



Für die Umwelt. Für die Menschen.

HPC AG
Ziegelhofstraße 210a
79110 Freiburg
Telefon: 0761 / 21 75 20-0
Telefax: 0761 / 21 75 20-11

**Geotechnischer Bericht nach DIN 4020
Abfallrechtlicher Kurzbericht**

Projekt-Nr.	Ausfertigungs-Nr.	Datum
2212540	1/1	10.02.2022

**BV Baulandentwicklung Herrenacker Ost, Flst.-Nr. 11/18
in 78126 Königsfeld im Schwazwald – Buchenberg**

Auftraggeber

**LBBW Immobilien
Kommunalentwicklung GmbH
Schulstraße 4
78166 Donaueschingen**

Inhaltsverzeichnis		Seite
1	Allgemeine Angaben	4
2	Verwendete Unterlagen.....	4
3	Angaben zum Bauvorhaben	5
3.1	Baugelände	5
3.2	Anmerkung zu geodätischen Höhen.....	5
3.3	Geplante Baumaßnahme.....	6
3.4	Geologische und hydrogeologische Verhältnisse.....	6
3.5	Nachbarbebauung	6
3.6	Altlasten, Kampfmittel, Leitungen.....	7
4	Durchgeführte Untersuchungen.....	7
4.1	Untersuchungskonzept.....	7
4.2	Geländearbeiten.....	8
4.3	Boden- und felsmechanische Laboruntersuchungen	8
5	Untersuchungsergebnisse	8
5.1	Untergrundaufbau	8
6	Grundwasser / Versickerung	10
6.1	Allgemeine Grundwasserverhältnisse.....	10
6.2	Bemessungswasserstand.....	10
7	Baugrund und Gründung.....	12
7.1	Klassifizierung der Schichten für bautechnische Zwecke.....	12
7.2	Bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen.....	13
7.3	Erdbeben	13
8	Geotechnische Beratung	14
8.1	Allgemeine Angaben zum Kanalbau	14
8.2	Bauwasserhaltung.....	15
8.3	Versickerung von Niederschlagswasser	15
8.4	Aushub und Baugruben.....	15
8.5	Angaben zu Verkehrsflächen.....	16
8.6	Aushubmaterial.....	17

8.7	Allgemeine Angaben zum Hochbau	17
9	Schlussbemerkungen	18

Tabellen		Seite
Tabelle 1:	Bemessungssituationen nach DIN 1054 bzw. DIN EN 1990	11
Tabelle 2:	Objektbezogene Bemessungswasserstände.....	11
Tabelle 3:	Bodenklassifizierung nach DIN 18 300-2012.....	12
Tabelle 4:	Bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen	13

Anlagen

- 1 Planunterlagen
 - 1.1 Übersichtslageplan, Maßstab 1 : 25 000
 - 1.2 Lage der Erkundungsstellen, Maßstab 1 : 1 000
- 2 Baugrundaufschlüsse
 - 2.1 Bohrprofile der Baggerschürfe SCH 1 – SCH 4
- 3 Bodenmechanische Laborergebnisse
 - 3.1 Zusammenfassung bodenmechanische Laborversuche
 - 3.2 Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17 892-4:2017-04
 - 3.3 Punktlastversuch an Gesteinsproben
 - 3.4 Kennzeichnende Kenndaten für Boden und Fels in Anlehnung an DIN 18 300

1 Allgemeine Angaben

Die LBBW Immobilien Kommunalentwicklung GmbH plant die Baulandentwicklung des Wohnbaugebietes „Herrenacker Ost“ in dem Ortsteil Buchenberg bei 78126 Königsfeld im Schwarzwald.

Zur Klärung der geo- und umwelttechnischen Untergrundverhältnisse wurden Untersuchungen erforderlich. Das vorliegende Gutachten fasst die Ergebnisse der Baugrunderkundung zusammen und bewertet diese im Hinblick auf die geplante Erschließungsmaßnahme und die Einflüsse auf den Bauablauf.

Die Beauftragung erfolgte durch die LBBW Immobilien Kommunalentwicklung GmbH am 14.12.2021 auf Grundlage des Angebotes Nr. 2212540 der HPC AG, Freiburg.

2 Verwendete Unterlagen

Zur Bearbeitung des Gutachtens standen uns folgende Unterlagen zur Verfügung:

Pläne zum Bauvorhaben

- [1] „8 – 211105 Lageplan Kanal Untersuchungspunkte.pdf“ Kirn Ingenieure Vorplanung Leitungsbau Nr. 2021-2731108, Lageplan, Stand 28.10.2021
- [2] „2018.11.21_ErschlSkizze_nachVermessung.pdf“, Wick + Partner, Erschließungsskizze, Stand: 26.11.2018

Zu Gelände, Geologie, Grundwasser, Hydrologie, Kampfmittelverdacht:

- [3] Geologische Karte „7816 St. Georgen im Schwarzwald“ GK25, LGRB Baden-Württemberg
- [4] Daten- und Kartendienst der LUBW: Hochwassergefahrenkarten und Hochwasserrisikokarten, Schutzgebiete – <http://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de>
- [5] LGRB Baden-Württemberg: Hydrogeologische Karte

Unterlagen zur geotechnischen Bewertung sowie Regelwerke, Normen und Vorschriften:

- [6] Zitierte Normen

3 Angaben zum Bauvorhaben

3.1 Baugelände

Adresse:	Wohnbaugebiet „Herrenacker Ost“, 78126 Buchenberg
Stadt / Landkreis	Königsfeld im Schwarzwald / Schwarzwald-Baar-Kreis
Geländehöhe:	ca. 826,61 – 831,62 m NHN (GPS)
Flurstücknummer:	11/18
Morphologie:	das Gelände steigt in südwestliche Richtung um ca. 10 m
Vorfluter:	Glasbach (500 m nordöstlich)
Wasserschutzgebiet:	kein Wasserschutzgebiet [4]
Hochwasserrisikomanagement:	Nach der Hochwassergefahrenkarte [4] wird das Bau- feld bei keinem Hochwasserereignis überflutet
Geotechnische Kategorie:	Geotechnische Kategorie GK 2 (die Einstufung in die geotechnische Kategorie ist bei der weiteren Planung und Ausführung zu prüfen)

3.2 Anmerkung zu geodätischen Höhen

Seit einer deutschlandweiten Korrektur des Bezugspunktes von 1879 bis ins Jahr 1992 wurde als Höhenangabe m ü. NN (Meter über Normalnull – DHHN12) verwendet. Von 1992 bis Juni 2017 war das Deutsche Haupthöhennetz DHHN92 gültig (m ü. NHN, Meter über Normalhöhennull), seit Juli 2017 ist das DHHN2016 eingeführt. Die Abweichungen zwischen DHHN12 und DHHN2016 betragen bis zu mehreren Zentimetern.

