

Per E-Mail: Michael.Baasch@IBA-Hamburg.de

IBA Hamburg GmbH
Herrn Baasch
Am Zollhafen 12

20539 Hamburg

Proj.Nr. 9663
12.06.2024
Sr/he

Projekt: Georgswerder Kirchenwiese, 21109 Hamburg

Betreff: Ermittlung von grundstücksbedingten Mehrkosten
für Einfamilien- und Doppelhausgrundstücke

STELLUNGNAHME

1. Veranlassung

Die IBA Hamburg GmbH realisiert im Plangebiet der 'Georgswerder Kirchenwiese' den Neubau eines Wohngebietes. Aufgrund der im Marschgebiet anstehenden Weichschichten werden Sondergründungen erforderlich, die zu erhöhten Baukosten führen. Die Kaufpreise für die Einfamilienhaus- und Doppelhausgrundstücke wurden anhand der Bodenrichtwerte ermittelt. Nachzuweisende und anerkannte grundstücksbedingte Mehrkosten - darunter fallen Kosten für eine Pfahlgründung bei einer Einfamilienhausbebauung - können vom Kaufpreis abgezogen werden.

Unser Büro wurde von der IBA beauftragt, die Baugrundverhältnisse im Plangebiet zu bewerten, Angaben zu möglichen Gründungsvarianten zu machen und daraus die Mehrkosten gegenüber üblichen Flachgründungen abzuleiten. Die Ergebnisse sind der vorliegenden Stellungnahme zu entnehmen.

2. Plangebiet / Bebauung

Das Neubaugebiet 'Georgswerder Kirchenwiese' befindet sich in Hamburg-Wilhelmsburg zwischen der Rahmwerder Straße im Norden, der Buschweide im Süden, dem Niedergeorgswerder Deich im Osten und der Brackwettern im Westen. Der Langenhövel verläuft in West-Ost-Richtung durch das Plangebiet, in dem durch die IBA neue Erschließungsstraßen erstellt wurden (s. Abb. 1).

Geplant ist ein Allgemeines Wohngebiet, in dem mehrheitlich zweigeschossige Einfamilienhäuser, Doppelhäuser sowie Reihenhauszeilen, ggf. mit Staffel- bzw. ausgebautem Dachgeschoss, errichtet werden sollen. Randlich werden örtlich auch Mehrfamilienhäuser in drei- bis viergeschossiger Bauweise errichtet.

Die Gebäude werden vor dem Hintergrund der hydrogeologischen Verhältnisse im Plangebiet wohl weitestgehend ohne Kellergeschoss ausgebildet, da vorliegend mit deutlich erhöhten Kosten zur Bauausführung und Gebäudeabdichtungen zu rechnen wäre.

3. Geologie / Hydrologie

Geologisch gesehen liegt Wilhelmsburg in Mitten des Elbe-Urstromtals, das sich im Spätpleistozän durch das in Richtung der Nordsee abfließende Schmelzwasser des rückweichenden Inlandeises gebildet hat und in dem sich im gegenwärtigen Holozän die Elbe ausgebildet hat. Der mäandernde Flusslauf hat in seinem Niederungsgebiet über die Jahrtausende hinweg teils mächtige organische Weichschichten aus Schlick, Klei und Torf sowie deren Mischformen abgelagert, die in Wechsellagerung mit fluviatilen Sanden anstehen. Im Rahmen der Stadtentwicklung werden diese natürlichen Böden mit anthropogenen Auffüllungen überschüttet, um die Flächen gegenüber den Wasserständen aufzuhöhen und ihre Tragfähigkeit zu verbessern.

