024	3,56	384,16
	17.10.2024	<b>3,03</b>	<b>385,14</b>
	08.11.2024	3,17	385,00

#### 4.5.2 Hochwasser

Laut der Hochwassergefahrenkarte befindet sich das Baufeld in keiner Überflutungsfläche. Ein planungsrelevanter Hochwassereinfluss liegt nicht vor – jedoch ist eine Änderung unter der Vorgangsnummer 15341 für einen Teilbereich gemeldet. Bei Zweifeln empfiehlt es sich hier Rücksprache mit der Behörde zu halten. Allerdings sollte eine Hochwasserabfrage auch von Seiten der städtischen Behörde (Stadtentwässerung) zusätzlich eingeholt werden (hier gibt es ggfs. Modelle der Überflutungsflächen bei Rückstau im Kanalnetz).

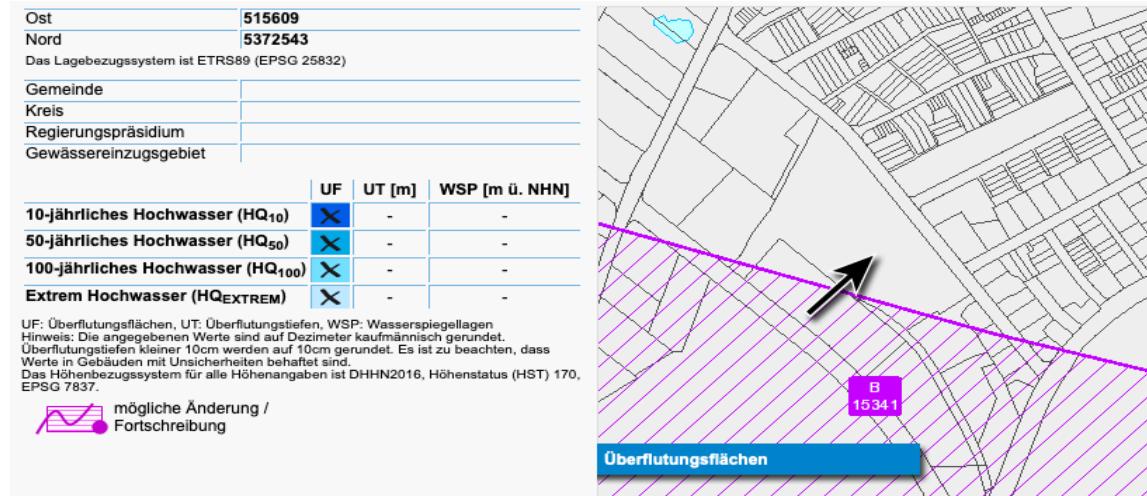


Abbildung 1: Detailansicht der Online-Abfrage Hochwassergefahrenkarte (Quelle: LUBW).

## 4.6 Wassereinwirkung / Bauwerksabdichtungen

### 4.6.1 Allgemeines

Im vorliegenden Fall wurde Grund- und/oder schichtgebundenes Grundwasser in verschiedenen Tiefen angetroffen. Daraus resultiert ein Bemessungsgrundwasserstand (HGW) in 0,5 m unter Geländeoberkante. Da für alle Gebäude keine Unterkellerung vorgesehen ist, liegen diese voraussichtlich oberhalb (>0,50 m) des Bemessungsgrundwasserstands. Falls entgegen der bisherigen Planung unterkellerte Gebäude vorgesehen werden, so liegt die Gründung innerhalb des Bemessungsgrundwasserstands.

Hochwasser ist am Standort nah derzeitigem Kenntnisstand nicht planungsrelevant.

Falls Gebäude mit Unterkellerung ausgeführt werden, ist damit zu rechnen, dass während des Baugrubenaufturms Wässer zu Tage treten. Des Weiteren sollten niederschlagsbedingte Wasserzutritte und Schwankungen im Druckwasserspiegel nicht ausgeschlossen werden, eine entsprechende (offene) Wasserhaltung ist in die Bauplanung mit einzubeziehen. Dies gilt insbesondere auch während der Bauphase, da Starkregenereignisse zu einem Aufschwimmen des Kellers führen können, da das anfallende Wasser nicht im Erdreich versickern kann.

Bei Eingriff in das Grundwasser bzw. bei Gründung innerhalb des Bemessungswasserstands (HGW) ist für das abzudichtende Bauwerk ein Nachweis der Auftriebssicherheit erforderlich.

#### **4.6.2 Wassereinwirkung**

Bei Ausführung der im Kapitel 4.8 erläuterten Variante 1 und 2 (siehe Schutz vor Hebungen) sind erdberührte Bauteile vorhanden (Eingriff ins Erdreich mit Staunässespotential). Aufgrund dessen, dass die unterste Abdichtungsebene voraussichtlich oberhalb ( $>0,50\text{ m}$ ) des Bemessungsgrundwasserstands liegt, sollten mindestens Maßnahmen gegen die Wassereinwirkungsklasse W1.2-E (Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wasser auf erdberührten Wänden mit Drainung gemäß DIN 4095) nach DIN 18533-1, Abschnitt 8.5.1 durchgeführt werden. Zur weiteren Bemessung der Anlagenteile wird auf die DIN 4095 verwiesen. Dabei sollte darauf geachtet werden, dass die Drainage nur geringfügig unterhalb der untersten Abdichtungsebene verlegt wird, da sonst unnötig viel Wasser (das zur Befeuchtung dient) abgeleitet wird.

Sofern Drainagen in nicht unterkellerten Bereichen nicht ausführbar sind (z.B., wenn keine rückstaufreie Ableitung des Drainagewassers möglich ist) oder nicht genehmigt werden, liegt die Wassereinwirkungsklasse W2-E vor.

Sollten unterkellerte Bereiche ausgeführt werden, wird in den Bemessungsgrundwasserstand eingegriffen womit die Wassereinwirkungsklasse W2-E vorliegt. Entsprechend der Eintauchtiefe ( $\triangleq$  Tiefenlage der tiefsten Abdichtungsebene unter finaler Geländeoberkante) des Bauwerks ist dann die richtige Wassereinwirkungsklasse vorzusehen (siehe Tabelle 5). Je nach Riss- und Raumnutzungsklasse stehen hierfür verschiedene Abdichtungsmaßnahmen (z.B. kunststoffmodifizierte Bitumen-Dickbeschichtung) zur Verfügung. Alternativ dazu kann auch die Ausbildung einer "Weißen Wanne" (siehe WU-Richtlinie) in Betracht gezogen werden.

Sollte sich im Zuge der Erdbaumaßnahmen ein starker Wasserzufluss herausstellen, so ist die Ingenieurgesellschaft Wehinger Egner mbH hinzuzuziehen, um ggf. die Wassereinwirkungsklasse entsprechend anzupassen (Tabelle 5).

Bei wenig wasserdurchlässigem Baugrund (eine Durchlässigkeit von  $k_f$ -Wert  $\leq 10^{-4}\text{ m/s}$  liegt hier vor) ist die Abdichtungsschicht im Endzustand wegen der Gefahr einer Stauwasserbildung mindestens 15 cm über GOK zu führen.

Tabelle 5: Hilfestellung zur Festlegung der erdseitigen Wassereinwirkungsklasse (ohne W3-E und W4-E) gemäß DIN 18533-1.

Wasser-einwirkungs-klasse	Art der Einwirkung / Beschreibung	Abdichtung nach Abschnitt
W1-E	Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser (Abdichtungsebene $\geq 50$ cm über Bemessungswasserstand)	8.5
W1.1-E	Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührten Wänden (Anwendungsbereich: Bodenfeuchte und stark wasserdurchlässigen Baugrund $k_f$ -Wert $> 10^{-4}$ m/s)	8.5.1
W1.2-E	Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührten Wänden mit Dränung nach DIN 4095 (Anwendungsbereich: nicht stauendes Sickerwasser)	8.5.1
W2-E	Drückendes Wasser durch Grundwasser, Hochwasser, Stauwasser (Abdichtungsebene im Bereich des Bemessungswasserstands)	8.6
W2.1-E	Mäßige Einwirkung von drückendem Wasser $\leq 3$ m Eintauchtiefe (Anwendungsbereich: aufstauendes Sickerwasser sowie drückendes Wasser)	8.6.1
W2.2-E	Hohe Einwirkung von drückendem Wasser $> 3$ m Eintauchtiefe (Anwendungsbereich: aufstauendes Sickerwasser sowie drückendes Wasser)	8.6.2

#### 4.7 Versickerung von Niederschlagswasser

Die Durchlässigkeit der anstehenden Tonsteine liegt erfahrungsgemäß in einer Größenordnung von  $k_f \leq 10^{-8}$  m/s. Grundlage für die Beurteilung der Möglichkeiten zur Versickerung und zur Bemessung von Versickerungsanlagen ist das DWA-Regelwerk Arbeitsblatt DWA-A 138<sup>1</sup>. Nach diesem Regelwerk kommen für Versickerungsanlagen Locker- und auch Festgesteine in Frage, deren  $k_f$ -Werte im Bereich von  $1 \times 10^{-3}$  bis  $1 \times 10^{-6}$  m/s liegen. Somit kommen die im Untersuchungsgebiet anstehenden Böden für eine Versickerung von Oberflächen- und Drainagewasser nicht in Betracht.

1 „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“ Arbeitsblatt DWA-A 138 der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (ATV-DVWK), 2005

#### **4.8 Schutz vor Hebungsschäden**

Im vorliegenden Fall greifen die Bauwerke mit dem Untergeschoss in das Erdreich ein und gründen somit in den Schichten des Unteren Juras. In diesen Schichten ist mit Quellhebungen infolge der Pyrit-Oxidation zu rechnen. Entsprechend sind bauliche Vorsorgemaßnahmen empfehlenswert. Der Bodenaustausch scheidet am Standort aus, da dies bei der angenommenen Mächtigkeit (der quellfähigen Horizonte) nicht wirtschaftlich erscheint. Selbiges gilt für die Anwendung von vertikal eingebrachten, vorgespannten Ankern in den tieferen Untergrund. Im Folgenden werden drei konstruktive Lösungen für Flachgründungen dargestellt:

1) Vermeiden der Austrocknung

Um einer Austrocknung vorzubeugen, empfiehlt es sich einen Bodenaustausch mit Filterschicht unterhalb des Gründungsniveaus kombiniert mit Hilfe einer Verdunstungssperre (Folie mit hohem Wasserdampfdiffusionswiderstand) herzustellen (siehe Abbildung 2). Der Untergrund wird dadurch versiegelt.

→ **Empfehlung für Haus 2 und Haus 8**

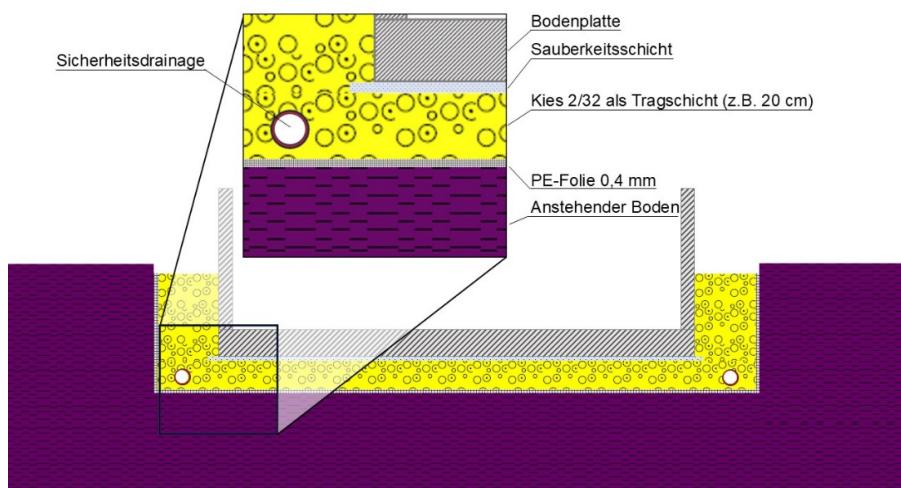


Abbildung 2: Vermeiden der Austrocknung (schematisch)

2) Künstliche Bewässerung

Als weitere Möglichkeit kann auch eine direkte Bewässerung (z.B. durch das Einleiten von Dachwasser) von Kiesfilterschichten (z.B. 2/32) kombiniert mit einer Verdunstungssperre (s.o.) in Betracht gezogen werden. Ziel ist es, das Bodenklima dauerhaft feucht bzw. den quellfähigen Untergrund (wasser-) benetzt zu halten. Eine dauerhafte, flächige Benetzung ist zu gewährleisten. Allerdings ist sicherzustellen, dass die Bodenplatte nicht dauerhaft mit Wasser in Kontakt steht. Aus diesem Grund ist der Einbau einer "Notentwässerung bzw.

Sicherheitsdrainage" vorzusehen. Entsprechende Drän- und/oder Überlaufrohre sind auf der Oberkante der Einstauhöhe einzuplanen. Die maximale Einstauhöhe sollte ca. 15 cm unterhalb der Bodenplatte betragen (siehe Abbildung 3).

**→ Alternative zur Variante 3 für Haus 3 - 7 und Haus 9**

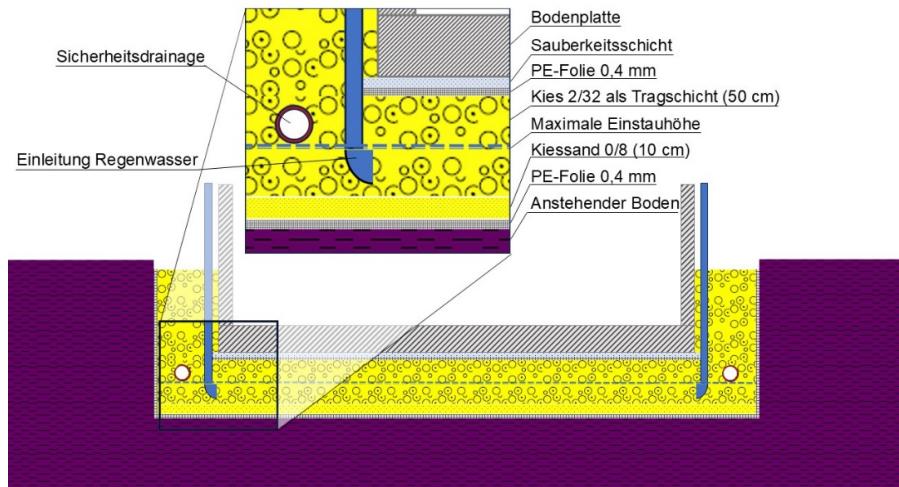


Abbildung 3: Künstliche Bewässerung (schematisch)

3) Realisierung von Bodenpressungen kombiniert mit Hohlraum unterhalb Bodenplatte

Der Lastabtrag findet mit Hilfe von Einzelfundamenten (und/oder Streifenfundamenten) statt, die Bodenpressungen von mind.  $\sigma_{zul.} \geq 300 \text{ kN/m}^2$  bzw.  $\sigma_{R,d} \geq 420 \text{ kN/m}^2$  aufweisen. Die Bodenpressung ist so hoch, dass sie der Bildung von Sulfatkristallen entgegenwirkt (die Auflast ist höher als der Kristallisationsdruck der Sulfatkristalle). Die Bereiche, in denen die genannten Lasten nicht eingeleitet werden, unterliegen Quellungen. Diese Quellungen bzw. Hebungen erfolgen planmäßig in dafür vorgesehene Hohlräume unterhalb des Fußbodens/Kellerbodens. Die Höhe des Hohlräums sollte mind. 60 cm betragen (siehe Abbildung 4), da bislang bekannte maximale Hebungsbeträge bei ca. 60 cm liegen.

**→ Empfehlung für Haus 3 - 7 und Haus 9**

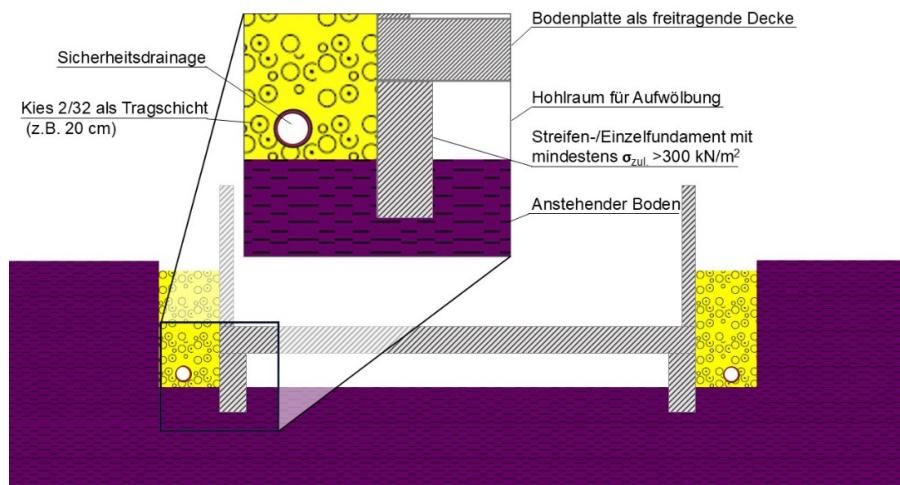


Abbildung 4: Hohlraum unterhalb der Bodenplatte (schematisch)

## 5 Tragfähigkeit des Untergrunds

Die vorgefundenen Bodenschichten eignen sich unterschiedlich gut für die Abtragung von Lasten. Innerhalb der Auffüllungen sollten keine Lasten abgetragen werden, da diese sehr inhomogen eingebbracht worden sind. Die im Norden des Baufelds anstehenden Aueablagerungen sind aufgrund von Wasserführung teils sehr stark aufgeweicht, weshalb eine Gründung von mittleren und hohen Lasten innerhalb dieser stark kompressiblen Schichten nicht möglich ist. Für die geplanten Baukörper ist daher der Fels des Unterjura der geeignete Gründungshorizont. Dieser ist gut tragfähig, verlangt aber hinsichtlich der Hebungsproblematik bei Austrocknung gesonderte Rücksicht bei der Bauausführung und Planung.

## 6 Gründung der Bauwerke

### 6.1 Nicht unterkellert - nördlicher Bereich (Häuser 1, 2, 8)

Aus unserer Sicht kommt für die Gründung der Neubauten eine **vertiefte Flachgründung** mittels Fundamentpfeilern auf der felsartig festen Posidonienschiefer-Formation in Betracht.

Dabei werden bewehrte Fundamente Unterfüllungen (Pfeiler) angeordnet und bis auf tragfähige, gering kompressible Schichten geführt. Aus wirtschaftlichen und ausführungstechnischen Überlegungen empfehlen wir die Vertiefungen mit einem Bagger mit Rundschachtgreifer und mit Hilfsverrohrung (gegen Nachfall), die beim Betonieren wieder

gezogen wird, herzustellen.

Für Pfeiler, die mindestens bis auf den stark verfestigten Posidonienschiefen reichen, kann für Gründungspfeiler ein Bemessungswert des Sohlwiderstands von  $\sigma_{R,d} \approx 700 \text{ kN/m}^2$  angenommen werden (siehe Tabelle 6). Mit diesem Ansatz werden sich bei einheitlicher Gründung auf den Festgesteinen voraussichtlich Setzungen von  $s \approx 1 \text{ cm}$  ergeben.

Da am nördlichen Standort der tragfähige Horizont zwischen 7,90 – 4,40 m u. GOK vorliegt, sollte darauf geachtet werden, gleichermaßen tragfähige Bodenschichten zur Gründung heranzuziehen, um größere Setzungsdifferenzen zu vermeiden. Gegebenenfalls müssen die Fundamente vereinzelt geringfügig vertieft werden, um gleichmäßig tragfähige Horizonte zu erreichen. Der Vorteil der Pfeiler (mit Hilfsverrohrung) besteht darin, dass wirtschaftlich und flexibel auf die variierende Tiefenlage des Gründungshorizonts reagiert werden kann. Aufgrund dieser Variation empfiehlt es sich, die Pfeilerlängen in der Ausschreibung großzügig zu bemessen (Annahme: ca. 9,00 – 5,00 m bis tragfähige Horizonte anstehen zzgl. einer Mindesteinbindung der halben Fundamentbreite). Aufgrund der voraussichtlich teilweise erforderlichen großen Aushubtiefen (bis ca. 9 m) ist der Einsatz eines Greifers mit Verlängerungsstück erforderlich. An dieser Stelle (Bereich um B7 und B8) wird eine Nachverdichtung mittels Schwerer Rammsondierungen empfohlen, um die Felsoberkante detaillierter ausweisen zu können.

Die Gründung mittels Pfeiler wurde in einem Grundbruch-/Setzungsprogramm berechnet. Für die Bemessung können die in Tabelle 6 angegebenen Baugrundkennwerte in Ansatz gebracht werden. Die Setzungsbemessung kann äquivalent über die Aufstandsfläche erfolgen, da der Anteil der Mantelreibung im vorliegenden Fall eher gering ist. Hierbei sollte auf Böden gleicher Art bzw. gleicher Festigkeit (felsartige Horizonte) gegründet werden. Die Gründungssohlen müssen eindeutig in den nicht aufgelockerten und v.a. nicht durch Niederschläge aufgeweichte Böden verlaufen. Lehmlinsen oder anmoorige Bereiche im Gründungsbereich sind zu entfernen und durch Magerbeton zu ersetzen. Wir empfehlen die stichprobenartige Überwachung der Gründungssohle kurz nach Aushub der Fundationsohlen vor Ort durch unser Büro.

Tabelle 6: Baugrundkennwerte Gründungspfeiler.

<b>Gründungspfeiler</b>	
<b>Gründung auf Fels → siehe Isolinienplan Anlage 3</b>	
<b>Bemessungswert des Sohlwiderstandes <math>\sigma_{R,d}</math></b>  (Einzelfundament a/b= 1)	$b = 1,00 \text{ m}: \sigma_{R,d} = 700 \text{ kN/m}^2 - \text{Setzung } s \approx 0,45 \text{ cm}$ $b = 1,20 \text{ m}: \sigma_{R,d} = 700 \text{ kN/m}^2 - \text{Setzung } s \approx 0,55 \text{ cm}$ $b = 1,40 \text{ m}: \sigma_{R,d} = 700 \text{ kN/m}^2 - \text{Setzung } s \approx 0,65 \text{ cm}$

Die Angaben gelten für mittig und senkrecht belastete Fundamente. Sollte eine zukünftige Ausführungsplanung eine deutliche Abweichung von den zu Grunde gelegten Annahmen aufweisen, ist gegebenenfalls eine Überprüfung der Grundbruch-/Setzungsberechnungen notwendig.