Im Baufeld kann die Höhendifferenz zwischen dem DHHN12 und dem DHHN2016 über amtliche Umrechnungshilfsmittel auf ca. **-0,032 m** abgeschätzt werden (DHHN12 nach DHHN2016).

Sämtliche Höhen im Gutachten sind in **Meter über Normalhöhennull (m NHN) im DHHN2016** angegeben. Dies ist insbesondere bei Verwendung von amtlichen Angaben aus dem landes- bzw. bundesweiten Vermessungssystem zu beachten (z. B. die Höhenangaben zu Kanaldeckeln bestehender Leitungssysteme) und bei der Ausführungsplanung zu prüfen.

3.3 Geplante Baumaßnahme

Die LBBW Immobilien Kommunalentwicklung GmbH plant die Baulandentwicklung des Wohnbaugebietes „Herrenacker Ost“ in dem Ortsteil Buchenberg in Königsfeld im Schwarzwald.

Die gesamte Baugebietsfläche umfasst laut [2] ca. 13.000 m². Geplant sind 18 Baugrundstücke (9.410 m²) und ein Teil davon (885 m²) soll als öffentliche Grünfläche angelegt werden. Für die geplante Erschließungsstraße sind ca. 1.700 m² angesetzt.

Die Straße ist mit einer Breite von 3,50 – 5,50 m geplant und soll im nördlichen Teil in einen Fuß und Radweg münden. Im Baugebiet sind Schmutz- und Regenwasserkanäle (DN 250 – DN 300) geplant. Die Tiefenlage der Kanäle lässt sich nach [2] auf 1,39 – 4,82 m u. SOK abschätzen. Der Regenwasserkanal soll in einem Löschwasser- / Retentionssystem münden. Das Schmutzwasser soll im Bereich der Straße „Dörfle“, außerhalb des erkundeten Erschließungsgebiets weitergeführt werden.

3.4 Geologische und hydrogeologische Verhältnisse

Der geologische Untergrund wird gemäß der geologischen Karte [4] im Baufeld durch die die Plattensandsteinformation gebildet. Die oberen Bereiche des Festgesteins sind überwiegend zu sandigem bis steinigem, schluffigem Kies zersetzt (Verwitterungszone). Mit zunehmender Tiefe ist der Sandstein als angewittertes bis unverwittertes Festgestein zu erwarten.

Im Baufeld ist in der Verwitterungszone des Sandsteines sowie im Bereich wasserführender Klüfte mit einem Hang- bzw. Schichtwasservorkommen zu rechnen.

Nach Angabe der Kirn Ingenieure liegen Quellen in der Umgebung. Nach weiterer Prüfung durch die hydrogeologischen Karten des LGRB [5] können diese aber, mit einem Mindestabstand von 600 m, als für das Baufeld irrelevant angesehen werden. Sollte es sich um nicht kartierte Quellen handeln, ist eine weitere Prüfung erforderlich, ob die Quellen im Zuge der Erschließung geschützt werden müssen.

Laut der Hochwassergefahrenkarte [4] ist das Gelände bei keinem Hochwasserereignis überflutet. Das Untersuchungsgebiet befindet sich in keinem festgesetzten Wasserschutzgebiet.

3.5 Nachbarbebauung

Das Baufeld befindet sich südöstlich in der Gemeinde Buchenberg und verläuft unterhalb der Hauptstraße „Dörfle“. Das Gelände wird derzeit landwirtschaftlich als Wiesenfläche genutzt und ist unbebaut.

Im Norden grenzt das Baufeld an das Flurstück 11/24, welches mit einem Einfamilienhaus bebaut ist. Im Süden befindet sich der restliche Teilbereich des Flurstückes Nr. 11/18, welches eine unbebaute Wiesenfläche ist. Im Westen grenzt das Baufeld ebenfalls an unbebaute Wiesenstücke (11/08 und 11/28).

3.6 Altlasten, Kampfmittel, Leitungen

Aus der Vornutzung der Untersuchungsfläche selbst ergeben sich keine Anhaltspunkte für das Vorliegen einer schädlichen Bodenveränderung (SBV) / Altlast gemäß Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG). Ein offizieller Auszug aus dem Bodenschutz- und Altlastenkataster (BAK) kann bei Bedarf bei der Bodenschutzbehörde im Landratsamt Schwarzwald-Baar-Kreis beantragt werden.

Kampfmittelverdachtsflächen sind im Planungsraum nicht bekannt.

Im Bereich des Anschlusses der Erschließungsstraßen an bestehende Straßen verlaufen Leitungen der Sparten Wasser, Strom und Telekommunikation. Die Leitungslage der bestehenden Ver- und Entsorgungsleitungen ist vor Beginn der Baumaßnahme zu prüfen.

4 Durchgeführte Untersuchungen

4.1 Untersuchungskonzept

Der Baugrund ist bis unter den Einflussbereich der Baumaßnahme zu erkunden. Die Sohltiefe der Kanäle kann nach [2] auf max. 4,82 m u. GOK angesetzt werden. Es wurde eine Erkundungstiefe von ca. 6,0 m u. GOK angestrebt.

Der hohe Steinanteil und der abnehmende Verwitterungsgrad der angetroffenen Boden- bzw. Felsschichten im Untergrund des Baufelds führte in fast allen Erkundungsstellen zu frühzeitigem Abbruch. Die Erkundungen mittels Baggerschürfen wurden bis zum jeweiligen Erreichen der Schurfhindernisse ausgeführt.

Der anstehende Baugrund kann mittels den vorliegenden Daten aus den Erkundungen ausreichend genau modelliert werden. Zur Tiefe ist in den vorherrschenden geologischen Verhältnissen mit einer Abnahme des Verwitterungsgrads und Zunahme der Gesteinsfestigkeit auszugehen.

