



Geotechnisches Gutachten

Neubau Pfarrkirche mit Gemeinderäumen in Friedrichshafen-Jettenhausen

bearbeitet im Auftrag der

Kath. Kirchengesamtgemeinde Friedrichshafen
Katharinenstraße 16
88045 Friedrichshafen

Bad Wurzach-Arnach, den 20.02.2025

Projektnummer: 240608

Geschäftsführer:
Dipl.-Geol. Norbert Dostler
Dr.-Ing. Olaf Düser
Dipl.-Ing. Stefan Niefer
Dr. rer. nat. Michael Strohmenger

Zweigstelle Bayern:
Leiterberg 5a
87488 Betzigau
Tel. 08304 / 9298-26
Fax. 08304 / 9298-36

Bankverbindung:
Volksbank Biberach eG
IBAN:
DE 74 63 0901 0001 4284 6007
BIC: ULM VDE 66

Sitz: Bad Wurzach – Arnach
Gerichtsstand: Leutkirch i. A.
Handelsregister: HRB 610617
Steuernummer: 91060/31136



Inhalt

- 1 Vorgang und Veranlassung
- 2 Geographische und geologische Situation, Schichtenfolge
- 3 Geotechnische Beschreibung der Schichten / Homogenbereiche
- 4 Erdbautechnische Klassifizierung, Bodenkennwerte
- 5 Grundwasserverhältnisse
- 6 Beurteilung der Versickerungsmöglichkeiten
- 7 Geotechnische Beurteilung

Anlagen

Lagepläne

- | | | |
|-----|-----------------------|------------|
| 1.1 | Übersichtslageplan | M 1:25.000 |
| 1.2 | Lageplan mit Luftbild | M 1:500 |
| 1.3 | Lageplan mit Planung | M 1:500 |

Aufschlüsse / Profile

- | | | |
|-------|--|--------------|
| 2.1-7 | Bohrprofile und Rammprofile | M d. H. 1:50 |
| 3 | Dokumentation der Asphaltkernbohrungen und Spiralbohrungen | |

Bodenmechanische Laborversuche

- | | | |
|---|------------------------------|--|
| 4 | Wassergehalte nach DIN 18121 | |
|---|------------------------------|--|

Isolinienpläne

- | | | |
|---|--|---------|
| 5 | Lageplan mit Oberkante des tragfähigen Baugrunds | M 1:500 |
|---|--|---------|

Erdstatische Berechnungen

- | | | |
|---|------------------------------------|--|
| 6 | Setzungs- und Grundbruchberechnung | |
|---|------------------------------------|--|

Beilagen

- 1 GEOLOGISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG: Auszug aus Geologischer Karte Nr. 8322 Friedrichshafen (eine Seite)
- 2 LANDESAMT FÜR GEOLOGIE, ROHSTOFFE UND BERGBAU, Freiburg: Aufschlussarchiv: Lageplan und zwölf Aufschlüsse (13 Seiten)



Unterlagen

- [U1] BRAUNGER WÖRTZ ARCHITEKTEN GMBH, Blaustein:
- a) Ansichten und Schnitte, PDF per E-Mail über Bischöfliches Bauamt am 07.05.2024
 - b) Grundlagenpläne, PDF und DXF per E-Mail am 21.08.2024
 - c) Schnitte, PDF und DWG per E-Mail am 26.09.2024
 - d) Lagepläne, Schnitte und Massenberechnungen, PDF und DWG per E-Mail am 27.01.2025
 - e) Lageplan, PDF per E-Mail am 31.01.2025
- [U2] ZIM INGEO CONSULT, Friedrichshafen: Historisch-genetische Rekonstruktion der Kampfmittelbelastung, 21.10.2024
- [U3] DR. EBEL & CO. GMBH, Bad Wurzach:
- a) Neubau Bettenhaus Hotel Knoblauch, Geotechnisches Gutachten AZ 060313 vom 12.05.2006
 - b) Friedrichshafen-Jettenhausen, Neubau Pfarrkirche mit Gemeinderäumen, Geotechnische Stellungnahme zu Gründung und Feuchteschutz AZ 240608 vom 31.01.2025
- [U4] LANDESAMT FÜR GEOLOGIE, ROHSTOFFE UND BERGBAU BADEN-WÜRTTEMBERG (LGRB), Freiburg:
- a) Aufschlussdatenbank
 - b) LGRB-Kartenviewer, verschiedene Karten zu den Themen Geologie, Bodenkunde, Hydrogeologie etc., abgerufen unter <https://maps.lgrb-bw.de/>
- [U5] LANDESANSTALT FÜR UMWELT BADEN-WÜRTTEMBERG (LUBW), Karlsruhe: Daten- und Kartendienst, verschiedene Karten und Daten zu den Themen Grundwasser, Wasserschutzgebiete etc., abgerufen unter <https://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/>
- [U6] LANDESAMT FÜR GEOINFORMATION UND LANDENTWICKLUNG BADEN-WÜRTTEMBERG (LGL), Stuttgart: Geodaten und Geodatendienste, abgerufen unter <https://www.lgl-bw.de/Produkte/Open-Data/index.html>
- [U7] GEOLOGISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG: Geologische Karte M 1:25.000, Blatt Nr. 8322 Friedrichshafen

Normen, Richtlinien und Merkblätter

- | | |
|-------------|--|
| DIN EN 1997 | Eurocode 7: „Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1 Allgemeine Regeln“, mit nationalem Anhang DIN EN1997-1/NA sowie die DIN 1054 „Baugrund, Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1“ mit Änderungen A1 + A2 |
| DIN EN 1998 | Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben – Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten mit Änderungen A1 und mit nationalem Anhang DIN EN1998-1/NA |



DIN EN ISO 22475-1	Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Probenentnahmeverfahren und Grundwassermessungen - Teil 1: Technische Grundlagen für die Probenentnahme von Boden, Fels und Grundwasser
DIN EN ISO 22476-2	Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Felduntersuchungen - Teil 2: Rammsondierungen
DIN 4094-3	Baugrund - Felduntersuchungen - Teil 3: Rammsondierungen
DIN 4095	Baugrund; Dränung zum Schutz baulicher Anlagen; Planung, Bemessung und Ausführung
DIN 4124	Baugruben und Gräben; Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Verbau
DIN 4149	Bauten in deutschen Erdbebengebieten - Lastannahmen, Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten
DIN 4150-3	Erschütterungen im Bauwesen, Einwirkungen auf bauliche Anlagen
DIN 18130	Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts
DIN 18196	Erd- und Grundbau - Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke
DIN 18300	VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C; Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Erdarbeiten
DIN 18320	VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C; Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Landschaftsbauarbeiten
DIN 18533	Abdichtung von erdberührten Bauteilen
DIN 18915	Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Bodenarbeiten
DIN 19639	Bodenschutz bei Planung und Durchführung von Bauvorhaben
BauGB	Baugesetzbuch (BauGB)
DWA-A 138-1	Arbeitsblatt DWA-A 138-1: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V
DWA-M 153	Merkblatt DWA-M 153: Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser; Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.
ZTV E-StB	Zusätzliche technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau; Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen
WU-Richtlinie	Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton



1 Vorgang und Veranlassung

Die Katholische Gesamtkirchengemeinde Friedrichshafen plant den Neubau der Pfarrkirche St. Maria sowie zugehöriger Gemeinderäume im Friedrichshafener Stadtteil Jettenhausen. Die Planung wird von der Braunger Wörtz Architekten GmbH, Blaustein, die Tragwerksplanung von der Merz Kley Partner GmbH, Dornbirn, sowie die Bausubstanzuntersuchung von Zim Ingeo Consult, Friedrichshafen, durchgeführt. Die aktuellen Planungen (s. [U1]) sehen den Rückbau des Kirchenbestands und die Verfüllung der unterkellerten Bereiche vor. Anschließend soll der Neubau von zwei separaten, nicht unterkellerten Gebäude (Kirche und Gemeindehaus) erfolgen.

Die Dr. Ebel & Co. GmbH, Bad Wurzach, wurde mit der Baugrunderkundung und der geotechnischen Begutachtung dieses Bauvorhabens beauftragt.

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse wurden am 21. und 22.01.2025 folgende Felduntersuchungen durchgeführt:

- vier Rammkernsondierungen RKS1-4-6-7/22 (unverrohrte Kleinbohrungen nach EN ISO 22475-1) mit Tiefen von 2,0 m bis 3,8 m;
- sieben Rammsondierungen DPH1-7/25 (Schwere Rammsonde nach EN ISO 22476-2) mit Tiefen von 3,7 m bis 7,0 m;
- jeweils drei Asphalt- und Spiralbohrungen KB1-3/25.

Die Rammsondierungen dienen der Beurteilung des Lagerungszustandes bzw. der Festigkeit der Bodenschichten und kamen zur Korrelation mit dem anstehenden Untergrund neben den Rammkernsondierungen zur Ausführung.

Die Aufschlusspunkte wurden mittels GPS (RTK-Fix-Genauigkeit) nach Lage und Höhe eingemessen. Die Höhen der Kleinbohrungen und Sondierungen sind den Profilen der Anlagen 2.1-7 zu entnehmen. Die Lage der in den Lageplänen (Anlagen 1.2-3) eingetragenen Aufschlusspunkte richtete sich unter anderem nach der Spartenlage und der Zugänglichkeit. Da nach der mit [U2] vorliegenden Luftbildauswertung Kampfmittelverdacht besteht, wurden die Erkundungspunkte vor Ort freigemessen.

Anm.: Die Kampfmittelfreimessung erfolgte durch die Reuss Kampfmittel- und Munitionsbergung GmbH, Kleinwallstadt.

An repräsentativen Erdstoffproben wurden bodenmechanische Laborversuche durchgeführt, deren Ergebnisse in Anlage 4 zu finden sind.

Die Ergebnisse der Untersuchungen sowie Angaben zur Gründung und zum Feuchteschutz wurden bereits in der Stellungnahme [U3b] vom 31.01.2025 in Kurzform dargelegt. Im vorliegenden geotechnischen Gutachten werden die Baugrund- und Grundwasserverhältnisse, die sich daraus ergebenden geotechnischen Anforderungen und die Beurteilung der Versickerungsmöglichkeiten in ausführlicher Form beschrieben. Die Ergebnisse geochemischer Untersuchungen werden in einem separaten Fachbericht erläutert.



2 Geographische und geologische Situation, Schichtenfolge

Geographische Situation

Das Projektareal liegt gemäß der Darstellung im Übersichtslageplan, Anlage 1.1, am nordwestlichen Rand von Friedrichshafen im Stadtteil Jettenhausen. Aus geomorphologischer Sicht liegt Jettenhausen auf einem flachen Höhenrücken, der sich gut 20 m über die Kernstadt und gut 30 m über den Bodensee erhebt.

Die Pfarrkirche St. Maria befindet sich nördlich der Parcellistraße in locker bebautem Gelände. Bei den umliegenden Gebäuden handelt es sich größtenteils um Wohngebäude; nordöstlich der Kirche befindet sich ein Kindergarten. Neben dem Bestandsgebäude existieren auf dem Baugrundstück einige Wege und Zufahrten, teils mit Bäumen bestandene Wiesenflächen sowie der solitäre Glockenturm im Südwesten (vgl. Luftbild, Anlage 1.2).

Geologische Situation

Die weitere Umgebung Friedrichshafens wurde durch im Quartär wiederholt auftretende Gletschervorstöße geprägt. Zuletzt wurde das Gebiet im Würmglazial von Eismassen bedeckt, als der Rheinvorlandgletscher das Bodenseebecken ausfüllte und an seiner Basis Moränensedimente („Geschiebemergel“) abgelagerte (vgl. Geologische Karte, Beilage 1).

Die glaziären Sedimente unterliegen seit dem Rückzug der Eismassen den Einflüssen der Verwitterung.

In bebautem Gelände ist die natürliche Schichtfolge durch Auffüllungen ersetzt bzw. überdeckt.

Schichtenfolge

Entsprechend der beschriebenen geologischen Situation wurde mit den Rammkernsondierungen das folgende Grundsatzprofil erschlossen:

- aufgefüllter Oberboden	rezent	Homogenbereich A
- Auffüllungen	rezent	Homogenbereich B
- Verwitterungslehm	Pleistozän - Holozän	Homogenbereich C
- Geschiebelehm	Pleistozän, Würm	Homogenbereich D1
- Geschiebemergel	Pleistozän, Würm	Homogenbereich D2

Der **aufgefüllte Oberboden** liegt in Mächtigkeiten von 0,15 m bis 0,2 m vor.

Die **Auffüllungen** wurden bis in Tiefen von maximal 1,9 m angetroffen. Im Nahbereich des Gebäudes (z. B. im Bereich von Arbeitsraumverfüllungen) sind auch größere Mächtigkeiten möglich.



In RKS4 wurde ein 20 cm starker **Verwitterungslehm** erbohrt. Es ist davon auszugehen, dass der Verwitterungslehm in den nicht bebauten bzw. nicht aufgefüllten Bereichen unter dem Oberboden in größerer Mächtigkeit ansteht.

Anm.: Die Verwitterungstiefe würmzeitlicher Moränensedimente beträgt oftmals grob geschätzt 0,8-1,5 m.

Der in allen Aufschlüssen angetroffene **Geschiebelehm** reicht bis in Tiefen zwischen 1,0 m und 3,2 m unter Gelände.

Alle Kleinbohrungen enden im **Geschiebemergel**. Die Höhenlage seiner Oberkante, welche der Oberkante des tragfähigen Baugrunds entspricht, ist in Anlage 5 als Isolinienplan dargestellt. Der Geschiebemergel setzt sich nach den in Beilage 2 angehängten Bohrprofilen noch einige Meter zur Tiefe fort. Die Basis der quartären Moränensedimente ist erst ab über 100 m Tiefe zu erwarten, wobei auch feinkörnige Beckensedimente sowie grobkörnige Schmelzwasserablagerungen zwischengeschaltet sein können.

3 Geotechnische Beschreibung der Schichten / Homogenbereiche

Die im Rahmen der Baugrunderkundung erschlossenen Schichten können als „geologische Homogenbereiche“ betrachtet werden. Je nach Gewerk sind diese zu unterschiedlichen „bautechnischen Homogenbereichen“ zusammenzufassen bzw. zu unterteilen.

Die erkundeten Schichten sind aus geotechnischer Sicht wie folgt zu beschreiben:

Aufgefüllter Oberboden (Homogenbereich A)

Der Oberboden ist in Anlage 2 nach geotechnischen Gesichtspunkten beschrieben. Aus bodenkundlicher Sicht handelt es sich beim Oberboden um den A-Horizont. Eine detaillierte bodenkundliche Beurteilung ist nicht Thema dieser Begutachtung.

Oberboden fällt nicht in den Geltungsbereich der DIN 18300 - Erdarbeiten. Gemäß DIN 18320 - Landschaftsbauarbeiten stellt er jedoch einen eigenen Homogenbereich dar.

Für die bautechnische Bewertung wird der Oberboden im Folgenden nicht weiter berücksichtigt. Allerdings ist er nach § 202 BauGB in nutzbarem Zustand zu erhalten und vor Vernichtung oder Vergeudung zu schützen.

Auffüllungen (Homogenbereich B)

Bei den zumeist beige- bis gelbbraunen, seltener grauen Auffüllungen handelt es sich überwiegend um sandige Schluffe mit geringen Tonanteilen. Der Kiesgehalt schwankt zwischen gering und mäßig hoch. Sehr untergeordnet wurden Steine angetroffen.

Neben der vorherrschenden bindigen Variante wurde in RKS6 unter dem Pflaster und einer dünnen Feinkieslage („Splitt“) ein schwach sandiger Kies-„Unterbau“ mit geringen Feinanteilen erkundet.



Die angetroffenen Auffüllungen waren größtenteils organoleptisch unauffällig. An Fremdbestandteilen wurden in geringem Umfang Ziegelreste sowie in RKS4 ein geringmächtiger, dunkel gefärbter Bereich mit Ascheresten registriert.

Die Konsistenz der bindigen Auffüllungen liegt nach der manuellen Prüfung im Gelände bei weich bis steif bzw. bei steif. Der kiesige Unterbau in RKS6 ist gemäß den Schlagzahlen der Rammsondierung DPH6 locker gelagert (vgl. Tabelle 1).

Tabelle 1: Lagerungsdichte / Schlagzahlen DPH für weitgestufte Kies-Sand-Gemische nach DIN 4094 / DIN 1055-2

Lagerungsdichte		über Grundwasser N_{10}	im Grundwasser N_{10}
locker	$0,15 < D \leq 0,30$	0 - 7	0 - 2
mitteldicht	$0,30 < D \leq 0,50$	8 - 17	3 - 10
dicht	$0,50 < D \leq 0,75$	> 17	> 10

Bei den Auffüllungen handelt es sich um einen inhomogenen, wenig verdichteten Untergrund, der für eine Bauwerksgründung nicht in Frage kommt. Die bindigen Formen sind als stark frostempfindlich, der kiesige Unterbau als gering bis mäßig frostempfindlich einzuschätzen.

Verwitterungslehm (Homogenbereich C)

Der braune Verwitterungslehm wurde in RKS4 als sandiger, schwach kiesiger und schwach toniger Schluff steifer Konsistenz aufgeschlossen.

Der Verwitterungslehm ist nässe- und frostempfindlich. Er besitzt nur geringe Tragfähigkeit und lässt bei Belastung deutliche, lange anhaltende Setzungen zu.

Anm.: Aus bodenkundlicher Sicht bilden die obersten, belebten Schichten der Verwitterungsdecke den B-Horizont (kulturfähiger Unterboden). Die Verwitterungsdecke ist in ihrer Gesamtmächtigkeit jedoch nicht automatisch dem B-Horizont gleichzusetzen. Eine bodenkundliche Abgrenzung des B-Horizonts ist nicht Gegenstand dieses Gutachtens.