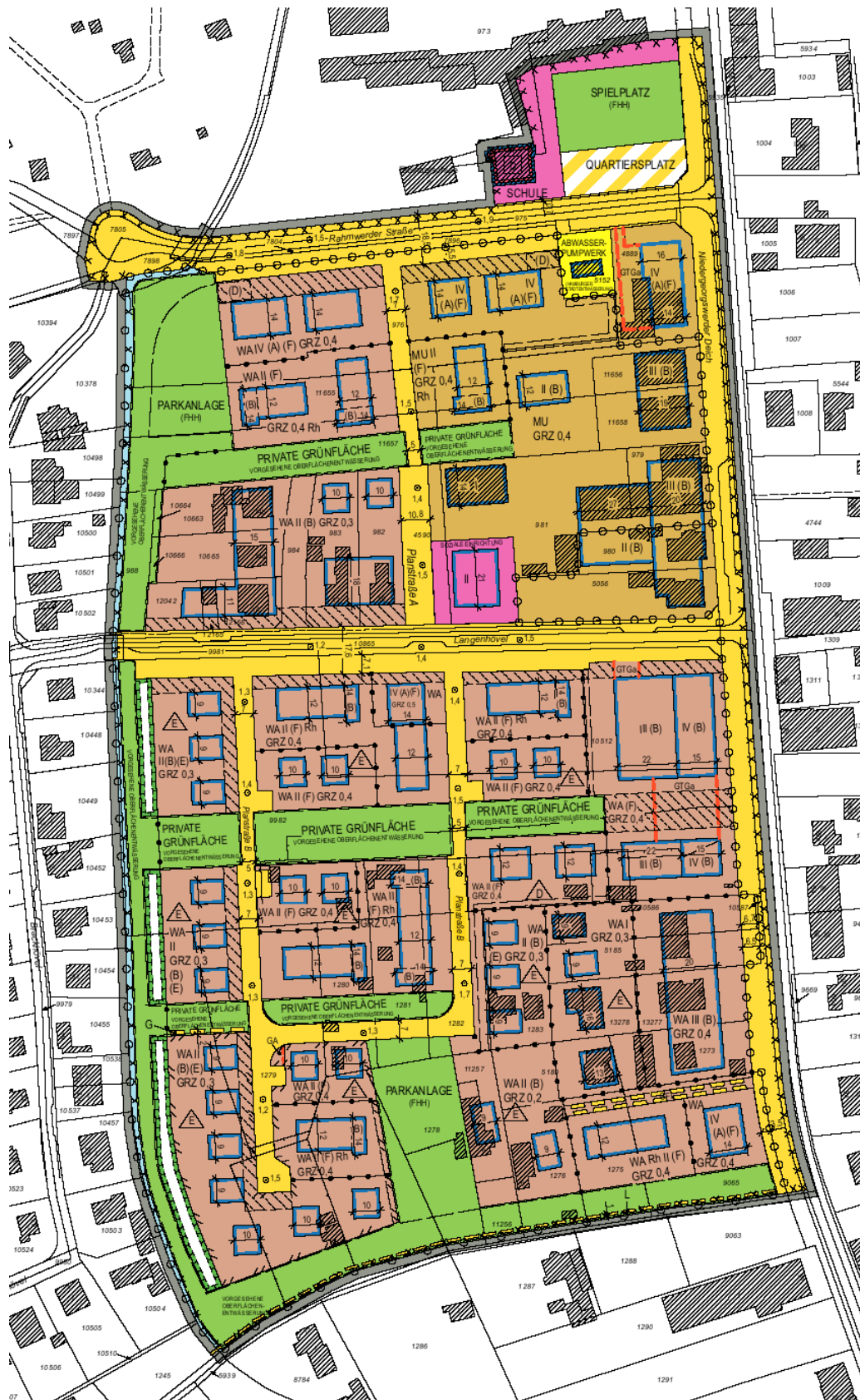


Abb. 1: Bebauungsplan Wilhelmsburg 97 (FHH)

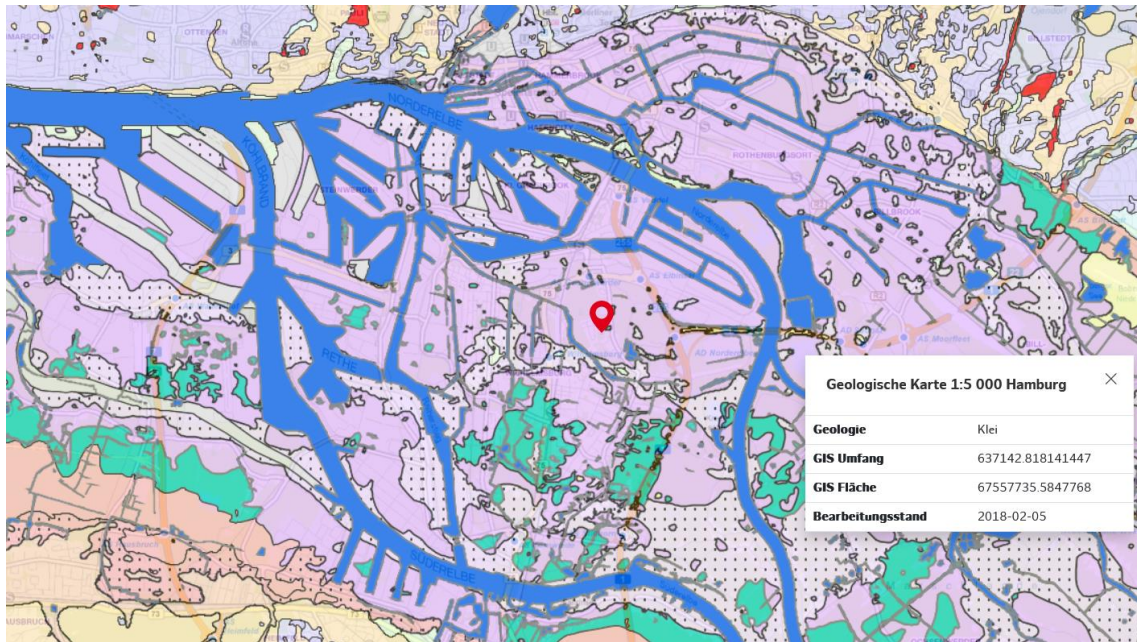


Abb. 2: Elbeästuar mit den heutigen Gewässerverläufen und seinen organischen Weichschichtablagerungen

Wilhelmsburg wird in allen Richtungen durch die Hamburger Hauptdeichlinie gegenüber Sturmfluten in der Norder- und Süderelbe geschützt. Infolge der flächenhaft anstehenden, sehr schwach durchlässigen Weichschichten kann das anfallende Niederschlagswasser nicht zur Tiefe versickern.