4.2 Geländearbeiten

Die Erkundung des Baugrunds erfolgte am 13.01.2022. Dabei wurden auf dem Grundstück die nachfolgenden Arbeiten ausgeführt:

- Vier Baggerschürfen (SCH 1 – SCH 4) Tiefe bis max. 4,4 m, zur Erkundung der Bodenschichten bzw. der Felsoberkante und zur Entnahme von Boden- und Felsproben. Für die Untersuchungen im bodenmechanischen Labor wurden aus dem Untergrund meterweise bzw. je Schichtwechsel Boden- und Felsproben entnommen.

Die Erkundungsstellen wurden nach Lage und Höhe eingemessen und sind in dem als Anlage 1.2 beigefügten Lageplan aufgeführt. Für die Vermessung wurde ein GPS-Vermessungsgerät verwendet.

4.3 Boden- und felsmechanische Laboruntersuchungen

An den Bodenproben aus den Bohrungen wurden boden- und felsmechanische Laborversuche zur geotechnischen Klassifizierung und zur Festlegung von Berechnungskennwerten ausgeführt (s. Anlage 3):

- 2 x natürlicher Wassergehalt (DIN EN ISO 17 892-1)
- 4 x Korngrößenverteilung (DIN EN ISO 17 892-4)
- 2 x Punktlastversuch an Gesteinsproben für Felsenhärte DGEG-Empfehlung Nr. 5, AK19 (TP BF-StB TC5)
- 1 x kombinierte Sieb- / Schlämmanalyse

5 Untersuchungsergebnisse

5.1 Untergrundaufbau

In den Erkundungsstellen wurden, unterhalb des durchwurzelten Oberbodens folgende Bodenschichten angetroffen:

- **Plattensandstein, zersetzt (V5, bindig)**
- **Plattensandstein, entfestigt (V4) (nicht bindig)**
- **Plattensandsteininformation, angewittert – frisch (V3 – V0)**

Entsprechend der aktuellen Profilsprachen und den Ergebnissen der boden- und felsmechanischen Laborversuche lassen sich die Schichten wie folgt beschreiben:

- **Plattensandstein, zersetzt (V5, bindig):**

Tiefe:	bis ca. 1,0 bzw. 2,1 m u. GOK (Mächtigkeit ca. 0,7 – 1,4 m)
Bodenansprache:	Schluff, feinsandig bis sandig, schwach kiesig, hellbraun / rotbraun
Wassergehalt:	$W_N = \text{ca. } 11,2 - 19,2 \%$
Bodenart:	bindiger bis gemischtkörniger Boden (UL / TL / UM / TM / SU* / GU* n. DIN 18 196)
Konsistenz:	weiche bis steife Konsistenz (Ansprache der bindigen Anteile vor Ort).

- **Plattensandstein, entfestigt (V4 – V3, nicht bindig):**

Tiefe:	bis ca. 1,8 bzw. 4,4 m u. GOK (Mächtigkeit ca. 0,7 – 3,3 m)
Bodenansprache:	Überwiegend Kies, schluffig bis stark schluffig, feinsandig bis sandig
Wassergehalt:	$W_N = \text{ca. } 11,7 - 14,9 \%$
Kornverteilung:	Feinkornanteil: ca. 24,5 – 34,7 %
Bodenart:	nichtbindiger bis gemischtkörniger Boden (SU*/GU*/SU /GU) nach DIN 18 196
Ergänzender Hinweis:	Im entfestigten Plattensandstein ist mit hohem Stein- und Blockanteil zu rechnen.

- **Plattensandstein, angewittert – frisch (V2 – V0)**

Tiefe:	ab ca. 1,8 m bis 4,40 m u. GOK
Bodenansprache:	In den Schürfen 1 – 4 war ab der Oberkante des angewitterten Plattensandsteins kein Aushub mehr möglich, was auf den Übergang zum angewitterten bis frischen Festgestein bzw. das Vorhandensein großer Steine / Blöcke hindeutet.

6 Grundwasser / Versickerung

6.1 Allgemeine Grundwasserverhältnisse

Grundwasser:

Im Baufeld wurde in den Baggerschürfen SCH 3 und SCH 4 Wasser angetroffen. Nach den Informationen der LUBW [4] liegt das Baufeld im Bereich des oberen Buntsandsteins, welcher als Kluftgrundwasserleiter (GWG / GWL) einzuordnen ist. In den Klüften und im Bereich der Verwitterungszone ist mit Schichtwasser zu rechnen.

Im Bereich der Verwitterungszone des Buntsandsteins ist mit witterungsabhängigem Hang- und Schichtwasser zu rechnen, welches in den besser durchlässigen Schichten hangabwärts fließt. Je nach Ergiebigkeit des Kluftgefüges / der Gebirgsdurchlässigkeit können beim Anschneiden wasserführender Klüfte relevante Schichtwassermengen austreten.

Hochwasser:

Nach der Hochwassergefahrenkarte der LUBW [4] ist das Gelände bei keinem Hochwasserereignis überflutet.

Durchlässigkeit / Stauwasser:

Für die anstehenden Schichten können auf Basis von Erfahrungswerten sowie orientierend unter empirischer Ableitung aus den Kornverteilungslinien (Verwitterungszone) folgende Durchlässigkeiten angesetzt werden:

Plattensandstein (V5, bindig) ca. $k < 10^{-7}$ m/s

Plattensandstein, (V4 – V3, nicht bindig) ca. $k = 10^{-5}$ bis 10^{-8} m/s

Plattensandstein (V2 – V0) ca. $k = < 10^{-8}$ m/s

Die Plattensandsteininformation ist mit Ausnahme wasserführender Klüfte als Grundwassergeringleiter bzw. Grundwasserstauer zu bezeichnen. Im Bereich wasserführender Klüfte kann die Gebirgsdurchlässigkeit stark von den angegebenen Werten abweichen.

Der Plattensandstein ist gemäß DIN 18 533-1 als wenig durchlässiger Baugrund ($k_f < 10^{-4}$) einzustufen. Nach DIN 18 533-1 ist für die Abdichtung von Bauwerken mit aufstauendem Sickerwasser zu rechnen.