Um die Umläufigkeit des Grund-/Schichtwassers auch nach Bauende zu gewährleisten, wären bei Gründung von Streifenfundamenten Durchflussöffnungen (DN 100) in Abständen von 2 - 3 m mit Sohle auf Höhe des Erdplanums und Gefälle nach außen vorzusehen. Dies gilt auch im Bereich abgesperrter Fundamentriegel (z.B. bei umschlossenen Bodenfeldern). Unter diesem Aspekt (technisch und wirtschaftlich aufwendig) empfehlen wir eine Gründung mittels Einzelfundamenten, da diese ohne weitere Maßnahmen umströmt werden können.

Hinsichtlich der Hebungsproblematik des Posidonienschiefers gehen wir davon aus, dass durch die vorhandenen Schichtwässer und durch die ausreichend mächtige (Lehm-) Überdeckung (>2,5 m) kein Austrocknen der hebungsanfälligen Schichten zu Stande kommt. Aus diesem Grund sind am nördlichen Standort, speziell am Haus 1 keine weiteren Schutzvorkehrungen notwendig. Für die Häuser 2 und 8 ist lediglich die Zusatzmaßnahme Variante 1 („Abdichtungsfolie“) vorzusehen.

Die Frostsicherheit ist durch die Einbindung ins Erdreich (Frosteindringtiefe 0,89 m u. GOK) gegeben.

## **6.2 Nicht unterkellert - südlicher Bereich (Häuser 3 – 7, 9)**

### **6.2.1 Gründung mittels Fundamente und Kriechkeller**

Aus unserer Sicht kommt für die Gründung der Neubauten (Haus 3 - 7 und 9) ebenfalls eine **Flachgründung** mittels Fundamentpfeilern bzw. Einzelfundamenten auf der felsartig festen Posidonienschiefer-Formation in Betracht.

Im Gegensatz zum Bereich der Häuser 1, 2 und 8 ist im südlichen Bereich keine ausreichende (Lehm-) Deckschicht ( $>2,5$  m) und keine dauerhafte Grundwasserdeckfläche vorhanden, sodass die Gefahr der Baugrundhebung bei Bodenpressungen von kleiner  $\sigma_{R,d} \approx 420$  kN/m $^2$  besteht. Daher empfiehlt es sich die Dauerlast der Pfeiler in jedem Fall in dieser Mindesthöhe zu bemessen und ggfs. einen Gitterrost für lastabtragende Wände auf diesen aufzusetzen. Siehe hierzu die Variante 3 der Vermeidung von Hebungsschäden (Kapitel 4.8). Geringer belastete Bereiche (freitragende Bodenplatten, o.ä. Bauteile) sollten mit Betonfertigteilen ausgeführt werden, um das Anlegen eines „Kriechkellers“ von ca. 60 cm zu ermöglichen. Dieser dient als Puffer für eine mögliche Hebung des Untergrunds durch Austrocknen in gering bzw. nicht belasteten Bereichen.

Für Pfeiler, die mindestens bis auf den stark verfestigten Posidonienschiefer reichen, kann für Gründungspfeiler ein Bemessungswert des Sohlwiderstands von  $\sigma_{R,d} \approx 700$  kN/m $^2$  angenommen werden (siehe Tabelle 7). Mit diesem Ansatz werden sich bei einheitlicher Gründung auf den Festgesteinen voraussichtlich Setzungen von  $s \approx 1$  cm ergeben.

Tabelle 7: Baugrundkennwerte Einzelfundamente.

<b>Gründungspfeiler</b>	
<b>Gründung auf Fels → siehe Isolinienplan Anlage 3</b>	
<b>Bemessungswert des Sohlwiderstandes <math>\sigma_{R,d}</math></b> <small>(Einzelfundament a/b= 1)</small>	$b = 1,00\text{ m}: \sigma_{R,d} = 700\text{ kN/m}^2$ – Setzung $s \approx 0,45\text{ cm}$
	$b = 1,20\text{ m}: \sigma_{R,d} = 700\text{ kN/m}^2$ – Setzung $s \approx 0,55\text{ cm}$
	$b = 1,40\text{ m}: \sigma_{R,d} = 700\text{ kN/m}^2$ – Setzung $s \approx 0,65\text{ cm}$

### **6.2.2 Gründung mittels Fundamente und Bewässerung**

Alternativ zum „Kriechkeller“ können Schäden durch mögliche Hebungen auch mittels künstlicher Bewässerung (siehe Variante 2) verhindert werden. Die Thematik wird im Folgenden diskutiert. Die Gründung erfolgt wie in Kapitel 6.1 beschrieben.

Wichtig ist hierbei, dass eine gleichmäßig flächenhafte Befeuchtung sichergestellt wird, um den Felshorizont zuverlässig vor Austrocknung zu schützen.

Im vorliegen Fall sprechen allerdings mehrere Gründe gegen eine derartige Ausführung:

- 1) topographische Unebenheiten innerhalb des Felshorizonts, u.a. bedingt durch anthropogene Beeinflussung (flächenhafte Befeuchtung schwierig, da Senken und Mulden vorhanden)
- 2) Schadstoffbelastungen im Untergrund → Zuführung von Wasser kann Schadstoffe mobilisieren (Verfrachtung)
- 3) Errichten einer Notdrainage als Überlausicherung (Einleitung in das Kanalnetz in Reutlingen unserer Erfahrung nach nicht erlaubt)
- 4) Dauerhafte Wartung des Bewässerungssystems notwendig
- 5) Mögliche negative Beeinflussung auf Nachbarbebauung durch Einleiten von Wasser ist nicht ausgeschlossen → keine wasserrechtliche Erlaubnis und ggfs. Beweissicherung Nachbarbebauung

Aus oben genannten Gründen ist unseres Erachtens diese Ausführungsvariante nicht empfehlenswert.

### **6.3 Allgemeine baugrundtechnische Information**

Der Bemessungswert des Sohlwiderstands bzw. der Bettungsmodul ist keine Konstante und kein Bodenkennwert, sondern vom Fundamentmaß, der Einbindetiefe der Fundamente und der besonderen Ausbildung des Materials im Untergrund abhängig. Speziell im Falle von Änderungen der Gründungstiefe und/oder der Lasten ist Rücksprache mit dem Baugrundgutachter zu halten. Die grafische Darstellung der Setzungs- und Grundbruchberechnung ist in Anlage 6 enthalten.

Die Aufstands-/Gründungsflächen müssen in horizontal und vertikal durchgehender, konstanter Beschaffenheit im natürlichen oder aufgebrachten Schichtverband vorliegen. Für die Gründung muss die einwandfreie Ableitung der Lasten bei konstanter, flächiger Bodenbeschaffenheit gewährleistet sein und ist dann als ausreichend tragfähiger Baugrund einzustufen.

Beim Fundamentaushub angetroffene Inhomogenitäten wie z.B. steinig-aufgewitterte sowie lehmige oder durch Niederschläge aufgeweichte, bindige „Taschen“ sind zu entfernen und gegen Magerbeton oder qualifiziertes, trag- und verdichtungsfähiges Mineralgemisch auszutauschen. Dadurch kann in geringem Umfang Mehraushub entstehen, so dass Mehrmengen in der Planung und Ausschreibung ausreichend und vorsorglich zu berücksichtigen sind. Die Baustoffe für An-, Auf- und Hinterfüllungen sowie Bodenaustauschkörper sind lagenweise (max. 30 cm Dicke) einzubauen und zu verdichten.

Es wird angeraten, die Arbeiten in einer trockenen Witterungsperiode durchzuführen, um hinsichtlich der bereits oben erwähnten Umstände keinen erhöhten bautechnischen Aufwand betreiben zu müssen. Das Herstellen der Fundamente und/oder das Aufbringen einer Schottertragschicht hat zeitnah nach Freilegung der Baugrube bzw. der Gründungssohlen zu erfolgen. Andernfalls empfiehlt es sich, eine sogenannte Schutzschicht (v.a. bei lehmigen, bindigen Böden) bis kurz vor der finalen Fertigstellung des Erdplanums bzw. der Gründungssohle zu belassen. Im Normalfall reicht eine 15 cm bis 20 cm dicke Schutzschicht aus. Diese wird erst unmittelbar vor der Fertigstellung abgetragen.

## 6.4 Standsicherheit der Baugrubenböschung

Mindestens steife – halbfeste Böden werden vorausgesetzt, um nicht verbaute Baugruben und Gräben mit einer Tiefe von < 1,25 m (bzw. < 1,75 m mit 45° abgeböschtem obersten 0,5 m) ohne Abböschung errichten zu können. Tiefere Böschungen müssen mit abgeböschten Wänden oder Verbau hergestellt werden (DIN 4124). An der Böschungsschulter von Baugruben, die betreten werden, ist ein lastfreier, möglichst waagerechte Schutzstreifen von mindestens 0,6 m Breite eingerichtet werden, der von Aushubmaterial, Hindernissen und nicht benötigten Gegenständen freizuhalten ist.

Ohne rechnerischen Nachweis der Standsicherheit dürfen folgende Böschungswinkel nach DIN 4124 bei unverbauten Böschungen nicht überschritten werden:

- nichtbindige oder weiche, bindige Böden  $\beta = 45^\circ$
- mindestens steife, bindige Böden  $\beta = 60^\circ$
- Fels  $\beta = 80^\circ$

Böden der Schicht 1 (Auffüllung) können bei steifer Konsistenz mit 60° geböschten werden. Nicht-bindiges, rolliges Material oder weiche Auffüllungshorizonte sind auf 45° abzuflachen. Bei Wasserzutritt sind die Böschungswinkel in Absprache mit dem Geologen ggf. weiter auf 30° zu reduzieren.

Die Horizonte der Schicht 2 und Schicht 3 sind bei mindestens steifer Konsistenz und ohne Wasseranschnitt mit 60° zu bösen. Sollte Wasser anstehen, sind geringere Böschungsneigungen (30 - 45°) vorzusehen – dies bedarf einer Einzelfallbetrachtung (Standsicherheitsnachweis mittels Böschungsbruchberechnung).

Im Falle einer Abböschung sind geringere Böschungsneigungen vorzusehen, wenn besondere Einflüsse die Standsicherheit gefährden können, wie z.B.:

- Störungen des Gefüges durch Verwerfungen,
- zur Einschnittsohle einfallende Schichtung,
- Zufluss von Schichtenwasser,
- Auftreten von Auffüllungen mit unbekannter Zusammensetzung,
- starke Erschütterungen durch Ramm- und Verdichtungsarbeiten sowie Verkehr.

Die Standsicherheit nicht verbauter Wände ist nach DIN 4084 nachzuweisen, wenn

- a. bei senkrechten Wänden die o.g. Bedingungen nicht erfüllt sind,
- b. die Böschung mehr als 5 m hoch ist oder bei geböschten Wänden die oben angegebenen Böschungswinkel überschritten werden, wobei eine Böschungsneigung von mehr als  $80^\circ$  in keinem Fall zulässig ist,
- c. vorhandene Leitungen oder andere bauliche Anlagen gefährdet werden können,
- d. das Gelände neben der Graben- bzw. Böschungskante stärker als 1:10 ansteigt oder unmittelbar neben dem Schutzstreifen von 0,60 m eine stärker als 1: 2 geneigte Erdaufschüttung bzw. Stapellasten von mehr als  $10 \text{ kN/m}^2$  zu erwarten sind,
- e. die nach der Straßenverkehrszulassungsordnung vom 23.04.1965 (StVZO) allgemein zugelassenen Straßenfahrzeuge sowie Bagger oder Hebezeuge bis zu 12t Gesamtgewicht nicht einen Abstand von mindestens 1,00m zwischen der Außenkante der Aufstandsfläche und der Graben- bzw. Böschungskante einhalten,
- f. schwerere Fahrzeuge und Fahrzeuge mit höheren Achslasten, z.B. Straßenroller und andere Schwertransportfahrzeuge sowie Bagger oder Hebezeuge von mehr als 12t Gesamtgewicht nicht einen Abstand von mindestens 2,00 m zwischen der Außenkante der Aufstandsfläche und der Graben- bzw. Böschungskante einhalten.

Auf die übrigen Richtlinien der DIN 4124 (z. B. unbelastete Böschungskronen) wird hingewiesen. Bei Arbeiten an der bestehenden Bebauung sind die Vorgaben der DIN 4123 zu Abschachtungen und Gründungen an bestehenden Gründungen zu beachten.

Eine Abdeckung der Baugrubenböschungen mit einer Folie zum Schutz vor Witterungseinflüssen ist anzubringen. An den Rändern von Baugruben müssen mindestens 0,6 m breite, möglichst waagerechte Schutzstreifen eingerichtet werden, die von Aushubmaterial, Hindernissen und nicht benötigten Gegenständen freizuhalten sind. Hierfür kann die Abdeckung über die Böschung hinweg (mind. 60 cm) befestigt werden. Gelegentlich sollte im unteren Bereich höherer Böschungen oder einzelner Böschungsabschnitte überprüft werden, ob sich trotz der Schutzfolie Erosionsrinnen gebildet haben. Diese Rinnen entstehen, wenn an der Böschungskrone in einer Geländemulde angestautes Wasser zwischen Schutzfolie und Böschungsschulter überläuft und die Oberfläche annagt. Ähnliche Bedingungen liegen vor, wenn vor der Böschungskrone eine größere geneigte Fläche anschließt. Hier sollte für eine geeignete Ableitung der Niederschlagswässer / an kommenden Wässer über Abfanggräben gesorgt werden und diese dem nächstgelegenen Vorfluter oder der Wasserhaltungsanlage zugeleitet werden.

## 7 Schlussbemerkungen

Die Untergrundverhältnisse für das geplante Baugebiet wurden anhand von 11 Schürfgruben und 15 Rammkernsondierungen und 8 Rotationsbohrungen bewertet. Die im Gutachten enthaltenen Angaben beziehen sich auf diese Untersuchungsstellen. Abweichungen von den im vorliegenden Gutachten enthaltenen Angaben können nicht ausgeschlossen werden.

Die im Gutachten enthaltenen Angaben beziehen sich auf das untersuchte Gelände. Eine Übertragung der Ergebnisse und Folgerungen auf Nachbargrundstücke ist nicht möglich.

**Wir empfehlen die Abnahme der Gründungssohlen kurz nach Aushub der Fundamente vor Ort durch unser Büro.**

Generell müssen künftige Erdarbeiten im Bereich des Altstandortes unter Aufsicht eines Sachverständigen erfolgen, da entsorgungsrelevante Verunreinigungen vorhanden sind.

In Zweifelsfällen sollten wir verständigt werden. Für die Beantwortung von Fragen, die im Zuge der weiteren Planung und der Ausführung auftreten, stehen wir gerne zur Verfügung.

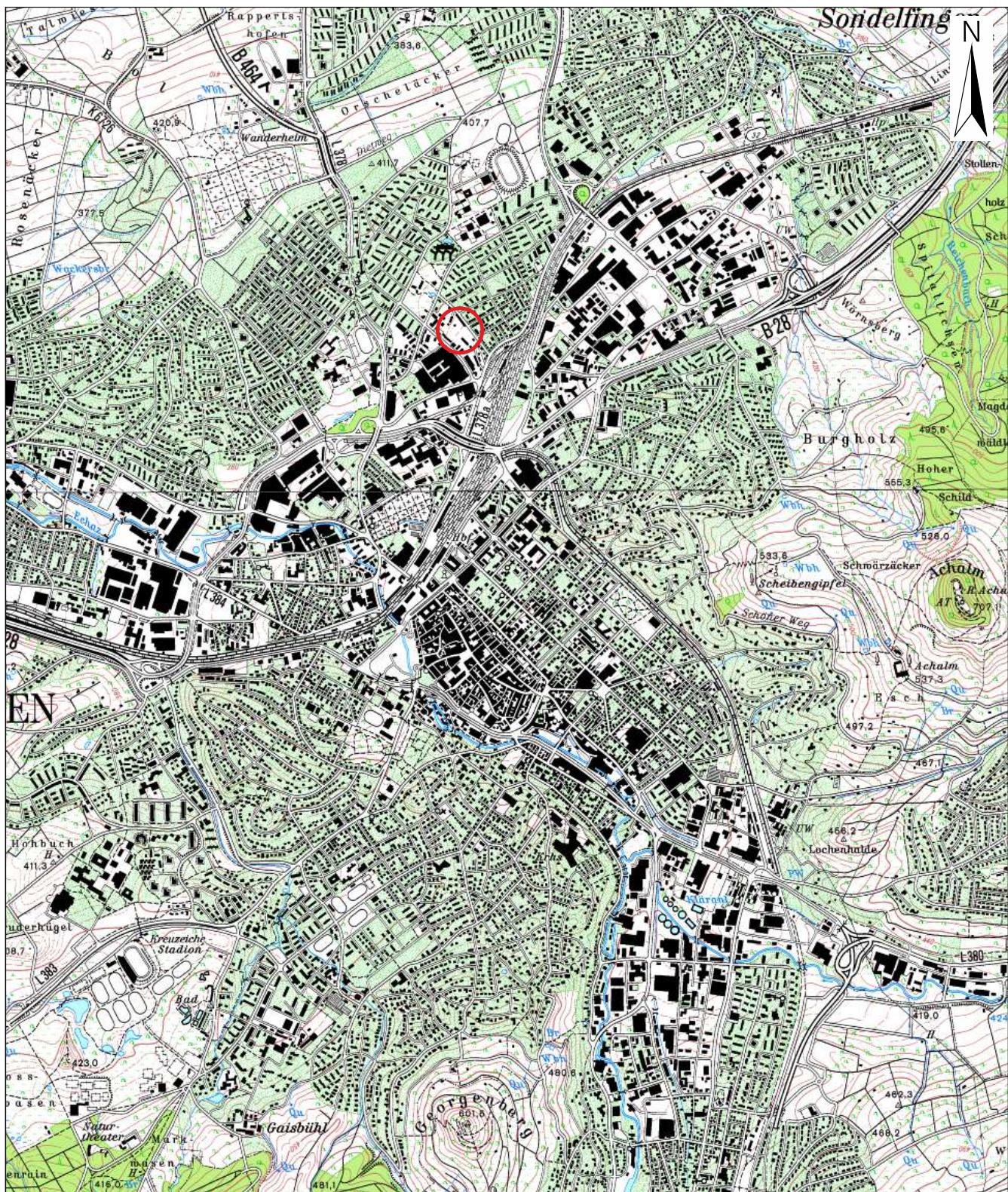
Gomaringen, 11.12.2024

A. Preuss (Dipl.-Geologe)

T. Wehinger (M.Sc. Geow.)

# **ANLAGE 1**

Übersichtslageplan



Datum: 11.12.2024

Anlage: 1

Maßstab: 1:25 000

**Legende:**



Lage des Untersuchungsgebiete

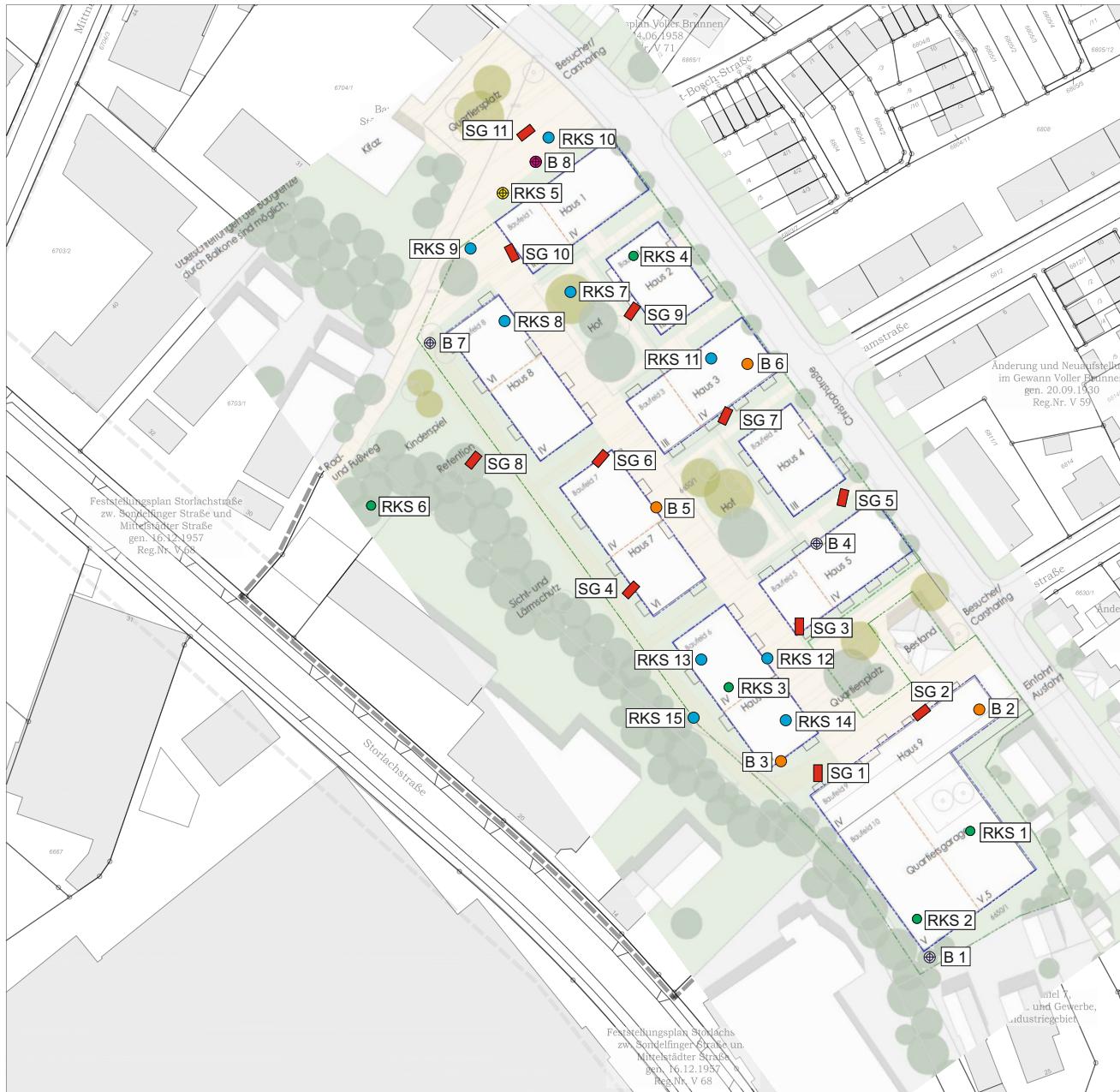
Projekt: Untergrunduntersuchungen auf dem Areal Christophstraße 11 in Reutlingen

Darstellung: Lage des Untersuchungsgebiets  
(Amtliche Topographische Karte, blattschnittfreie CD-Rom-Ausgabe, LGL, Top25, Version 3)

Gesellschaft für Angewandte Geowissenschaften mbH  
**geoplan**

# **ANLAGE 2**

Lageplan



Datum: 21.11.2024	Anlage: 2
Maßstab: 1:500	
Projekt:	Untergrunduntersuchungen auf dem Areal Christophstraße 11 in Reutlingen
Darstellung:	Lage der Boden- und Grundwasser-aufschlüsse