Geschiebelehm und -mergel (Homogenbereiche D1 und D2)

Bei den Moränenablagerungen handelt es sich um gemischtkörnige Sedimente, die von einem Gletscher in das Untersuchungsgebiet transportiert wurden. Sie weisen gelbbraune und beige bis olivgraue Farben auf. Bei den im Untersuchungsgebiet angetroffenen Moränenablagerungen wurde eine Differenzierung in Geschiebelehm und Geschiebemergel vorgenommen.

Der kalkarme Geschiebelehm wurde an der Oberfläche bzw. im Inneren des Gletschers transportiert und nach Abschmelzen des Eises im Untersuchungsgebiet „zurückgelassen“ (sog. „Ab-lationsmoräne“). Es handelt sich um eine bindige Schicht, die keine oder nur eine geringe Eisauf-last erfahren hat oder nochmals umgelagert wurde und daher eine eher geringe Festigkeit aufweist. Der kalkreiche Geschiebemergel hingegen wurde an der Eisbasis abgelagert, wes-



wegen das Material vom „überfahrenden“ Gletscher (über-)konsolidiert wurde (sog. „Grundmoräne“). Er weist im Vergleich zum Geschiebelehm eine höhere Festigkeit auf.

Anm.: Zum Geschiebelehm werden auch nachträglich aufgeweichte Geschiebemergel-Bereiche gezählt, da die im vorliegenden Gutachten getroffene Unterteilung in erster Linie bautechnischer Art ist.

Bei Geschiebelehm und -mergel handelt es sich um ein Gemisch sämtlicher Kornfraktionen, bei denen die Grobkomponenten in einer feinkörnigen Grundmasse „schwimmen“ (matrixgestützter Diamikt). Die Festigkeit wird von der Konsistenz der bindigen Matrix bestimmt.

Die Moränenablagerungen können größere Steine und Blöcke bis hin zu Findlingen enthalten. Überwiegend sind diese nur vereinzelt vorhanden; prinzipiell können jedoch lokal auch Häufungen vorkommen, die ein erhebliches Bauhindernis darstellen können. Nicht gänzlich auszuschließen sind des Weiteren nahezu grobkornfreie Zonen sowie Einschaltungen von Kies und Sand.

Geschiebelehm (Homogenbereich D1):

Der Geschiebelehm wurde als sandiger bis stark sandiger, schwach toniger Schluff erbohrt, der zumeist als schwach kiesig bis kiesig angesprochen wurde. Er enthält vereinzelt Steine.

Nach den in Anlage 4 aufgeführten Versuchsergebnissen weist er Wassergehalte von 14,9-18,9 Massen-% in der Gesamtfraktion und 16,6-19,7 Massen-% in der Fraktion < 2 mm auf. Die manuelle Bestimmung der Konsistenz ergab eine weiche bis steife Zustandsform. Lokal können auch stärker aufgeweichte sowie verfestigte Bereiche (Übergang zum Geschiebemergel) auftreten. Oberflächennahe Abschnitte sind teilweise angewittert (Übergang zum Verwitterungslehm).

Anm.: Die Konsistenz eines bindigen Bodens hängt vom Wassergehalt ab und ist daher oberflächennah jahreszeitlichen bzw. witterungsbedingten Schwankungen unterworfen. Insbesondere in den obersten Dezimetern können rasch wechselnde Feuchtigkeitsverhältnisse eine stark schwankende Konsistenz bedingen.

Der Geschiebelehm bildet einen nässe- und frostempfindlichen Baugrund, der in weich bis steifer Konsistenz als mäßig tragfähig beurteilt werden kann. In weicher Zustandsform ist die Tragfähigkeit herabgesetzt, so dass bei statischer Belastung mit nennenswerten Setzungen zu rechnen ist.

Geschiebemergel (Homogenbereich D2):

Der Geschiebemergel weist eine ähnliche Kornzusammensetzung wie der Geschiebelehm auf. Lokal liegen hohe Kiesgehalte vor.

In den Laborversuchen wurden Wassergehalte von 10,0-13,9 Massen-% in der Gesamtfraktion und 12,3-14,5 Massen-% in der Fraktion < 2 mm bestimmt (s. Anlage 4). Die Wassergehalte sind somit generell niedriger als im Geschiebelehm.

Der Geschiebemergel weist eine mindestens steife, meist steife bis halbfeste Konsistenz auf. Mit zunehmender Tiefe sind Übergänge zu fester Konsistenz zu erwarten (vgl. Anlage 2.7). Der Sachverhalt der zunehmenden Verfestigung ist auch anhand der mit der Tiefe zunehmenden



Schlagzahlen der Rammsondierungen nachzuvollziehen. In diesem Zusammenhang ist allerdings anzumerken, dass höhere Schlagzahlen auch unter dem Aspekt der zunehmenden Mantelreibung am Sondiergestänge zu beurteilen ist. Schlagzahlspitzen sind erfahrungsgemäß auf grobe Komponenten (Kies, Steine, Blöcke) zurückzuführen. Die im Anlagenteil 2 neben den Sondierdiagrammen dargestellten Drehwiderstände geben bezüglich der genannten Faktoren weiteren Aufschluss über die bodenmechanischen Eigenschaften.

Der Geschiebemergel ist in zumindest steifer, besser halbfester Konsistenz ein gut tragfähiger Untergrund, der kaum mehr kompressibel und damit zur Bauwerksgründung geeignet ist. Der Mergel reagiert allerdings empfindlich auf Frost und Nässe, so dass er bei Wasserzutritt rasch aufweicht, wodurch die ehemals gute Tragfähigkeit deutlich herabgesetzt wird.

4 Erdbautechnische Klassifizierung, Bodenkennwerte

Die erdbautechnische Klassifizierung der erschlossenen Böden ist wie folgt zusammenzustellen:

Tabelle 2: Erdbautechnische Klassifizierung

	Bodengruppe DIN 18196 06/2006	Bodenklasse ^{A)} DIN 18300 09/2012	Bodenklasse ^{B)} DIN 18301 09/2012	Frostempfindlichkeit ZTVE-StB 17
Auffüllungen	[TL, (GE, GW, GU)]	4, (3), (5-7) ¹⁾	BB2, (BN1), (BS1-4, Blöcke >0,63 m) ¹⁾	F3, (F1-2)
Verwitterungslehm	TL	4	BB2	F3
Geschiebelehm	TL, TM	4, (5-7) ¹⁾	BB2, BS1, (BS2-4, Blöcke >0,63 m) ¹⁾	F3
Geschiebemergel	TL, TM	4, 6 ²⁾ , (5-7) ¹⁾	BB2-4, BS1, (BS2-4, Blöcke >0,63 m) ¹⁾	F3

¹⁾ evtl. eingelagerte Steine und Blöcke, Fundamente etc.

²⁾ Bodenklasse 6 bei fester Konsistenz

^{A)} Anm.: Nach DIN 18300 sind seit Ausgabe 09/2016 Homogenbereiche anzugeben, die in unserem Gutachten durch die gewählte, geologisch orientierte Schichtenfolge abgedeckt sind. Bodenklassen sind nicht mehr enthalten. Da der überwiegende Teil der am Bau Beteiligten mit den „alten“ Bezeichnungen vertraut ist und diese auch bevorzugt für die Kalkulation und Arbeitsvorbereitung benutzt, wird diese Klassifizierung informativ weiter beibehalten. Gegebenenfalls können von uns in Zusammenarbeit mit dem Ausschreibenden auch gewerkspezifische Homogenbereiche erarbeitet werden.

^{B)} Anm.: Für die DIN 18301 gibt es ebenso seit 09/2016 eine neue Ausgabe mit Homogenbereichen. Hier gilt das oben Genannte sinngemäß.



Für erdstatische Berechnungen dürfen die nachfolgend aufgeführten, geschätzten Bodenkennwerte angesetzt werden.

Tabelle 3: Bodenkennwerte (charakteristisch)

	Wichte (feucht/u. Auftrieb) γ_k/γ'_k (kN/m ³)	Reibungs- winkel ϕ'_k (°)	Kohäsion c'_k (kN/m ²)	Steifemodul $E_{s,k}$ (MN/m ²)
Auffüllungen, bindig	18/8-19/9	22,5-25	0-3	-
Auffüllungen, Kies	19/11-20/12	30-32,5	0	-
Verwitterungslehm	18/8-19/9	22,5-25	1-3	2-4
Geschiebelehm	19/9-20/10	25-27,5	2-5	4-10
Geschiebemergel	20/10-21/11	27,5-30	5-10	10-40

Das untersuchte Gebiet ist im Hinblick auf Erdbeben geotechnisch wie folgt einzustufen:

Tabelle 4: Erdbebenklassifizierung nach DIN 4149 / DIN EN 1998-1 + NA

Erdbebenzone	Untergrundklasse	Baugrundklasse
2	S	C

5 Grundwasserverhältnisse

Der Zulauf von Grundwasser zu den Rammkernsondierungen ist im Anlagenteil 2 dargestellt. Es wurde kein „echtes“ Grundwasser angetroffen. Bei dem Wasserzutritt in das Bohrloch von RKS6 handelt es sich um einen Zulauf von Sickerwasser aus dem Kieskoffer.

Die allgemeine Grundwassersituation ist folgendermaßen zu beschreiben:

Geschiebelehm und Geschiebemergel sind prinzipiell gering durchlässige, wasserhemmende Schichten. Etwaige Wasserbewegungen beschränken sich auf lokale Zonen erhöhter Durchlässigkeit, also stärker sandige oder kiesige Abschnitte, die die Moränenablagerungen adersförmig durchziehen können. Im Allgemeinen herrschen in den wasserführenden Abschnitten gespannte Grundwasserverhältnisse vor. In Abhängigkeit von Ausbildung, Erstreckung und Raumlage derartiger Zonen kann der Wasserandrang beim Anschneiden in der Baugrube unterschiedlich stark sein. Kleinere, isolierte Linsen „bluten“ erfahrungsgemäß rasch aus, ausge dehnte Adern können prinzipiell auch permanenten Wasserzulauf ermöglichen. Dies schätzen wir jedoch im vorliegenden Fall jedoch als sehr unwahrscheinlich ein.

Auch bei den Deckschichten handelt es sich um gering durchlässige Böden. Eindringendes Sickerwasser ist vor allem in kiesigen Auffüllungen oder lockeren Arbeitsraumverfüllungen zu erwarten. Des Weiteren sind Zuläufe aus technischen Bauwerken - beispielsweise über Kanäle ohne Querriegel - möglich. Vermutlich werden der Keller und der Lichthof über Drainagen entwässert.



Dem Aufschlussbild zufolge ist für das Bauvorhaben von eher unbedeutender Wasserführung auszugehen.

6 Beurteilung der Versickerungsmöglichkeiten

Bei den im Projektgebiet anstehenden Verwitterungslehmen, Geschiebelehmen und Geschiebemergeln handelt es sich um sehr schwach bis schwach durchlässige Böden, deren Durchlässigkeitsbeiwerte im Bereich von $k_f = 1 \cdot 10^{-9}$ m/s bis $1 \cdot 10^{-6}$ m/s liegen dürften. Aufgrund der augenscheinlichen Undurchlässigkeit des Untergrunds wurden keine Versickerungsversuche durchgeführt. Eine Versickerung über die anstehenden Böden scheidet somit aus. Es wird empfohlen, das anfallende Niederschlagswasser zu sammeln und verzögert an das örtliche Kanalnetz abzugeben.

7 Geotechnische Beurteilung

Bauwerk und Baugrund

Wie bereits erwähnt, soll der Neubau von zwei separaten, nicht unterkellerten Gebäuden (Kirche und Gemeindehaus) erfolgen. Das alte Gebäude soll abgerissen / rückgebaut werden. Der Großteil des Bestandbaus ist unterkellert, der nordwestliche Gebäudeteil ist nicht unterkellert.

Beide Neubauten sollen eingeschossig als Leichtbau (Holzbauweise) ausgeführt werden.

Das neue bumerangförmige Gemeindehaus ist mit einer Grundfläche von rund 750 m² geplant. Die EFH des Gemeindeshaus ist nach [U1e] mit 529,4 m NN angegeben.

Die neue eiförmige Kirche hat eine Grundfläche von circa 385 m². Die EFH der Kirche ist mit 429,25 m NN angegeben.

Beide neuen Grundrisse (Kirche und Gemeindehaus) liegen teilweise auf der überbauten Grundfläche sowie auf unbebautem Grundstück. Das Gemeindehaus überlagert dabei den unterkellerten und nicht unterkellerten Teil.

Über den Fußbodenaufbau (FFB, Bodenplatte, Dämmung, Sauberkeitsschicht etc.) ist uns bisher nichts bekannt. Die Unterkante des Bodenaufbaus dürfte mindestens 0,5 m unter den jeweiligen EFH-Niveaus liegen.

Im Zuge des Neubaus soll der Großteil der Außenanlagen auf dem Grundstück neu gestaltet und angelegt werden.

Nachfolgend wird auf die Gründung sowie auf Grundsätzliches zur Bauwerkerrichtung eingegangen. Im Zuge der weiteren Planungen sind die folgenden Aussagen ggf. zu verifizieren.



Bautechnisch lässt sich der Baugrund vereinfacht in drei Einheiten unterteilen:

- bindige Auffüllungen (nicht tragfähig bis gering tragfähig),
- Verwitterungs- und Geschiebelehm (gering bis mäßig tragfähig),
- Geschiebemergel (tragfähig bis gut tragfähig).

Grundwasser wurde im Zuge der Baugrunderkundung nur lokal in Form von Sickerwasser angetroffen. Ein zusammenhängender, „durchlässiger“ Grundwasserleiter liegt nicht vor. Im Zuge der genannten Aushubtiefen liegt der Bestandskeller größtenteils in wasserhemmenden Böden, wodurch beim Abbruch in der Baugrube mit nur geringem Wasserandrang zu rechnen ist. Das bedeutet, das Grundwasser spielt in Bezug auf den Neubau keine Rolle und in Bezug auf den Rückbau eine untergeordnete Rolle.

Bauwerksgründung

Grundsätzlich sind zur Bemessung von Gründungen die DIN EN 1997-1 (Eurocode 7) sowie die DIN 1054 zu beachten.

Die frostsichere Mindesteinbindetiefe von Gründungskörpern ist in Friedrichshafen mit $t \geq 0,8$ m anzugeben.

Die Bodenplatten der beiden Bauwerke (Kirche und Gemeindehaus) kommt entweder auf dem verfüllten Baugrubenbereich des ehemaligen Kellers bzw. in inhomogenen bindigen Auffüllungen - die über gering bis mäßig tragfähigen Deckschichten (Verwitterungs- und Geschiebelehm) lagern - zu liegen, weshalb zusätzliche Maßnahmen erforderlich werden. Hinzu kommen die unterschiedlichen Baugrundsteifigkeiten im Grundriss - nicht überbaute Bereiche & unterkellert und verfüllte Bereiche & nicht unterkellerte Bereiche. Aus diesen Gründen bietet sich eine „frei tragende“ Bodenplatte auf Magerbetonvertiefungen („Brunnengründungen“) an.

Dabei werden Gruben von einem Arbeitsplanum (z.B. Unterkante Sauberkeitsschicht / Bodenplatte) aus bis in den tragfähigen Geschiebemergel ausgehoben und mit Magerbeton verfüllt. Die Bodenplatte wird dabei deckenartig auf den Brunnen ausgebildet.

Prinzipiell sind drei Varianten zur Herstellung der Brunnengründung, abhängig von den örtlichen Randbedingungen, zu nennen:

Variante 1: Magerbetonverfüllungen. Mit einem Tieflöffel wird ein Loch bis in die gewünschte Tiefe ausgehoben, welches umgehend mit Magerbeton verfüllt wird. Diese Variante setzt voraus, dass die Wandungen bis zur Betonage ausreichende Standsicherheit aufweisen. Mit dem Einsatz von einem Greifer kann das Aushubvolumen und die Mehrausbrüche der Schurfwandungen reduziert werden. Die beste Gewölbewirkung im Boden wird mit dem Einsatz eines sogenannten Polypgreifers (Rundschalengreifer) erreicht. Im Bereich gering scherfester Böden und bei Schicht- und Sickerwasserzutritten ist diese Variante nur im Schutze eines Verbaus sinnvoll ausführbar.

Variante 2: Brunnenringe aus Beton. Diese werden bei Einsatz eines Polypgreifers nach und nach im Baugrund abgesenkt. Bei Erreichen der erforderlichen Gründungsebene werden die



Brunnenringe mit Magerbeton ausbetoniert. Bei Grundwasserzutritt ist der Aushub zur Tiefe hin unter Wasser vorzunehmen und abschließend im Kontraktorverfahren zu betonieren.

Variante 3: Stahlrohr als Schalung. Diese Variante stellt eine baupraktische Alternative zur Variante 2 dar bzw. kommt zum Einsatz, wenn sich die Betonringe nicht in den Untergrund eindrücken lassen oder der Boden nicht ausreichend standfest für die Variante 1 ist. In diesem Fall sind großformatige Stahlrohre einzusetzen und wie zuvor beschrieben in den Baugrund abzusenken. Das Stahlrohr wird ausbetoniert und abschließend wieder gezogen.

Die gewachsenen bindigen Böden dürften kurzfristig standfest sein, hier wäre Variante 1 „Aushub mit einem Polypgreifer (Rundschalengreifer)“ voraussichtlich ausführbar. Bei aufgeweichten Böden bzw. Schicht- und Sickerwasserzutritten sowie im Bereich des aufgefüllten Kellers (ist stark vom Verfüllmaterial und der Einbaukonfiguration abhängig) ist sicherheitshalber ein großformatiges Stahlrohr (Variante 3) vorzuhalten bzw. bei zu starkem Nachbruch einzusetzen. Es sind nur Firmen mit entsprechender Qualifikation und Referenzliste zuzulassen. Ohne Stahlrohr ist vorab geschätzt mit Mehrbeton in den gewachsenen Böden von ca. 20 % gegenüber dem theoretischen Maß zu rechnen (Mehrausbruch).