Die Flächen werden daher seit je her durch zahlreiche Wettern mit Sperr- und Pumpenwerken entwässert. Das örtliche Grabensystem wird in Richtung der weiter westlich verlaufenden Brackwettern mit Anschluss an die Hövelwettern trocken gehalten. Das Stauziel liegt bei etwa $\pm 0,0$ mNHN, kann sich nach den Berechnungen der Melchior + Wittpohl Ingenieurgesellschaft aber vorübergehend bis auf rd. $+1,0$ mNHN einstauen, sodass auch in den Baufeldern des Plangebietes vorübergehend erhöhte Stauwasserstände auftreten können.

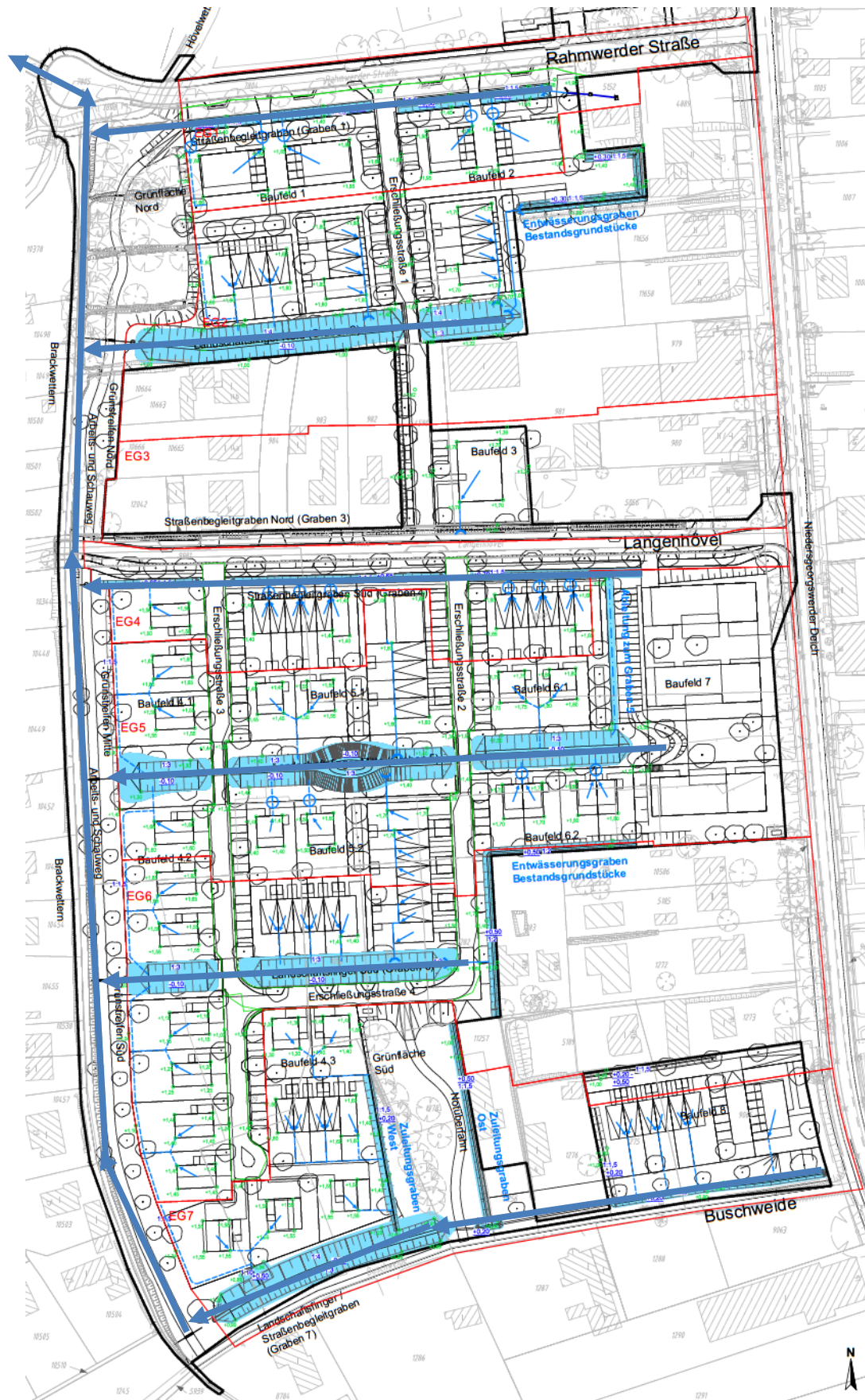


Abb. 3: Lageplan mit dem Entwässerungssystem im Plangebiet

4. Örtliche Schichtenfolge im Plangebiet

Allgemeines

Zur Beurteilung der Baugrundverhältnisse im Plangebiet stehen uns folgende Unterlagen zur Verfügung:

- Daten aus dem Geoportal Hamburg
- Übergeordneter Geotechnischer Bericht für die Erschließung des Projektgebiets vom 26.08.2019 (Melchior + Wittpohl)
- Projektspezifische Baugrundgutachten für einzelne Gebäude im Bereich der Baufelder GW-04 EH-02 und EH-03, GW-05 EH-04, GW-10 EH-08 bis EH-10, GW-11 EH-13, EH-14 und EH-18 (Erwatec, Clayton, KsC)
- Eigene Baugrunduntersuchungen und Gründungsbeurteilungen für Gebäude in den Baufeldern GW-07 MFH-03, GW-09 RH-04 und GW11 RH*05 (BMP)

Schichtenfolge

Zuoberst stehen im Plangebiet die **Sandauffüllungen** der IBA an, die zunächst zur Vorbelastung der neuen Anliegerstraßen dienten und im Folgenden in die Baufelder verschoben wurden, um diese aufzuhöhen. Dabei handelt es sich überwiegend um schluffarme Liefersande (Fl-Material, LAGA-Klasse Z0). Die Sandauffüllungen weisen je nach Relief der ehemaligen Geländeoberflächen Dicken von rd. 1,0 m ($\pm 0,5$ m) auf.

Darunter Folgen zumeist noch **Auffüllungen** aus früheren Zeiten mit unterschiedlichen Böden (Sande, Oberböden, Lehm, etc.) und zumeist nur geringen Schichtdicken.

Ab der ursprünglichen Geländeoberfläche (ca. ± 0 mNHN $\pm 0,5$ m) des zu Beeten und Beetgräben profilierten Marschlandes folgen die **holozänen Auesedimente** in einer inhomogenen Wechsellagerung aus organisch durchsetzten Sanden, die **Klei- und Torfschichten** von wenigen Dezimetern bis mehreren Metern Dicke enthalten und zumeist nur locker bis sehr locker gelagert sind. Die organischen Böden reichen im Plangebiet bis in Tiefen zwischen $-3,0$ mNHN bis $-8,0$ mNHN (ca. 4 m bis 9 m unter GOK), teilweise mit mehreren Metern Unterschied selbst auf den einzelnen Baufeldern.

Zur Tiefe folgen **pleistozäne Schmelzwassersande** mitteldichter bis dichter Lagerung, die i.d.R. den für Gründungspfähle ausreichend tragfähigen Horizont ($q_c \geq 10$ MN/m²) darstellen.

Im Liegenden steht **Geschiebemergel** an, der im Plangebiet zzt. nur vereinzelt ab Tiefen zwischen rd. 15 m bis 20 m unter GOK erbohrt wurde.

Auswertung Baugrundaufschlüsse

Problematisch bei der Auswertung der vorliegenden Baugrundgutachten und Baugrundaufschlüsse ist, dass diese zumeist nur auf Grundlage von Kleinrammbohrungen basieren, mit denen zwar die etwaige Schichtenfolge erkundet werden kann, nicht aber die Lagerungsdichte der anstehenden Sande und somit der Übergang zwischen den gering tragfähigen holozänen Böden und den gut tragfähigen Schmelzwassersanden. Teilweise reichen die Aufschlüsse auch nicht tief genug, um diese sicher zu erreichen.

Auch mit Hilfe von Rammsondierungen, die in der Regel zur Überprüfung der Lagerungsdichte von nicht bindigen Böden ausgeführt werden, können die organischen Einlagerungen häufig nicht eindeutig von den gut tragfähigen Sanden abgegrenzt werden.

Aus diesem Grund sind zur Erkundung der Baugrundverhältnisse vorliegend insbesondere elektrische Spitzendrucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 zu empfehlen, um die Tragfähigkeit des Baugrundes einschätzen zu können. Durch die horizontierte Aufzeichnung des Spitzendruckes und der lokalen Mantelreibung sowie des daraus abgeleiteten Reibungsverhältnisses können die Tragfähigkeiten in Kombination mit den direkten Schlüsselbohrungen optimal abgebildet werden.

Die Abbildungen 4 bis 6 stellen auszugsweise die Ergebnisse von Spitzendrucksondierungen dar, die von uns in den untersuchten Baufeldern im Plangebiet neben Kleinrammbohrungen niedergebracht wurden. Deutlich zu erkennen sind darin, die vergleichsweise gering tragfähigen Sandhorizonte, die häufig deutlich tiefer reichen, als die darin angetroffenen kompakten Weichschichteinlagerungen sowie die teils starken Unterschiede in der Tiefenlage der gut tragfähigen Sandhorizonte.

5. Gründungsvarianten

5.1 Allgemeines

Bei den vorliegenden Baugrundverhältnisse ist i.d.R. eine Sondergründung zu empfehlen, da die gering tragfähigen organischen Weichschichten mittel bis langfristig zu Setzungen und Schiefstellungen führen können, die die Gebrauchstauglichkeit der Objekte einschränken, in besonderen Fällen ggf. sogar deren Standsicherheit gefährden können.