Gesellschaft für Angewandte Geowissenschaften mbH  
**geoplan**

#### Legende:

- Ramkernsondierung (RKS) mit laufender Nummer, 2024
- Bohrung (B) mit laufender Nummer, 2024
- Ramkernsondierung mit laufender Nummer, 2021
- Schürfgrube mit laufender Nummer, 2021
- Ramkernsondierung mit Ausbau zur temporären 1,5"-Grundwassermessstelle
- Bohrung mit Ausbau zur temporären 2"-Grundwassermessstelle
- Bohrung mit Ausbau zur temporären 5"-Grundwassermessstelle

# **ANLAGE 3A**

Isolinienplan Fels



Datum: 21.11.2024	Anlage: 2
Maßstab: 1:500	
Projekt:	Untergrunduntersuchungen auf dem Areal Christophstraße 11 in Reutlingen
Darstellung:	Lage der Boden- und Grundwasser-aufschlüsse
Gesellschaft für Angewandte Geowissenschaften mbH <a href="#">geoplan</a>	
<b>Legende:</b>	
● Rammkernsondierung (RKS) mit laufender Nummer, 2024	
● Bohrung (B) mit laufender Nummer, 2024	
● Rammkernsondierung mit laufender Nummer, 2021	
■ Schürfgrube mit laufender Nummer, 2021	
(+) Rammkernsondierung mit Ausbau zur temporären 1,5°-Grundwassermessstelle	
(+) Bohrung mit Ausbau zur temporären 2°-Grundwassermessstelle	
(●) Bohrung mit Ausbau zur temporären 5°-Grundwassermessstelle	
- - - Isolinien	

## **ANLAGE 3B**

Isolinienplan Wasser (quartär)



Datum: 21.11.2024	Anlage: 2
	Maßstab: 1:500
Projekt:	Untergrunduntersuchungen auf dem Areal Christophstraße 11 in Reutlingen
Darstellung:	Lage der Boden- und Grundwasser-aufschlüsse
Gesellschaft für Angewandte Geowissenschaften mbH	<a href="#">geoplan</a>
<b>Legende:</b>	
●	Rammkernsondierung (RKS) mit laufender Nummer, 2024
●	Bohrung (B) mit laufender Nummer, 2024
●	Rammkernsondierung mit laufender Nummer, 2021
■	Schürfgrube mit laufender Nummer, 2021
⊕	Rammkernsondierung mit Ausbau zur temporären 1,5'-Grundwassermessstelle
⊕	Bohrung mit Ausbau zur temporären 2'-Grundwassermessstelle
●	Bohrung mit Ausbau zur temporären 5'-Grundwassermessstelle
- - -	Isolinien

## **ANLAGE 4**

Graphische Darstellung der Bodenprofile

# SG 1

NHN+m

390,00

389,00

388,00

387,00

▽ NHN+389,48m

B 0,0 - 0,6	0,00 0,60
B 0,6 - 1,1	0,60 1,10
B 1,1 - 1,6	1,10 1,60
B 1,8 - 2,3	1,80 2,30

387,08

0,40	Auffüllung (Steine, stark kiesig, sandig, schluffig), braun bis beige, Kalksteinstücke, Pflastersteine, Asphaltreste
0,20	Auffüllung (Schluff, tonig), schwach feucht, weich bis steif, grau, Kalksteinstücke, Asphaltreste
0,50	Schluff, stark tonig, steif, grau bis hellgrau, Reste von org. Material, Holz, Verwitterungslehm
0,50	Ton, stark schluffig, schwach feucht, steif bis halbfest, hellbraun bis ocker, Jurensismergel, vollständig verwittert
0,20	Ton, stark schluffig, stark steinig, steif, hellbraun bis ocker, Kalkknollen (zerbrochen), Jurensismergel, vollständig verwittert
0,50	Ton, schwach schluffig, schwach feucht, halbfest, hellbraun bis ocker, bei 2,3 m OK horizontale Kalksteinbank, Jurensismergel, stark verwittert
0,10	Kalkstein, fest, schwach verwittert, hart, Jurensismergel

Gesellschaft für  
Angewandte  
Geowissenschaften mbH

**geoplan**

Altlasten  
Baugrund  
Hydrogeologie  
Ingenieurgeologie  
Umwelt

Projekt:

Bebauungsplanverfahren zwischen  
Christoph- und Storlachstraße in  
Reutlingen Sondelfingen

Anlage: 3.1

Projekt-Nr: 20 R 019

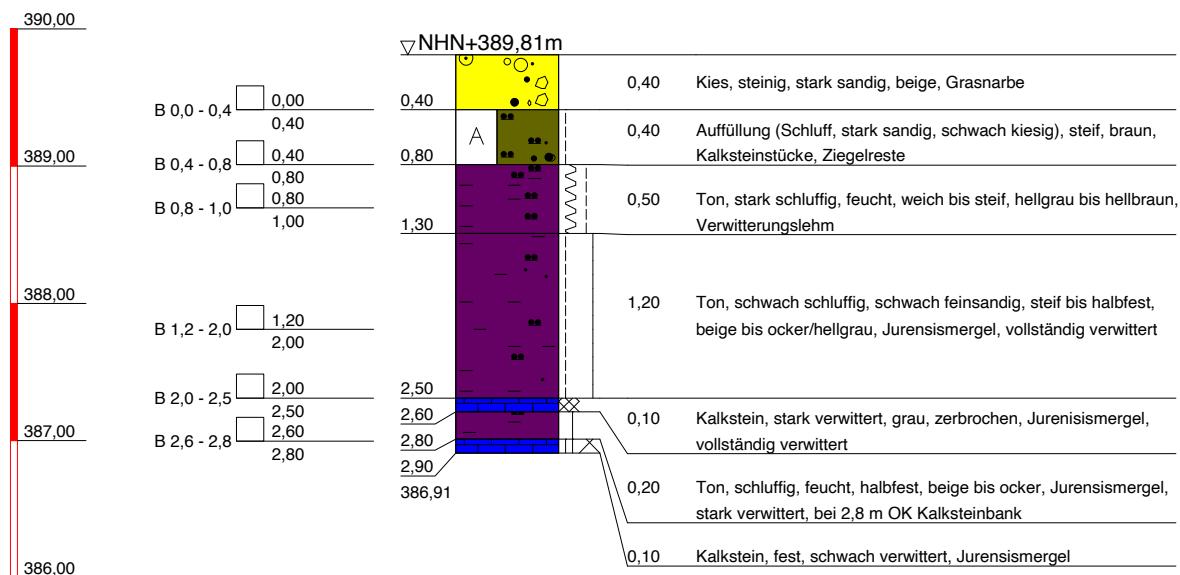
Datum: 11.03.2021

Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: Steinhart/Fischer

## SG 2

NHN+m



Gesellschaft für  
Angewandte  
Geowissenschaften mbH

**geoplan**

Altlasten  
Baugrund  
Hydrogeologie  
Ingenieurgeologie  
Umwelt

Projekt:

Bebauungsplanverfahren zwischen  
Christoph- und Storlachstraße in  
Reutlingen Sondelfingen

Anlage: 3.2

Projekt-Nr: 20 R 019

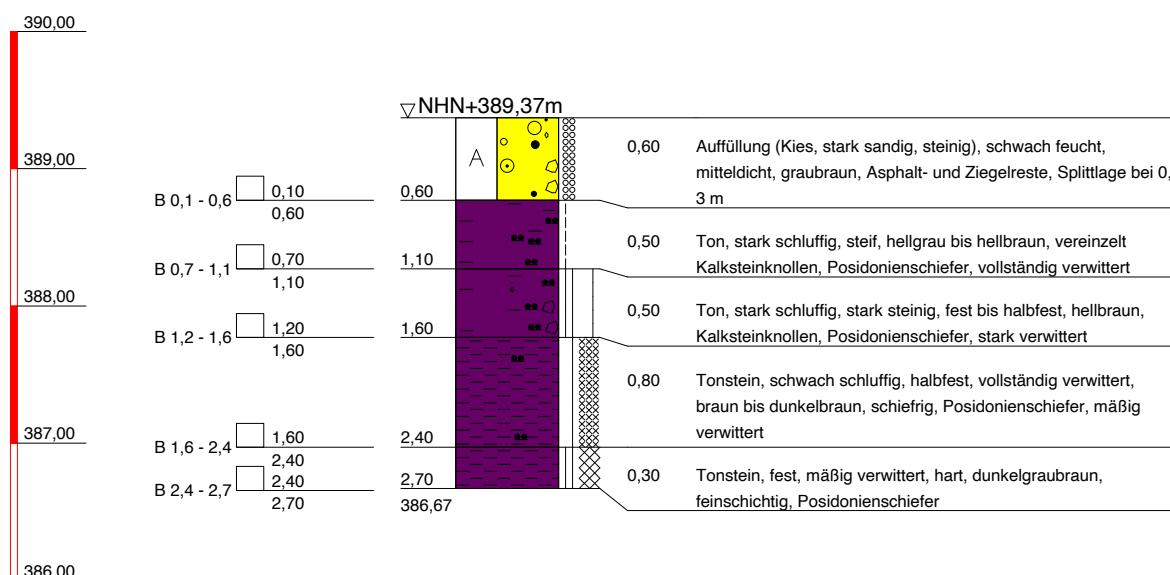
Datum: 11.03.2021

Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: Steinhart/Fischer

### SG 3

NHN+m



Gesellschaft für  
Angewandte  
Geowissenschaften mbH

**geoplan**

Altlasten  
Baugrund  
Hydrogeologie  
Ingenieurgeologie  
Umwelt

Projekt:

Bebauungsplanverfahren zwischen  
Christoph- und Storlachstraße in  
Reutlingen Sondelfingen

Anlage: 3.3

Projekt-Nr: 20 R 019

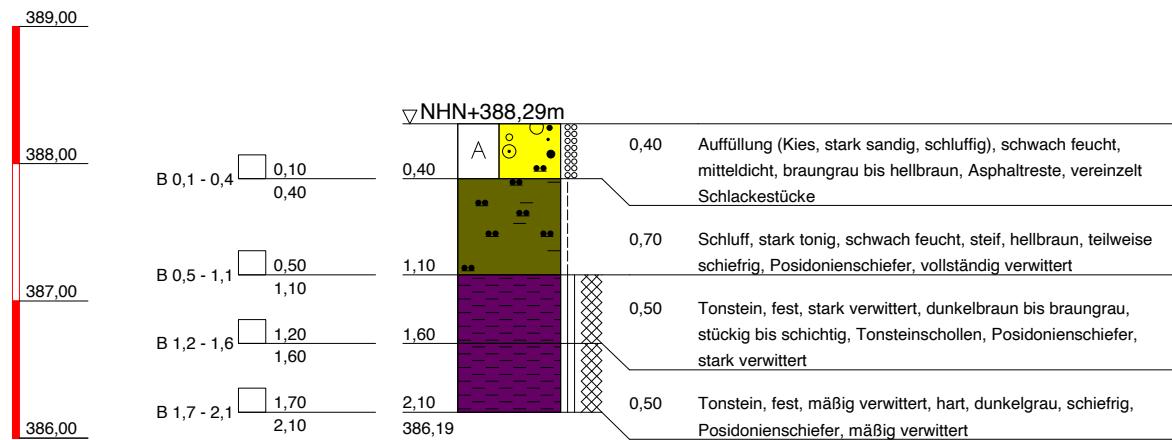
Datum: 11.03.2021

Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: Steinhart/Fischer

NHN+m

## SG 4



Gesellschaft für  
Angewandte  
Geowissenschaften mbH

**geoplan**

Altlasten  
Baugrund  
Hydrogeologie  
Ingenieurgeologie  
Umwelt

## Projekt:

Bebauungsplanverfahren zwischen  
Christoph- und Storlachstraße in  
Reutlingen Sondelfingen

Anlage: 3.4

Projekt-Nr: 20 R 019

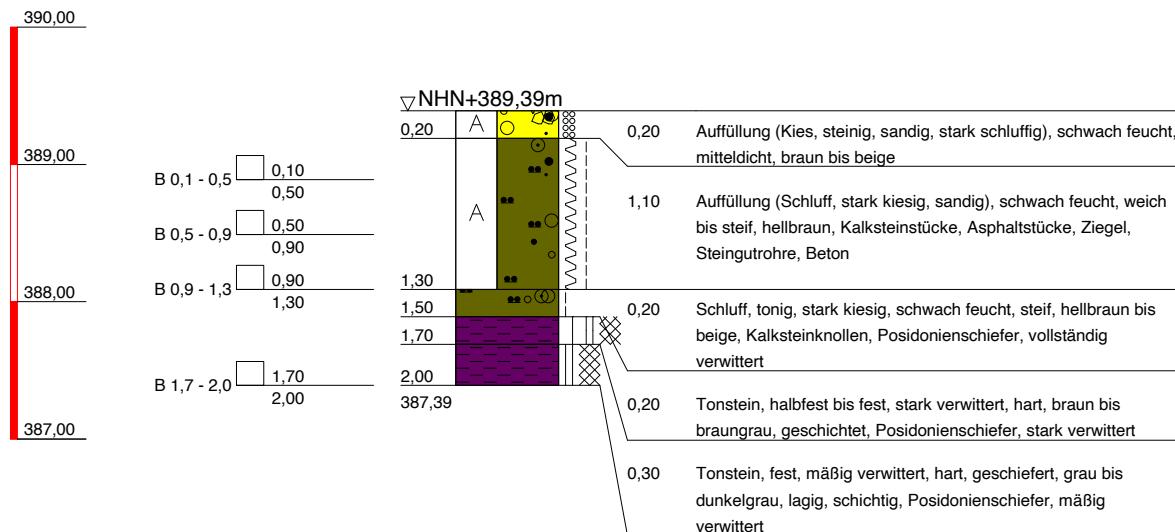
Datum: 11.03.2021

Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: Steinhart/Fischer

## SG 5

NHN+m



Gesellschaft für  
Angewandte  
Geowissenschaften mbH

**geoplan**

Altlasten  
Baugrund  
Hydrogeologie  
Ingenieurgeologie  
Umwelt

Projekt:

Bebauungsplanverfahren zwischen  
Christoph- und Storlachstraße in  
Reutlingen Sondelfingen

Anlage: 3.5

Projekt-Nr: 20 R 019

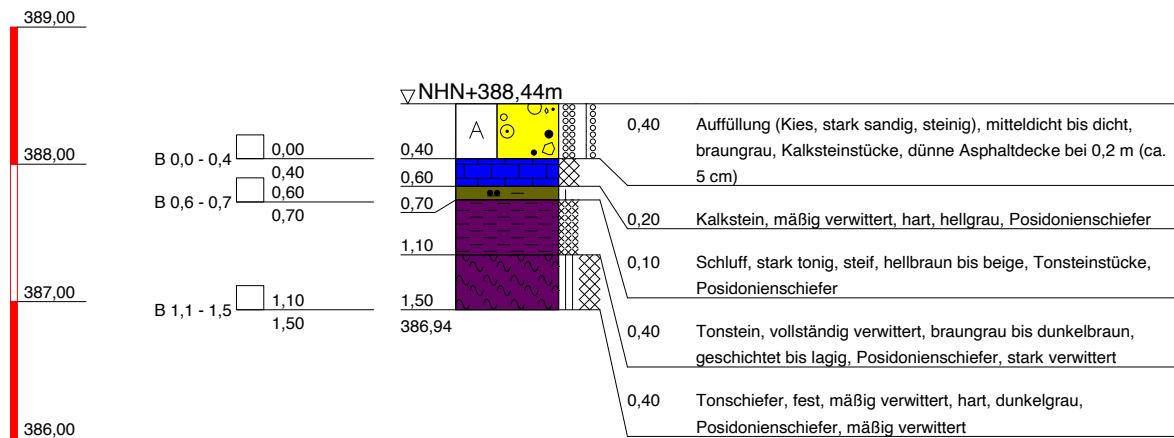
Datum: 11.03.2021

Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: Steinhart/Fischer

## SG 6

NHN+m



Gesellschaft für  
Angewandte  
Geowissenschaften mbH

**geoplan**

Altlästen  
Baugrund  
Hydrogeologie  
Ingenieurgeologie  
Umwelt

Projekt:

Bebauungsplanverfahren zwischen  
Christoph- und Storlachstraße in  
Reutlingen Sondelfingen

Anlage: 3.6

Projekt-Nr: 20 R 019

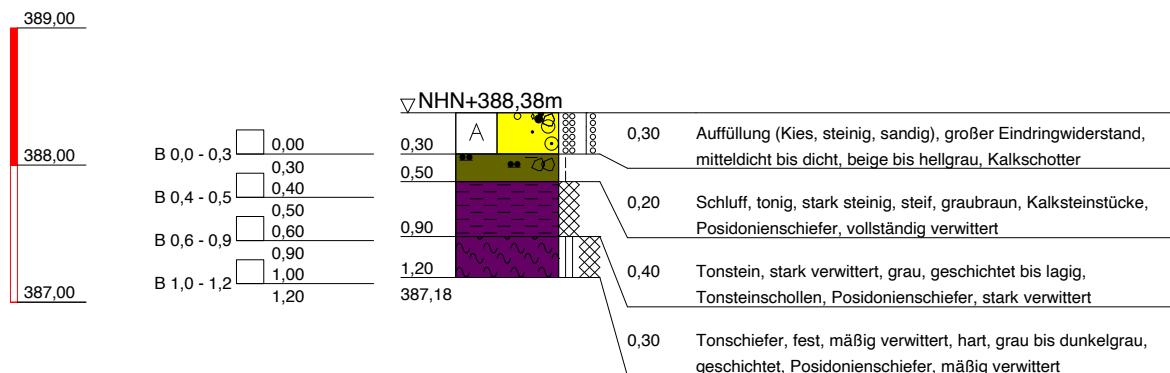
Datum: 11.03.2021

Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: Steinhart/Fischer

## SG 7

NHN+m



Gesellschaft für  
Angewandte  
Geowissenschaften mbH

**geoplan**

Altlasten  
Baugrund  
Hydrogeologie  
Ingenieurgeologie  
Umwelt

Projekt:

Bebauungsplanverfahren zwischen  
Christoph- und Storlachstraße in  
Reutlingen Sondelfingen

Anlage: 3.7

Projekt-Nr: 20 R 019

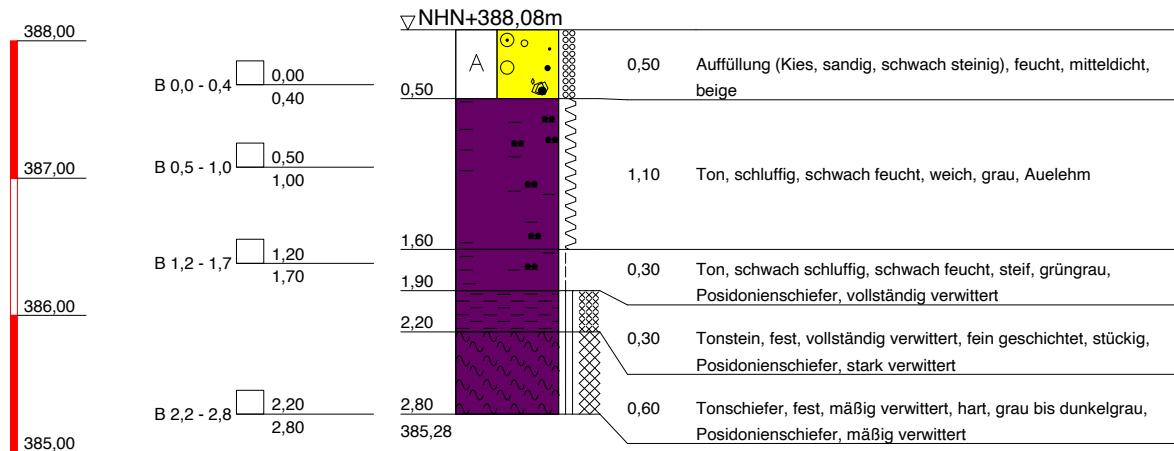
Datum: 11.03.2021

Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: Steinhart/Fischer

## SG 8

NHN+m



Gesellschaft für  
Angewandte  
Geowissenschaften mbH

**geoplan**

Altlasten  
Baugrund  
Hydrogeologie  
Ingenieurgeologie  
Umwelt

Projekt:

Bebauungsplanverfahren zwischen  
Christoph- und Storlachstraße in  
Reutlingen Sondelfingen