Die Magerbetonvertiefungen sind mindestens 0,2 m in den tragfähigen Baugrund (Geschiebemergel $N_{10} > 6$; Anm.: N_{10} = Schlagzahlen Schwere Rammsondierung je 10 cm Eindringtiefe) zu führen. Die Grubensohle ist von einem Sachverständigen für Geotechnik abzunehmen.

Zur Oberkante des tragfähigen Baugrundes (Geschiebemergel), welche in allen sieben Aufschlusspunkten erkundet wurde, wurde im Lageplan Anlage 5 eine Isolinien-Darstellung interpoliert. Die Gründungssohle (ca. -0,5 m unter EFH) der Kirche dürfte ungefähr auf dem Niveau 428,75 m NN und vom Gemeindehaus ungefähr 428,9 m NN zu liegen kommen. Entsprechend dem Isolinienplan ist demnach von ca. 1-3,5 m Abstand vom tragfähigen Grund auszugehen. Im Mittel ist vorab bei der Kirche mit Brunnentiefen von 3 m und beim Gemeindehaus von 1,6 m auszugehen.

Für die Ermittlung des aufnehmbaren Sohlwiderstandes wurde mit Anlage 6 eine Setzungs- und Grundbruchberechnungen durchgeführt.

Der Berechnung wurde die Bemessungssituation BS-P (Persistent situations) nach DIN 1054 zugrunde gelegt. Der Bemessungswert der Beanspruchungen E_d (einwirkende Schnittgrößen) ist dem Bemessungswert des Widerstands R_d (aufnehmbare Schnittgrößen) gegenüberzustellen. Der Nachweis der Tragfähigkeit lautet $E_d \leq R_d$.

Berechnet werden quadratische Einzelfundamente ($a/b = 1$). Da es für die Bemessung unerheblich ist, ob die Grundfläche quadratisch oder kreisförmig ist, sind die Ergebnisse für die kreisförmigen Brunnen bei dem flächengleichen Quadrat abzulesen ($\varnothing$ 0,8 m entspricht etwa $a = b = 0,7$ m, $\varnothing$ 1 m etwa $a = b = 0,9$ m und $\varnothing$ 1,5 m etwa $a = b = 1,3$ m).

Die in der Anlage 6 angegebenen Werte gelten in der Gründungssohle der Brunnen (Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$). Die Bemessungswerte des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ sind dem Bemessungswert der Sohlpressung $\sigma_{E,d}$ gegenüberzustellen. Das Eigengewicht der Brunnen ist auf der Einwirkungsseite $\sigma_{E,d}$ noch zu berücksichtigen.



Anmerkung: Es ist zu beachten, dass die angegebenen Werte Bemessungswerte des Sohlwiderstands nach DIN 1054:2010 sind und keine aufnehmbaren Sohldrücke bzw. zulässigen Bodenpressungen im Sinne der älteren Versionen der DIN 1054.

Die genannten Angaben des Sohlwiderstands beziehen sich außerdem auf zentrische und lot-rechte Belastungen. Für ausmittige Belastungen ist die in Ansatz zu bringende Fundamentfläche auf die rechnerische Teilfläche (A') zu reduzieren. Die Teilfläche A' ergibt sich durch Abzug der doppelten Lastausmittigkeit (Exzentrizität) von der tatsächlichen Fundamentfläche. Bei ausmittig belasteten Fundamenten treten Verdrehungen auf, die ggf. gesondert nachzuweisen sind. Bei Horizontallasten sind ggf. Abminderungen der angegebenen Bemessungswerte gemäß Kap. A 6.10.2.4 der DIN 1054:2010 erforderlich.

Die rechnerischen Gesamtsetzungen ergeben sich bei voller Auslastung der Brunnen zu rund 1,5 cm bis 2,5 cm (vgl. Anl. 6).

Anm.: Damit die Berechnungsergebnisse angesetzt werden dürfen, ist eine Einbindung der Brunnen von mindestens 1,6 m unter Geländeoberkante erforderlich.

Zur Herstellung der Brunnen wird ein stabiles Arbeitsplanum erforderlich werden, das je nach Witterung und Geräteeinsatz unterschiedlich ausfallen kann (z.B. 40 cm Brechkorn Körnung ca. 20/60).

Feuchteschutz

Der Feuchteschutz der Gebäude erfolgt gemäß DIN 4095, DIN 18533 bzw. der WU-Richtlinie. Nach den Erkundungsergebnissen steht kein relevanter Grundwasserleiter im Untergrund an. Vielmehr handelt es sich überwiegend um bindige, „wasserstauende“ Böden. Sandige bzw. kiesige Lagen können teilweise Schichtwasser führen und bei Regenereignissen sickert überdies Oberflächenwasser (vorrangig über rollige Arbeitsraumverfüllungen) ein. Auch wenn die Baugrube im Bauzustand trocken bleiben sollte, kann sich im Endzustand lokal und temporär Wasser aufstauen („Badewanneneffekt“).

Sollten erdberührte Bauteile zur Ausführung kommen, sind alle Bauteile gegen drückendes Wasser bis zur Geländeoberkante (GOK = Bemessungswasserspiegel) auszubilden. Der Nachweis der Auftriebssicherheit ist mit dem Niveau der Geländeoberkante zu führen. Gegebenenfalls ist die technische Begrenzung des Bemessungswasserstandes durch Drainagen mit gesichertem rückstaufreiem Vorflutanschluss (genehmigungspflichtig) möglich. DIN 4095 ist in diesem Zusammenhang zu beachten.

Es ist anzuraten eine Wasserhaltung für die Verfüllarbeiten der Baugrube einzukalkulieren. Diese sollte das Aufstauen aus Tagwasser sowie geringerer Mengen an Schicht- und Sickerwasser („Badewanneneffekt“) vermeiden und die lagenweise Verfüllung mit Verdichtung gewährleisten. Bei Bedarf sind Pumpensämpfe zu setzen (Pumpleistung < 1 l/s).

Das entnommene Wasser ist über ein Absetzbecken zu führen, so dass hieraus keine Übertritte von Trübstoff in den Vorfluter zu befürchten sind. Die Wasserhaltung ist nach VOB Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) Wasserhaltungsarbeiten – DIN 18305, zu betreiben. Das geförderte Wasser ist



dementsprechend visuell und hinsichtlich des Geruchs zu prüfen, die Ergebnisse sind zu dokumentieren.

Bei den nicht unterkellerten Gebäuden kann unterhalb der Bodenplatte eine mindestens 15 cm starke kapillARBrechende Schicht aus Rollierung der Körnung 8/16 mm oder Brechkorn mit freiem Auslauf angeordnet werden, wenn nicht eine wasserdichte Bodenplatte gewählt wird. Andernfalls ist mit Bodenfeuchte unter der Bodenplatte zu rechnen.

Baugrubenverfüllung

Temporäre Baugruben bzw. Böschungen sind gemäß DIN 4124 auszubilden. Soweit die Platzverhältnisse ausreichend sind, können freie Baugrubenböschungen mit einer Neigung von maximal 45° in nichtbindigen und weichen bindigen Böden bzw. maximal 60° in mindestens steifen bindigen Böden hergestellt werden.

Bei Flächen mit späterer Nutzungsanforderung (Verkehrsflächen, Parkplätze etc.) ist verdichtungsfähiges Material (z.B. Bodengruppen GW, GU und GU* gemäß DIN 18196) lagenweise bis auf mindestens 98 % der einfachen Proctordichte als Hinterfüllung einzubauen. Die obersten zwei Lagen unter dem frostsicheren Oberbau von Verkehrsflächen sind mit mindestens 100 % der einfachen Proctordichte zu verdichten. Der Verdichtungserfolg ist nachzuweisen (Plattendruckversuche, Dichteprüfungen etc.).

Üblicherweise wird hierzu entsprechendes Fremdmaterial verwendet. Ansonsten eignet sich im Aushub - bei ordentlicher Separierung - das anfallende bautechnisch geeignete Material wie z.B. ehemalige Gründungspolster (Kieskofter), kiesiges Material aus Verkehrsflächen oder Ähnliches.

Bindiges Aushubmaterial käme nur nach Konditionierung mit Bindemittel für einen qualifizierten Wiedereinbau in Betracht. Angesichts der zu erwartenden Staubentwicklung bei Bindemittelarbeiten und der innerstädtischen Lage (erhöhter Anforderungen an Erfahrung und Qualifikation der Baufirma sowie allgemein höherer Ausführungsrisiken) ist aus unserer Sicht in diesem Fall von einer Bindemittelstabilisierung zum Zwecke der Verbesserung des Aushubmaterials abzuraten.

Ob und inwieweit geeignetes Material aus dem Gebäuderückbau gewonnen wird (RC-Material), ist nicht Gegenstand unserer Untersuchungen. Falls dies in Betracht gezogen wird, wäre die jeweilige Eignung, Einbaukonfiguration und Einbaubedingungen des Materials zu prüfen und zu beachten. In diesem Zusammenhang ist auf die nachfolgenden Richtlinien zu verweisen:

EBV	Ersatzbaustoffverordnung
M RC	Merkblatt über den Einsatz von rezyklierten Baustoffen im Erd- und Straßenbau
M SoB	Merkblatt für Schichten ohne Bindemittel
TL BuB E StB	Technische Lieferbedingungen für Bodenmaterialien und Baustoffe für den Erdbau im Straßenbau
TL Gestein-StB	Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnung im Straßenbau



ZTV E-StB Zusätzliche technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau; Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen

In Bereichen ohne Nutzungsanforderung (ohne statische Anforderungen) kann abgetragenes Aushubmaterial, soweit unbelastet, im unbefestigten Grundstücksbereichen bzw. zwischen den Brunnen unterhalb der Bodenplatten verwendet werden. Der Einbau hat lagenweise und mit Verdichtung zu erfolgen (Proctordichte $D_{pr} > 95\%$). In diesen aufgeschütteten Bereichen ist mit deutlichen Eigensetzungen zu rechnen.

Das Material, das zum Wiedereinbau verwendet werden soll, ist dabei in geeigneter Weise zwischenzulagern und vor Witterungseinflüssen zu schützen (z.B. Glatwalzen mit starkem Quergefälle oder Abdecken).

Verkehrsflächen

In den drei Kernbohrungen zur Erkundung der Asphaltflächen auf dem Grundstück wurden jeweils eine Spiralbohrung durchgeführt. Mithilfe der Spiralbohrungen kann über den Bohrwiderstand die Stärke des alten Verkehrsflächenunterbaus abgeschätzt werden. Die Ergebnisse und Interpretation der Kernbohrungen und Spiralbohrungen sind in der Anlage 3 dokumentiert.

In den Spiralbohrungen SB1 und SB2 wurde so gut wie keine Kiestragschicht erkundet. Nach nur wenigen Zentimetern steht bereits bindiger Boden an. In der Spiralbohrung SB3 wurde mindestens eine 30 cm starke Kiestragschicht angetroffen. Bis 55 cm unter Gelände ist kiesiges Material zu erwarten. Der Verkehrsflächenaufbau entspricht in keiner der Asphaltflächen dem Stand der Technik. Eine Erneuerung bzw. Nachbesserung ist anzuraten.

Die Ergebnisse geochemischer Untersuchungen werden in einem separaten Fachbericht erläutert.

Generell wird empfohlen, den frostsicheren bzw. tragfähigen Aufbau von Verkehrsflächen entsprechend der RStO festzulegen. Dabei ist unabhängig vom gewählten Aufbau und der Belastungsklasse auf dem Erdplanum bei Unterkante des Straßenoberbaus ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ gefordert. Dieser Wert ist mit statischen Plattendruckversuchen nachzuweisen.

In Bereichen, wo das Erdplanum in nichtbindigen kiesigen oder sandigen Böden zu liegen kommt, kann durch Nachverdichten gegebenenfalls der geforderte E_{v2} -Wert erreicht werden.

Dort, wo das Erdplanum in den gering tragfähigen Deckschichten liegt, was überwiegend der Fall sein dürfte, wird dieser Wert allein durch Nachverdichten nicht erreicht werden können. Daher ist der Einbau eines Bodenersatzkörpers (Planumsverbesserung) zu empfehlen.

Für den Bodenaustausch bzw. die Planumsverbesserung ist dann entsprechend tiefer (ca. 30 cm) unter das spätere Erdplanum auszuheben. Sofern in der Aushubsohle noch aufgeweichte Partien vorhanden sind, sind diese zur Herstellung eines geeigneten Widerlagers zum Verdichten zunächst durch Eindrücken von Brechkorn (gebrochenes Material, Körnung ca. 20/60) zu stabilisieren. Dazu wird eine Lage Brechkorn auf die Aushubsohle aufgebracht und eingewalzt, so dass die Körner vollständig in den Untergrund eingedrückt werden. Gegebenen-



falls überschüssiges Material ist anschließend wieder abziehen. Als Materialbedarf wird eine Schüttstärke von ca. 10 cm abgeschätzt.

Der Bodenersatzkörper ist mit Verdichtung einzubauen, die Tragfähigkeit ist zu kontrollieren und nachzuweisen. Als Material kann z.B. ein gut kornabgestufter, verdichtungsfähiger Kies-Sand (GW-GU nach DIN 18196) bzw. Wandkies nach Abtrennung von Steinen verwendet werden. Der Aufbau ist durch Testfelder im Vorfeld zu prüfen und gegebenenfalls zu optimieren.

Die Aushubsohle in den bindigen Deckschichten ist, wie bereits erwähnt, stark frost- und nässeempfindlich und daher umgehend nach der Freilegung und Stabilisierung wieder zu überbauen.

Die ZTV E-StB ist bei der Planung und Ausführung zu beachten.

Geotechnische Hinweise / Empfehlungen

Der anfallende Oberboden / Mutterboden ist vor Beginn der Baumaßnahmen abzutragen. Er kann gegebenenfalls gelagert und anschließend zum Wiedereinbau für Landschaftsgestaltung (Bodenverwertung) verwendet werden. Die DIN 18915, sowie die DIN 19731 sind zu beachten.

Es wird darauf hingewiesen, dass es sich bei dem Grundstück um eine Kampfmittelverdachtsfläche handelt und bei Erdarbeiten eine entsprechende Begleitung bzw. Freimessung notwendig ist.

Besonders hinzuweisen ist nochmals auf die starke Frost- und Nässeempfindlichkeit der anstehenden Böden, die mit Entfestigung auf Feuchtigkeitszutritt reagieren. Aushubsohlen in anstehenden Böden sind daher nach Freilegung umgehend zu überbauen. Stark aufgeweichte Partien sind auszutauschen.

In Zusammenhang mit allen Erdarbeiten empfiehlt es sich, die Einhaltung der Richtlinien der ZTV E-StB einzufordern.

Anm.: Es obliegt den vor Ort mit der Umsetzung der Baumaßnahme verantwortlich tätigen Fachkräften, die hier aufgeführten Angaben und Empfehlungen den technischen Regeln entsprechend umzusetzen, prüfen oder abnehmen zu lassen. Sofern im Zuge des Erdbaus die Baugrundverhältnisse gegenüber den Erwartungen abweichen oder sich Unklarheiten ergeben, ist in jedem Falle unser Büro zu Rate zu ziehen.