6.2 Bemessungswasserstand

Die Festlegung des Bemessungswasserstands für das Bauvorhaben erfolgt in Abhängigkeit der Bemessungssituation nach DIN 1054 bzw. DIN EN 1990. Darin werden folgende Bemessungssituationen definiert:

Tabelle 1: Bemessungssituationen nach DIN 1054 bzw. DIN EN 1990

Bemessungssituation	Art der Einwirkung	Lastfall
BS-P	ständige und regelmäßig auftretende veränderliche Einwirkungen	Grundwasser, Sicker- / Stauwasser, 50-jährliches Hochwasser ¹⁾
BS-T	vorübergehend, zeitlich begrenzte Situationen	100-jährliches Hochwasser ²⁾
BS-A	außergewöhnliche Situationen	extremes Hochwasser

1) auf geplante Nutzungsdauer des Bauwerks auszulegen, normativer Ansatz 50 Jahre

2) für den Rohbau können abweichende Bemessungswasserstände durch technische Maßnahmen definiert werden

Aus den vorliegenden Informationen lassen sich folgende Einflüsse aus Grundwasser und Sicker- / Stauwasser ableiten:

Tabelle 2: Objektbezogene Bemessungswasserstände

Bemessungssituation	Lastfall	Bemessungswasserstand	Anmerkungen
BS-P	Grundwasser	GOK	Unregelmäßig auftretendes Schicht- und Hangwasservorkommen
	Sicker- / Stauwasser	GOK	Geringe Durchlässigkeiten des Plattendendsteins können zum temporären Aufstau von Sickerwasser führen, ggf. durch genehmigungspflichtige technische Maßnahmen (Dränagen) regulierbar
	50-jährliches Hochwasser	-	Außerhalb von Überflutungsflächen [9]
BS-T	100-jährliches Hochwasser	-	Außerhalb von Überflutungsflächen [9]
BS-A	extremes Hochwasser	-	Außerhalb von Überflutungsflächen [9]

Der Bemessungswasserstand des Sicker- / Stauwassers kann ggf. durch den Einbau einer dauerhaft funktionstüchtigen, rückstausicheren Dränage nach DIN 4095 reduziert werden.

Der Einbau einer Dränage ist genehmigungspflichtig. Es sollte eine frühzeitige Abstimmung mit den zuständigen Behörden erfolgen, um die Genehmigungsfähigkeit einer Dränage bewerten zu können.

7 Baugrund und Gründung

7.1 Klassifizierung der Schichten für bautechnische Zwecke

Der anstehende Baugrund wird auf Basis der Untersuchungsergebnisse nach DIN 4020 und DIN EN 1997-2 in Homogenbereiche eingeteilt. Die nach VOB 2019 erforderlichen Kennwertangaben für Erdarbeiten nach DIN 18 300 und Bohrarbeiten nach DIN 18 301 sind in der Anlage 3.3 aufgelistet.

Für die Ausschreibung von Bauleistungen nach VOB 2019 (ATV) kann diese Einteilung als Grundlage genommen werden. Im Zuge der weiteren Planung ist diese Einteilung durch den Objekt- / Tragwerksplaner in Abstimmung mit dem Baugrundsachverständigen zu überprüfen.

In Abhängigkeit von der Objektplanung und insbesondere bei Erweiterung auf weitere Gewerke können ergänzende Untersuchungen erforderlich werden. Orientierend können für den Zustand beim Lösen folgende Boden- und Felsklassen für Erdarbeiten nach DIN 18 300-2012 und Bohrarbeiten nach DIN 18 301-2012 angesetzt werden:

Tabelle 3: Bodenklassifizierung nach DIN 18 300-2012

Homogenbereich		Bodengruppe nach DIN 18 196	Bodenklasse nach DIN 18 300-2012	Klasse nach DIN 18 301-2012	Frostempfindlichkeitsklasse
1	Plattensandstein, V5 bindig	UL, UM, TL, TM, SU*, GU*	BK4, BK5	BN2, BB2 BS1	F3
2	Plattensandstein, (V4 – V3) nicht bindig	GU*, GU, SU*, SU	BK3 – BK5	BN1 - BN2, BS1- BS4 FV 1 FD 1	F2, F3
3	Plattensandstein (V2 – V0)	-	BK6, BK7	FV2 – FV6 FD1 – FD2	-

^{*)} bei feuchter Witterung und Transport möglich

^{**)} bei hohem Stein- und Blockanteil

7.2 Bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen

Für erdstatische Berechnungen können folgende Bodenkennwerte angesetzt werden:

Tabelle 4: Bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen

Homogenbereich		Wichte γ [kN/m ³]	Wichte γ' unter Auftrieb [kN/m ³]	Reibungswinkel ϕ' [°]	Kohäsion c' [kN/m ²]
1	Plattensandstein, bindig, (V5)	18	8	27,5	2- 5
2	Plattensandstein, nicht bindig, (V4 – V3)	21	12	32,5	0- 2
3	Plattensandstein (V2 – V0)	23	14	40*	>15*

^{*)} Angenommene Mindestwerte der unterlagernden Schichten für erdstatische Berechnungen, die Scherparameter können je nach Verwitterungsgrad, Klüftung und Klüftbewegung schwanken

7.3 Erdbeben

Nach DIN 4149 ergibt sich für das Baugelände folgende Einstufung bzw. Klassifizierung:

Erdbebenzone	1
Untergrundklasse	R
Baugrundklasse	B*

* Bei entsprechendem Nachweis einer Scherwellengeschwindigkeit > 800 m/s kann ggf. die Baugrundklasse A angesetzt werden.

Das Deutsche GeoForschungsZentrum (GFZ) hat im Auftrag des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) aktualisierte Gefährdungskarten erstellt, welche Bestandteil des neuen nationalen Anhangs der DIN EN 1998-1 / NA:2021-07 sind.

Anhand der neuen Gefahrenkarte werden direkt für das Baufeld die spektralen Antwortbeschleunigungen ($S_{ap,R}$) für eine 10 % Überschreitungswahrscheinlichkeit innerhalb der Standzeit von 50 Jahren ($T_{NCR} = 475$ Jahre, $P_{NCR} = 10$ %) ermittelt. Für den Standort ergeben sich folgende Angaben:

$S_{ap,R}$: 1,2155 m/s²

8 Geotechnische Beratung

8.1 Allgemeine Angaben zum Kanalbau

Für den Kanalbau sind die Vorgaben der DIN EN 1610:2015 zwingend einzuhalten. Gemäß den Erkundungsergebnissen kann davon ausgegangen werden, dass die Kanäle überwiegend in der Verwitterungsschicht der Plattensandsteinformation (V5 – V3) oder im angewitterten bis frischen Plattensandstein (V2 – V0) zu liegen kommen.