Anlage: 3.8

Projekt-Nr: 20 R 019

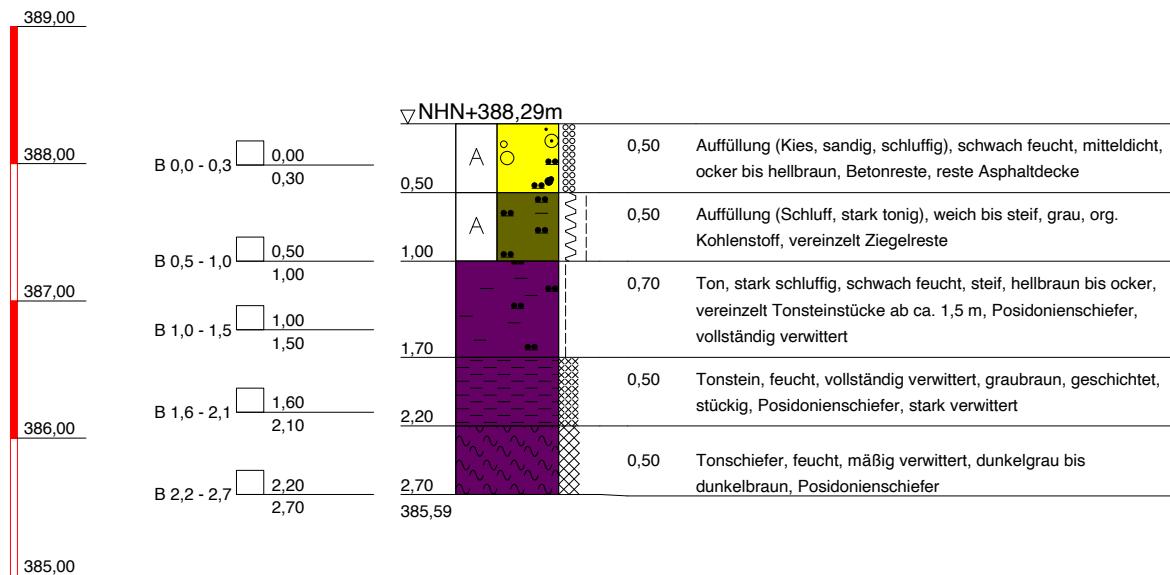
Datum: 11.03.2021

Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: Steinhart/Fischer

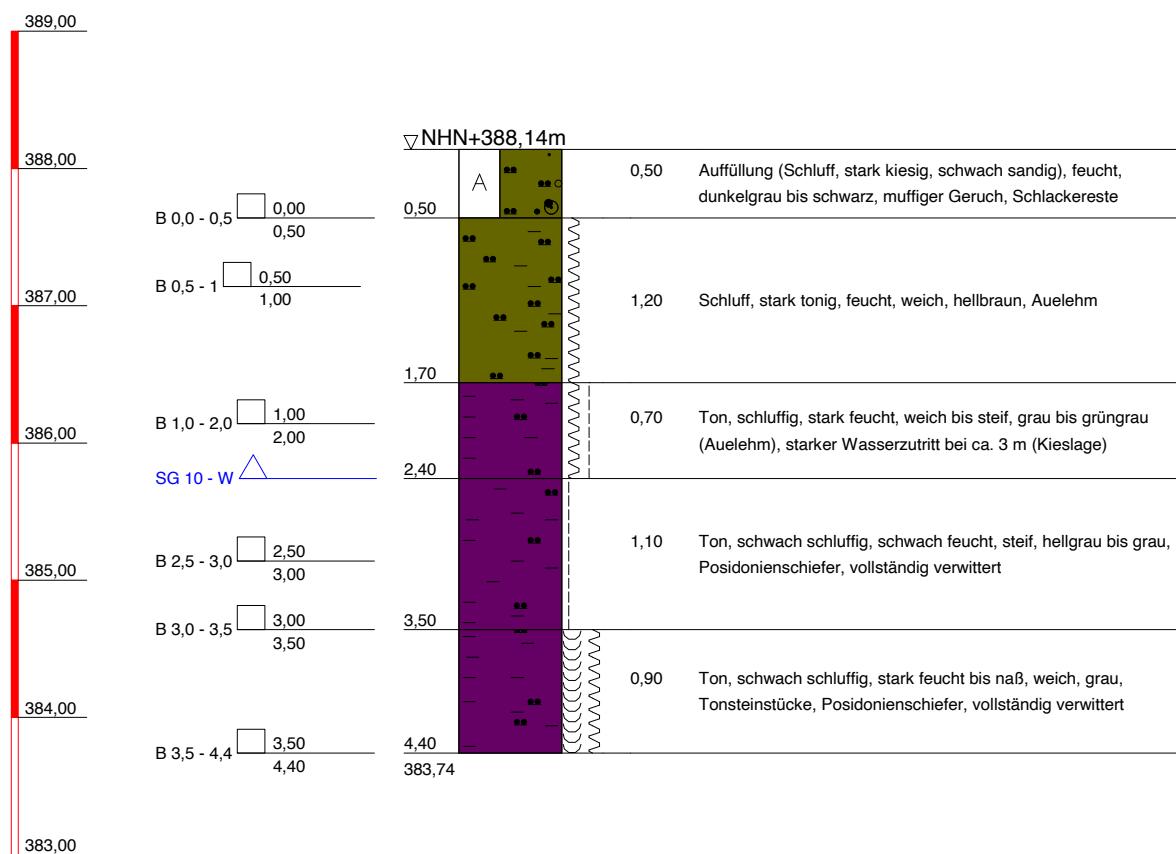
NHN+m

SG 9



NHN+m

## SG 10



Gesellschaft für  
Angewandte  
Geowissenschaften mbH

**geoplan**

Altlästen  
Baugrund  
Hydrogeologie  
Ingenieurgeologie  
Umwelt

Projekt:

Bebauungsplanverfahren zwischen  
Christoph- und Storlachstraße in  
Reutlingen Sondelfingen

Anlage: 3.10

Projekt-Nr: 20 R 019

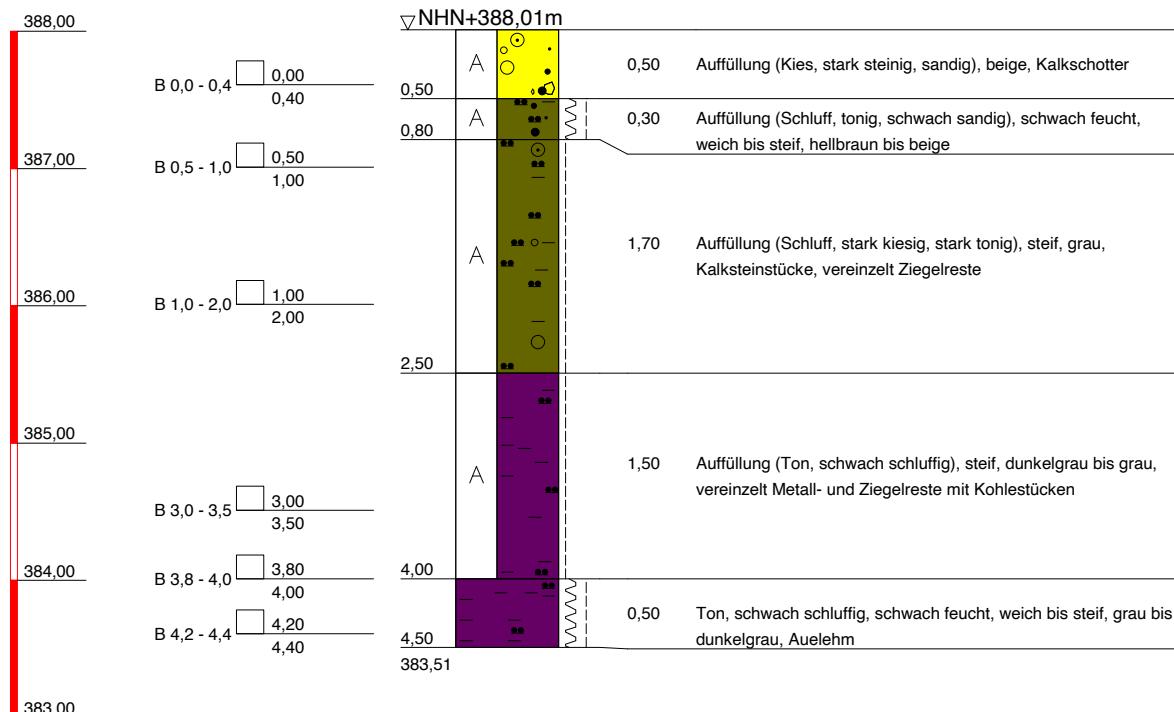
Datum: 11.03.2021

Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: Steinhart/Fischer

## SG 11

NHN+m



Gesellschaft für  
Angewandte  
Geowissenschaften mbH

**geoplan**

Altlästen  
Baugrund  
Hydrogeologie  
Ingenieurgeologie  
Umwelt

Projekt:

Bebauungsplanverfahren zwischen  
Christoph- und Storlachstraße in  
Reutlingen Sondelfingen

Anlage: 3.11

Projekt-Nr: 20 R 019

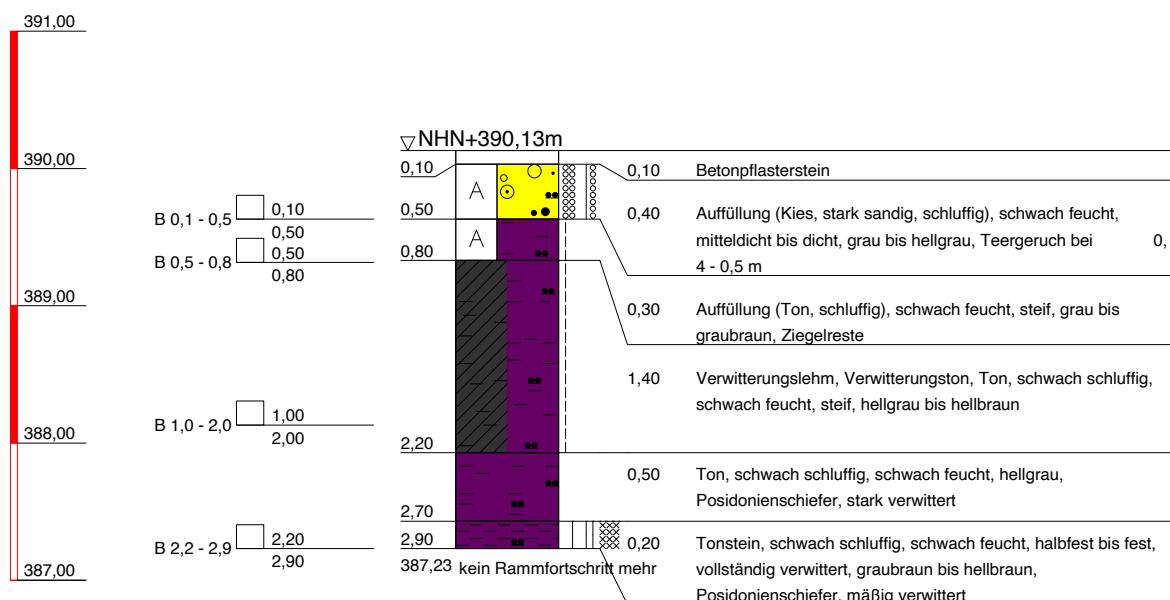
Datum: 11.03.2021

Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: Steinhart/Fischer

NHN+m

## RKS 1



Gesellschaft für  
Angewandte  
Geowissenschaften mbH

**geoplan**

Altlästen  
Baugrund  
Hydrogeologie  
Ingenieurgeologie  
Umwelt

Projekt:

Bebauungsplanverfahren zwischen  
Christoph- und Storlachstraße in  
Reutlingen Sondelfingen

Anlage: 3.12

Projekt-Nr: 20 R 019

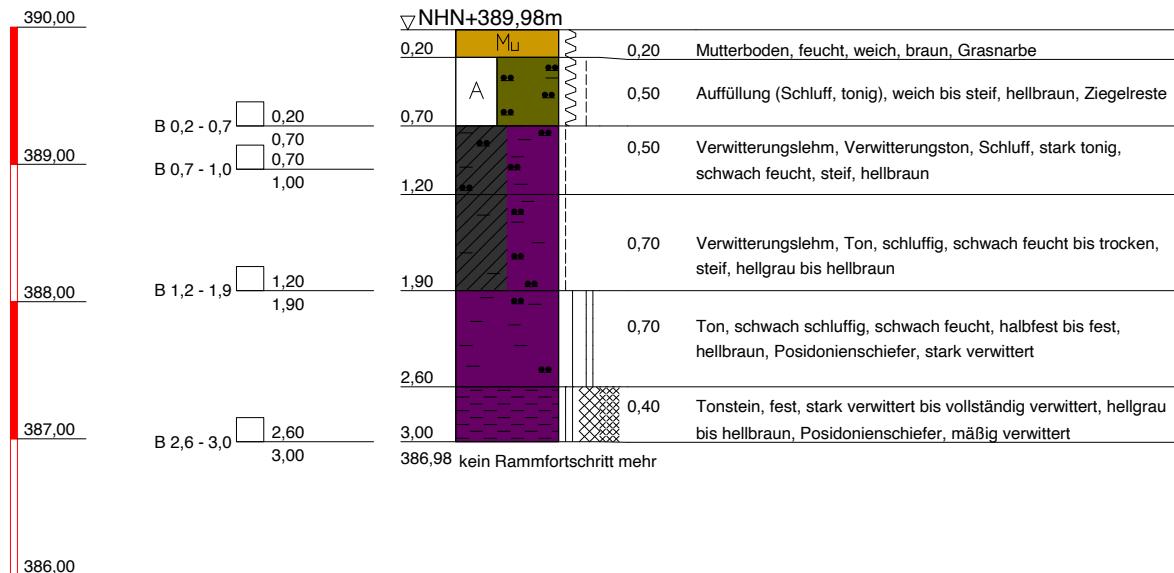
Datum: 11.03.2021

Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: Steinhart/Fischer

## RKS 2

NHN+m



Gesellschaft für  
Angewandte  
Geowissenschaften mbH

**geoplan**

Altlästen  
Baugrund  
Hydrogeologie  
Ingenieurgeologie  
Umwelt

Projekt:

Bebauungsplanverfahren zwischen  
Christoph- und Storlachstraße in  
Reutlingen Sondelfingen

Anlage: 3.13

Projekt-Nr: 20 R 019

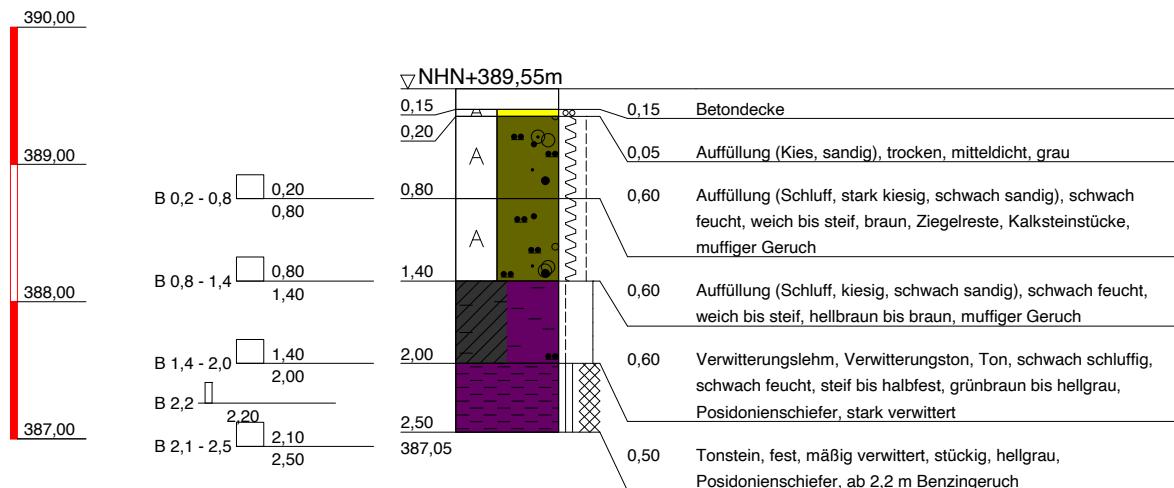
Datum: 11.03.2021

Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: Steinhart/Fischer

### RKS 3

NHN+m



Gesellschaft für  
Angewandte  
Geowissenschaften mbH

**geoplan**

Altlasten  
Baugrund  
Hydrogeologie  
Ingenieurgeologie  
Umwelt

Projekt:

Bebauungsplanverfahren zwischen  
Christoph- und Storlachstraße in  
Reutlingen Sondelfingen

Anlage: 3.14

Projekt-Nr: 20 R 019

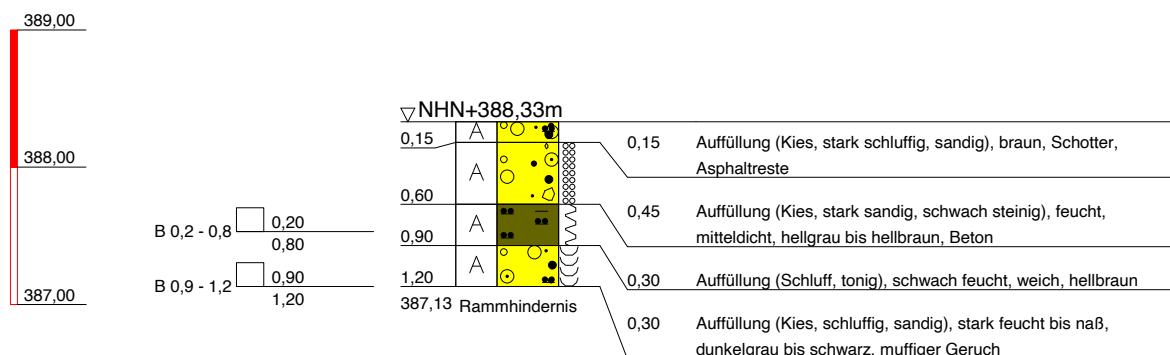
Datum: 11.03.2021

Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: Steinhart/Fischer

NHN+m

## RKS 4



Gesellschaft für  
Angewandte  
Geowissenschaften mbH

**geoplan**

Altlästen  
Baugrund  
Hydrogeologie  
Ingenieurgeologie  
Umwelt

Projekt:

Bebauungsplanverfahren zwischen  
Christoph- und Storlachstraße in  
Reutlingen Sondelfingen

Anlage: 3.15

Projekt-Nr: 20 R 019

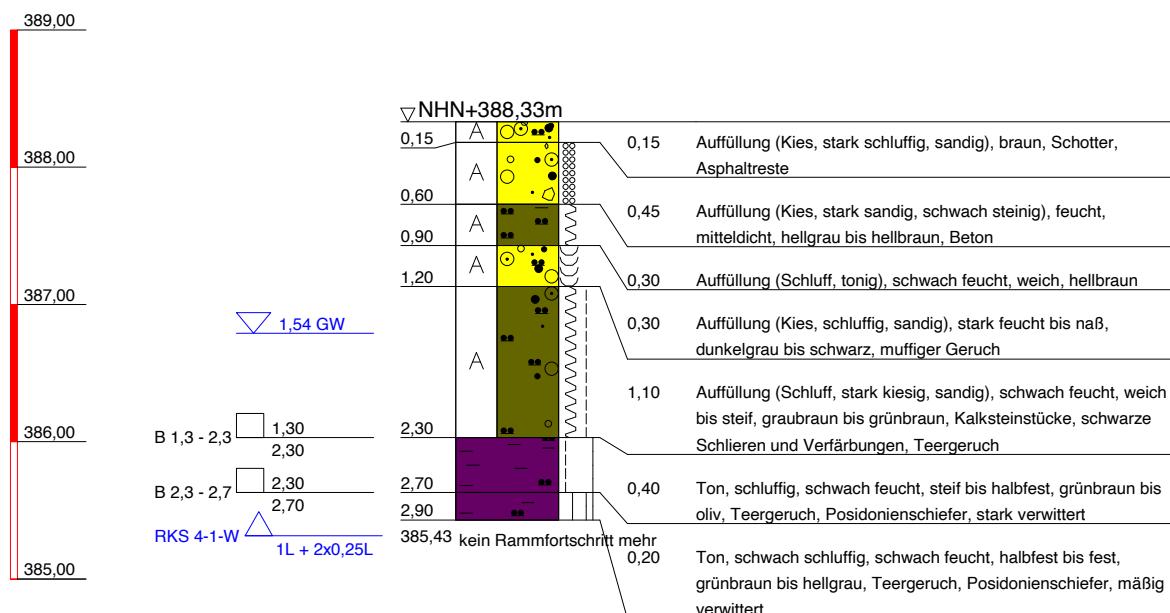
Datum: 11.03.2021

Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: Steinhart/Fischer

NHN+m

## RKS 4-1



Gesellschaft für  
Angewandte  
Geowissenschaften mbH

**geoplan**

Altlasten  
Baugrund  
Hydrogeologie  
Ingenieurgeologie  
Umwelt

Projekt:

Bebauungsplanverfahren zwischen  
Christoph- und Storlachstraße in  
Reutlingen Sondelfingen

Anlage: 3.16

Projekt-Nr: 20 R 019

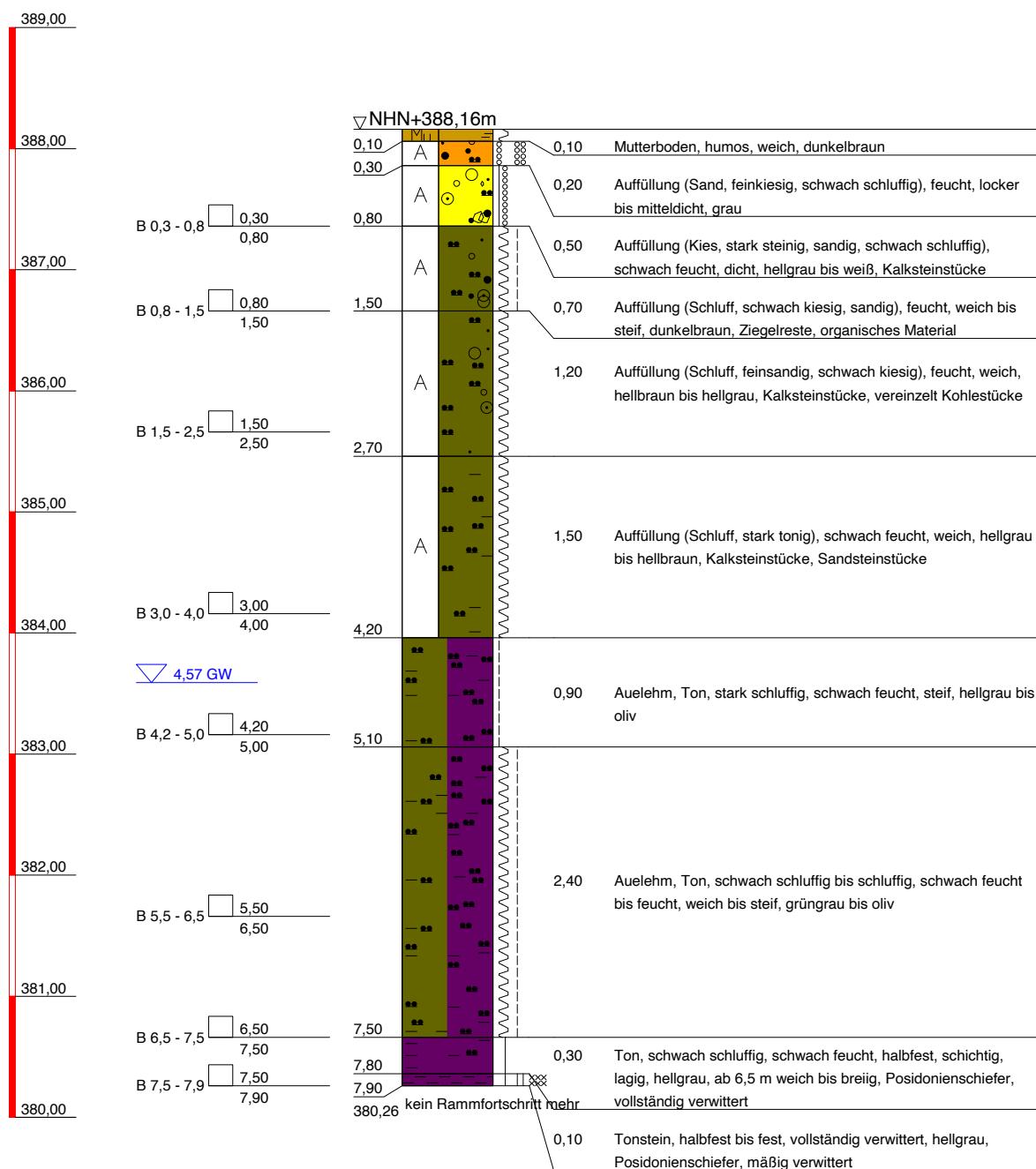
Datum: 11.03.2021

Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: Steinhart/Fischer

NHN+m

## RKS 5



Gesellschaft für  
Angewandte  
Geowissenschaften mbH

**geoplan**

Altlästen  
Baugrund  
Hydrogeologie  
Ingenieurgeologie  
Umwelt

## Projekt:

Bebauungsplanverfahren zwischen  
Christoph- und Storlachstraße in  
Reutlingen Sondelfingen