Projektbearbeiter: Christian Riedl, M. Sc. (Geologie)
Jörg Fischer, M. Eng. (Geotechnik)
Dipl.-Ing. Stefan Niefer (Projektleiter)

C. Riedl.

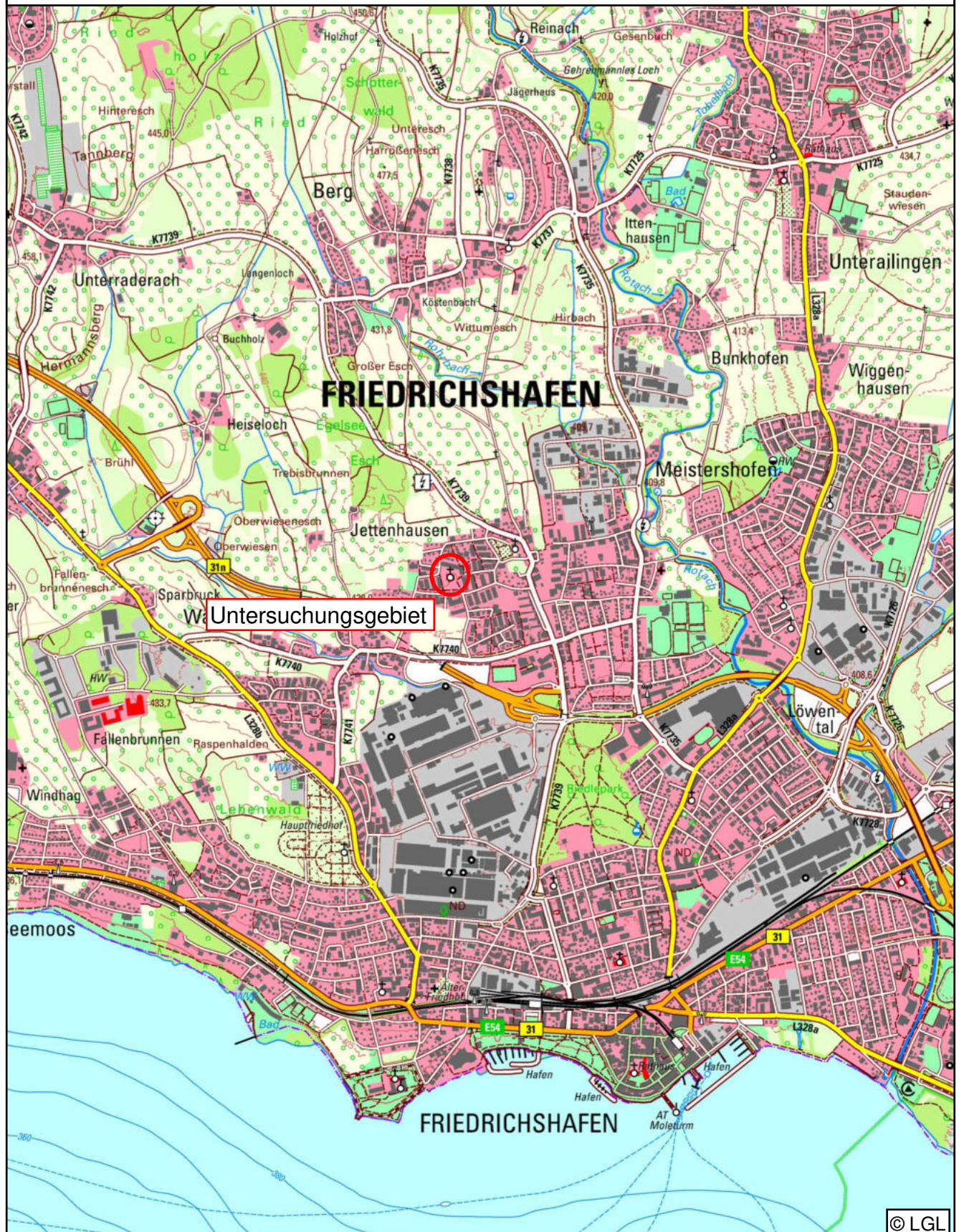
J. Fischer

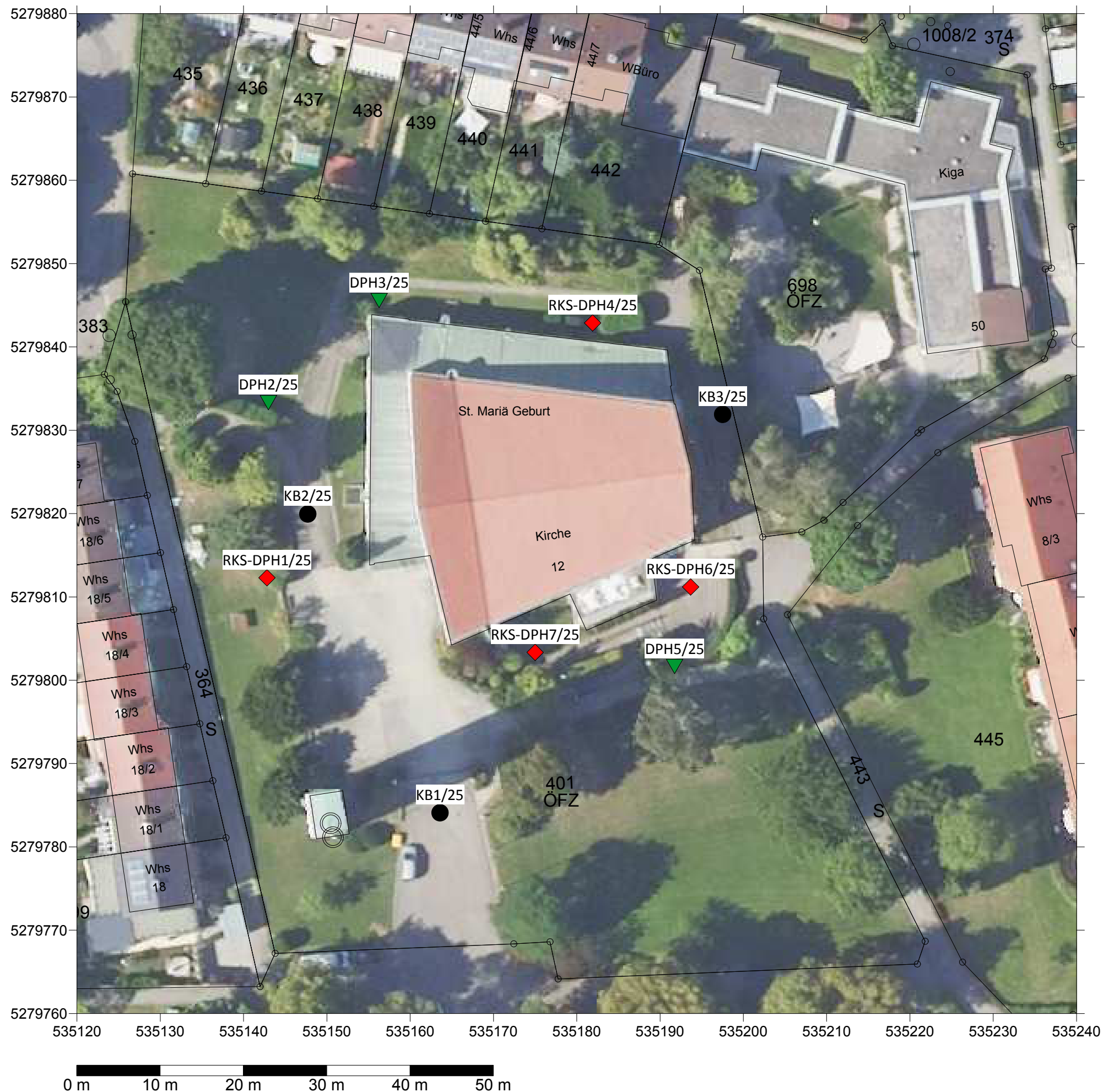
S. Niefer

Dr. Ebel & Co. GmbH



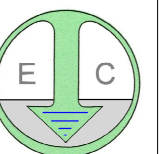
Übersichtslageplan M 1:25.000





	RKS-DPH	Rammkernsondierung und Schwere Rammsondierung
	DPH	Schwere Rammsondierung
	KB	Asphaltekernbohrung und Spiralbohrung

Dr. Ebel & Co. Ingenieurgesellschaft für
Geotechnik und Wasserwirtschaft mbH
St. Ulrich-Straße 21, 88410 Bad Wurzach-Arnach
Telefon 07564/94897-10 Telefax 07564/94897-99
info@geotechnik-ebel.de



Vorhaben:
**Friedrichshafen-Jettenhausen,
Neubau Pfarrkirche mit Gemeinderäumen**

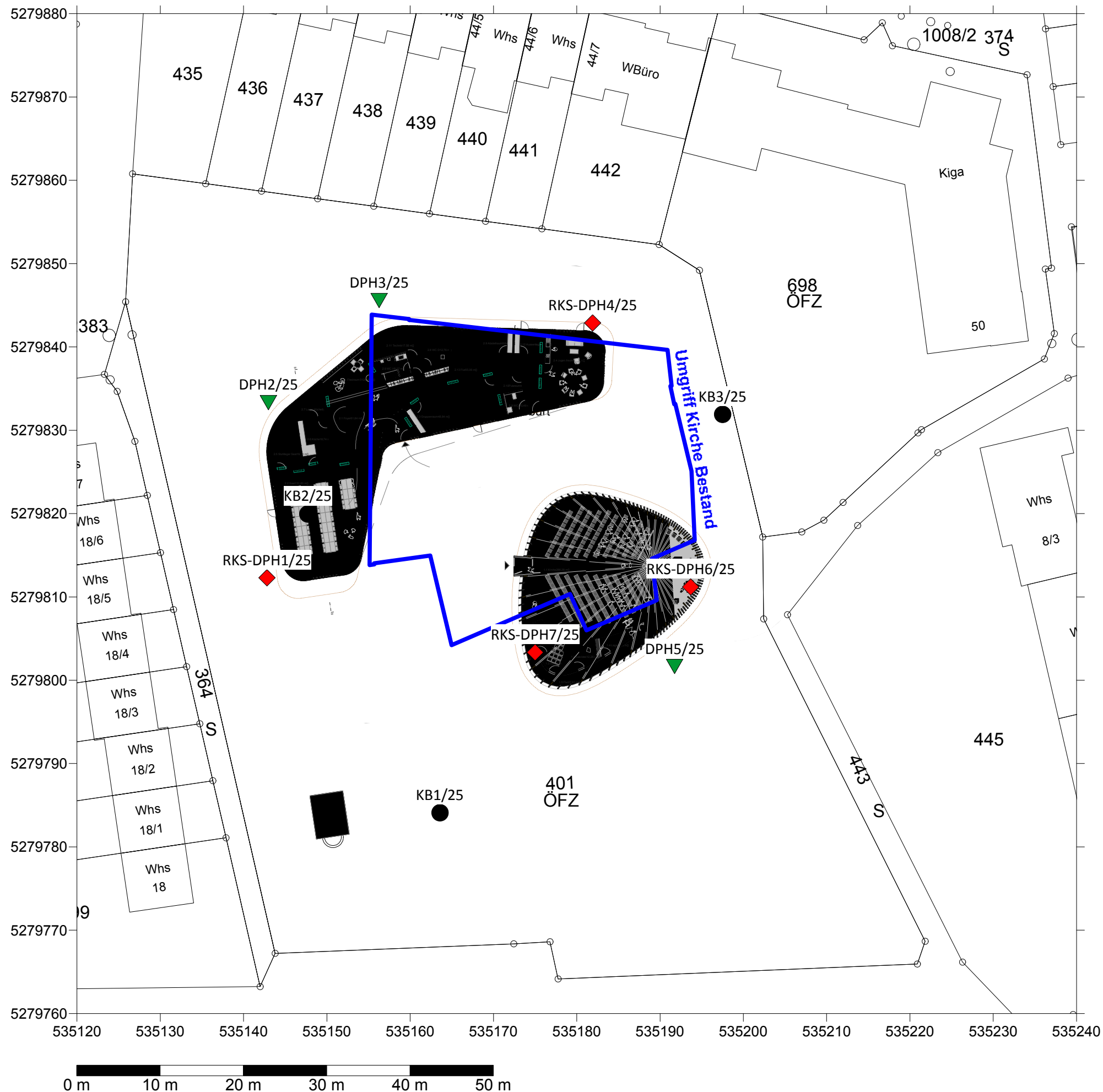
Plan:
Lageplan mit Luftbild

Maßstab:
1:500

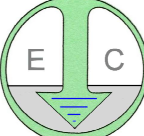
Aktenzeichen:
240608

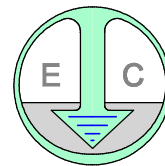
Anlage:
1.2

Grundlage:
LGL



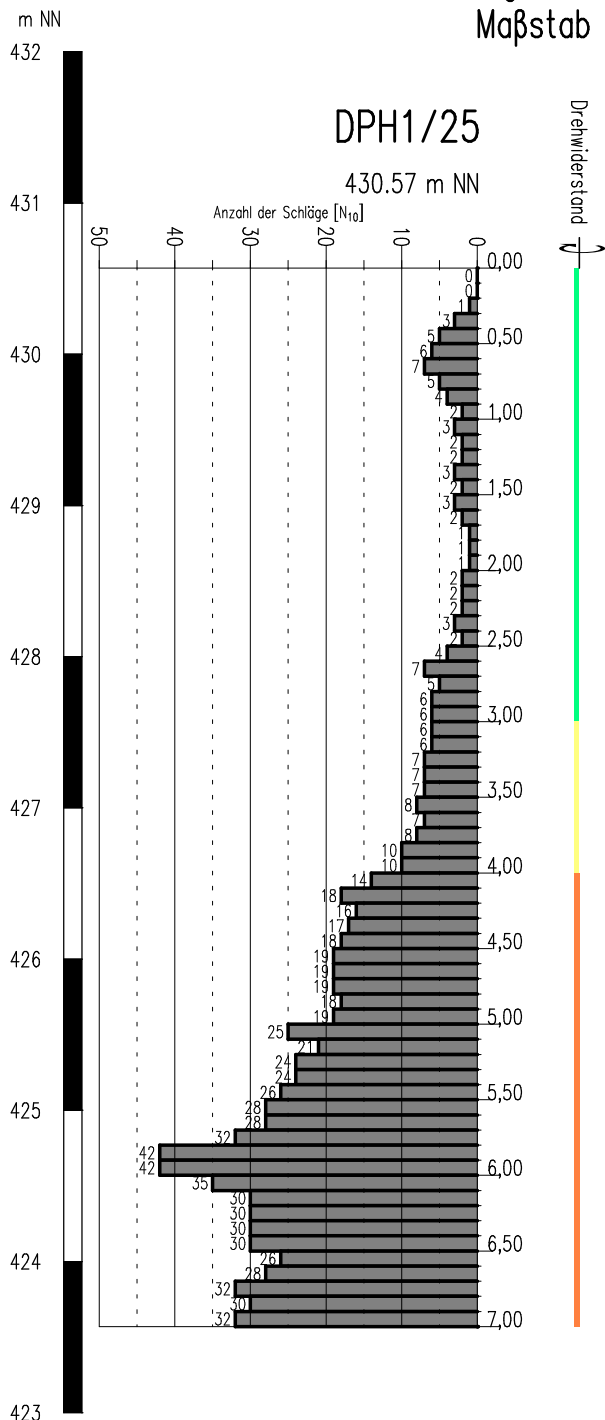
	RKS-DPH	Rammkernsondierung und Schwere Rammsondierung
	DPH	Schwere Rammsondierung
	KB	Asphaltekernbohrung und Spiralbohrung

Dr. Ebel & Co. Ingenieurgesellschaft für Geotechnik und Wasserwirtschaft mbH St. Ulrich-Straße 21, 88410 Bad Wurzach-Arnach Telefon 07564/94897-10 Telefax 07564/94897-99 info@geotechnik-ebel.de			
Vorhaben: Friedrichshafen-Jettenhausen, Neubau Pfarrkirche mit Gemeinderäumen			
Plan: Lageplan mit Planung			Maßstab: 1:500
Aktenzeichen: 240608	Anlage: 1.3	Grundlage: Braunger Wörtz Architekten, LGL	



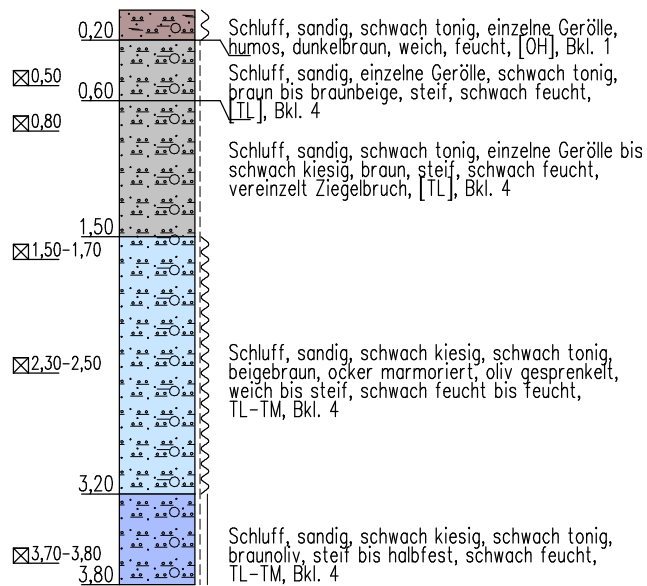
Rammdiagramm und Schichtsäule

Maßstab d. H. 1:50



RKS1/25

430.57 m NN



kein Grundwasser angetroffen
(22.01.2025)

Geologische Bezeichnung

	aufgefüllter Mutterboden
	Auffüllung
	Geschiebelehm
	Geschiebemergel

Konsistenz/Lagerungsdichte

	weich
	steif
	weich bis steif
	steif bis halbfest

Bodenklassen DIN 18 300
1 4 4

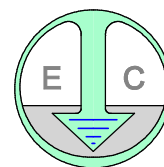
Bodengruppen DIN 18 196
[OH] [TL] TL-TM

Proben

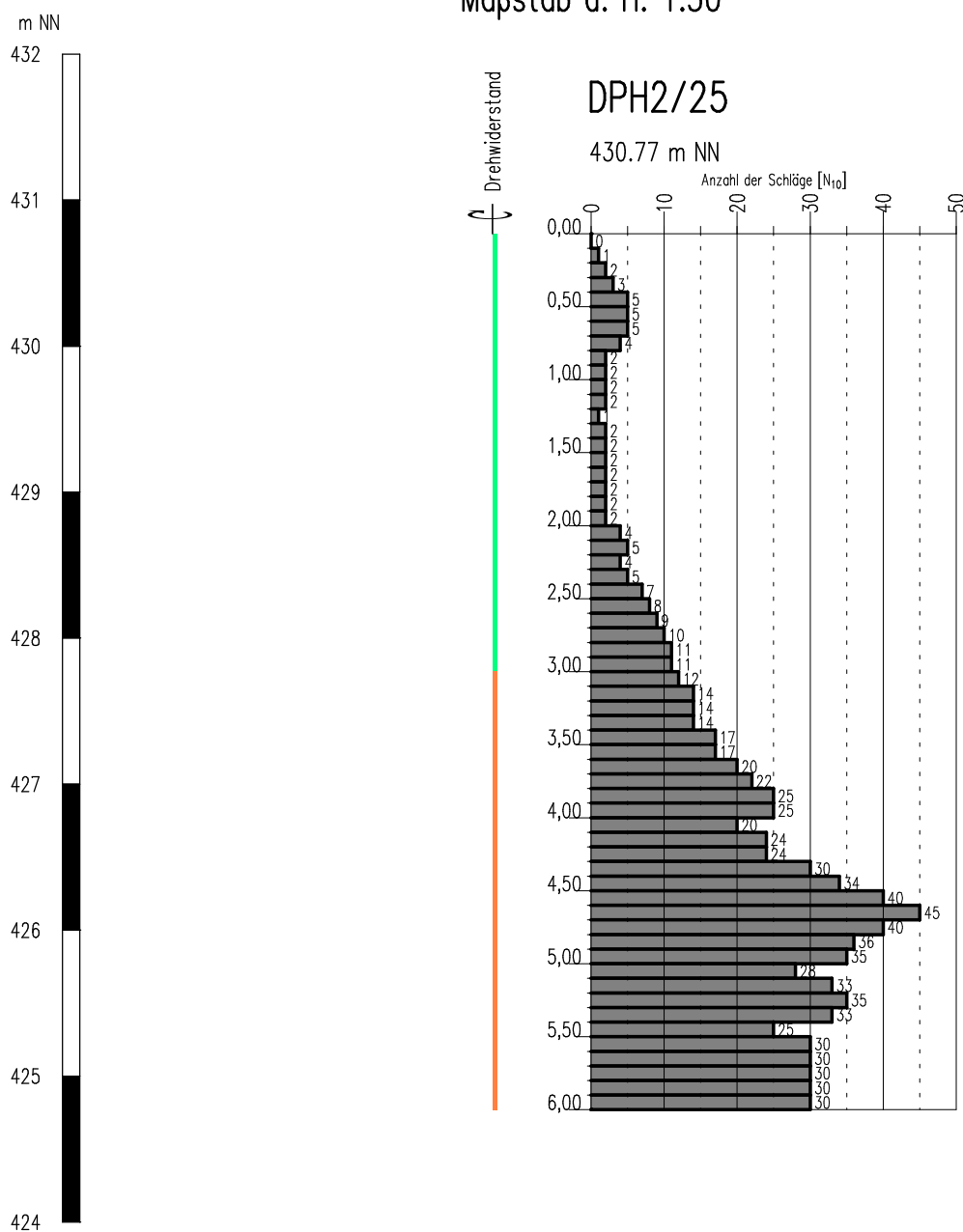
Becherprobe

Drehwiderstand

	leicht (< ca. 50 Nm)
	mittel (ca. 50 - 100 Nm)
	schwer (ca. 100 - 150 Nm)
	sehr schwer (> ca. 150 Nm)