Die geplanten Kanalsohlen liegen bei ca. 1,39 – 4,82 m u. geplanter SOK **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** Die Kanäle sind mit einem Durchmesser von DN 250 und DN 300 geplant.

Im Bereich der Verwitterungszone muss nach DIN EN 1610:2015, unterhalb der Rohrleitung eine Bettungsschicht mit mindestens 10 cm Dicke (Bettungsschicht „a“) eingebaut werden (DIN EN 1610 Bettung Typ 1). Im Bereich von Steinen und Blöcken, bzw. bei abnehmender Verwitterung, unterhalb der Rohrleitung eine Bettungsschicht mit mindestens 15 cm Dicke (Bettungsschicht „a“) eingebaut werden. Die Dicke der oberen Bettungsschicht (Bettungsschicht „b“) ergibt sich aus dem in der Rohrstatik angenommenen Bettungswinkel.

Um die Bettungsverhältnisse für den Kanalbau zu vereinheitlichen, raten wir zum Einbau einer durchgehenden unteren Bettungsschicht mit mindestens **15 cm Dicke**.

Nach dem Merkblatt **DWA-A 139** wird teilweise eine größere Dicke der Bettungsschicht empfohlen. Stehen in der Grabensohle dicht gelagerte Böden oder Fels an, liegt die Empfehlung für die Dicke der Bettungsschicht „a“ bei $a = 100 \text{ mm} + 1/5 \text{ DN}$. Für die jeweiligen Rohrdurchmesser der Baumaßnahme ergibt sich eine Dicke der Bettungsschicht von **a = 15 cm** (DN 250) und **a = 16 cm** (DN300).

Weitere Anforderungen an das über dieser Bettungsschicht liegende Rohraufleger (Erweiterung der Bettungsschicht o. ä.) sind mit dem Rohrhersteller abzustimmen.

Falls geringer tragfähige, stark bindig verwitterte Sandsteine in der Aushubsohle vorhanden sind, ist ein **Bodenaustausch** (Gründungs- / Stabilisierungsschicht) mit mindestens 30 cm Stärke unterhalb der Bettungsschicht oder bis auf tragfähige Böden zu planen. Als Bodenaustauschmaterial sind gut verdichtbare Materialien (Böden GW, GI, GU) zu verwenden. Die Baustoffe sind gleichmäßig in Lagen von maximal ca. 30 cm (je nach Verdichtungsgerät) einzubauen und zu verdichten.

Die Filterstabilität zwischen den feinkörnigen Erdstoffen und dem Bodenaustauschmaterial muss sichergestellt werden. Die Filterstabilität kann über den Einbau eines geeigneten Geotextils oder durch Verwendung geeigneter Bodenaustauschmaterialien mit ausreichend Feinanteilen erreicht werden (Nachweis der Filterstabilität).

Die Auftriebssicherheit der Kanäle muss für den Lastfall des Bemessungswasserstands im Endzustand (BS-P) nachgewiesen werden.

8.2 Bauwasserhaltung

Anfallendes Niederschlags- bzw. Sickerwasser kann voraussichtlich über das profilierte Planum in den Kanalgräben gesammelt und mittels offener Wasserhaltung im Pumpensumpf abgepumpt werden. Eine ausreichend dimensionierte Tagwasserhaltung ist vorzusehen.

Beim Anschneiden ergiebiger, stark wasserführender Klüfte kann es zum Austritt relevanter Wassermengen kommen. Bei massivem Auftreten von Wasser ist der Gutachtenersteller zu informieren.

8.3 Versickerung von Niederschlagswasser

Die Auswertung der Laborversuche im Bereich der Verwitterungszone des Buntsandsteins (V5 – V3) ergab rechnerische k_f -Werte von $4,2 \times 10^{-7}$ m/s. Die unterlagernden Sandsteine weisen, abgesehen von wasserführenden Klüften, erfahrungsgemäß ebenfalls nur geringe Durchlässigkeiten auf. Die lokale Gebirgsdurchlässigkeit müsste anhand von Pumpversuchen bestimmt werden.

Nach dem Arbeitsblatt DWA-A 138 liegen die ermittelten k_f -Werte außerhalb des entwässerungstechnisch wirksamen Durchlässigkeitsbereiches ($10^{-3} \geq k_f \geq 10^{-6}$ m/s).

Unter Ansatz der Durchlässigkeitsbeiwerte anhand der empirischen Ermittlung aus der Sieblinie würde sich bei der Planung einer Regenwasserversickerung ein voraussichtlich unwirtschaftlich großer Flächenbedarf ergeben. Nach den Vorgaben des Arbeitsblatts DWA-A 138 eignen sich die anstehenden Untergrundschichten nicht für eine technische Versickerung von Niederschlagswasser.

8.4 Aushub und Baugruben

Freie Baugrubenböschungen sind – je nach den bodenmechanischen Eigenschaften des örtlichen Untergrundes – nur bis zu einem bestimmten Grenzneigungswinkel ohne Verbau ausreichend standsicher. Grundsätzlich sind bei der Planung und Ausführung von Baugruben die Angaben der DIN 4124 („Baugruben und Gräben, Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Verbau“) zu beachten.

Die **Baugrubenböschungen** können im Bauzustand, ohne rechnerischen Nachweis, im Bereich ohne Grund- oder Schichtwassereinfluss, in der Verwitterungszone unter maximal $\beta \leq 45^\circ$ Neigung (Buntsandstein V5 – V3) gegen die Horizontale angelegt werden. Im Bereich des angewitterten bis frischen Buntsandstein können, abhängig vom lokalen Klüftgefüge und möglicher rutschungsgefährdeter Blöcke, Böschungen und maximal $\beta = 60 - 80^\circ$ angelegt werden. Ab einer Böschungshöhe von 5 m ist die Standsicherheit rechnerisch nachzuweisen.

Diese Böschungswinkel sind in Abhängigkeit von den beim Aushub angetroffenen Böden weiter abzuflachen (z. B. stark verwitterte, weiche bindige Schichten oder instabile Blöcke). Die Böschungen sind mit Folienabdeckung vor Witterung zu schützen. Böschungsköpfe müssen unbelastet sein (Breite der lastfreien Streifen 2 m). Für größere Stapellasten oder sonstige Lasten in der Nähe der Böschungsschulter sowie im Falle einer Überschreitung der o. g. Böschungswinkel ist ein rechnerischer Standsicherheitsnachweis zu führen.