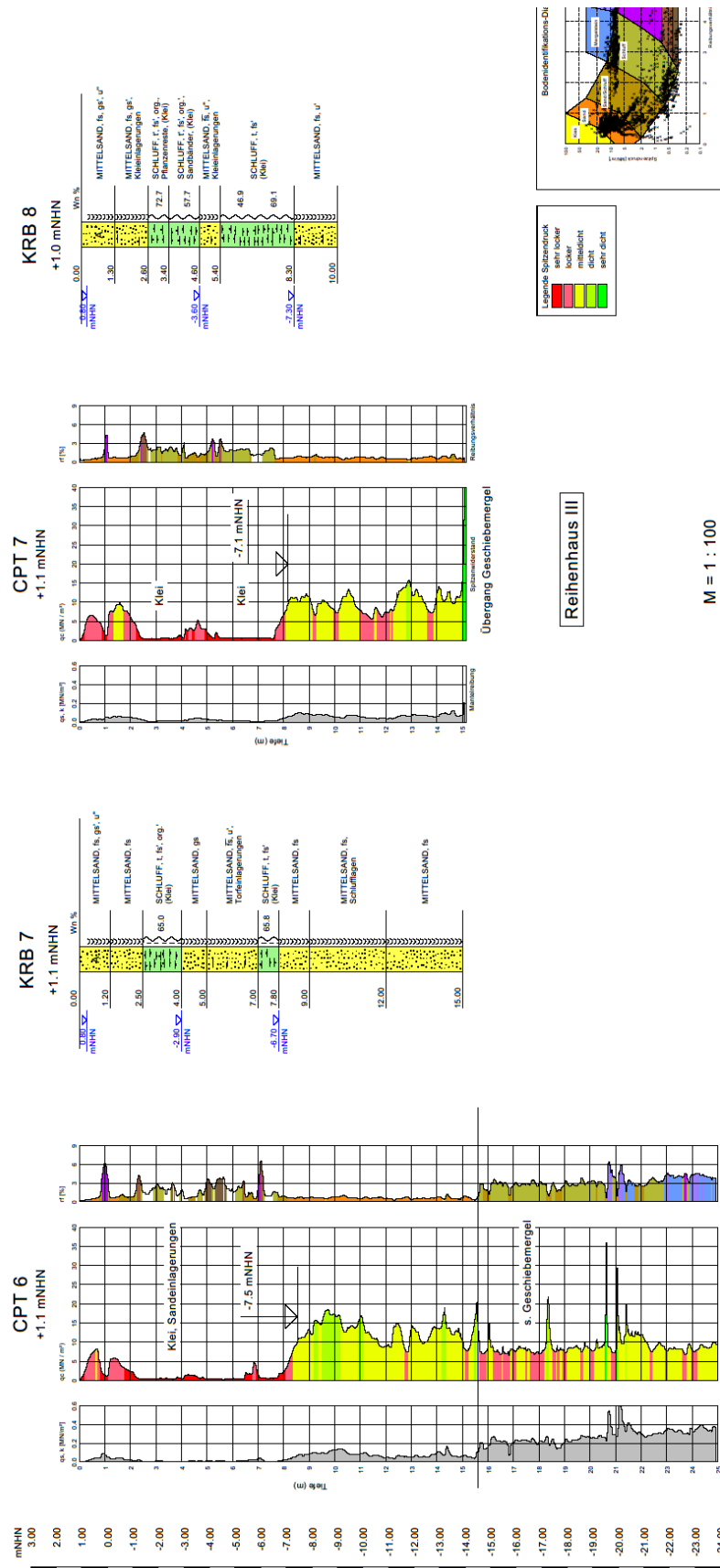


Abb. 4: Auszug Baugrunduntersuchungen GW-11 RH05

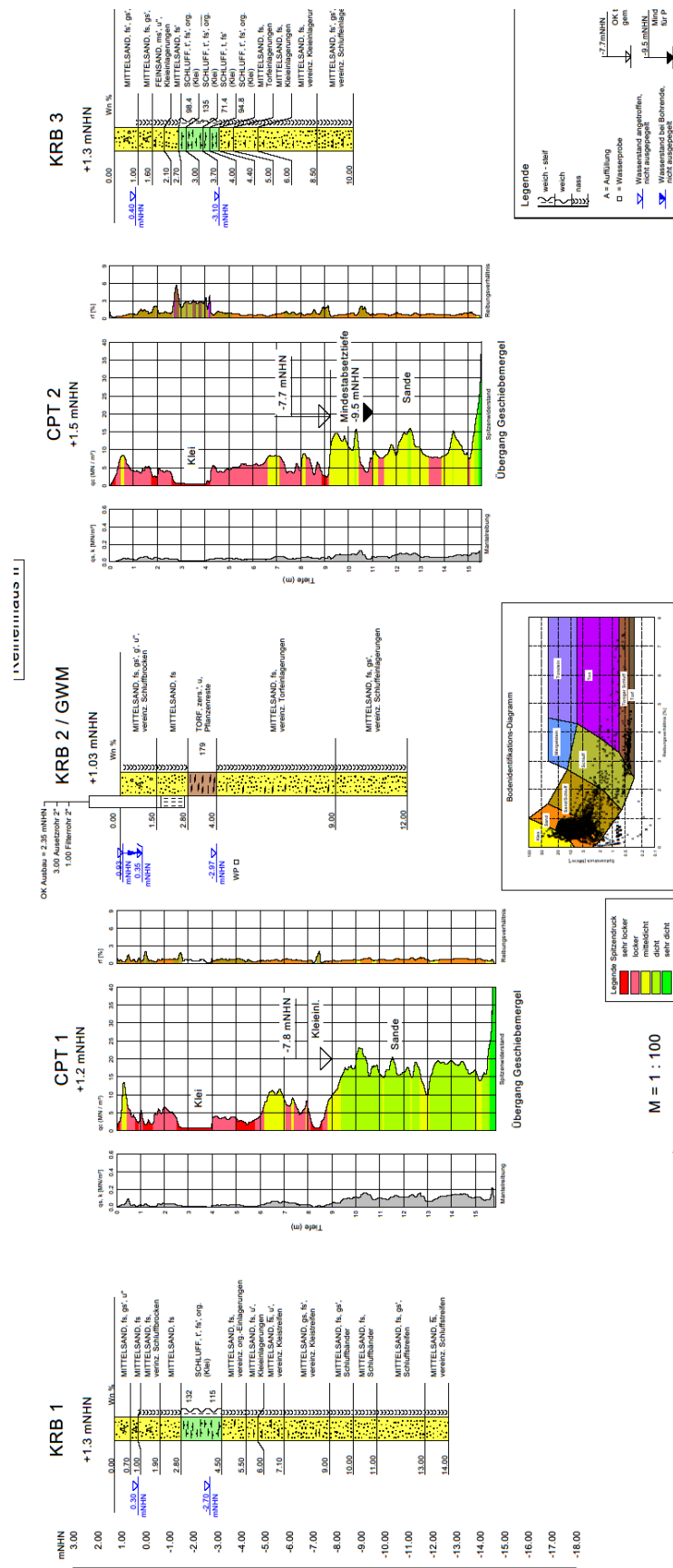


Abb. 5: Auszug Baugrunduntersuchungen GW-09 RH04

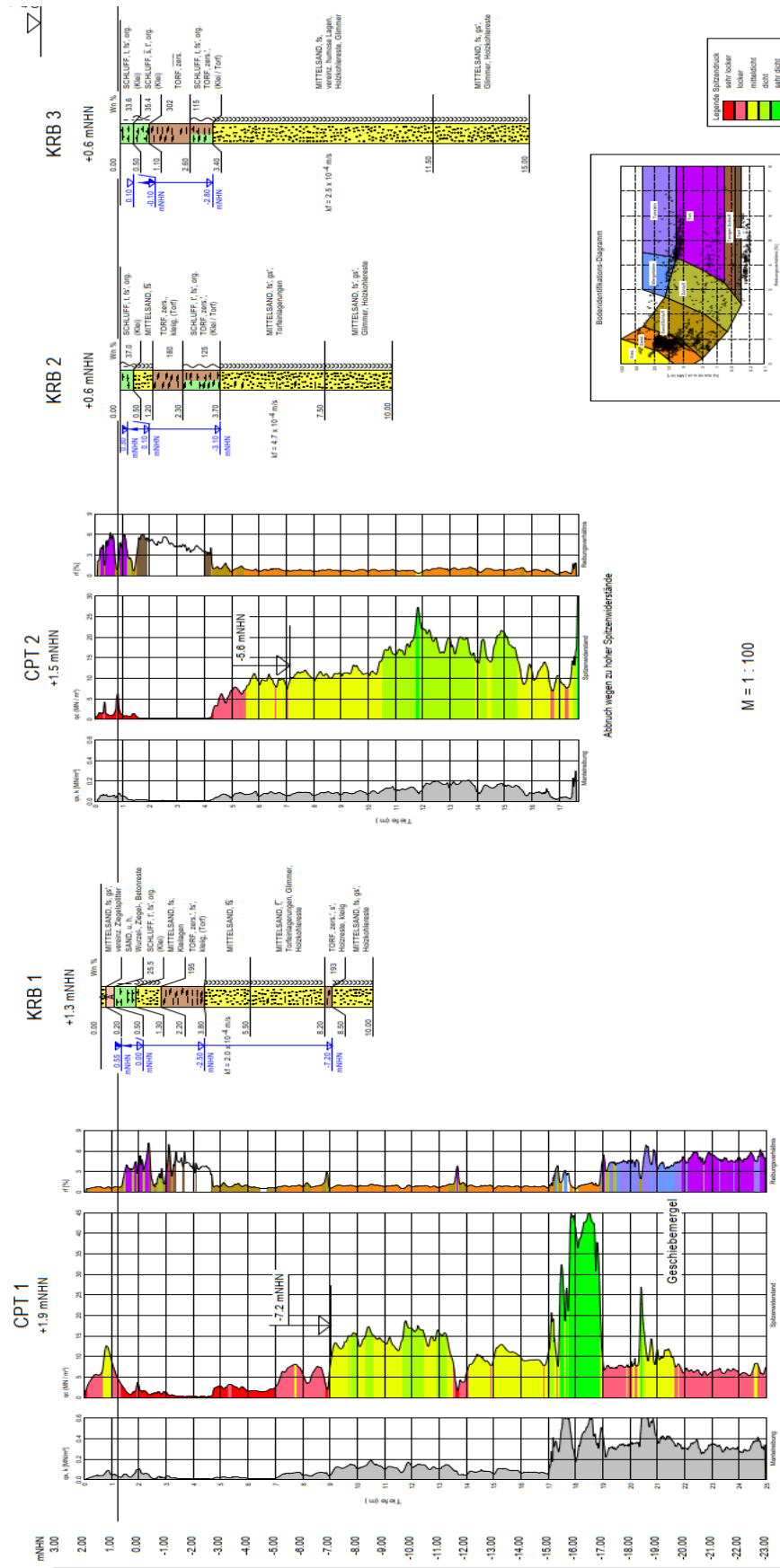


Abb. 6: Auszug Baugrunduntersuchungen GW-07 MFH-03

5.2 Gründungsvarianten

Eine Flachgründung ist u.E. nur in besonderen Einzelfällen möglich, wenn:

- die organischen Weichschichten und gering tragfähigen Sande im Baufeld nur geringe Tiefen und Dicken aufweisen sowie relativ gleichmäßig aufgebaut sind,
- eine leichte Konstruktion geplant ist,
- eine besonders ausgesteifte Gründung und Konstruktion vorgesehen wird,
- die resultierenden Setzungen und Verformungen in Kauf genommen werden.

Ein Bodenaustausch der zumeist bis in Tiefen von $\geq 5,0$ m unter GOK anstehenden Weichschichten wird im Lastausstrahlungsbereich der Fundamente wirtschaftlich nicht durchführbar sein, u.a. da dieser im Druckausstrahlungsbereich vorzunehmen ist und bereits in das Grundwasser reicht (Standicherheit/Wasserhaltung).