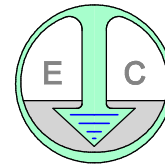


Rammdiagramm
Maßstab d. H. 1:50

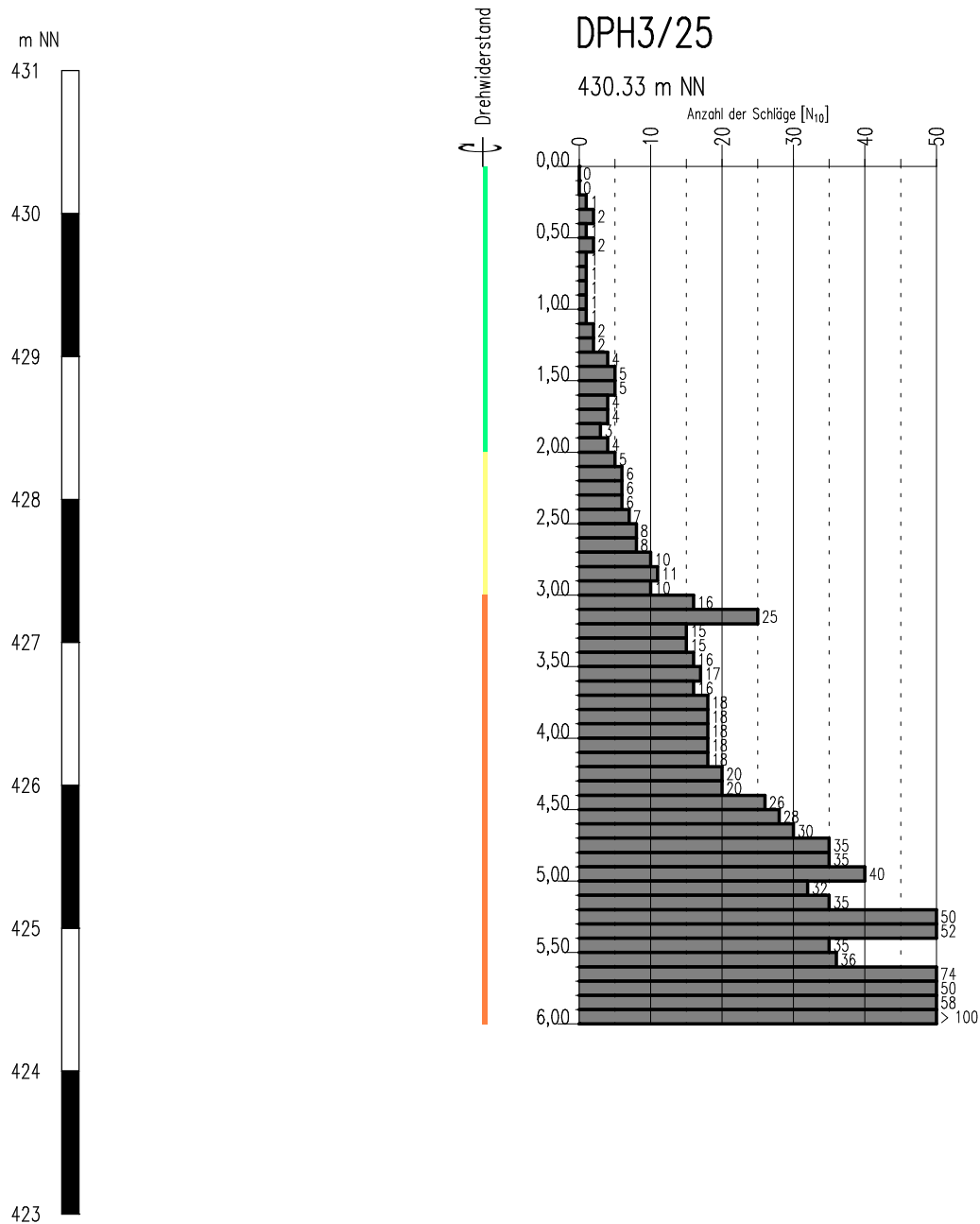


Drehwiderstand

- leicht (< ca. 50 Nm)
- mittel (ca. 50 - 100 Nm)
- schwer (ca. 100 - 150 Nm)
- sehr schwer (> ca. 150 Nm)

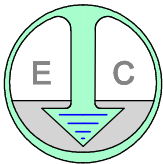


Rammdiagramm
Maßstab d. H. 1:50

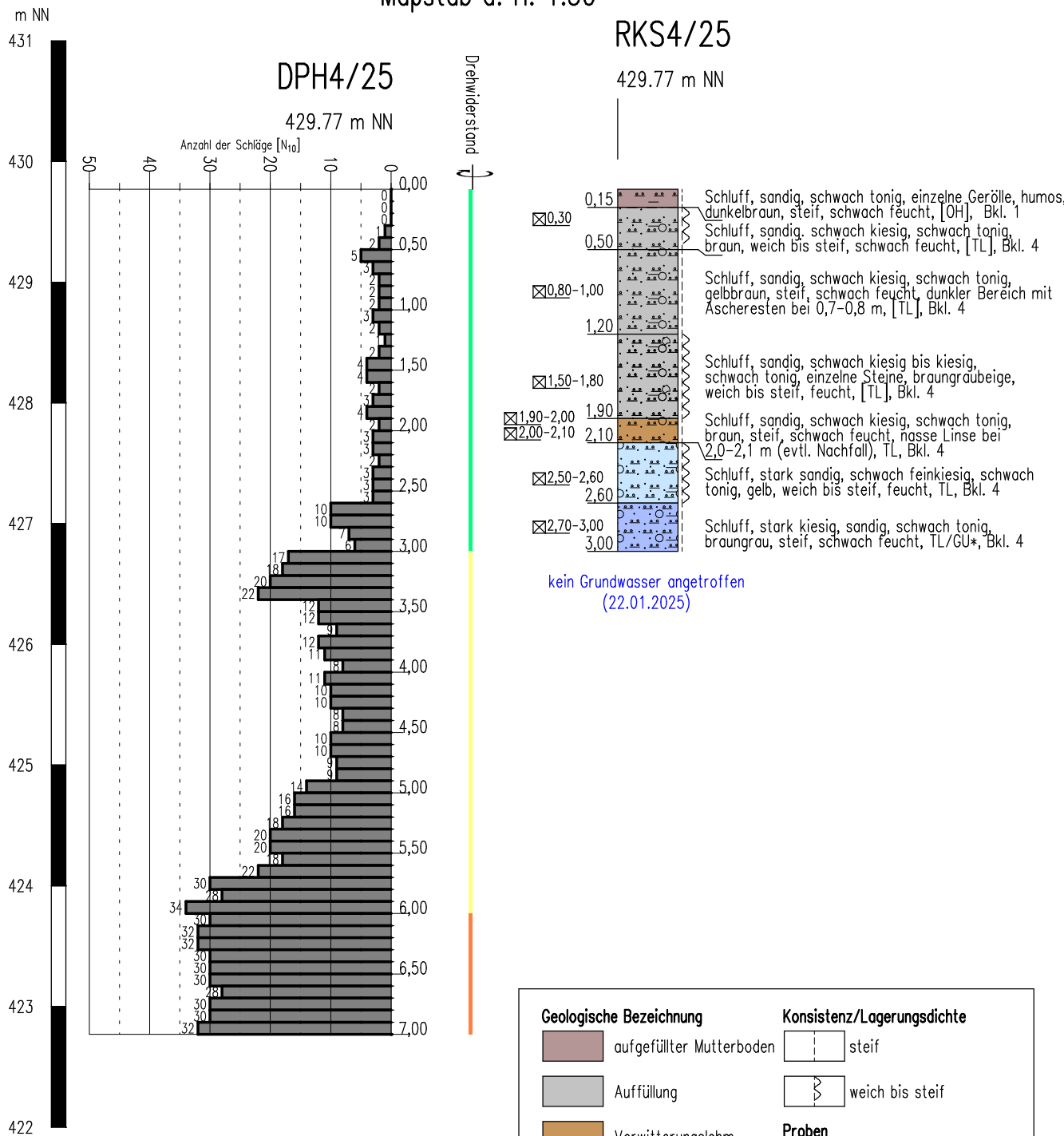


Drehwiderstand

- leicht ($< \text{ca. } 50 \text{ Nm}$)
- mittel ($\text{ca. } 50 - 100 \text{ Nm}$)
- schwer ($\text{ca. } 100 - 150 \text{ Nm}$)
- sehr schwer ($> \text{ca. } 150 \text{ Nm}$)



Rammdiagramm und Schichtsäule
Maßstab d. H. 1:50



Geologische Bezeichnung

- aufgefüllter Mutterboden
- Auffüllung
- Verwitterungslehm
- Geschiebelehm
- Geschiebemergel

Konsistenz/Lagerungsdichte

- steif
- weich bis steif

Proben

- Becherprobe

Drehwiderstand

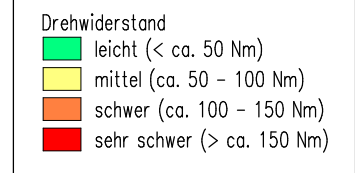
- leicht (< ca. 50 Nm)
- mittel (ca. 50 - 100 Nm)
- schwer (ca. 100 - 150 Nm)
- sehr schwer (> ca. 150 Nm)

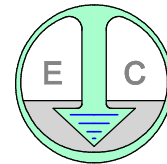
Bodenklassen DIN 18 300

1 4 4

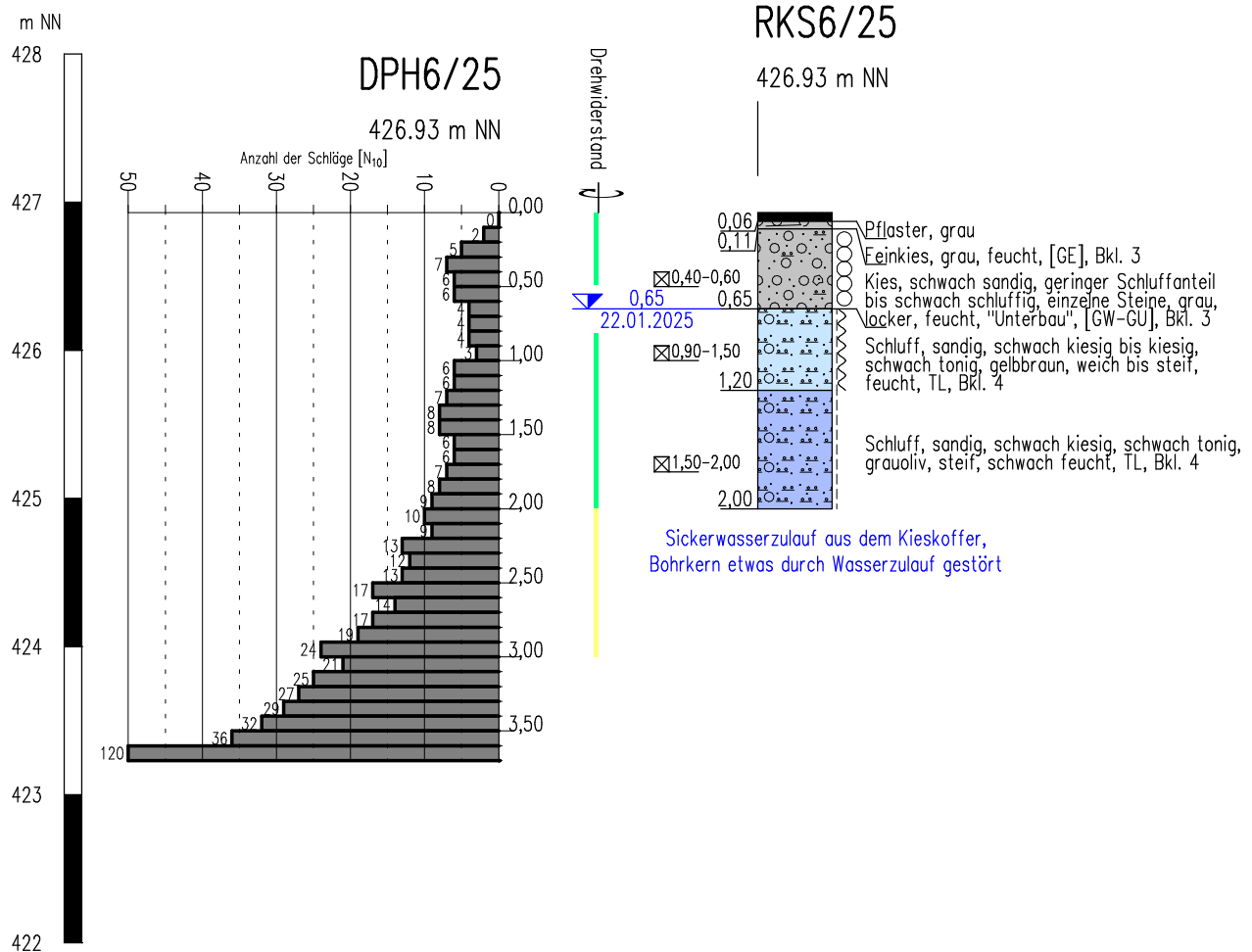
Bodengruppen DIN 18 196

[OH] [TL] TL TL/GU*





Rammdiagramm und Schichtsäule
Maßstab d. H. 1:50



Geologische Bezeichnung

	Pflaster
	Auffüllung
	Geschiebelehm
	Geschiebemergel

Konsistenz/Lagerungsdichte

	locker
	weich bis steif
	steif

Proben

	Becherprobe
--	-------------

Bodenklassen DIN 18 300

3 4

Bodengruppen DIN 18 196

[GE] [GW-GU] TL

Sickerwasser

	Wasserspiegel zum Arbeitsende
--	-------------------------------

Drehwiderstand

	leicht (< ca. 50 Nm)
	mittel (ca. 50 - 100 Nm)
	schwer (ca. 100 - 150 Nm)
	sehr schwer (> ca. 150 Nm)

■ schwer (ca. 100 – 150 Nm)
■ sehr schwer (> ca. 150 Nm)