8.5 Angaben zu Verkehrsflächen

Tragfähigkeit Außenanlagen:

Anforderung: $E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$

Angenommen: $E_{V2} > 15 \text{ MN/m}^2$
(Sandstein V5 – V4)

Regelbemessung:

Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen, Ausgabe 2012 (RStO 12);

Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau (ZTVE-StB 17)

Zusatzmaßnahmen:

Nachverdichten aushubbedingter Auflockerungen, lokaler Bodenaustausch, Flächendeckendes Verdichten

Frostsicherheit:

Frostempfindlichkeitsklasse F3

Belastungsklasse:

Wohnstraße

Angenommene Belastungsklasse: **Bk 0,3**

Frosteinwirkungszone II

→ frostsicherer Aufbau $d = 55 \text{ cm}$

(Angaben gemäß ZTVE-StB 17, RStO 12)

Die Gesamtdicke des frostsicheren Oberbaus kann bei einer Entwässerung über Entwässerungseinrichtungen (Rinnen) um 5 cm reduziert werden.

Nach dem Verdichten des Erdplanums muss bei der Verdichtungskontrolle im Lastplattendruckversuch ein Verformungsmodul von $E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ erreicht werden. Innerhalb der Verwitterungszone des Sandsteins kann dieser Wert voraussichtlich nicht ohne Zusatzmaßnahmen erreicht werden. Wir raten zur Ermittlung der Ausgangstragfähigkeit im Zuge der Ausführung (statische Lastplattendruckversuche Erdplanum), um die Bemessung des Bodenaustauschs möglichst wirtschaftlich bemessen zu können. Orientierend kann mit einem Bodenaustausch von ca. 30 cm gerechnet werden.

Im Planum ist lokal mit Steinen oder Blöcken zu rechnen. Es muss eine weitestgehend gleichmäßige Auflagerung gewährleistet werden. Angetroffene Blöcke / große Steine sind ggf. aus dem Erdplanum auszubauen und durch geeignete Erdstoffe zu ersetzen und zu verdichten.

Grundsätzlich sollten zur Qualitätssicherung die notwendigen Eignungsprüfungen aller zum Einbau vorgesehenen Materialien und eine sorgfältige Fremd- und Eigenüberwachung aller Erdbaumaßnahmen durchgeführt werden. Die Überwachungsarbeiten sollten analog den Vorgaben der ZTVE-StB 17 erfolgen.

8.6 Aushubmaterial

Eine orientierende chemische Untersuchung war nicht Bestandteil der Beauftragung. Für eine spätere Entsorgung / Verwertung außerhalb der Baumaßnahme ist das im Zuge der Tiefbaumaßnahme anfallende Aushubmaterial auf Haufwerken zu lagern und entsprechend den Vorgaben der LAGA PN 98 zu beproben. Hierfür sollte die Haufwerksgröße von 500 m³ nicht überschritten werden. Die bindigen Verwitterungsschichten des Sandsteins (V5) sind aufgrund des hohen Feinkornanteils, ohne eine zusätzliche Konditionierung mit Bindemittel, voraussichtlich nur zum Wiedereinbau im Bereich von z. B. nicht setzungsrelevanten Grünflächen geeignet.

Aus geotechnischer Sicht können die nichtbindigen Verwitterungsschichten des Sandsteins (V4 – V3) nach Aussortieren von großen Steinen und Blöcken, und bei geeignetem Wassergehalt für Bodenaustauschmaßnahmen oder verdichtete Verfüllungen verwendet werden. Aufgrund der variierenden Verwitterung ist bei der Verdichtung mit einem weiteren Zersetz und hohen Feinkornanteil im Einbauzustand zu rechnen. Je nach Anforderung an die herzustellende Verfüllung, muss die Eignung erneut geprüft werden, oder im Feldversuch belegt werden.

Beim Aushub der Kanalgräben ist damit zu rechnen, dass die Kanäle bis in den angewitterten bis frischen Sandstein (V2 – V0) geführt werden müssen. Hier sind Meißelarbeiten bzw. ausreichend große Erdbaugeräte zum „reißen“ des Sandsteins einzuplanen.

Fallen beim Aushub organoleptisch auffällige Böden an, so sind diese auf der Baustelle als Haufwerk bereitzustellen, repräsentative Mischproben zu entnehmen, diese auf die relevanten Schadstoffparameter zu untersuchen und entsprechend den Ergebnissen fachgerecht zu verwerten bzw. zu entsorgen.

8.7 Allgemeine Angaben zum Hochbau

Die Grundrisse der Gebäude, die Tiefenlage der Gründungselemente sowie die geplante Bezugshöhe OKFFB der Neubebauungen standen zum Zeitpunkt der Berichterstellung nicht zur Verfügung. Die Angaben zu Gründungsvarianten erfolgen ohne direkten Höhen- und Lastenbezug.

Die Gründung der Gebäude kommt – je nachdem ob mit oder ohne Unterkellerung geplant werden, und abhängig von der Lage im Erschließungsgebiet – in den Verwitterungszonen des Sandstein (V5 – V3) bzw. in den angewitterten Sandsteinen (V2 – V0) zu liegen.

Die zersetzten Sandsteine (V5) sind als wasser- und witterungsempfindlich zu bezeichnen und weisen eine geringe bis mittlere Tragfähigkeit auf. Die darunter liegenden, entfestigten Sandsteine (V4 – V3) weisen mit überwiegend kiesiger sandiger Verwitterung eine mittlere bis hohe Tragfähigkeit auf. Der unterlagernde angewitterte bis frische Sandstein (V2 – V0) weist eine hohe Tragfähigkeit und geringe Kompressibilität auf.

Die Gründung sollte in gleichbleibenden Bodenschichten erfolgen, um Setzungsdifferenzen möglichst zu begrenzen bzw. zu verhindern. Eine Gründung mittels elastisch gebetteter Bodenplatte eventuell mit Bodenaustausch ist grundsätzlich möglich. Setzungen infolge Kompression in den oberflächennahen geringer tragfähigen zersetzten Sandsteine (V5) werden dadurch nicht vermieden, allerdings ist es möglich, die Setzungsdifferenzen deutlich zu reduzieren.

Alternativ kann die Gründung mittels Einzel- und Streifenfundamenten in den weniger verwitterten Sandsteinen (V4 – V3) oder im Festgestein (V2 – V0) erfolgen. Je nach genauer Gründungstiefe der Neubebauungen kann es erforderlich werden, die Fundamente bis in die Verwitterungszone zu vertiefen (z. B. mittels Magerbetonplomben).