Denkbar ist grundsätzlich eine Vorbelastung des Baugrundes durch eine Auflasthalde von ca. 2 m bis 3 m Höhe (ähnlich wie es für die Straßen vorgenommen wurde). Die Vorbelastung ist aber zeitbedürftig (dauert Monate bis Jahre) und ebenfalls kostspielig, da das Material angefahren, vorgehalten und schließlich wieder abgefahren werden muss sowie im Regelfall eine gutachterliche Begleitung erforderlich wird. Dabei sind Setzungseinflüsse bis über die Grundstücksgrenzen hinaus möglich und es wird lediglich ein gewisser Setzungsanteil vorweggenommen, sodass das langfristige Setzungsrisiko lediglich reduziert aber nicht vollständig ausgeräumt wird.

Gleichen Falls gibt es eine Reihe von Baugrundverbesserungsmaßnahmen, beispielsweise mit säulenartigen Traggliedern unter Lastverteilungsschichten, die sich in der Regel aber erst bei größeren Bauvorhaben gegenüber einer konventionellen Tiefgründung rechnen.

Wir haben unseren Bauherrn im vorliegenden Plangebiet jeweils eine Tiefgründung auf Pfählen empfohlen, die wir in Abwägung der Kosten und Risiken als wirtschaftlichste Gründungsvariante ansehen, um das Setzungsrisiko zu minimieren.

5.3 Pfahlgründung