Dokumentation der Asphaltkernbohrungen und Spiralbohrungen

KB = Asphaltkernbohrung
SB = Spiralbohrung

Lage: siehe Anlage 1.2 Lageplan

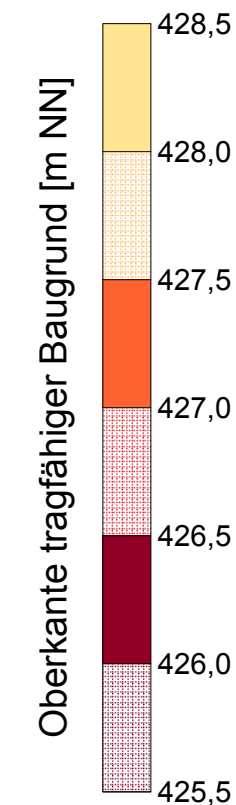
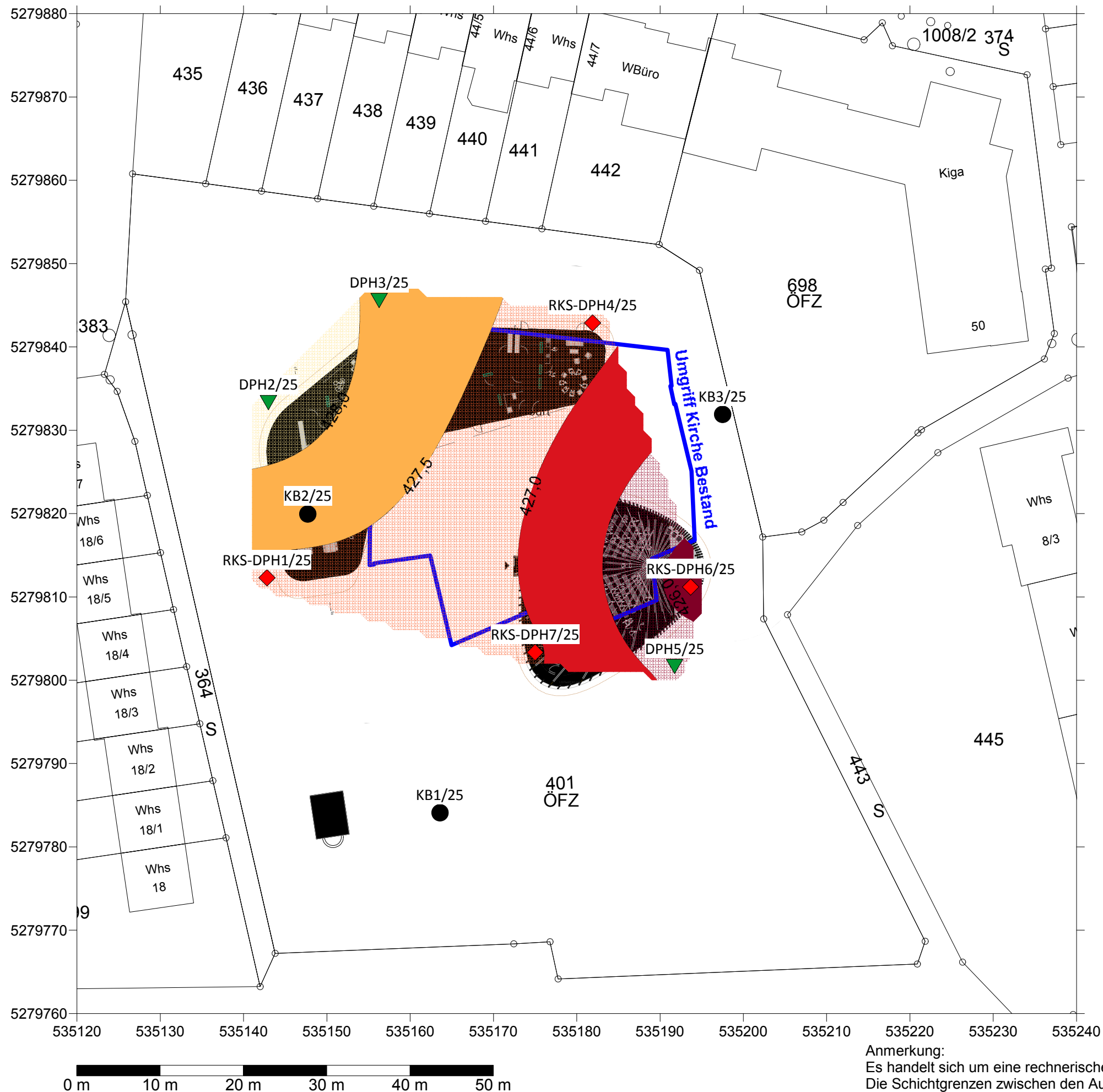
Straße / Provinz	Bohrung Nr.	Bohr-durchmesser [mm]	Tiefe [cm u. GOK]	Bohrbarkeit	Material	Bohrstrecke [cm]	Proben	Verfüllung	Interpretation
südliche Zufahrtsfläche vor Treppenaufgang; mittig angeordnet	KB1/25	75	0-2,5 2,5-4,5	schwer schwer	Asphaltdecke gebundene Tragschicht	4,5	Asphaltkern	4,5 cm Kaltasphalt	-
	SB1/25	16	4,5-9,5 9,5-90	mittel-schwer leicht	mehlig, sandig, trocken bindig, nass	85,5	-	-	Kiestragschicht bindiger Boden
westliche Asphaltfläche	KB2/25	75	0-4	schwer	Tragdeckschicht	4	Asphaltkern	4 cm Kaltasphalt	-
	SB2/25	16	4-14 14-90	schwer leicht	mehlig, trocken bindig, braun, feucht	86	-	-	Kiestragschicht Schluff
östlicher Zufahrtsweg zum Pfarrhaus zwischen Kirche und Kindergarten; mittiger Abschnitt	KB3/25	75	0-3,5 3,5-8	schwer schwer	Asphaltdecke gebundene Tragschicht	8	Asphaltkern	6 cm Kaltasphalt	-
	SB3/25	16	8-40 40-55 55-90	mittel-schwer mittel sehr leicht	mehlig, sandig, trocken kein Bohrgut nass, bindig	82	-	-	Kiestragschicht kiesiger Boden bindiger Boden

Gesamtsummen	Anzahl Bohrungen	Durch-messer [mm]	Bohrstrecke [cm]	Verfüllung mit Kaltasphalt [cm]
KB1-3/25	3	75	16,5	14,5
SB1-3/25	3	16	253,5	-



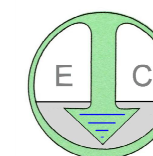
Wassergehalte nach DIN 18121 durch Ofentrocknung

Versuch Nr.	Aufschluss	Tiefe [m]	Zusammensetzung	Wassergehalt [Massen-%]	Bemerkung
1	RKS1/25	1,5-1,7	Gesamt	18,9	Geschiebelehm
2			< 2 mm	19,7	
3		2,3-2,5	Gesamt	15,4	Geschiebelehm
4			< 2 mm	16,6	
5		3,7-3,8	Gesamt	13,9	Geschiebemergel
6			< 2 mm	14,3	
7	RKS4/25	2,5-2,6	Gesamt	16,3	Geschiebelehm
8			< 2 mm	16,7	
9		2,7-3,0	Gesamt	10,0	Geschiebemergel
10			< 2 mm	14,5	
11	RKS6/25	0,9-1,5	Gesamt	14,9	Geschiebelehm
12			< 2 mm	17,2	
13		1,5-2,0	Gesamt	13,1	Geschiebemergel
14			< 2 mm	14,2	
15	RKS7/25	0,7-0,9	Gesamt	16,6	Geschiebelehm
16			< 2 mm	18,0	
17		1,3-1,6	Gesamt	13,2	Geschiebemergel
18			< 2 mm	13,8	
19		2,6-3,0	Gesamt	11,8	Geschiebemergel
20			< 2 mm	12,3	



◆	RKS-DPH	Rammkernsondierung und Schwere Rammsondierung
▼	DPH	Schwere Rammsondierung
●	KB	Asphaltekernbohrung und Spiralbohrung

Dr. Ebel & Co. Ingenieurgesellschaft für
Geotechnik und Wasserwirtschaft mbH
St. Ulrich-Straße 21, 88410 Bad Wurzach-Arnach
Telefon 07564/94897-10 Telefax 07564/94897-99
info@geotechnik-ebel.de



Vorhaben:
**Friedrichshafen-Jettenhausen,
Neubau Pfarrkirche mit Gemeinderäumen**

Plan:
**Lageplan mit Oberkante
des tragfähigen Baugrunds**

Maßstab:
1:500

Aktenzeichen:
240608

Anlage:
5

Grundlage:
Braunger Wörtz
Architekten, LGL

Anmerkung:
Es handelt sich um eine rechnerische Interpolation.
Die Schichtgrenzen zwischen den Aufschlüssen /
Stützpunkten der Interpolation sind vermutet.

Berechnungsgrundlagen:
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 = 0.300
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.300 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.300) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.395$
 $\sigma_{R,d}$ auf 800.00 kN/m² begrenzt
Gründungssohle = 1.60 m

Grundwasser = 5.00 m
Grenztiefe mit p = 20.0 %
— Sohl Druck
— Setzungen

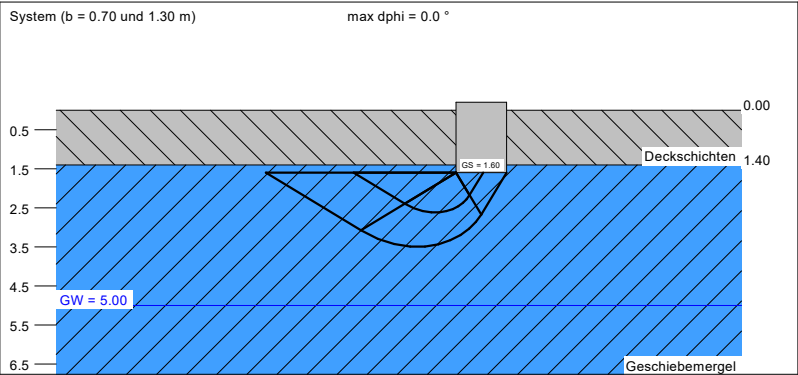
Dr. Ebel & Co. GmbH Bad Wurzach - Arnach Betzgau b. Kempten	Neubau Pfarrkirche Friedrichshafen - Jettenhausen	AZ 240608
		Anlage 6

Magerbetonvertiefungen ("Brunnengründung") bis in tragfähige Geschiebemergel

a/b = 1 ; a = b = 0,7 - 1,3 m ; t = 1,6 m

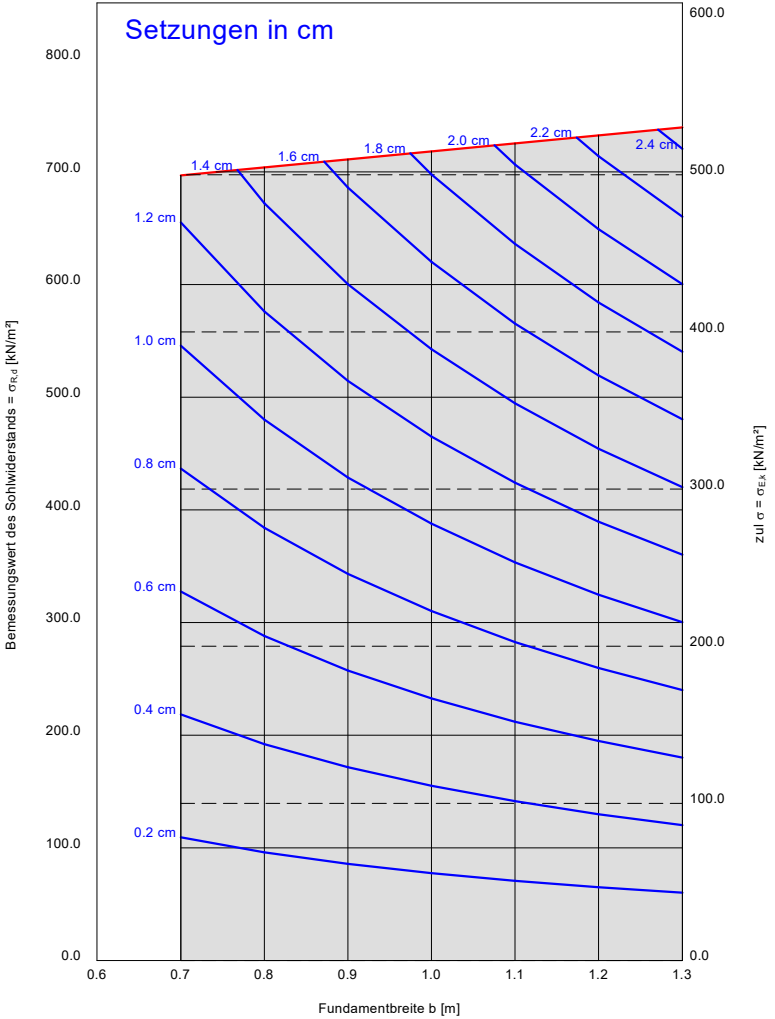
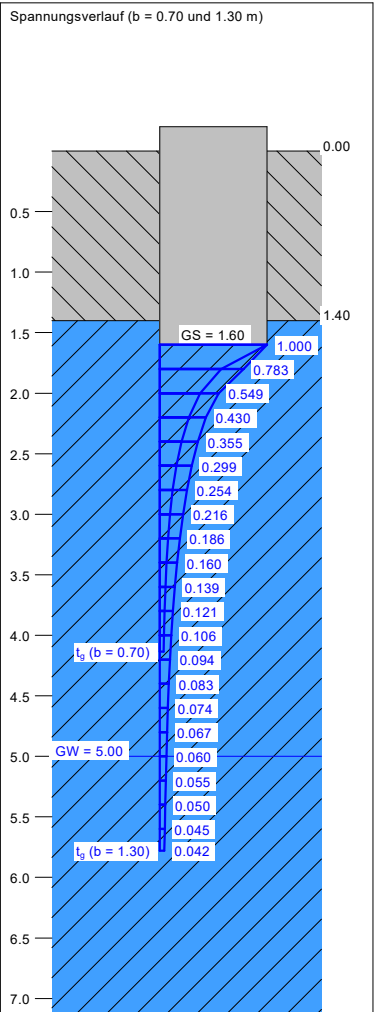
erforderliche Einbindung der Brunnen mindestens 1,6 m unter Geländeoberkante
Tragfähige Baugrund gemäß Rammdiagramme zwischen 425 - 428 m NN.

Boden	Tiefe [m]	γ/γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	v [-]	E _s [MN/m ²]	Bezeichnung
	1.40	19.0/9.0	25.0	1.0	0.00	2.0	Deckschichten
	>1.40	21.0/11.0	27.5	7.5	0.00	20.0	Geschiebemergel



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	R _{n,d} [kN]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	V _{E,k} [kN]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	$\sigma_{\bar{u}}$ [kN/m ²]	t _g [m]
0.70	0.70	697.0	341.5	499.6	244.8	1.28	27.5	7.50	21.00	30.80	4.13
0.80	0.80	704.1	450.6	504.7	323.0	1.47	27.5	7.50	21.00	30.80	4.41
0.90	0.90	711.1	576.0	509.8	412.9	1.66	27.5	7.50	21.00	30.80	4.67
1.00	1.00	718.2	718.2	514.8	514.8	1.85	27.5	7.50	21.00	30.80	4.93
1.10	1.10	725.3	877.6	519.9	629.1	2.05	27.5	7.50	21.00	30.80	5.21
1.20	1.20	732.4	1054.6	525.0	756.0	2.26	27.5	7.50	21.00	30.80	5.50
1.30	1.30	739.4	1249.6	530.1	895.8	2.46	27.5	7.50	21.00	30.80	5.78

$\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,V} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{R,k} / 1.95$ (für Setzungen)
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.30

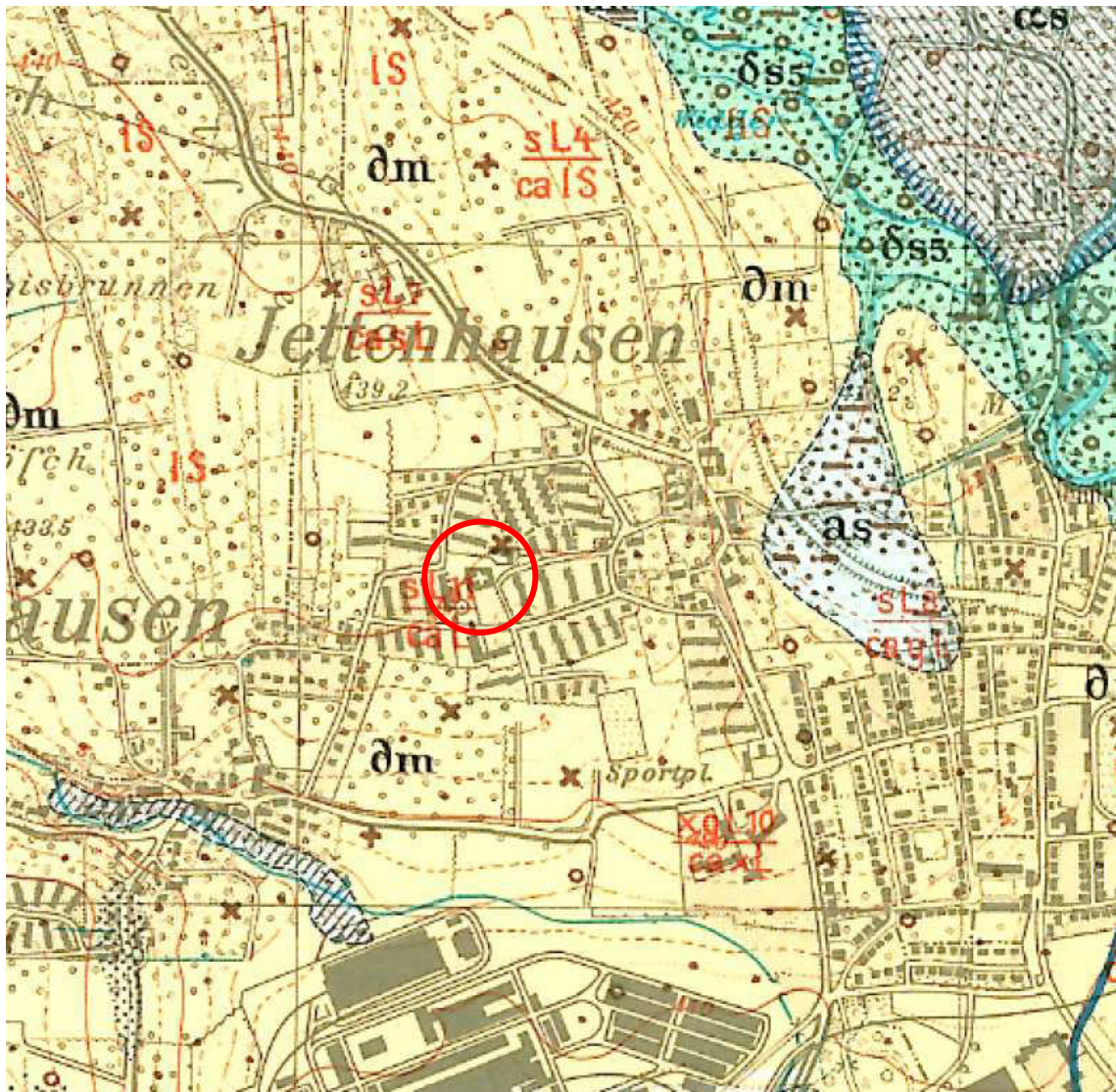


Beilage 1

GEOLOGISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG:
Auszug aus Geologischer Karte Nr. 8322
Friedrichshafen (eine Seite)