Unter technischen Gesichtspunkten sind die beschriebenen Gründungsvarianten durchführbar. Zum jetzigen Planungsstand ist es jedoch nicht möglich zu beurteilen, welche Gründungsvariante die wirtschaftlichste ist.

Wir empfehlen für die einzelnen Hochbauten gesonderte Baugrund- und Gründungsgutachten zu erstellen, in welchen die wirtschaftlichste Art der Gründung in Abhängigkeit der auf dem Grundstück anstehenden Bodenschichtungen bestimmt werden kann.

9 Schlussbemerkungen

Die im Gutachten enthaltenen Angaben beziehen sich auf die Untersuchungsstellen. Abweichungen von den im Gutachten enthaltenen Angaben können aufgrund der Heterogenität des Untergrunds nicht ausgeschlossen werden.

Es ist eine sorgfältige Überwachung der Erdarbeiten und eine laufende Überprüfung der angetroffenen Bodenverhältnisse im Vergleich zu den Untersuchungsergebnissen und Folgerungen im Gutachten erforderlich.

Es wird empfohlen, bei Erdbauarbeiten sowie bei der geotechnischen Überwachung des Erdaushubs als auch zur Abnahme des Erdplanums und der Gründungssohlen die HPC AG einzubeziehen.

Für die Durchführung ergänzend erforderlicher Leistungen wie

- fachgutachterliche Betreuung von Erdbauarbeiten
- Bewertung / Abnahme des Erdplanums
- Deklarationsanalysen zur Verwertung / Entsorgung von Aushubmassen
- Detailerkundung im Bereich der Hochbauten

sowie zur Klärung der im Verlauf der weiteren Planung und Ausführung noch offenen Fragen stehen wir gerne zur Verfügung.

Bei Planungsänderungen muss überprüft werden, ob die im Gutachten gezogenen Schlüsse weiterhin gültig sind oder ob eine Anpassung erfolgen muss.

HPC AG
Niederlassung Freiburg

i. A.



Michael Vandrey
M. Eng. (Bauingenieurwesen)

i. A.



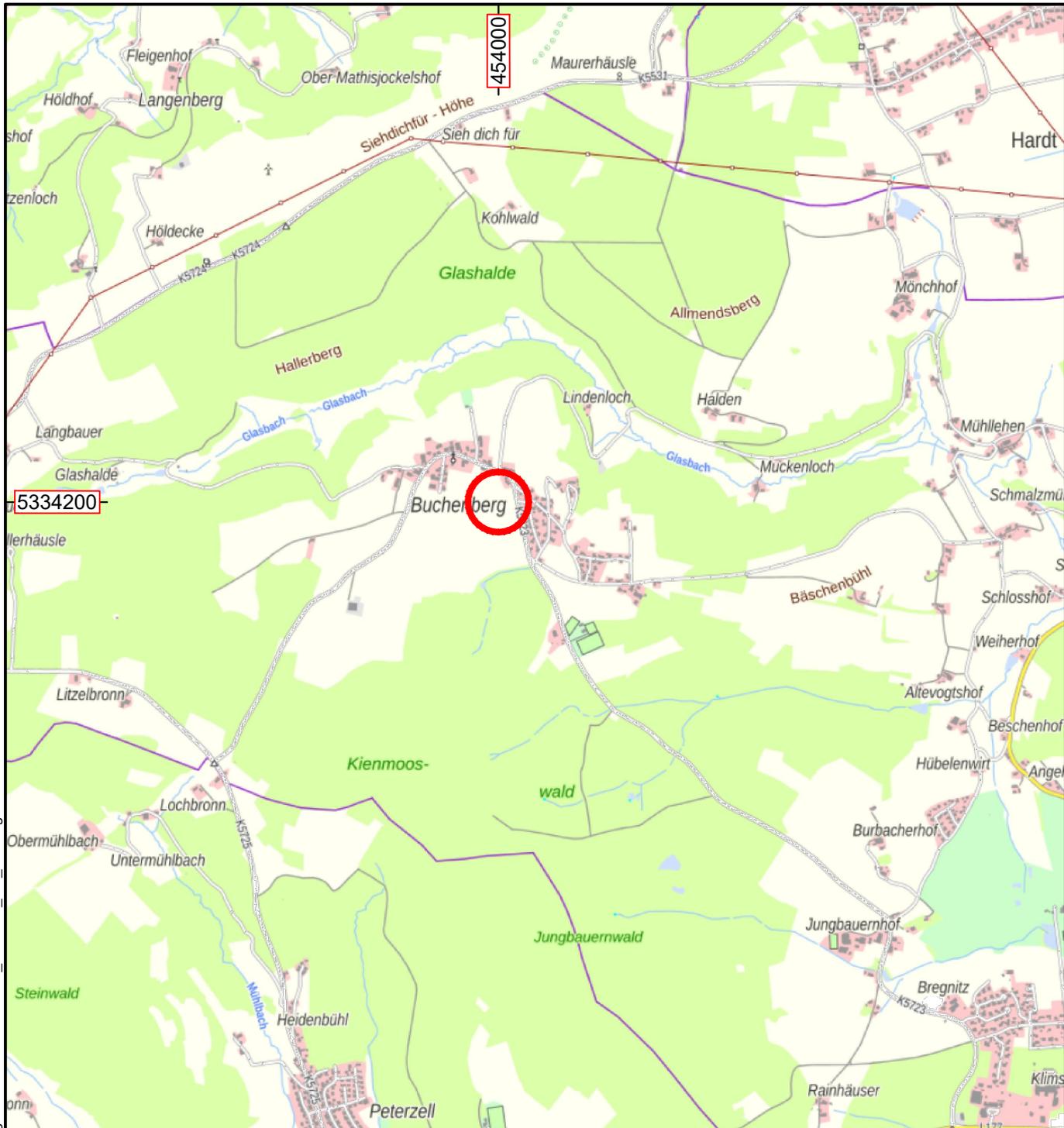
Sarah Riehle
B. Eng. (Bauingenieurwesen)

ANLAGEN

Anlage 1

Lagepläne

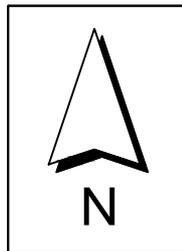
- 1.1 Übersichtslageplan, Maßstab 1 : 25 000
- 1.2 Lage der Erkundungsstellen, Maßstab 1 : 1 000