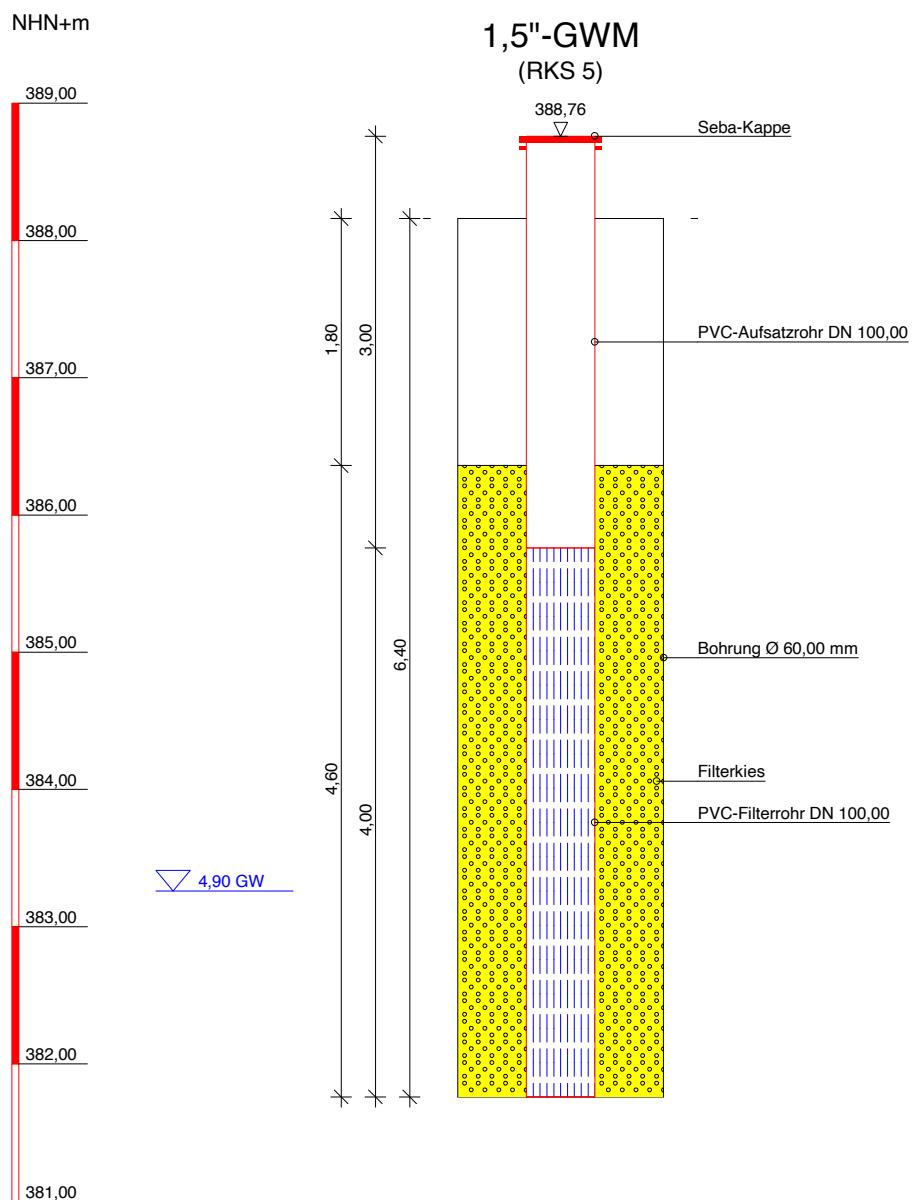
Anlage: 3.17

Projekt-Nr: 20 R 019

Datum: 11.03.2021

Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: Steinhart/Fischer



Gesellschaft für  
Angewandte  
Geowissenschaften mbH

**geoplan**

Altlästen  
Baugrund  
Hydrogeologie  
Ingenieurgeologie  
Umwelt

Projekt:

Bebauungsplanverfahren zwischen  
Christoph- und Storlachstraße in  
Reutlingen Sondelfingen

Anlage: 3.18

Projekt-Nr: 20 R 019

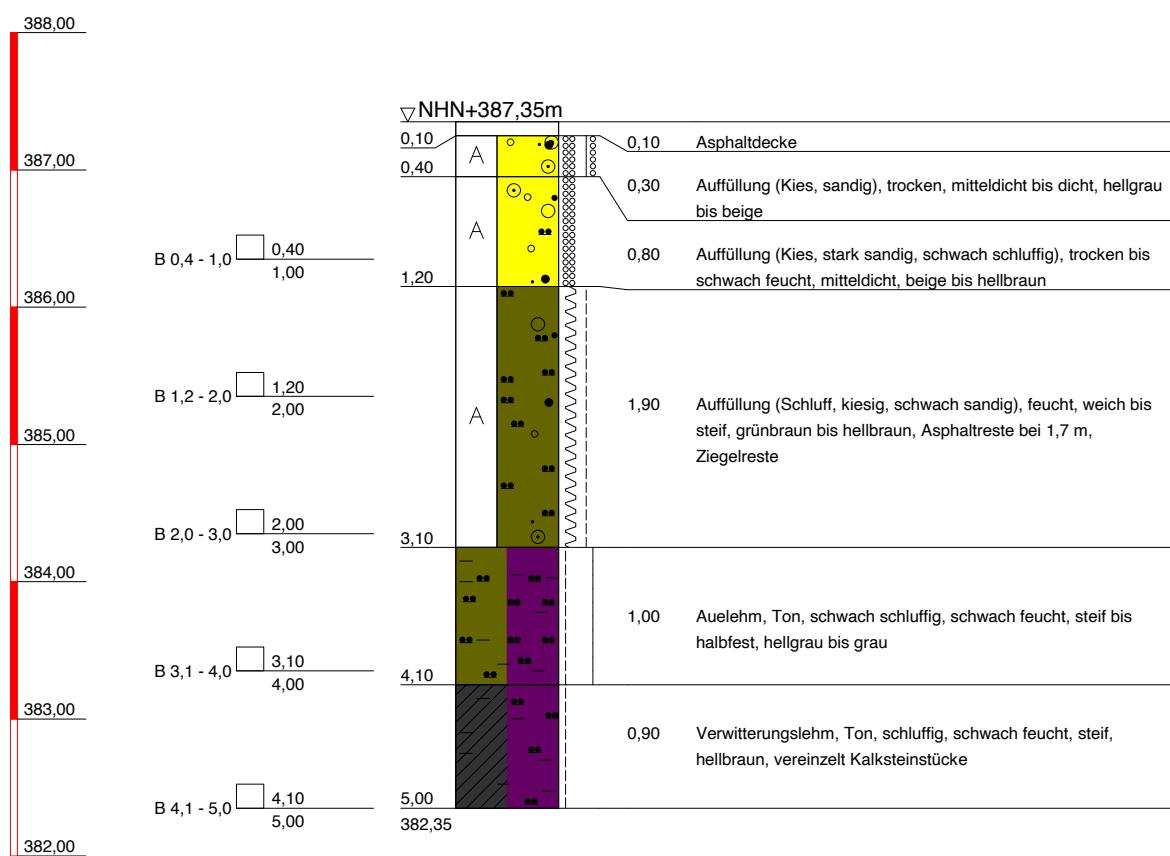
Datum: 11.03.2021

Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: Steinhart/Fischer

## RKS 6

NHN+m



Gesellschaft für  
Angewandte  
Geowissenschaften mbH

**geoplan**

Altlästen  
Baugrund  
Hydrogeologie  
Ingenieurgeologie  
Umwelt

Projekt:

Bebauungsplanverfahren zwischen  
Christoph- und Storlachstraße in  
Reutlingen Sondelfingen

Anlage: 3.19

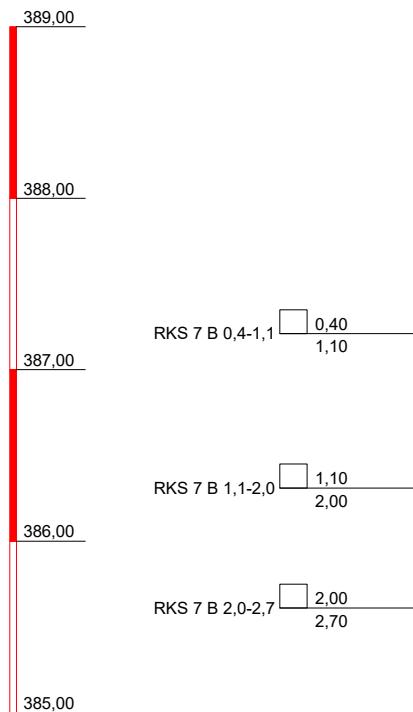
Projekt-Nr: 20 R 019

Datum: 11.03.2021

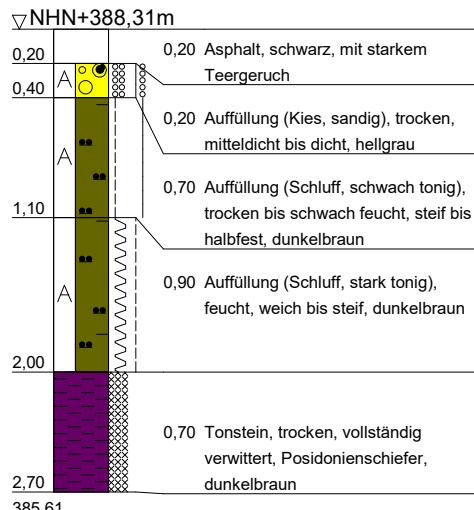
Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: Steinhart/Fischer

NHN+m



## RKS 7



Gesellschaft für  
Angewandte  
Geowissenschaften mbH

**geoplan**

Altlasten  
Baugrund  
Hydrogeologie  
Ingenieurgeologie  
Umwelt

### Projekt:

BV: Bebauungsplanverfahren  
"zwischen Christoph- und Storlachstraße"  
in Reutlingen, Detailuntersuchung Altlasten  
sowie ergänzende Baugrundkundung

Anlage: 3.1

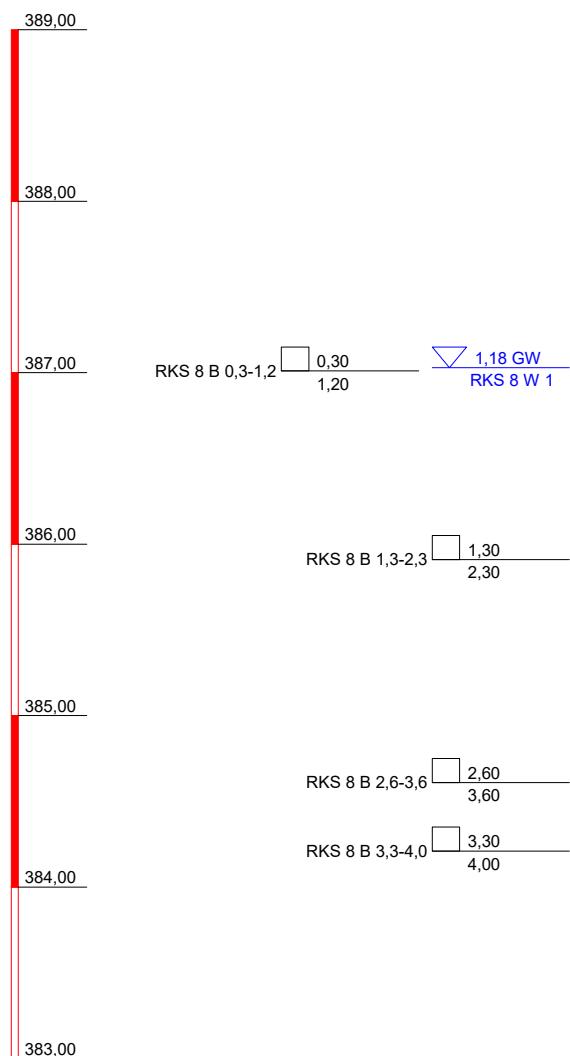
Projekt-Nr: 24 R 010

Datum: 26.07.2024

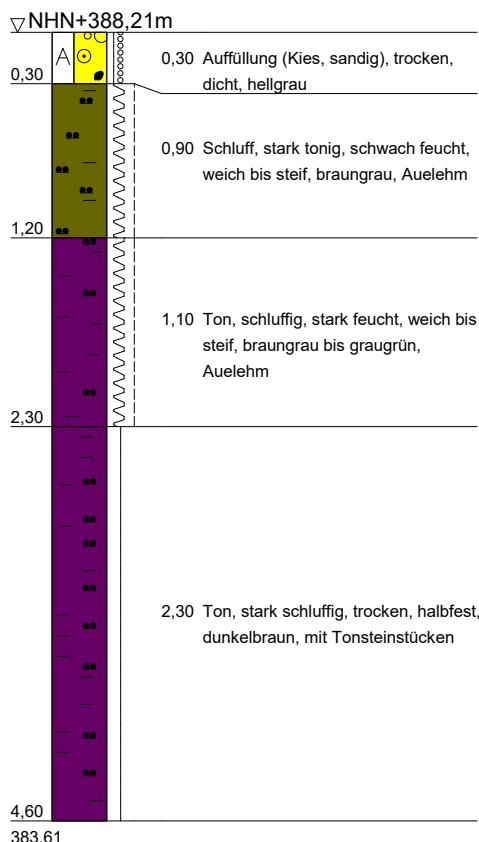
Maßstab: 1 : 40

Bearbeiter: Westwood

NHN+m



## RKS 8



Gesellschaft für  
Angewandte  
Geowissenschaften mbH

**geoplan**

Altlasten  
Baugrund  
Hydrogeologie  
Ingenieurgeologie  
Umwelt

### Projekt:

BV: Bebauungsplanverfahren  
"zwischen Christoph- und Storlachstraße"  
in Reutlingen, Detailuntersuchung Altlasten  
sowie ergänzende Baugrundkundung

Anlage: 3.2

Projekt-Nr: 24 R 010

Datum: 26.07.2024

Maßstab: 1 : 40

Bearbeiter: Westwood

NHN+m

389,00

## RKS 9

388,00

RKS 9 B 0,4-1,0 □ 0,40  
1,00

387,00

RKS 9 B 1,0-2,0 □ 1,00  
2,00

386,00

RKS 9 B 2,0-3,0 □ 2,00  
3,00

385,00

RKS 9 B 3,0-3,9 □ 3,00  
3,90

384,00

RKS 9 B 4,0-5,0 □ 4,00  
5,00

383,00

RKS 9 B 5,0-6,0 □ 5,00  
6,00

382,00

RKS 9 B 6,3-6,7 □ 6,30  
6,70

381,00

▽ NHN+388,12m

0,40 Auffüllung (Kies, sandig), trocken,  
dicht, hellgrau0,60 Auffüllung (Kies, sandig), trocken,  
locker bis mitteldicht, dunkelbraun,  
mit Tonsteinstücken

1,00

2,90 Auffüllung (Ton), trocken, halbfest  
bis fest, schwarz, schwacher PAK-  
Geruch

3,90

2,40 Ton, schwach schluffig, feucht bis  
stark feucht, weich bis steif,  
hellbraun, Auelehm

6,30

6,70 0,40 Tonstein, trocken, halbfest bis fest,  
vollständig verwittert, dunkelbraun,  
Posidonienschiefer

381,42

Gesellschaft für  
Angewandte  
Geowissenschaften mbH**geoplan**Altlasten  
Baugrund  
Hydrogeologie  
Ingenieurgeologie  
Umwelt

## Projekt:

BV: Bebauungsplanverfahren  
"zwischen Christoph- und Storlachstraße"  
in Reutlingen, Detailuntersuchung Altlasten  
sowie ergänzende Baugrundkundung

Anlage: 3.3

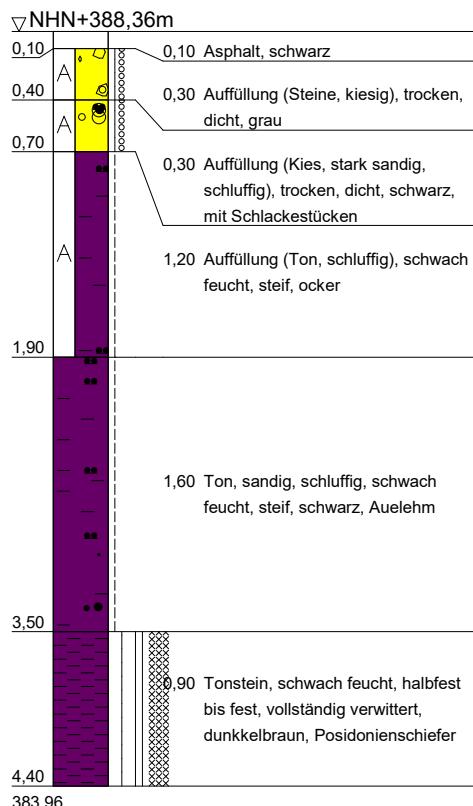
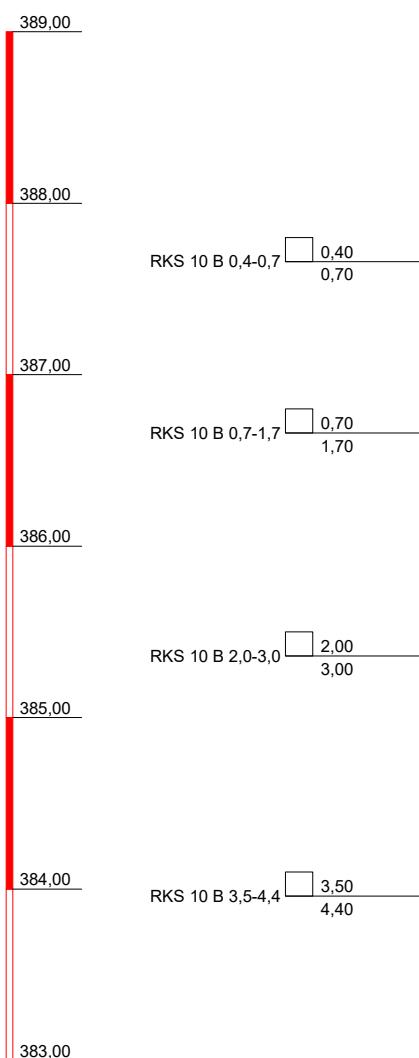
Projekt-Nr.: 24 R 010

Datum: 26.07.2024

Maßstab: 1 : 40

Bearbeiter: Westwood

NHN+m



Gesellschaft für  
Angewandte  
Geowissenschaften mbH

**geoplan**

Altlasten  
Baugrund  
Hydrogeologie  
Ingenieurgeologie  
Umwelt

**Projekt:**

BV: Bebauungsplanverfahren  
"zwischen Christoph- und Storlachstraße"  
in Reutlingen, Detailuntersuchung Altlasten  
sowie ergänzende Baugrundkundung

Anlage: 3.4

Projekt-Nr: 24 R 010

Datum: 26.07.2024

Maßstab: 1 : 40

Bearbeiter: Westwood

NHN+m

389,00

388,00

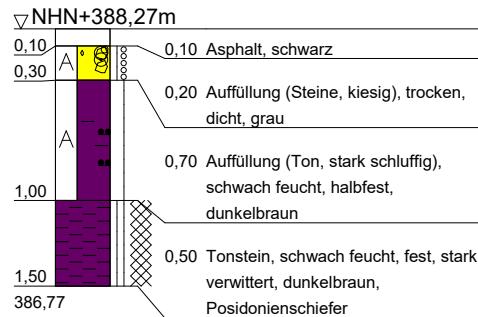
387,00

386,00

## RKS 11

RKS 11 B 0,1-1,0 0,10  
RKS 11 B 1,0-1,5 1,00

1,33 GW  
RKS 11 B W 1



Gesellschaft für  
Angewandte  
Geowissenschaften mbH

**geoplan**

Altlasten  
Baugrund  
Hydrogeologie  
Ingenieurgeologie  
Umwelt

### Projekt:

BV: Bebauungsplanverfahren  
"zwischen Christoph- und Storlachstraße"  
in Reutlingen, Detailuntersuchung Altlasten  
sowie ergänzende Baugrundkundung

Anlage: 3.5

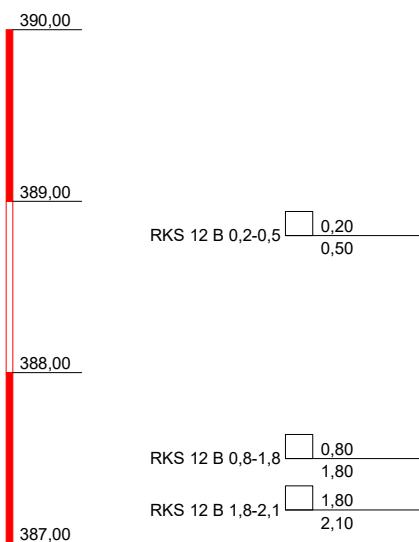
Projekt-Nr: 24 R 010

Datum: 26.07.2024

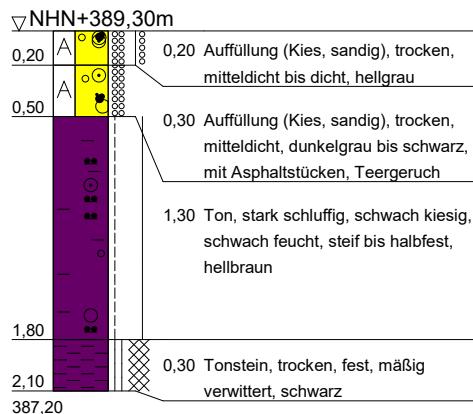
Maßstab: 1 : 40

Bearbeiter: Westwood

NHN+m



## RKS 12



Gesellschaft für  
Angewandte  
Geowissenschaften mbH

**geoplan**

Altlasten  
Baugrund  
Hydrogeologie  
Ingenieurgeologie  
Umwelt

### Projekt:

BV: Bebauungsplanverfahren  
"zwischen Christoph- und Storlachstraße"  
in Reutlingen, Detailuntersuchung Altlasten  
sowie ergänzende Baugrundkundung