Auszug aus Geologischer Karte 1:25.000 Nr. 8322 Friedrichshafen



Alluvialer Talkies
und Sand



Kies(Grand.) und Sand, oben
etwas verlehmt und humos
bei nahem Grundwasser

Talland und Kies
der niedersten Terrassen,
entsprechend der Stufe von
Schachen und Eriskirch im
östlichen Nachbargebiet



Sand und Kies (Grand.),
oben verlehmt und
gelegentlich humos

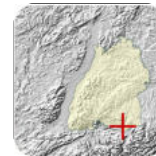
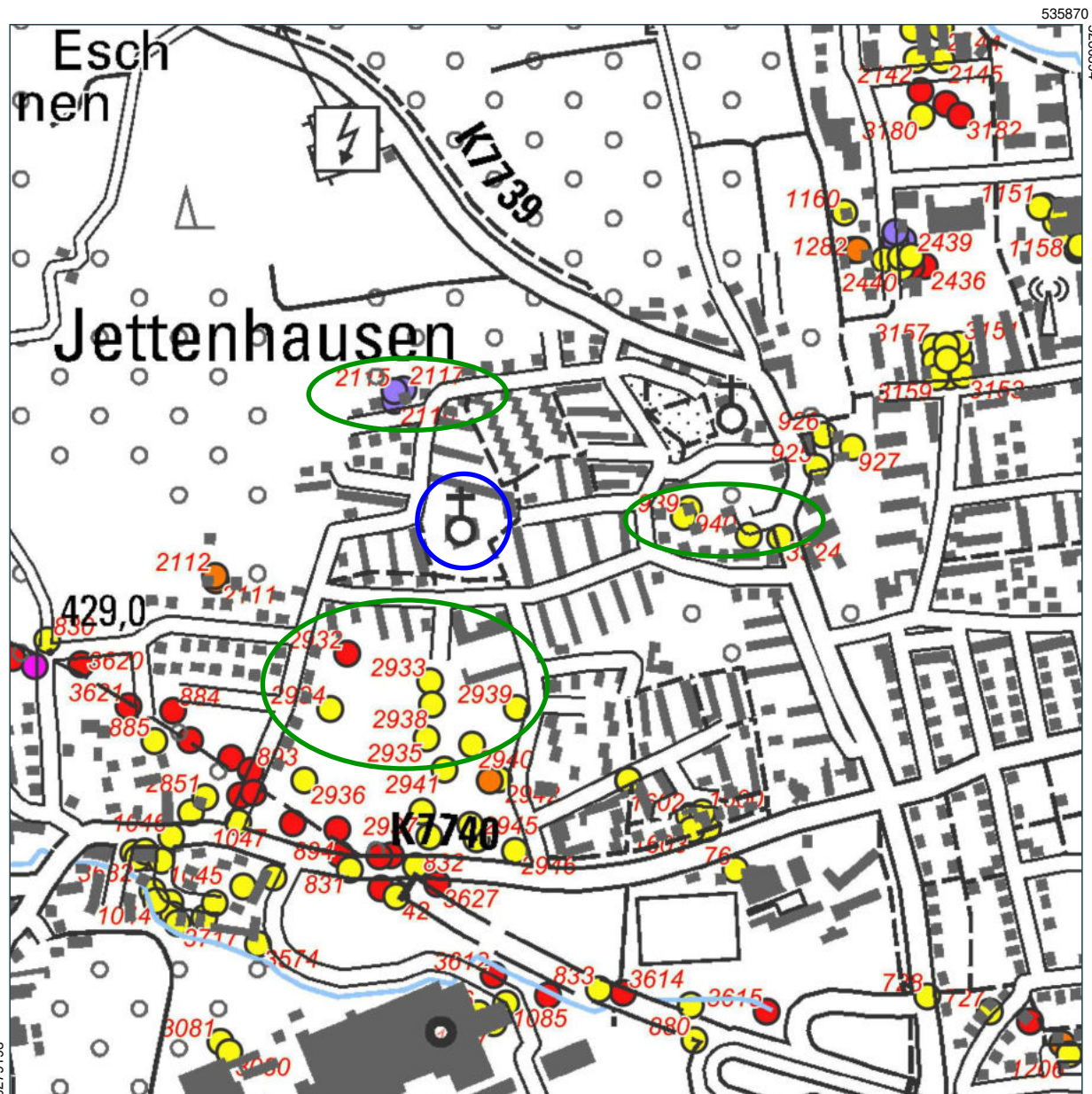
Geschiebemergel
(frühe Grundmoräne)



Sandiger-steiniger,
in wechselndem Grade toniger
Mergel mit zahlreichen
gekrümmten Geschieben

Beilage 2

**LANDESAMT FÜR GEOLOGIE, ROHSTOFFE UND
BERGBAU**, Freiburg: Aufschlussarchiv: Lageplan und
zwölf Aufschlüsse (13 Seiten)



Maßstab

1 : 7500

Ebenen

ADB: Aufschlüsse (Stammdaten)

Topographie (Rasterdaten des LGL)

Aufschlüsse (Stammdaten)

- 0-10m
- 10-20m
- 20-50m
- 50-100m
- >100m



Untersuchungsgebiet

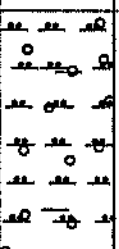
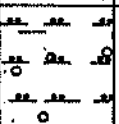
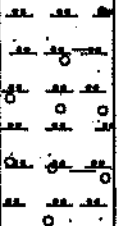


Bohrdaten angehängt



Baden-Württemberg
REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG

Rammkernsondierung RKS 1

Teufe [m]		Ansatzpunkt -0,49 mBP	
	0,30	Mu	Mutterboden
-1,00	0,70	A	Auffüllung
			Schluff, kiesig U, g, t'-fs' Wurzeln, kant. Kiesel; glimmer
-2,00			
-3,00	2,50		Schluff U, t', fs', g'
			
-4,00	3,40		Schluff, tonig, kiesig U, t'-t, g'-g, fs'
			
-5,00			
	5,00		

BV: EFH, Keltenweg, FlSt. 14/2

Bea.:

Ges.:

Maßstab: H 1 : 50

Bohrprofil RKS 1
88041 Fri'hafen

u.ANr.: Fri/030157/BG/SR

Bericht vom: 8.8.03

Anlage: 3

GEOSOND Dr. Koenig GmbH

GEOSOND Dr. Koenig GmbH

BauGrund Süd

ErdEnergie Management GmbH

Maybachstraße 6

88410 Bad Wurzach

Erdwärmebohrungen

88045 Friedrichshafen

AZ

G 09 04 082

Anlage Nr.

3.1

EW1/10

Maßstab d. H. 1:500

Landesamt für Geologie,
Rohstoffe und Bergbau
Archiv

8322/2115

LGRB

m u. GOK

0.0

-5.0

-10.0

-15.0

-20.0

-25.0

-30.0

-35.0

-40.0

-45.0

-50.0

-55.0

-60.0

-65.0

-70.0

-75.0

-80.0

-85.0

-90.0

-95.0

-100.0

427 m ü. NN

Verrohrung bis 66,0 m u. GOK

52.00
GW1

2.00

4.00

6.00

12.00

40.00

42.00

50.00

70.00

74.00

76.00

100.00

Moräne, Moränensand
grau, schwach schluffig bis schluffig

Moräne, Schluff
ocker, schwach kiesig, gering feinsandig

Moräne, Kies
ocker, schwach schluffig bis schluffig

Moräne, Ton
grau, schluffig, kiesig

Moräne, Schluff
grau, tonig

Moräne, Feinsand
grau

Moräne, Schluff
grau, tonig, kiesig bis schwach kiesig

Moräne, Feinsand
grau, schluffig bis schwach schluffig, schwach kiesig

Moräne, Feinsand
grau, stark schluffig

Moräne, Schluff
grau, stark feinsandig

Moräne, Schluff
grau, feinsandig bis schwach feinsandig, schwach tonig

GW1 nach Bohrende nicht messbar - abverbohrt
Spülbohrung ab 66,0 m u. GOK

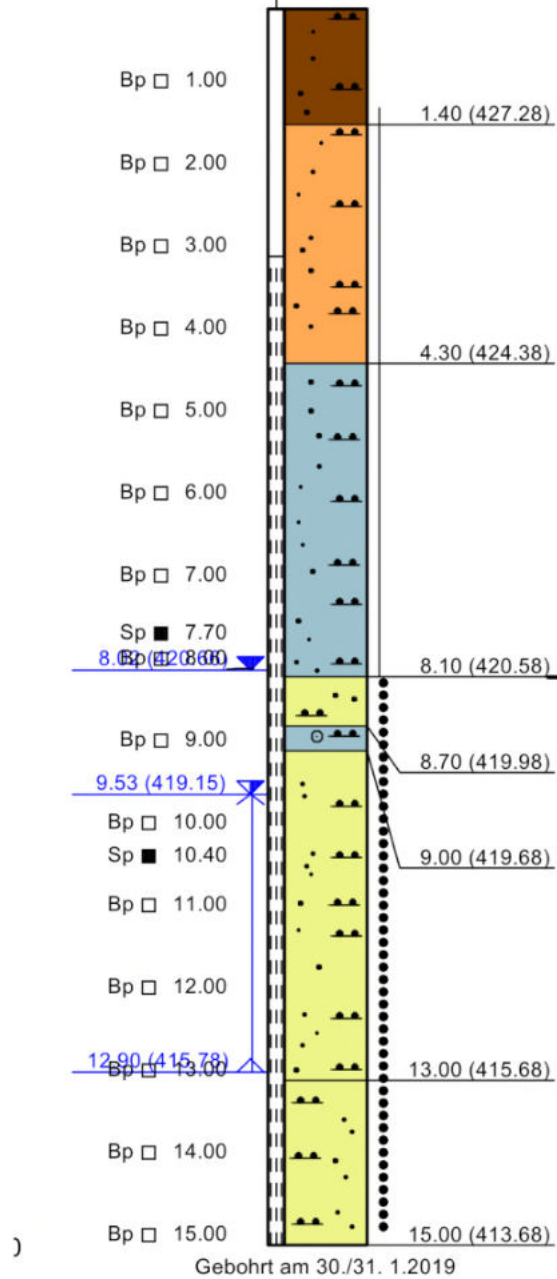
Legende

 Moräne

temp. Pegel
wieder gezogen

OK Ausbau = 428.68 m
3.00 PVC- Aufsatzrohr
12.00 PVC-Filterrohr

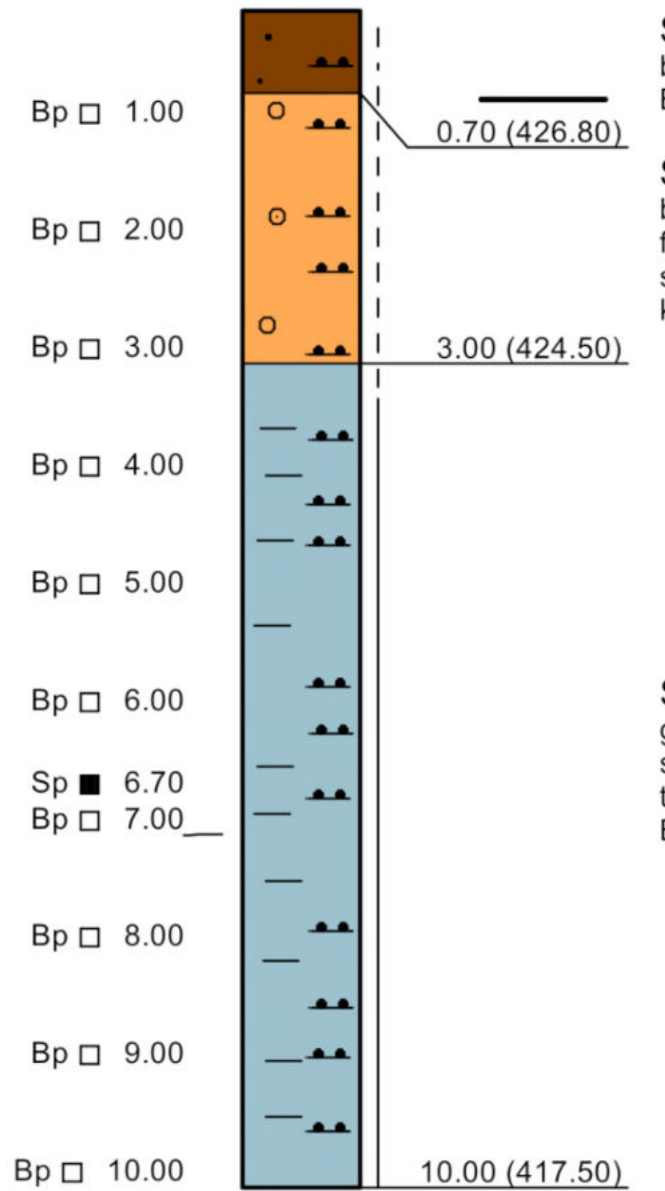
BK1
428.68 m



Legende		
	halbfest	Mu Mutterboden
	steif	Verwitterungsdecke
...	mitteldicht	Moränesand
	Ausrollgrenze	Geschiebemergel grau
	Fließgrenze	Geschiebemergel braun

BK2

427.50 m

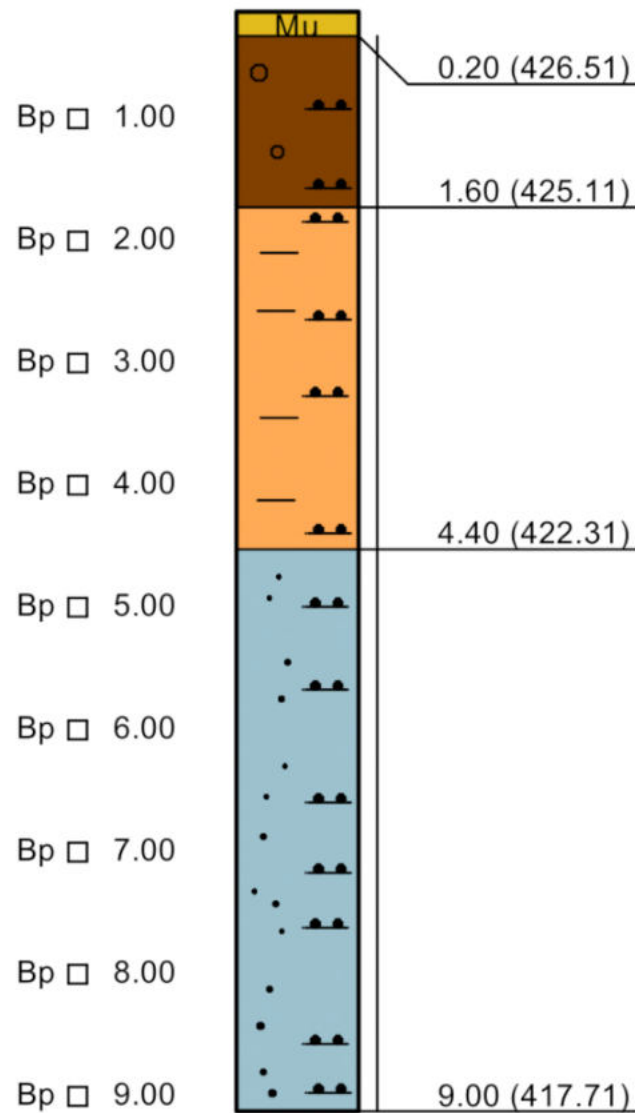


Gebohrt am 25./28.1.2019

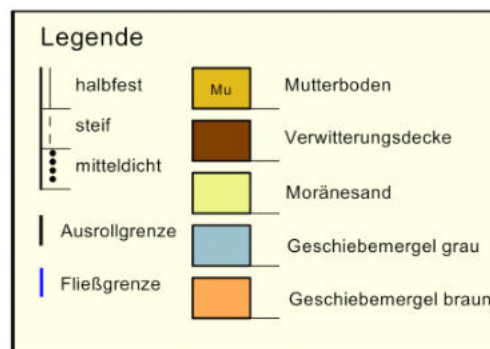
Legende		
	halbfest	 Kies
	steif - halbfest	 Auffüllung
	steif	 Verwitterungsdecke
	dicht	 Geschiebemergel grau
	Ausrollgrenze	 Geschiebemergel braun
	Fließgrenze	