Für die Tiefgründung der zwei- bis dreigeschossigen Einfamilien- und Doppelhäusern empfehlen sich Pfähle, die mit kleinem Gerät hergestellt werden können, da die Baustelleneinrichtungskosten im Falle anzumeldender Schwertransporte sonst deutlich zunehmen, was sich bei den geringen Pfahlmengen und -längen nicht rechnet.

Es eignen sich daher insbesondere kleinere Vollverdrängungsbohrpfähle (VVB-Pfähle) nach DIN EN 12699 mit Durchmessern von $D_s/D_b = 38/45$ cm oder $32/38$ cm, u.U. noch Mikropfähle nach DIN EN 14199 im Durchmesser um $D_s \approx 200$ mm.

Mit beiden Verfahren können im vorliegenden Baugrund Pfähle mit gebräuchlichen Pfahlwiderständen von $R_d = 700$ kN hergestellt werden, die geräusch- und erschütterungsarm in den Baugrund eingebracht werden können.

Dabei sind die Kosten für die Mikropfähle im Pfahlmeter zumeist etwas höher und es kommen tendenziell größere Einbindelängen zum Tragen, jedoch braucht ggf. keine zusätzliche Bohrebene (Schottertragschicht) angeordnet werden, da die Geräte z.T. noch leichter sind und nicht mit Betonfahrzeugen beschickt werden müssen (Verpresseinrichtung).