Anlage: 3.6

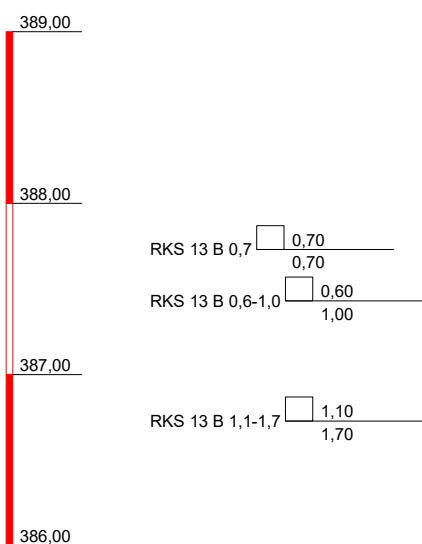
Projekt-Nr: 24 R 010

Datum: 26.07.2024

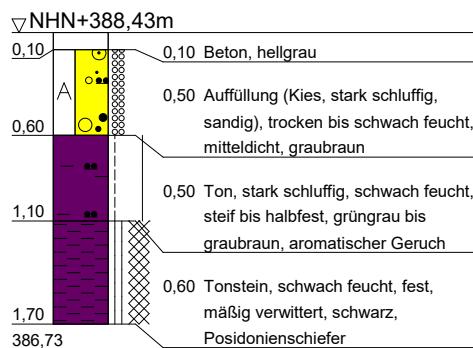
Maßstab: 1 : 40

Bearbeiter: Westwood

NHN+m



### RKS 13



Gesellschaft für  
Angewandte  
Geowissenschaften mbH

**geoplan**

Altlasten  
Baugrund  
Hydrogeologie  
Ingenieurgeologie  
Umwelt

#### Projekt:

BV: Bebauungsplanverfahren  
"zwischen Christoph- und Storlachstraße"  
in Reutlingen, Detailuntersuchung Altlasten  
sowie ergänzende Baugrundkundung

Anlage: 3.7

Projekt-Nr: 24 R 010

Datum: 26.07.2024

Maßstab: 1 : 40

Bearbeiter: Westwood

NHN+m

390,00

389,00

388,00

387,00

386,00

**RKS 14**

▽ NHN+389,51m

0,30

A

0,30 Auffüllung (Kies, sandig), trocken,  
mitteldicht bis dicht, hellgrau0,80 Auffüllung (Kies, stark sandig,  
schwach schluffig), trocken,  
mitteldicht, hellbraun1,40 Ton, schwach schluffig, feucht bis  
stark feucht, steif, hellbraun

2,50

A

0,20 Kalkstein, fest, mäßig verwittert,  
hellgrau

2,70

386,81

RKS 14 B 0,7 0,70

RKS 14 B 0,3-1,0 0,30

1,00

RKS 14 B 1,8 1,80

1,80

RKS 14 B 1,3-2,3 1,30

2,30

2,21 GW

RKS 14 W 1

RKS 14 B 2,5-2,7 2,50

2,70

RKS 14

Gesellschaft für  
Angewandte  
Geowissenschaften mbH**geoplan**Altlasten  
Baugrund  
Hydrogeologie  
Ingenieurgeologie  
Umwelt**Projekt:**BV: Bebauungsplanverfahren  
"zwischen Christoph- und Storlachstraße"  
in Reutlingen, Detailuntersuchung Altlasten  
sowie ergänzende Baugrundkundung

Anlage: 3.8

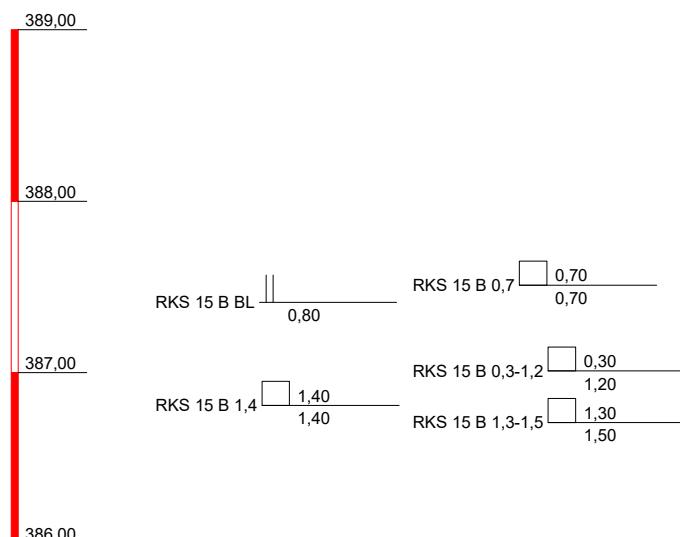
Projekt-Nr.: 24 R 010

Datum: 26.07.2024

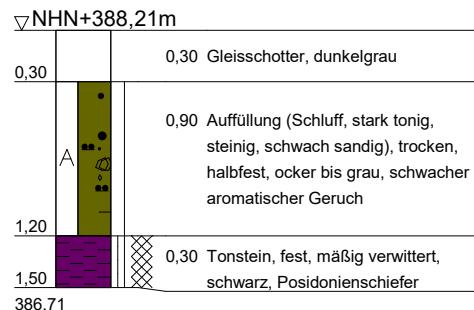
Maßstab: 1 : 40

Bearbeiter: Westwood

NHN+m



## RKS 15



Gesellschaft für  
Angewandte  
Geowissenschaften mbH

**geoplan**

Altlasten  
Baugrund  
Hydrogeologie  
Ingenieurgeologie  
Umwelt

### Projekt:

BV: Bebauungsplanverfahren  
"zwischen Christoph- und Storlachstraße"  
in Reutlingen, Detailuntersuchung Altlasten  
sowie ergänzende Baugrunduntersuchung

Anlage: 3.9

Projekt-Nr: 24 R 010

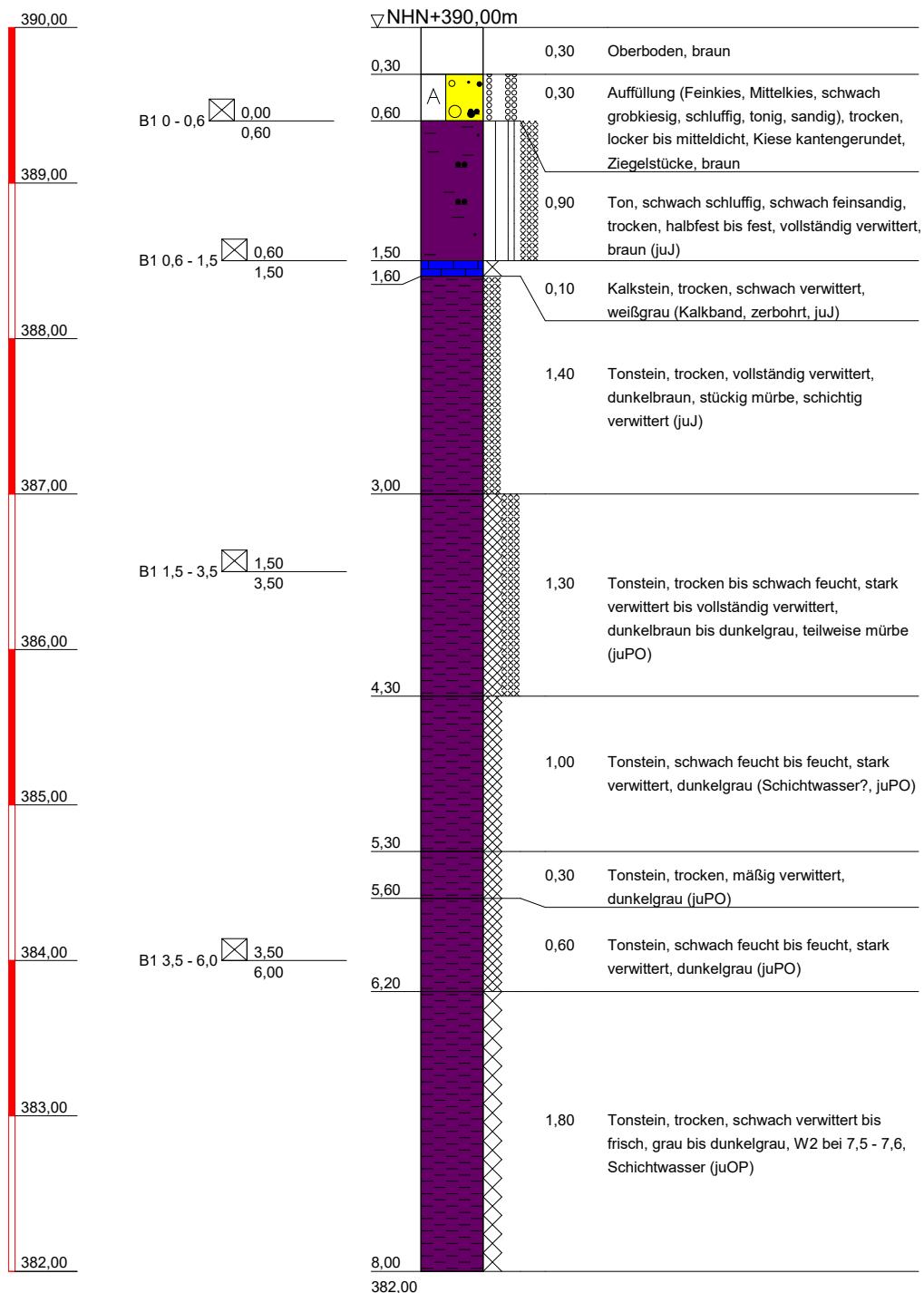
Datum: 26.07.2024

Maßstab: 1 : 40

Bearbeiter: Westwood

# B 1

NHN+m



Gesellschaft für  
Angewandte  
Geowissenschaften mbH

**geoplan**

Altlasten  
Baugrund  
Hydrogeologie  
Ingenieurgeologie  
Umwelt

Projekt:

BV: Bebauungsplanverfahren  
"zwischen Christoph- und Storlachstraße"  
in Reutlingen, Detailuntersuchung Altlasten  
sowie ergänzende Baugrundkundung

Anlage: 3.1

Projekt-Nr: 24 R 010

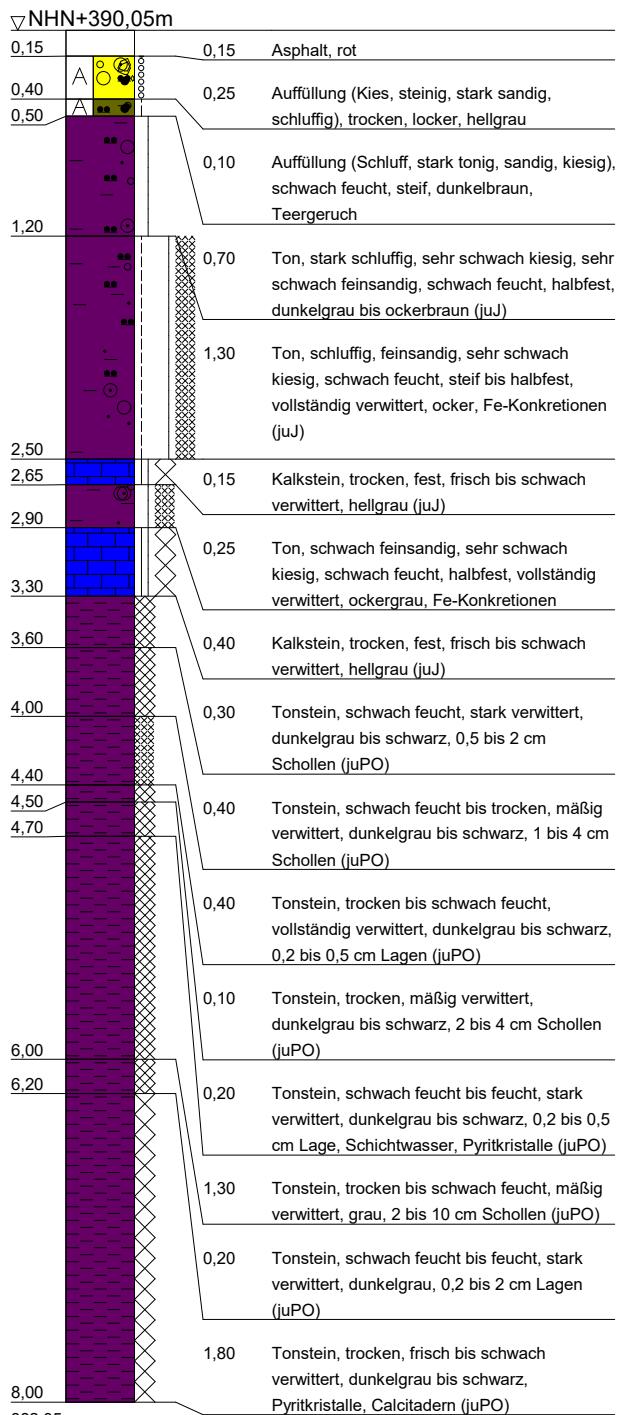
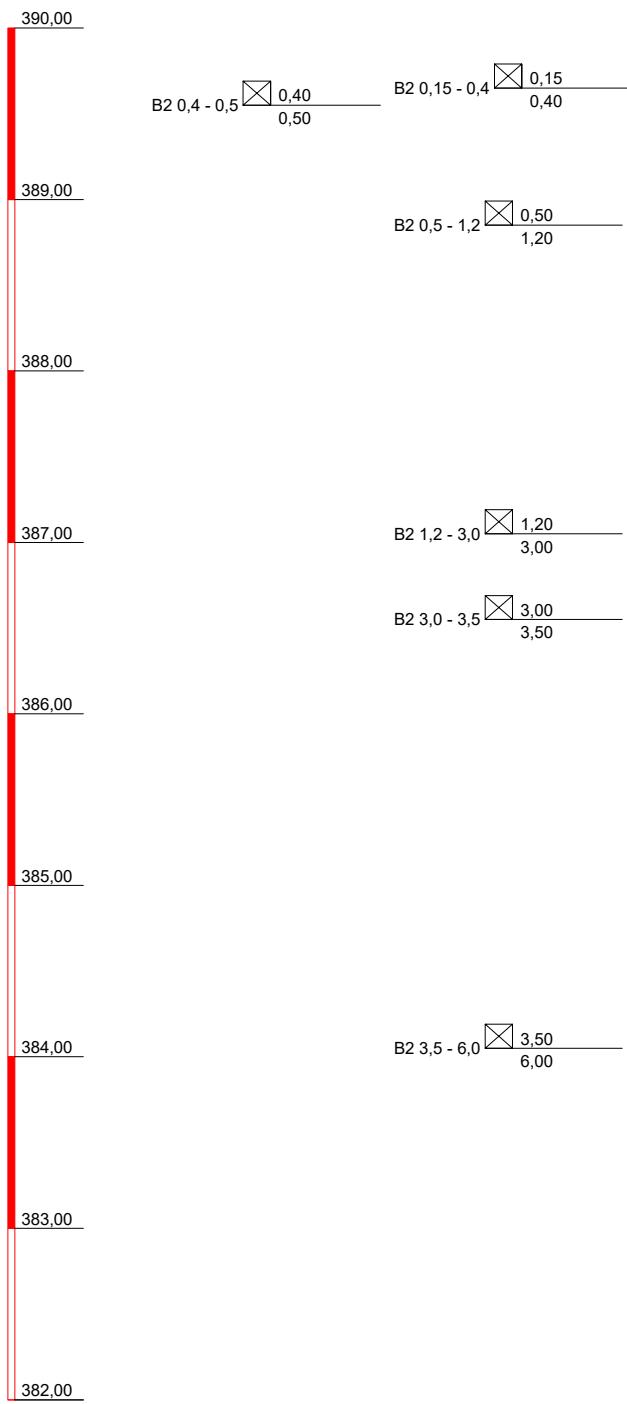
Datum: 17.09.2024

Maßstab: 1 : 40

Bearbeiter: Thurner

## B 2

NHN+m



Gesellschaft für  
Angewandte  
Geowissenschaften mbH

**geoplan**

Altlasten  
Baugrund  
Hydrogeologie  
Ingenieurgeologie  
Umwelt

Projekt:

BV: Bebauungsplanverfahren  
"zwischen Christoph- und Storlachstraße"  
in Reutlingen, Detailuntersuchung Altlasten  
sowie ergänzende Baugrunderkundung

Anlage: 3.2

Projekt-Nr: 24 R 010

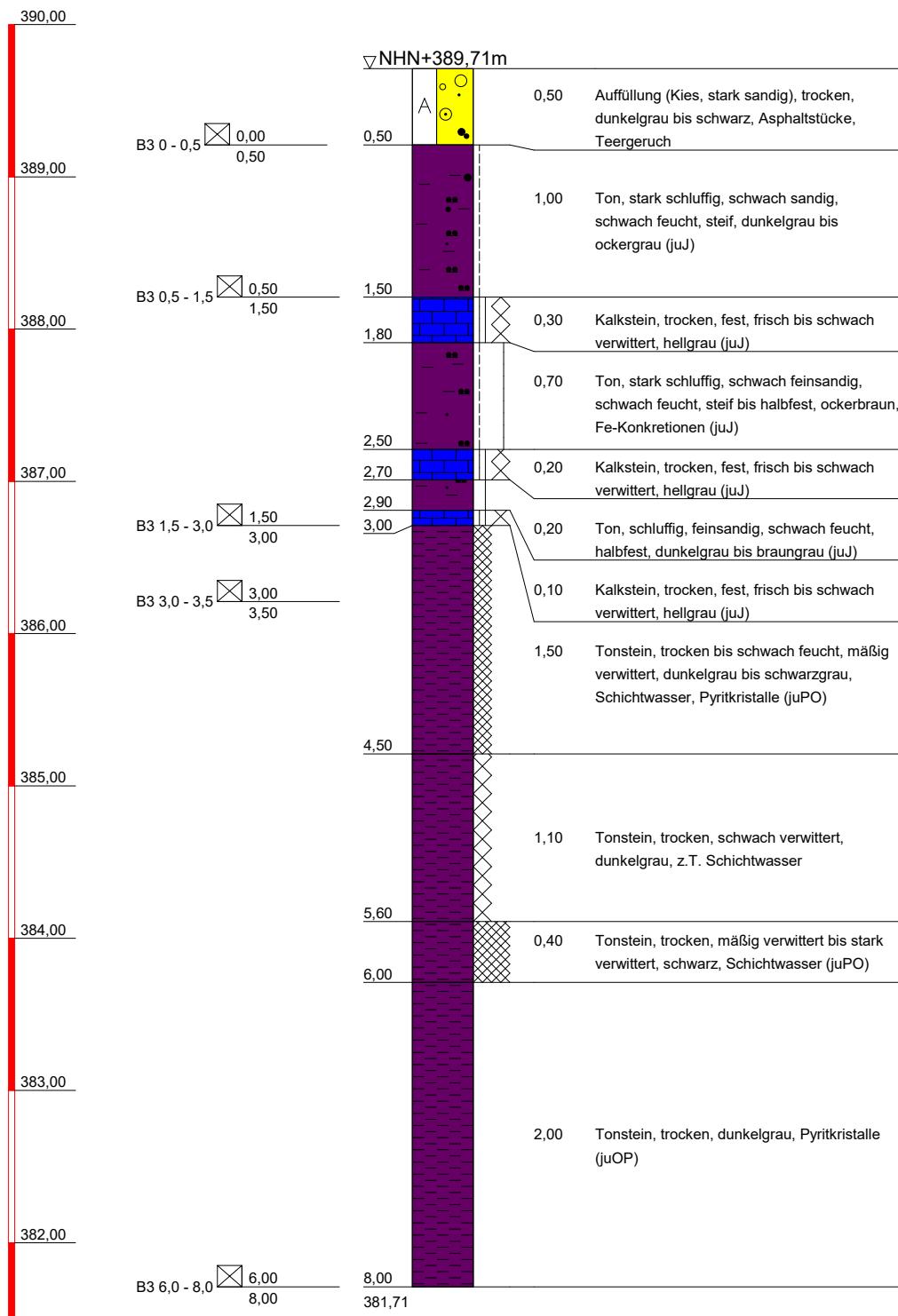
Datum: 17.09.2024

Maßstab: 1 : 40

Bearbeiter: Thurner

### B 3

NHN+m



Gesellschaft für  
Angewandte  
Geowissenschaften mbH

**geoplan**

Altlasten  
Baugrund  
Hydrogeologie  
Ingenieurgeologie  
Umwelt

Projekt:

BV: Bebauungsplanverfahren  
"zwischen Christoph- und Storlachstraße"  
in Reutlingen, Detailuntersuchung Altlasten  
sowie ergänzende Baugrundkundung