BK3

426.71 m

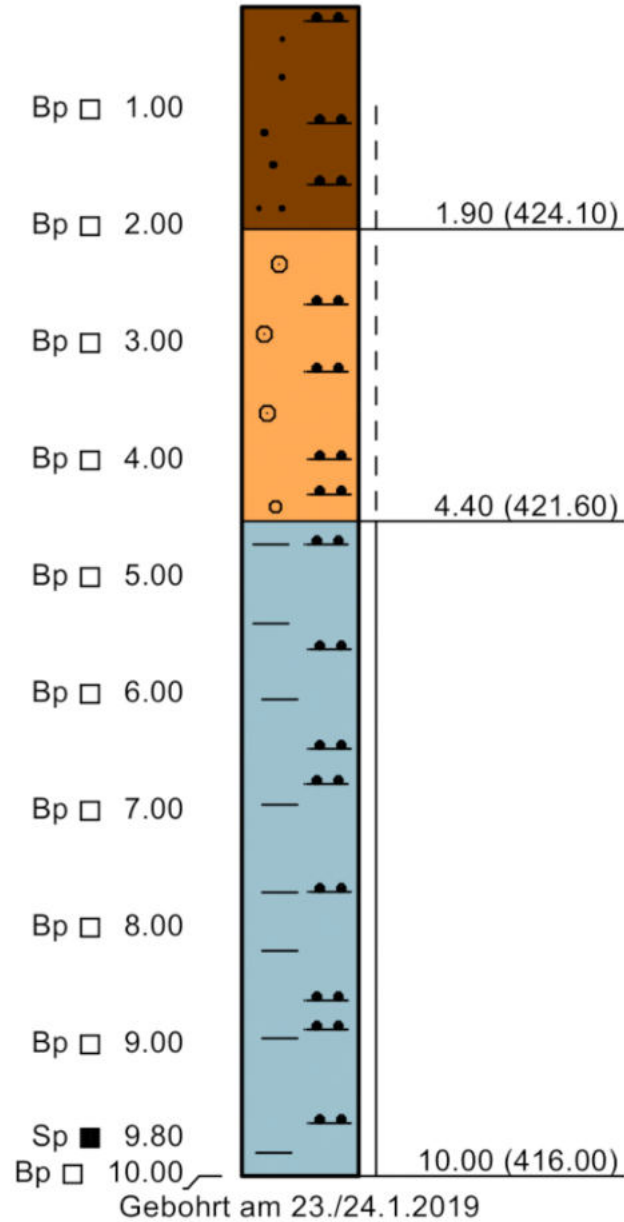


Gebohrt am 31.1./1.2.2019



BK4

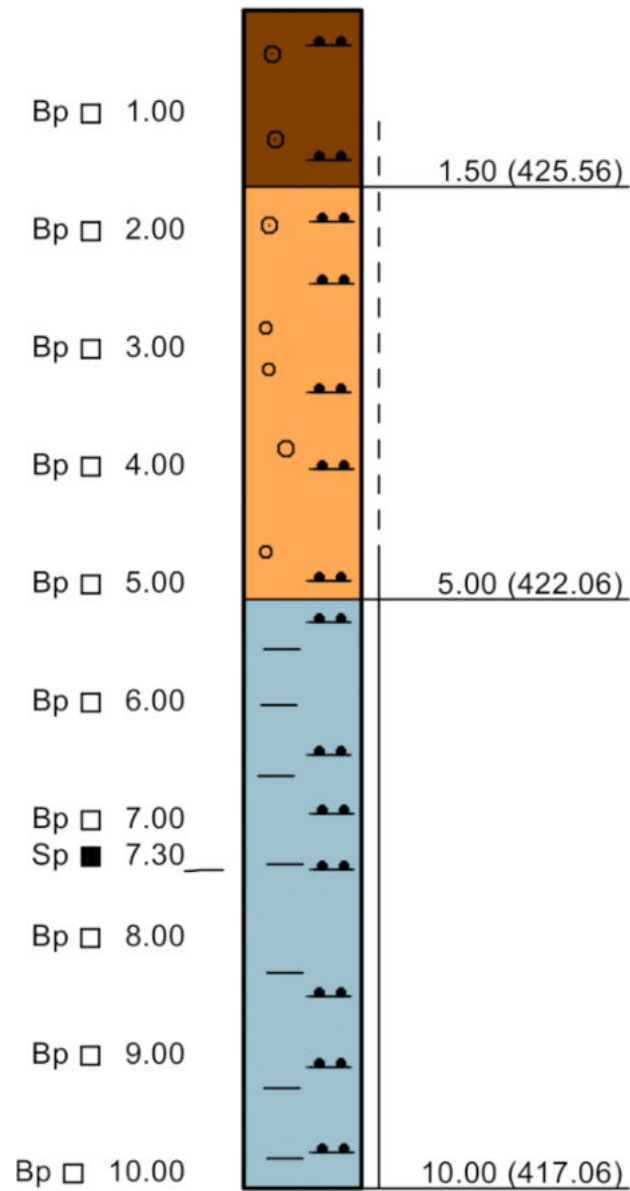
426.00 m



Legende		
	Kies	
	Auffüllung	
	Verwitterungsdecke	
	Geschiebemergel grau	
	Geschiebemergel braun	
	Ausrollgrenze	
	Fließgrenze	
	halbfest	
	steif - halbfest	
	steif	
	dicht	

BK7

427.06 m



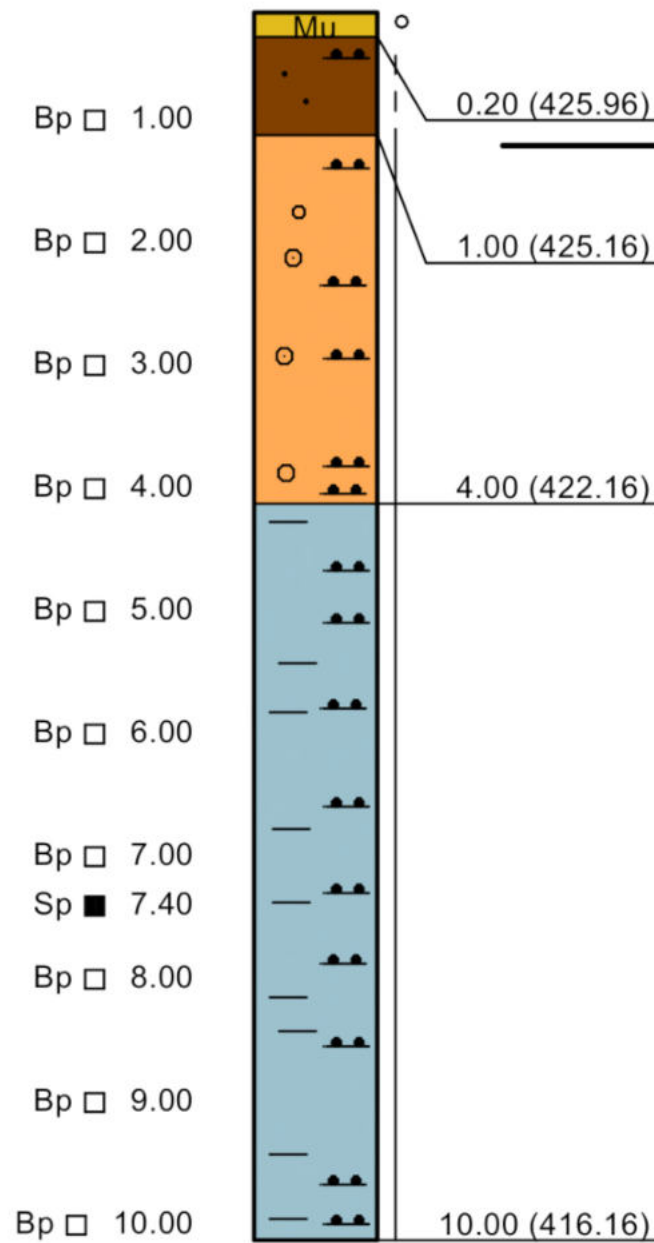
Geböhrt am 24./25.1.2019

Legende		
	halbfest	Kies
	steif - halbfest	Auffüllung
	steif	Verwitterungsdecke
	dicht	Geschiebemergel grau
	Ausrollgrenze	Geschiebemergel braun
	Fließgrenze	

BK8

426.16 m

8322/2939
Landesamt für Geologie,
Rohstoffe und Bergbau
Baden-Württemberg
LGRB-Archiv



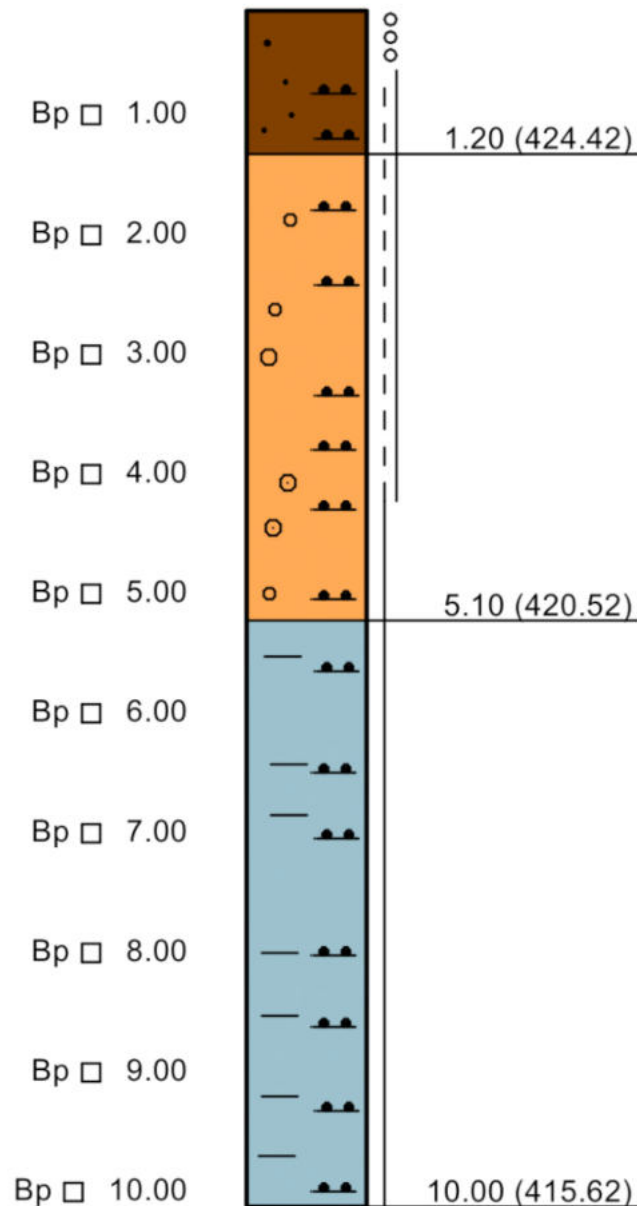
Gebohrt am 29.1.2019

Legende			
halbfest		Kies	
steif - halbfest		Mutterboden	
steif		Auffüllung	
locker		Verwitterungsdecke	
dicht		Geschiebemergel grau	
Ausrollgrenze		Geschiebemergel braun	
Fließgrenze			

BK9

425.62 m

8322/2940
Landesamt für Geologie,
Rohstoffe und Bergbau
Baden-Württemberg
LGRB-Archiv

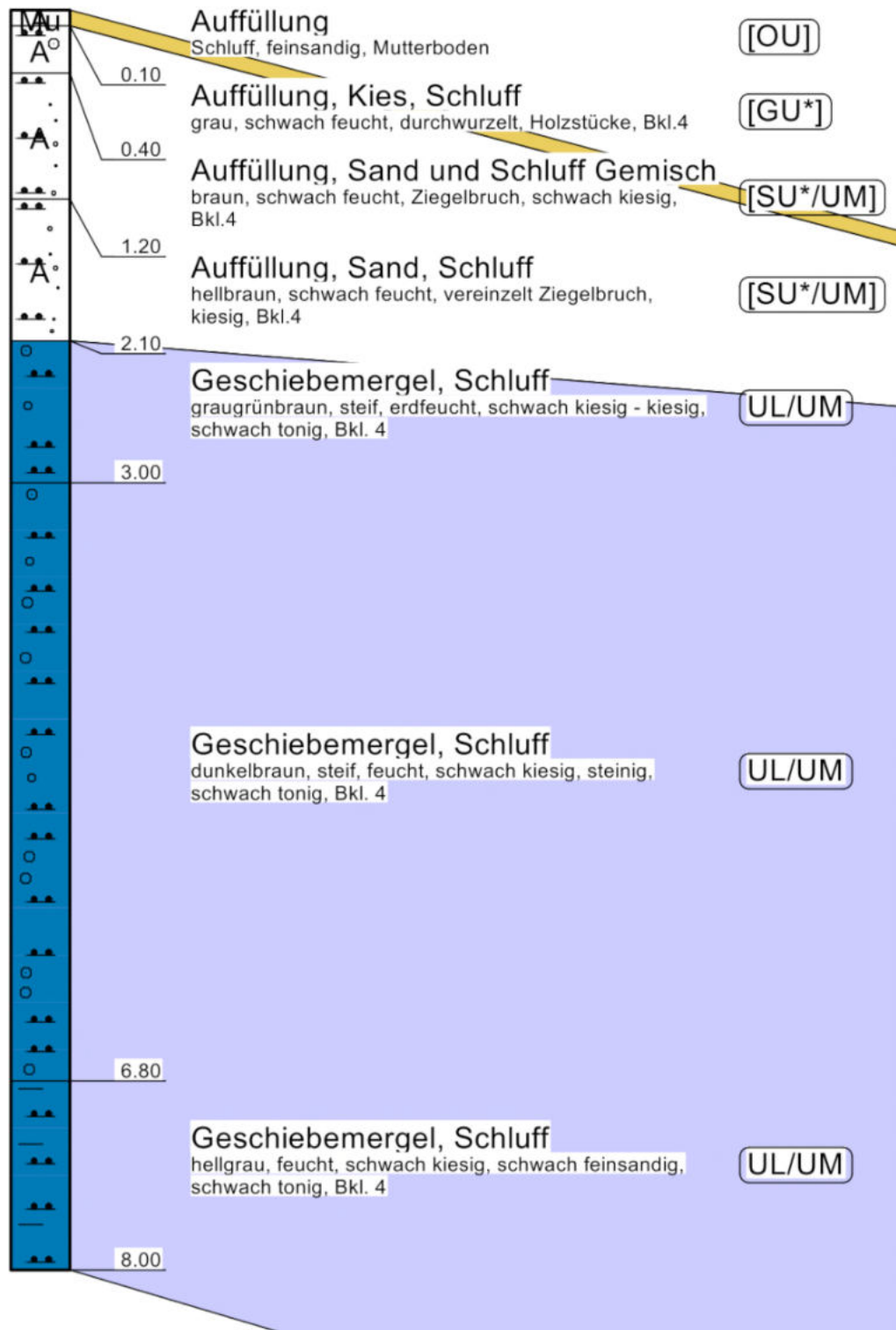


Geböhrt am 28.1.2019

Legende			
	halbfest		Kies
	steif - halbfest		Mutterboden
	steif		Auffüllung
	locker		Verwitterungsdecke
	dicht		Geschiebemergel grau
	Ausrollgrenze		Geschiebemergel braun
	Fließgrenze		

BK1/12

423,964 m ü. NN

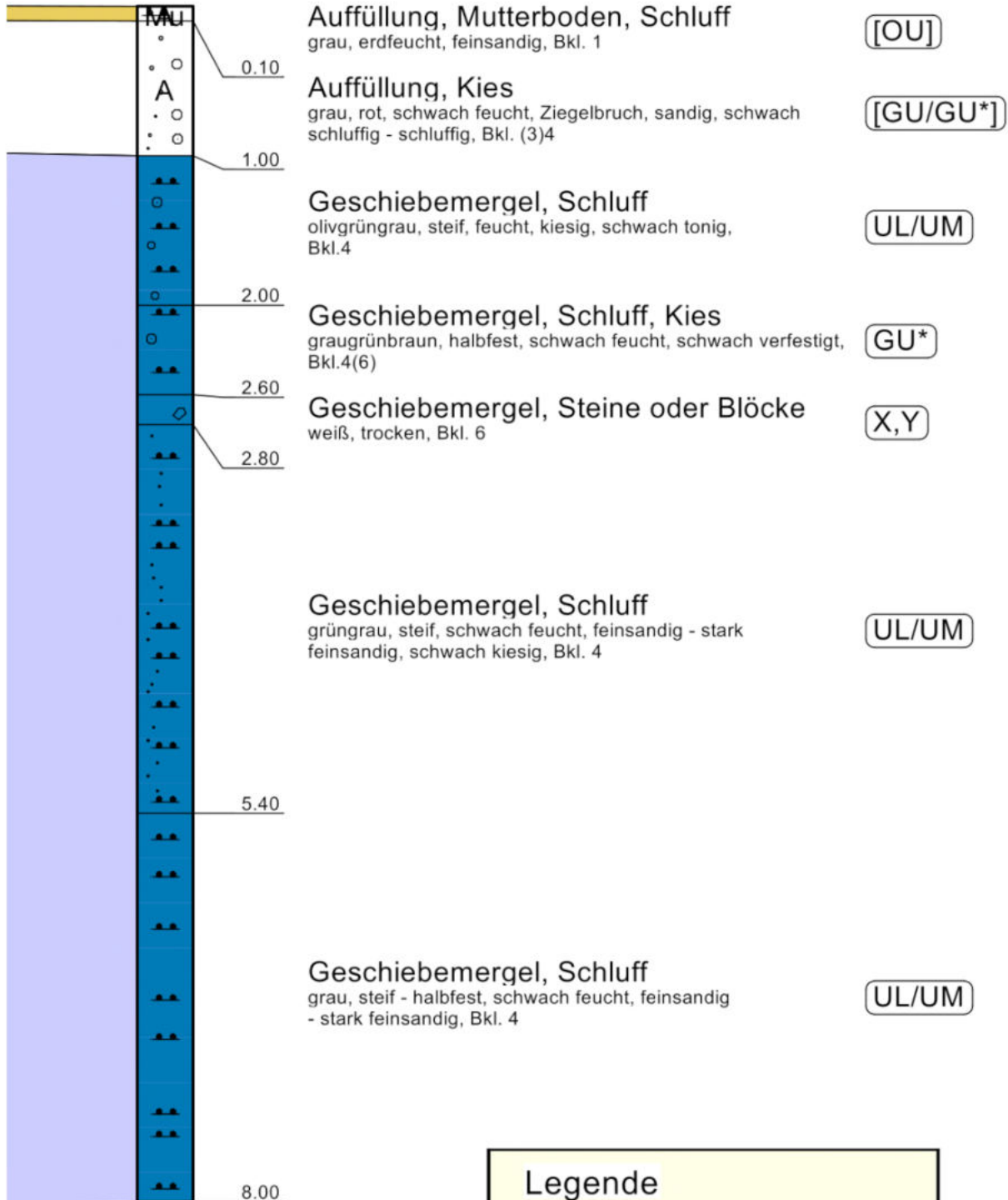


Kein GW am 16.07.2012

Legende	
A	Auffüllung
	Geschiebemergel

BK2/12

422,216 m ü. NN



Kein GW am 16.07.2012