Folgende Kosten sind auf Grundlage einer aktuellen Preisanfrage für eine Gründung mit kleineren VVB-Pfählen zu berücksichtigen:

- Statik	ca.	500 €/Gebäude
- Baustelleneinrichtung	ca.	10.000 €/Baustelle
- Einmessen der Pfahlstandorte	ca.	500 €/Einsatz
- Kosten der Pfahlherstellung	ca.	100 €/lfdm
- Verlorene Spitze	ca.	125 €/Stück
- Kappen der Pfähle	rd.	100 €/Pfahl

Die aufgeführten Kosten verstehen sich als Brutto-Beträge (einschl. MwSt); Bauwasser und Baustrom sind bauseits zu stellen. Für das Herstellen einer ausreichend tragfähigen Bohrebene mit einer etwa 30 cm dicken Tragschicht sind Kosten von etwa 20 €/m² zu kalkulieren.

Erfahrungsgemäß kommen für ein rd. 100 m² großes, zwei- bis dreigeschossiges Gebäude etwa 8-12 Pfähle (i.M. 10 Pfähle) zur Ausführung. Rechnerisch ist unter Zugrundelegung einer für Wohngebäude üblichen Geschossflächenlast von 15 kN/m² zzgl. Sohle mit einer Gesamtflächenlast von rd. 35 kN/m² bis 50 kN/m² zu rechnen. Bei einer etwaigen Grundfläche von rd. 100 m² beträgt die mittlere Gebäudelast in etwa $F_k = 4.250 \text{ kN}$ ($F_d \approx 6.000 \text{ kN}$). Bei rechnerischen Pfahlwiderständen von rd. $R_d = 700 \text{ kN/m}^2$ werden entsprechend rd. 10 Pfähle erforderlich, die geometrisch unter den wesentlichen Lastpunkten der Gebäude anzuordnen sind.

Auf Grundlage der o.a. Tiefenlage organischer Weichschichten und des auf rd. +1,0 mNHN aufgehöhten Geländes rechnen wir mit erforderlichen Pfahllängen von etwa 8,0 m bis 12,0 m (lokal $\pm 2,0 \text{ m}$), i.M. ca. 10,0 m.

Unter Heranziehung der o.a. Preise ergeben sich für die Pfahlgründung eines rd. 100 m² großen Einfamilienhauses Mehrkosten von etwa

25.000 € (einschließlich Bohrebene, ca. 250 €/m²) gegenüber einer konventionellen Flachgründung.

Für Doppelhäuser mit einer Grundfläche von rd. 150 m² belaufen sich die Mehrkosten einer entsprechenden Tiefgründung auf rd. 32.500 € (ca. 215 €/m²).

Nennenswerte Mehrkosten für das Pfahlbalkenrost oberhalb der Gründungspfähle ergeben sich gegenüber einer sonst erforderlichen Flachgründung mit konventionellen Einzel- und Streifenfundamenten und einer Sohle i.d.R. nicht. Sie können daher vernachlässigt werden.

5.4 Ergänzende Hinweise

Für unsere Kostenermittlung haben wir mit einigen der hiesigen Pfahlherstellern gesprochen. Dabei deutete sich an, dass der Bieterkreis, der sich auf entsprechend kleine Baufelder spezialisiert hat, relativ klein ist. Die meisten Pfahlanbieter kommen im Grunde genommen erst wieder in Frage, wenn sich der Leistungsumfang erhöht, beispielsweise wenn mehrere Baufelder nacheinander abgearbeitet werden können, da sich die erhöhten Kosten für die Baustelleneinrichtung erst dann hinsichtlich der preisgünstigeren Pfahlherstellung (75-85 €/m) mit den entsprechend leistungsstärkeren Bohrgeräten rechnen.

Grundsätzlich können im Wettbewerb natürlich auch andere Pfahlhersteller oder Pfahlssysteme ähnlich wirtschaftlich sein, wie das von uns zugrunde gelegte/empfohlene.

Die vorliegende Stellungnahme ersetzt nicht die objektspezifischen Baugrunduntersuchungen und Gründungsbeurteilungen für die einzelnen Baumaßnahmen. Dabei empfehlen wir aus o.g. Gründen aber auch

die Ausführung von Spitzendrucksondierungen vorzusehen. Hinsichtlich des inhomogenen Schichtenaufbaus sollten Aufschlüsse an allen Gebäudeecken, bei größeren Objekten auch dazwischen (max. Abstände ca. 15 m) erfolgen. Die Aufschlüsse müssen mindestens bis in den tragfähigen Baugrund (empf. ≥ 10 m) reichen, bei erforderlichen Pfahlgründungen bis in ausreichende Tiefe unter dem Pfahlfuß (empf. ≥ 15 m).

Sollen trotz der organischen Weichschichten Flachgründungen ausgeführt werden, ist eine detaillierte Setzungsanalyse und Abstimmung mit dem zuständigen Tragwerksplaner zu empfehlen und eine möglichst steife Gründung vorgesehen werden. Dabei ist grundsätzlich mit erhöhten, auch langfristig anhaltenden Setzungen (Kriechsetzungen) und Verformungen ggf. Schiefstellungen zu rechnen, die u.U. die Gebrauchstauglichkeit der Objekte einschränken können (z.B. klemmende Türen, feinere Risse, etc.).

BURMANN, MANDEL + PARTNER

Beratende Ingenieure für Geo- und Umwelttechnik



Sr/he