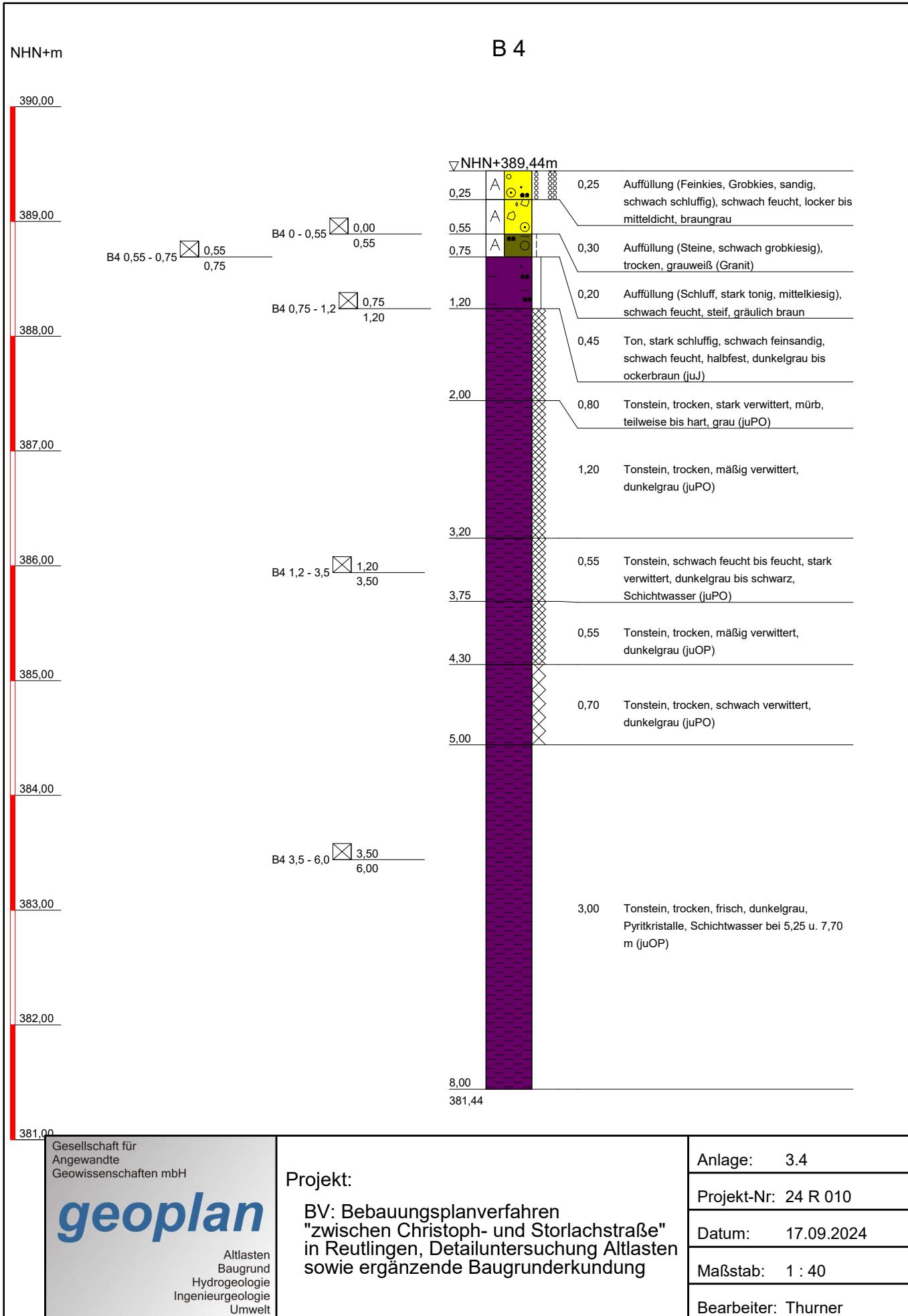
Anlage: 3.3

Projekt-Nr: 24 R 010

Datum: 17.09.2024

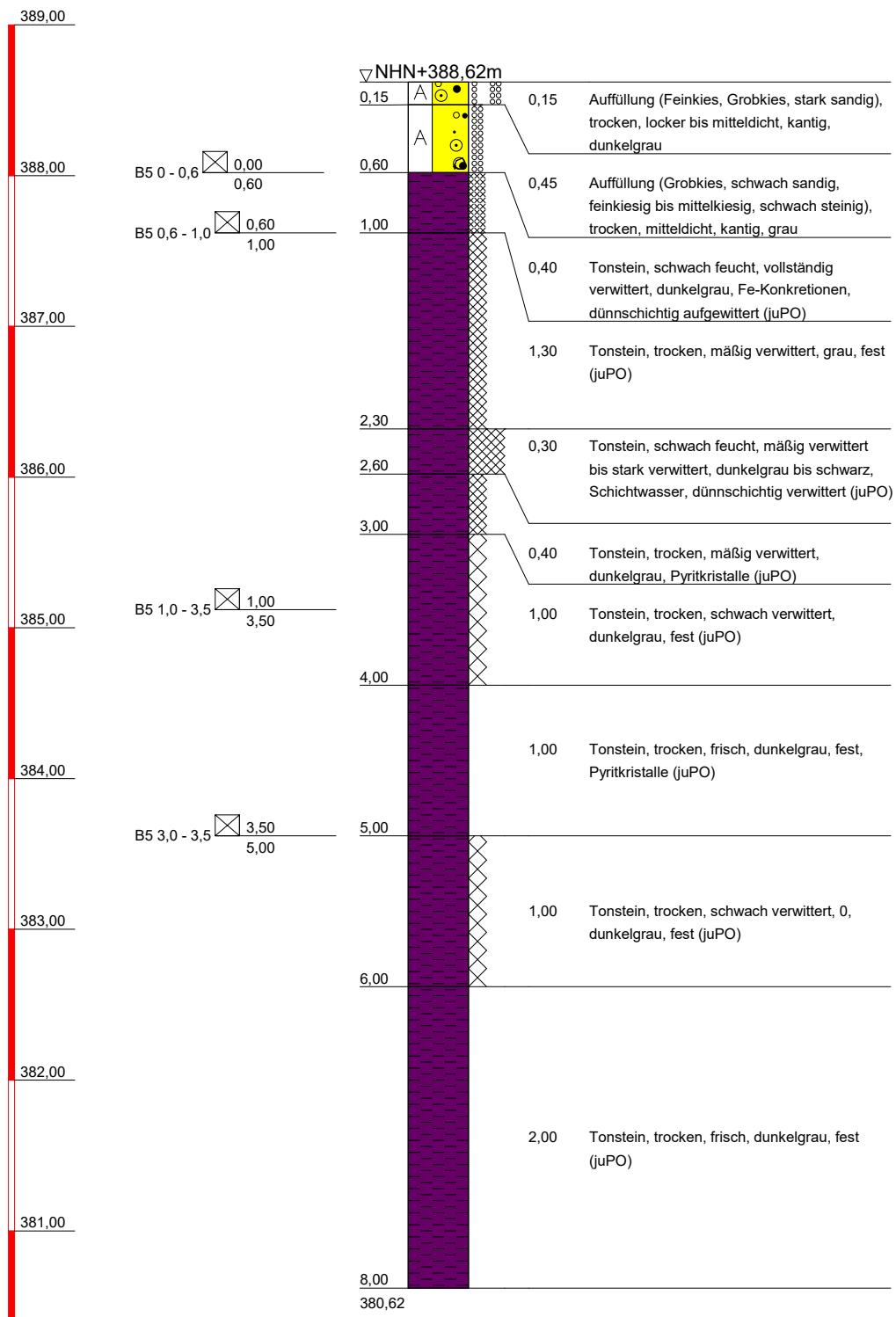
Maßstab: 1 : 40

Bearbeiter: Thurner



## B 5

NHN+m



Gesellschaft für  
Angewandte  
Geowissenschaften mbH

**geoplan**

Altlasten  
Baugrund  
Hydrogeologie  
Ingenieurgeologie  
Umwelt

Projekt:

BV: Bebauungsplanverfahren  
"zwischen Christoph- und Storlachstraße"  
in Reutlingen, Detailuntersuchung Altlasten  
sowie ergänzende Baugrunderkundung

Anlage: 3.5

Projekt-Nr: 24 R 010

Datum: 17.09.2024

Maßstab: 1 : 40

Bearbeiter: Thurner

## B 6

NHN+m

389,00

388,00

B6 0 - 0,7 □ 0,00  
0,70

387,00

386,00

B 0,7 - 3,5 □ 0,70  
3,50

384,00

383,00

B6 3,5 - 6,0 □ 3,50  
6,00

382,00

381,00

▽ NHN+388,58m

0,70 Auffüllung (Kies, schwach schluffig, sandig),  
trocken, locker, hellgrau bis gelblich grau,  
Ziegel- und Asphaltstücke, Stahlarmierung

1,00 0,30 Ton, schluffig, sandig, trocken bis schwach  
feucht, fest, vollständig verwittert, dunkelgrau  
(juPO)

1,40 0,40 Tonstein, trocken, fest, stark verwittert,  
dunkelgrau (JUPO)

2,00 0,60 Tonstein, trocken, mäßig verwittert,  
dunkelgrau (juPO)

2,70 0,70 Tonstein, trocken, schwach verwittert,  
dunkelgrau, Pyritkristalle (juPO)

3,00 Tonstein, trocken, schwach verwittert,  
dunkelgrau, Pyritkristalle (juPO)

2,30 Tonstein, trocken, frisch, dunkelgrau,  
Pyritkristalle (juPO)

8,00  
380,58

Gesellschaft für  
Angewandte  
Geowissenschaften mbH

**geoplan**

Altlasten  
Baugrund  
Hydrogeologie  
Ingenieurgeologie  
Umwelt

Projekt:

BV: Bebauungsplanverfahren  
"zwischen Christoph- und Storlachstraße"  
in Reutlingen, Detailuntersuchung Altlasten  
sowie ergänzende Baugrundkundung

Anlage: 3.6

Projekt-Nr: 24 R 010

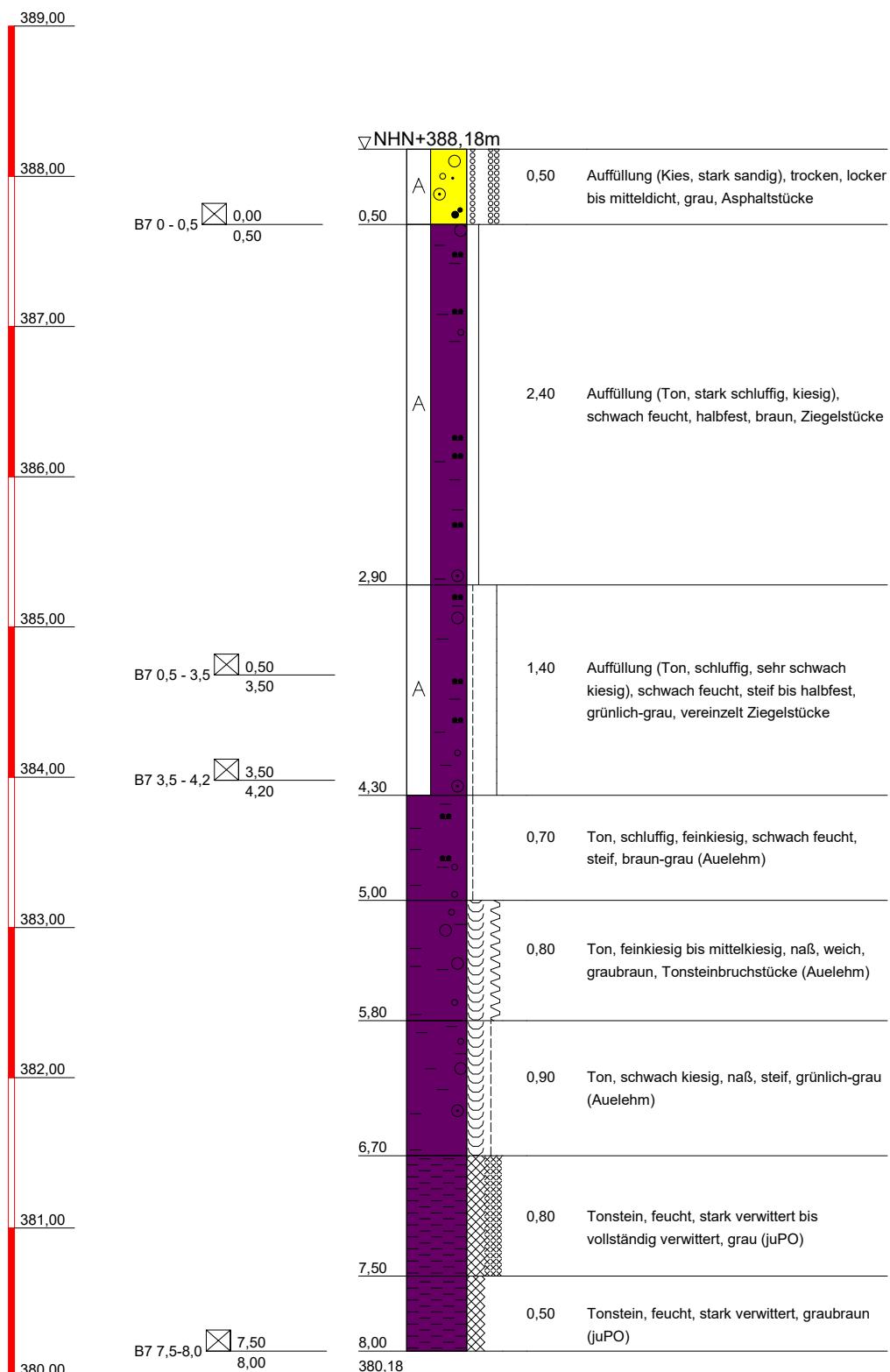
Datum: 17.09.2024

Maßstab: 1 : 40

Bearbeiter: Thurner

NHN+m

## B 7



Gesellschaft für  
Angewandte  
Geowissenschaften mbH

**geoplan**

Altlasten  
Baugrund  
Hydrogeologie  
Ingenieurgeologie  
Umwelt

## Projekt:

BV: Bebauungsplanverfahren  
"zwischen Christoph- und Storlachstraße"  
in Reutlingen, Detailuntersuchung Altlasten  
sowie ergänzende Baugrundkundung

Anlage: 3.7

Projekt-Nr: 24 R 010

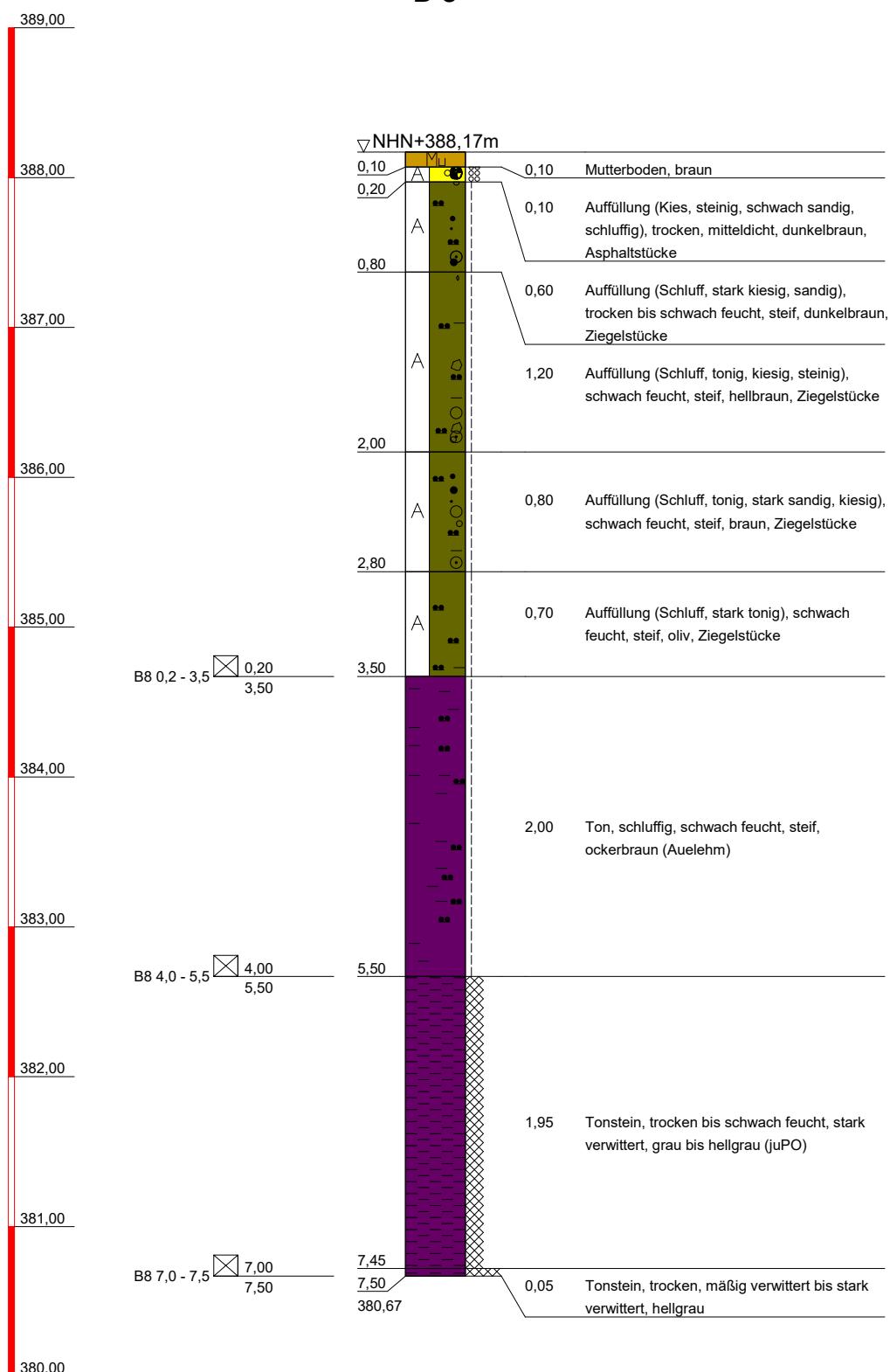
Datum: 17.09.2024

Maßstab: 1 : 40

Bearbeiter: Thurner

NHN+m

## B 8



Gesellschaft für  
Angewandte  
Geowissenschaften mbH

**geoplan**

Altlasten  
Baugrund  
Hydrogeologie  
Ingenieurgeologie  
Umwelt

## Projekt:

BV: Bebauungsplanverfahren  
"zwischen Christoph- und Storlachstraße"  
in Reutlingen, Detailuntersuchung Altlasten  
sowie ergänzende Baugrundkundung

Anlage: 3.8

Projekt-Nr: 24 R 010

Datum: 17.09.2024

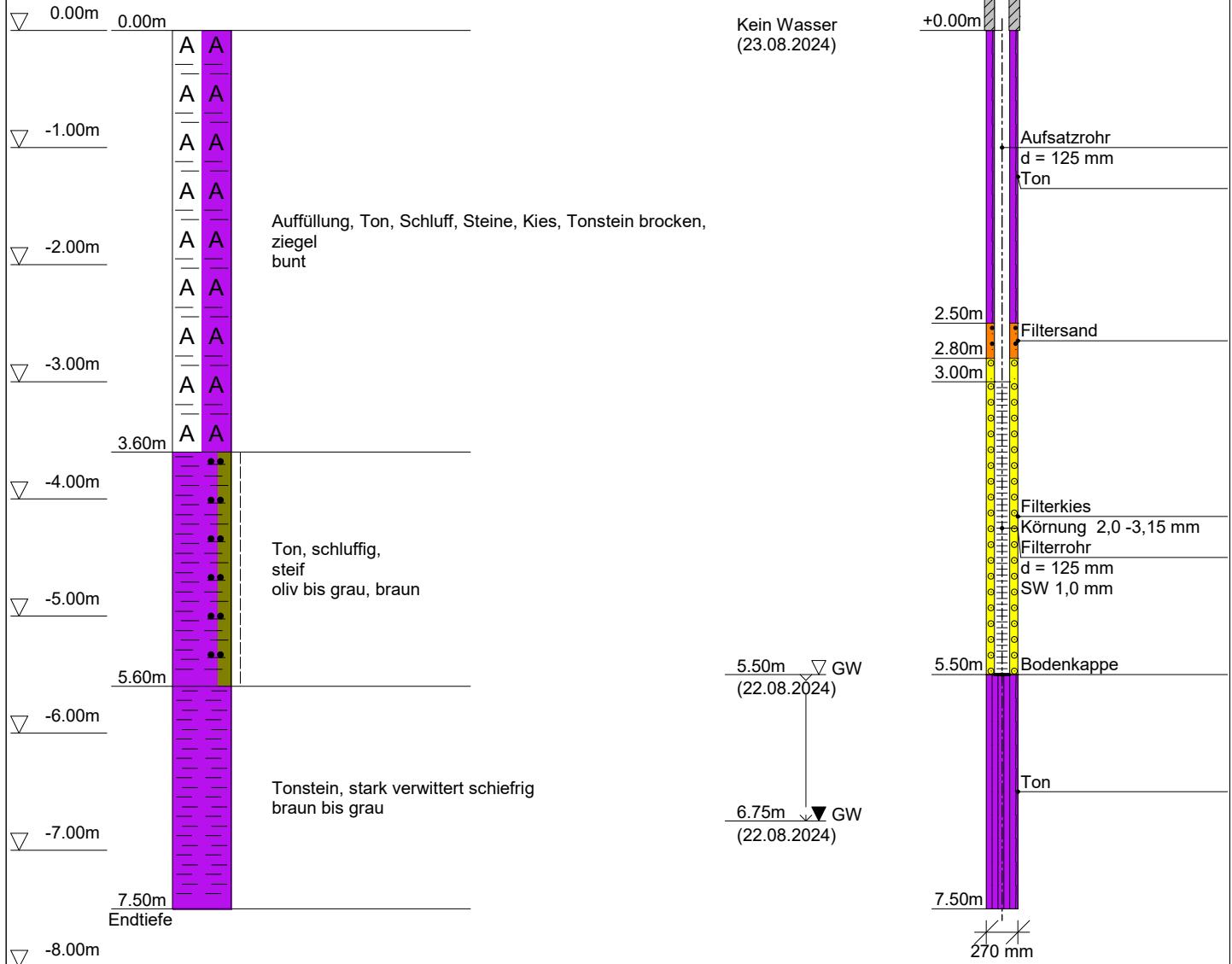
Maßstab: 1 : 40

Bearbeiter: Thurner

	Goller Bohrtechnik GmbH & Co.KG Kusterdinger Straße 18 72138 Kirchentellinsfurt info@goller-bohrtechnik.de	Projekt Reutlingen Christoph-Storlachstraße Projektnr.: A24/000296 Anlage Maßstab 1: 50 / 1: 50	
--	---	--	--

## B8

Ansatzpunkt: GOK



Goller Bohrtechnik GmbH & Co.KG  
Kusterdinger Straße 18  
72138 Kirchentellinsfurt  
info@goller-bohrtechnik.de



Kopfblatt nach DIN 4022 zum Schichtenverzeichnis  
für Bohrungen  
Baugrundbohrung

Archiv-Nr: A24/000296

Anlage:

Aktenzeichen:

Bericht:

1 Objekt Reutlingen Christoph-Storlachstraße Anzahl der Seiten des Schichtenverzeichnisses: 3  
Anzahl der Testberichte und ähnliches:

2 Bohrung Nr. B8 Zweck: Baugrundkundung

Ort: Reutlingen

Lage (Topographische Karte M = 1 : 25000):

Nr:

Rechts:	Hoch:	Lotrecht	Richtung:
Höhe des Ansatzpunktes	a) zu NN b) zu	m m	[m] unter Gelände

3 Lageskizze (unmaßstäblich)

Bemerkung:

4 Auftraggeber: Geoplan

Fachaufsicht: Geoplan Herr Westwood

5 Bohrunternehmen: Goller Bohrtechnik GmbH & Co.KG

gebohrt am: 22.08.2024

Tagesbericht-Nr:

Projekt-Nr: A24/000296

Geräteführer: T. Hummel

Qualifikation: Bohrgeräteführer nach DIN EN ISO 22475/1

Geräteführer:

Qualifikation:

Geräteführer:

Qualifikation:

6 Bohrgerät Typ: Geotec Rotomax XL Eco

Baujahr: 2018

Bohrgerät Typ:

Baujahr:

7 Messungen und Tests im Bohrloch:

8 Probenübersicht:	Art - Behälter	Anzahl	Aufbewahrungsort
Bohrproben	Holzkisten	4	
Bohrproben			
Bohrproben			
Sonderproben			
Wasserproben			

## 9.3 Bohrkronen

## 9.4 Geräteführer-Wechsel

1	Nr:	Ø Außen/Innen:	/	Nr	Datum Tag/Monat Jahr	Uhrzeit	Tiefe	Name Geräteführer für Ersatz	Grund
2	Nr:	Ø Außen/Innen:	/	1					
3	Nr:	Ø Außen/Innen:	/	2					
4	Nr:	Ø Außen/Innen:	/	3					
5	Nr:	Ø Außen/Innen:	/	4					
6	Nr:	Ø Außen/Innen:	/						

## **10 Angaben über Grundwasser, Verfüllung und Ausbau**

Wasser erstmals angetroffen bei 5.50 m, Anstieg bis m unter Ansatzpunkt

Höchster gemessener Wasserstand      5.50 m unter Ansatzpunkt bei      m    Bohrtiefe

**Verfüllung:**      m   bis      m   Art:      von:      m   bis:      m   Art:

## 11 Sonstige Angaben

Datum: 29.08.2024

DC



Goller Bohrtechnik GmbH & Co.KG  
Kusterdinger Straße 18  
72138 Kirchentellinsfurt  
info@goller-bohrtechnik.de

Anlage

Bericht:

Az.:

## Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: Reutlingen Christoph-Storlachstraße

Bohrung Nr. B8

Blatt 3

Datum:  
22.08.2024

1	2			3	4	5	6			
Bis ....m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen  Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben					
	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)			
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut		d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang							
	f) Übliche Benennung		g) Geologische Benennung		h)	i)	Kalk- gehalt			
3.60	a) Auffüllung, Ton, Schluff, Steine, Kies, Tonstein brocken, ziegel				kein Wasser 23.08.2024					
	b)									
	c)	d)	e) bunt							
	f)	g)	h)	i)						
5.60	a) Ton, schluffig,				Grundwasser 5.50m u. AP 22.08.2024					
	b)									
	c) steif	d)	e) oliv bis grau, braun							
	f)	g)	h)	i)						
7.50 Endtiefte	a) Tonstein, stark verwittert schiefrig				Ruhewasser 6.75m u. AP 22.08.2024					
	b)									
	c) braun bis grau	d)	e)							
	f)	g)	h)	i)						

# **ANLAGE 5**

Übersichtstabelle der Schichtgrenzen

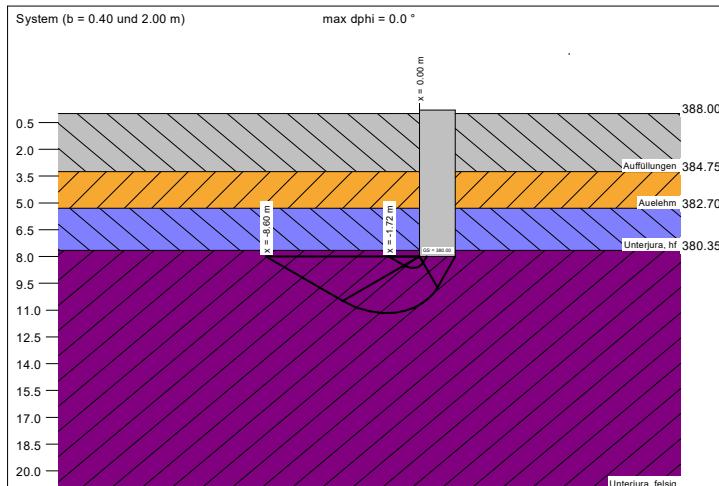
Storlach Areal Reutlingen

Aufschluss	Ansatz NHN	Wasser		Auffüllung		Auelehm		Verwitterungslehm		Tonstein-/Mergelstein		
		m NHN	m u. GOK	m NHN	OK (m. u. GOK)	OK (NHN)	OK (m. u. GOK)	OK (NHN)	OK (m. u. GOK)	OK (NHN)	OK (m. u. GOK)	
B1	390,00	4,62		385,38	0,30	389,70	---	---	0,60	389,40	1,50	388,50
B2	390,05	---	---		0,15	389,90	---	---	0,50	389,55	2,90	387,15
B3	389,71	---	---		0,00	389,71	---	---	0,50	389,21	2,90	386,81
B4	389,44	2,27		387,17	0,00	389,44	---	---	0,75	388,69	1,20	388,24
B5	388,62	---	---		0,00	388,62	---	---	0,60	388,02	1,00	387,62
B6	388,58	---	---		0,00	388,58	---	---	0,70	387,88	1,00	387,58
B7	388,18	2,83		385,35	0,00	388,18	4,30	383,88	6,70	381,48	---	---
B8	388,17	3,03		385,14	0,10	388,07	3,50	384,67	5,50	382,67	---	---
RKS 1	390,13	---	---		0,10	390,03	---	---	0,80	389,33	2,70	387,43
RKS 2	389,98	---	---		0,20	389,78	---	---	0,70	389,28	2,60	387,38
RKS 3	389,55	---	---		0,15	389,40	---	---	1,40	388,15	2,50	387,05
RKS 4.1	388,33	1,54		386,79	0,00	388,33	---	---	2,30	386,03	2,70	385,63
RKS 5	388,16	2,81		385,35	0,10	388,06	4,20	383,96	7,50	380,66	7,80	380,36
RKS 6	387,35	---	---		0,10	387,25	3,10	384,25	4,10	383,25	---	---
RKS 7	388,31	---	---		0,20	388,11	---	---	2,00	386,31	2,70	385,61
RKS 8	388,21	1,18		387,03	0,00	388,21	0,30	387,91	2,30	385,91	4,60	383,61
RKS 9	388,12	---	---		0,00	388,12	3,90	384,22	6,30	381,82	6,70	381,42
RKS 10	388,36	---	---		0,10	388,26	1,90	386,46	3,50	384,86	4,40	383,96
RKS 11	388,27	1,33		386,94	0,10	388,17	---	---	1,00	387,27	1,50	386,77
RKS 12	389,30	---	---		0,00	389,30	0,50	388,80	1,80	387,50	2,10	387,20
RKS 13	388,43	---	---		0,10	388,33	0,60	387,83	1,10	387,33	1,70	386,73
RKS 14	389,51	2,21		387,30	0,00	389,51	1,10	388,41	2,50	387,01	2,70	386,81
RKS 15	388,21	---	---		0,00	388,21	---	---	1,20	387,01	1,50	386,71
SG 1	389,48	---	---		0,00	389,48	---	---	1,10	388,38	2,30	387,18
SG 2	389,81	---	---		0,00	389,81	---	---	0,80	389,01	2,80	387,01
SG 3	389,37	---	---		0,00	389,37	---	---	0,60	388,77	2,70	386,67
SG 4	388,29	---	---		0,00	388,29	---	---	0,40	387,89	1,60	386,69
SG 5	389,39	---	---		0,00	389,39	---	---	1,30	388,09	2,00	387,39
SG 6	388,44	---	---		0,00	388,44	---	---	0,40	388,04	1,50	386,94
SG 7	388,38	---	---		0,00	388,38	---	---	0,30	388,08	1,20	387,18
SG 8	388,08	---	---		0,00	388,08	0,50	387,58	1,60	386,48	2,80	385,28
SG 9	388,29	---	---		0,00	388,29	---	---	1,00	387,29	2,70	385,59
SG 10	388,14	2,40		385,74	0,00	388,14	0,50	387,64	2,40	385,74	---	---
SG 11	388,01	---	---		0,00	388,01	4,00	384,01	---	---	---	---

# **ANLAGE 6**

Grundbruch-Setzungsberechnung

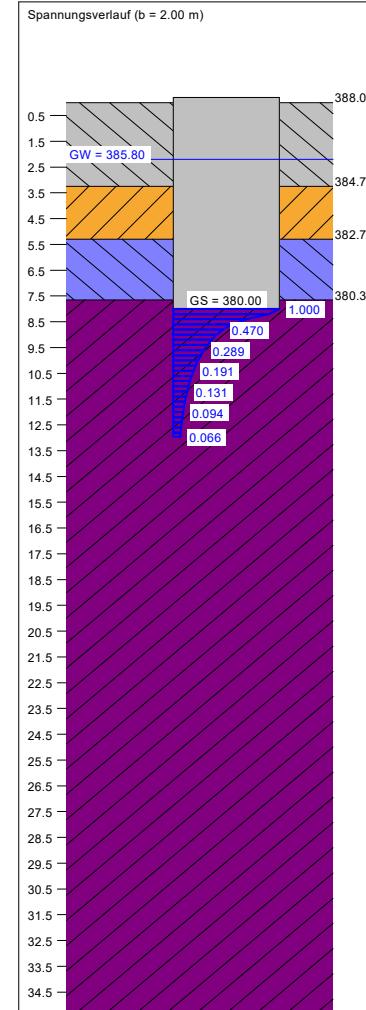
Boden	$\gamma/\gamma'$ [kN/m³]	$\phi$ [°]	c [kN/m²]	v [-]	$E_s$ [MN/m²]	Bezeichnung
	19.5/10.5	32.0	5.0	0.00	10.0	Auffüllungen
	19.0/9.0	22.5	10.0	0.00	6.0	Auelehm
	20.0/10.0	22.5	12.5	0.00	15.0	Unterjura, hf
	22.5/12.5	30.0	25.0	0.00	100.0	Unterjura, felsig



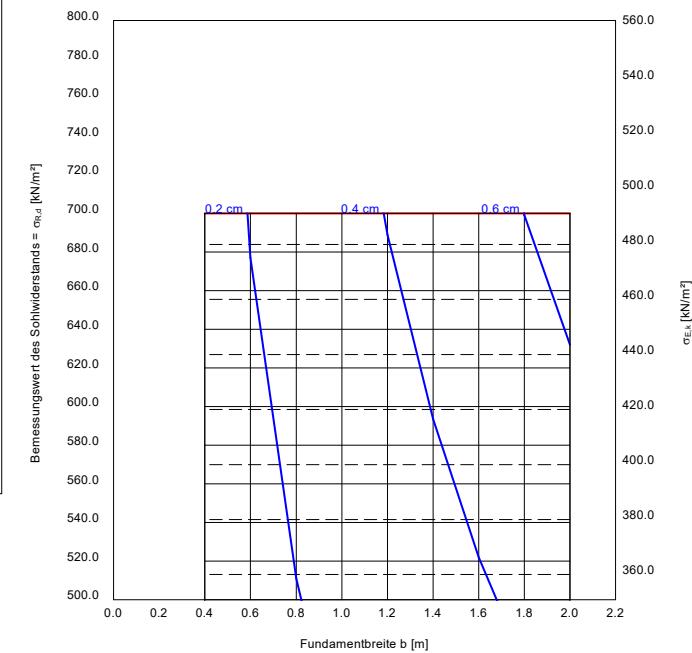
a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m²]	$R_{n,d}$ [kN]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m²]	s [cm]	cal. $\phi$ [°]	cal. c [kN/m²]	$\gamma_2$ [kN/m³]	$\sigma_u$ [kN/m²]	$t_g$ [m]	UK LS [m]	$k_s$ [MN/m³]
0.40	0.40	700.0	112.0	491.2	0.14	30.0	25.00	12.50	100.25	9.21	8.63	354.1
0.60	0.60	700.0	252.0	491.2	0.21	30.0	25.00	12.50	100.25	9.75	8.95	237.6
0.80	0.80	700.0	448.0	491.2	0.27	30.0	25.00	12.50	100.25	10.27	9.27	179.3
1.00	1.00	700.0	700.0	491.2	0.34	30.0	25.00	12.50	100.25	10.76	9.59	144.2
1.20	1.20	700.0	1008.0	491.2	0.41	30.0	25.00	12.50	100.25	11.23	9.90	120.9
1.40	1.40	700.0	1372.0	491.2	0.47	30.0	25.00	12.50	100.25	11.68	10.22	104.1
1.60	1.60	700.0	1792.0	491.2	0.54	30.0	25.00	12.50	100.25	12.12	10.54	91.6
1.80	1.80	700.0	2268.0	491.2	0.60	30.0	25.00	12.50	100.25	12.55	10.85	81.8
2.00	2.00	700.0	2800.0	491.2	0.66	30.0	25.00	12.50	100.25	12.96	11.17	73.9

$$\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{R,k} / 1.99 \text{ (für Setzungen)}$$

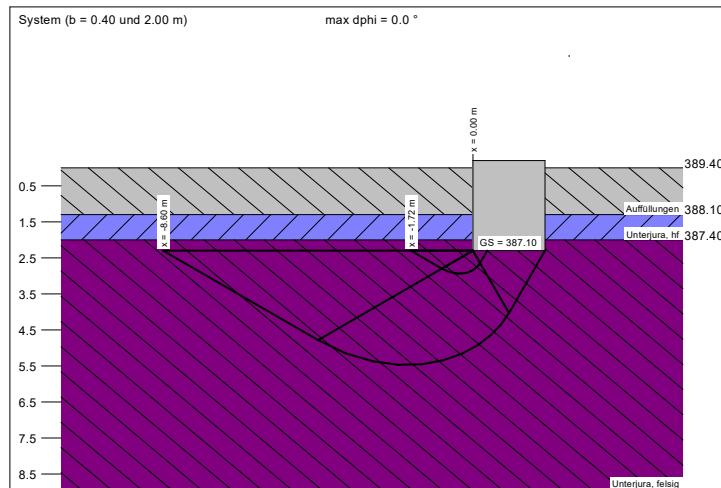
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50



Berechnungsgrundlagen:  
Areal Christophstraße, Reutlingen  
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
Einzelfundament ( $a/b = 1.00$ )  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$   
 $\sigma_{R,d}$  auf 700.00 kN/m² begrenzt  
Oberkante Gelände = 388.00 m  
Gründungssohle = 380.00 m  
Grundwasser = 385.80 m  
Grenztiefe mit  $p = 20.0\%$   
Datei: BV Storlach-Areal\_EF\_Haus1+8.gdg  
— Sohldruck  
— Setzungen



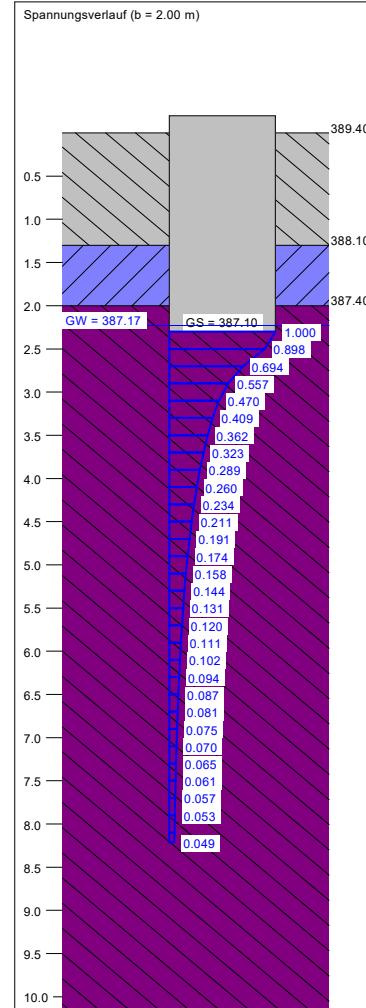
Boden	$\gamma/\gamma'$ [kN/m³]	$\phi$ [°]	c [kN/m²]	v [-]	$E_s$ [MN/m²]	Bezeichnung
	19.5/10.5	32.0	5.0	0.00	10.0	Auffüllungen
	20.0/10.0	22.5	12.5	0.00	15.0	Unterjura, hf
	22.5/12.5	30.0	25.0	0.00	100.0	Unterjura, felsig



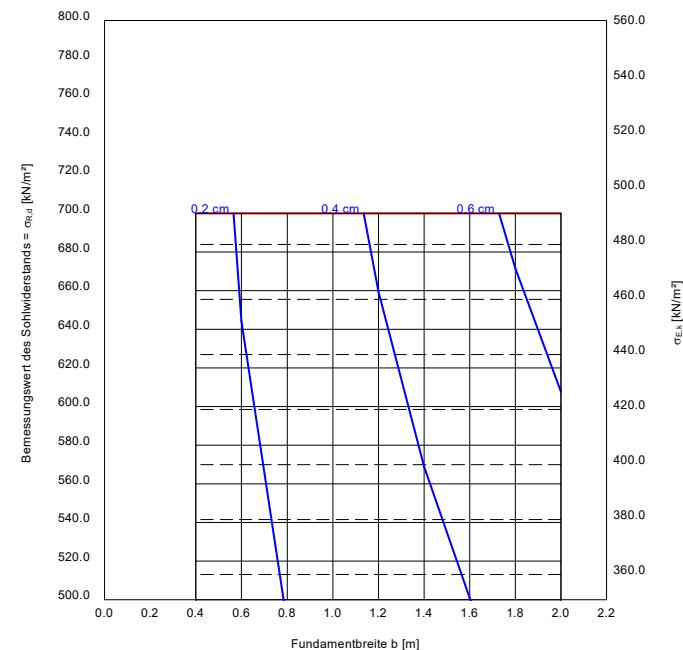
a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m²]	$R_{n,d}$ [kN]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m²]	s [cm]	cal $\phi$ [°]	cal c [kN/m²]	$\gamma_2$ [kN/m³]	$\sigma_u$ [kN/m²]	$t_g$ [m]	UK LS [m]	$k_s$ [MN/m³]
0.40	0.40	700.0	112.0	491.2	0.15	30.0	25.00	12.50	45.40	3.94	2.93	335.9
0.60	0.60	700.0	252.0	491.2	0.22	30.0	25.00	12.50	45.40	4.60	3.25	226.1
0.80	0.80	700.0	448.0	491.2	0.29	30.0	25.00	12.50	45.40	5.21	3.57	171.0
1.00	1.00	700.0	700.0	491.2	0.36	30.0	25.00	12.50	45.40	5.78	3.89	137.9
1.20	1.20	700.0	1008.0	491.2	0.42	30.0	25.00	12.50	45.40	6.31	4.20	115.7
1.40	1.40	700.0	1372.0	491.2	0.49	30.0	25.00	12.50	45.40	6.82	4.52	99.8
1.60	1.60	700.0	1792.0	491.2	0.56	30.0	25.00	12.50	45.40	7.30	4.84	87.9
1.80	1.80	700.0	2268.0	491.2	0.63	30.0	25.00	12.50	45.40	7.77	5.15	78.6
2.00	2.00	700.0	2800.0	491.2	0.69	30.0	25.00	12.50	45.40	8.21	5.47	71.1

$$\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{R,k} / 1.99 \text{ (für Setzungen)}$$

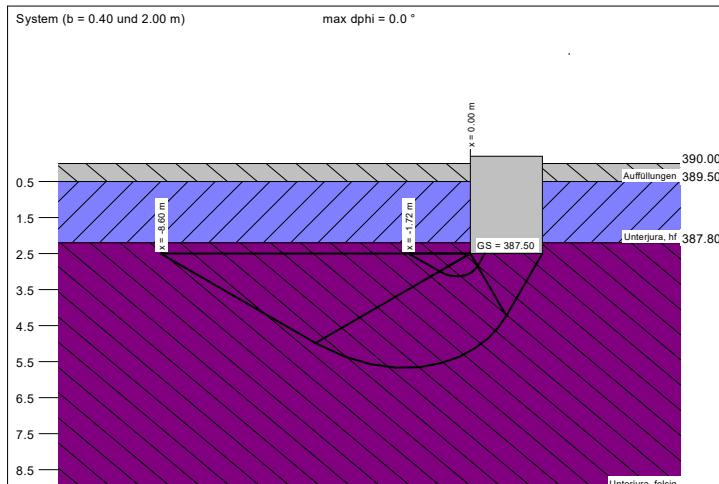
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50



Berechnungsgrundlagen:  
Areal Christophstraße, Reutlingen  
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
Einzelfundament ( $a/b = 1.00$ )  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$   
 $\sigma_{R,d}$  auf 700.00 kN/m² begrenzt  
Oberkante Gelände = 389.40 m  
Gründungssohle = 387.10 m  
Grundwasser = 387.17 m  
Grenztiefe mit  $p = 20.0\%$   
Datei: BV Storlach-Areal\_EF\_Haus4.gdg  
— Sohldruck  
— Setzungen



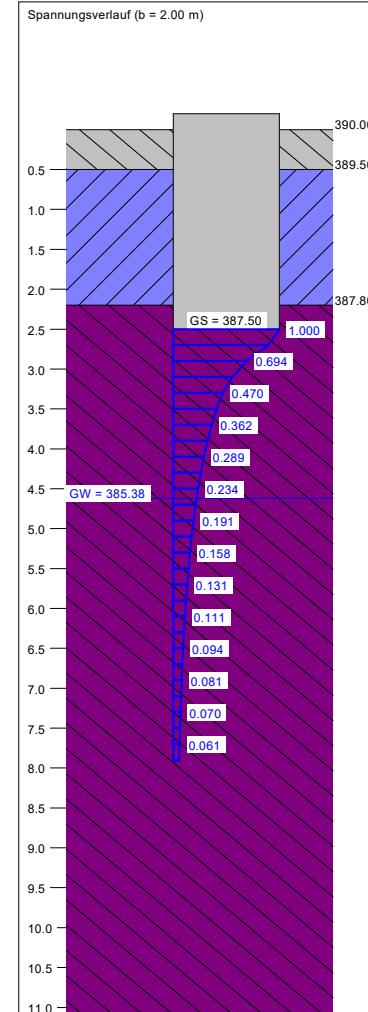
Boden	$\gamma/\gamma'$ [kN/m³]	$\phi$ [°]	c [kN/m²]	v [-]	$E_s$ [MN/m²]	Bezeichnung
	19.5/10.5	32.0	5.0	0.00	10.0	Auffüllungen
	20.0/10.0	22.5	12.5	0.00	15.0	Unterjura, hf
	22.5/12.5	30.0	25.0	0.00	100.0	Unterjura, felsig



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m²]	$R_{n,d}$ [kN]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m²]	s [cm]	cal $\phi$ [°]	cal c [kN/m²]	$\gamma_2$ [kN/m³]	$\sigma_u$ [kN/m²]	$t_g$ [m]	UK LS [MN/m³]	$k_s$ [MN/m³]
0.40	0.40	700.0	112.0	491.2	0.14	30.0	25.00	22.50	50.50	3.94	3.13	342.5
0.60	0.60	700.0	252.0	491.2	0.21	30.0	25.00	22.50	50.50	4.51	3.45	231.4
0.80	0.80	700.0	448.0	491.2	0.28	30.0	25.00	22.50	50.50	5.06	3.77	175.0
1.00	1.00	700.0	700.0	491.2	0.35	30.0	25.00	22.50	50.50	5.59	4.09	140.9
1.20	1.20	700.0	1008.0	491.2	0.42	30.0	25.00	22.50	50.50	6.09	4.40	118.2
1.40	1.40	700.0	1372.0	491.2	0.48	30.0	25.00	22.41	50.50	6.57	4.72	101.9
1.60	1.60	700.0	1792.0	491.2	0.55	30.0	25.00	21.84	50.50	7.04	5.04	89.6
1.80	1.80	700.0	2268.0	491.2	0.61	30.0	25.00	21.21	50.50	7.48	5.35	80.1
2.00	2.00	700.0	2800.0	491.2	0.68	30.0	25.00	20.62	50.50	7.91	5.67	72.4

$$\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{R,k} / 1.99 \text{ (für Setzungen)}$$

Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50



**Berechnungsgrundlagen:**  
Areal Christophstraße, Reutlingen  
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
Einzelfundament (a/b = 1.00)  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$   
 $\sigma_{R,d}$  auf 700.00 kN/m² begrenzt  
Oberkante Gelände = 390.00 m  
Gründungssohle = 387.50 m  
Grundwasser = 385.38 m  
Grenztiefe mit p = 20.0 %  
Datei: BV Storlach-Areal\_EF\_Haus9.gdg

— Sohldruck  
— Setzungen