Pfad: J:\2021\1212540 - BV Herrenacker Ost Königsfeld - Buchenberg\04 Zeichnungen\Pläne in Arbeit\HPC_2212540_An1_1.dwg

Zeichenerklärung:

 Lage des Standorts



Bauherr/Auftraggeber/Antragsteller:

LBBW Immobilien
 Kommunalentwicklung GmbH
 Schulstraße 4
 78166 Donaueschingen

Planverfasser:



HPC AG Niederlassung Offenburg
 Hauptstraße 70
 77652 Offenburg
 www.hpc.ag



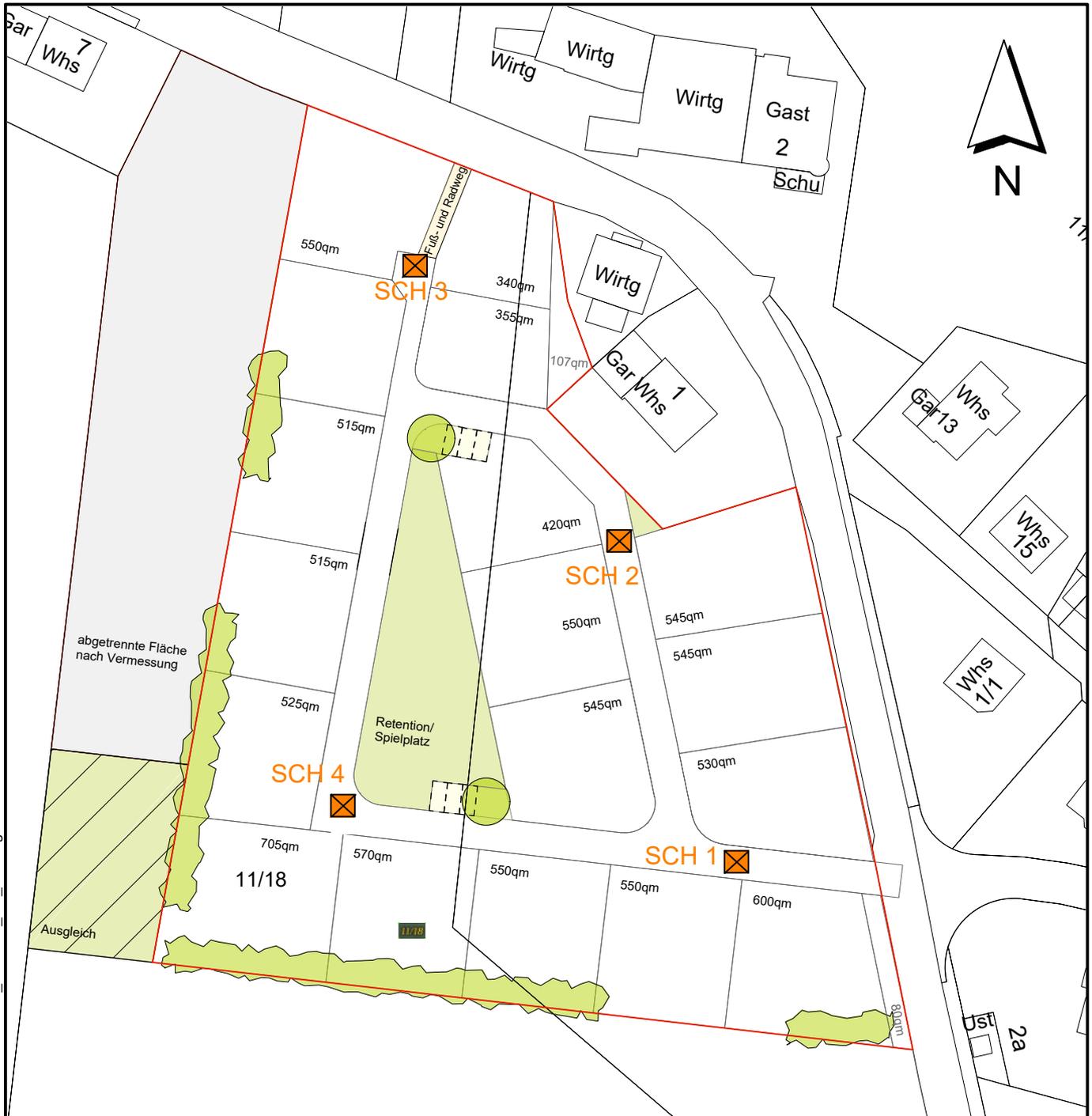
Projekt:

BV "Herrenacker Ost" Königsfeld - Buchenberg

Darstellung:

Übersichtslageplan

Anlage: 1.1	Projektnummer: 2212540	Planstand: 04.02.2022
Maßstab: 1 : 25000	Plangröße [mm]: 210×297	gezeichnet: JFF
Layout: Anl 1.1 Übersichtskarte		geprüft: SRI
Koordinatensystem: ETRS89/UTM Zone 32 (EPSG 3044)		Höhensyst.: DHHN16



Pfad: J:\2021\212540 - BV Herrenacker Ost Königsfeld - Buchenberg\04 Zeichnungen\Pläne in Arbeit\HPC_2212540_An1_1-2.dwg

Zeichenerklärung:

SCH ☒ Schürfe



Plangrundlage: Erschließungsskizze FNP-Fläche BUCH 1, WICK + PARTNER ARCHITEKTEN STADTPLANER

Bauherr/Auftraggeber/Antragsteller:

LBBW Immobilien
Kommunalentwicklung GmbH
Schulstraße 4
78166 Donaueschingen

Planverfasser:

HPC AG Niederlassung Offenburg
Hauptstraße 70
77652 Offenburg
www.hpc.ag



Projekt:

BV "Herrenacker Ost" Königsfeld - Buchenberg

Darstellung:

Lageplan der Schürfe

Anlage: 1.2	Projektnummer: 2212540	Planstand: 04.02.2022
Maßstab: 1 : 1000	Plangröße [mm]: 210×297	gezeichnet: JFF
Layout: Anlage 1.2		geprüft: SRI
Koordinatensystem: ETRS89/UTM Zone 32 (EPSG 3044)		Höhensyst.: DHHN16

Anlage 2

Baugrundaufschlüsse

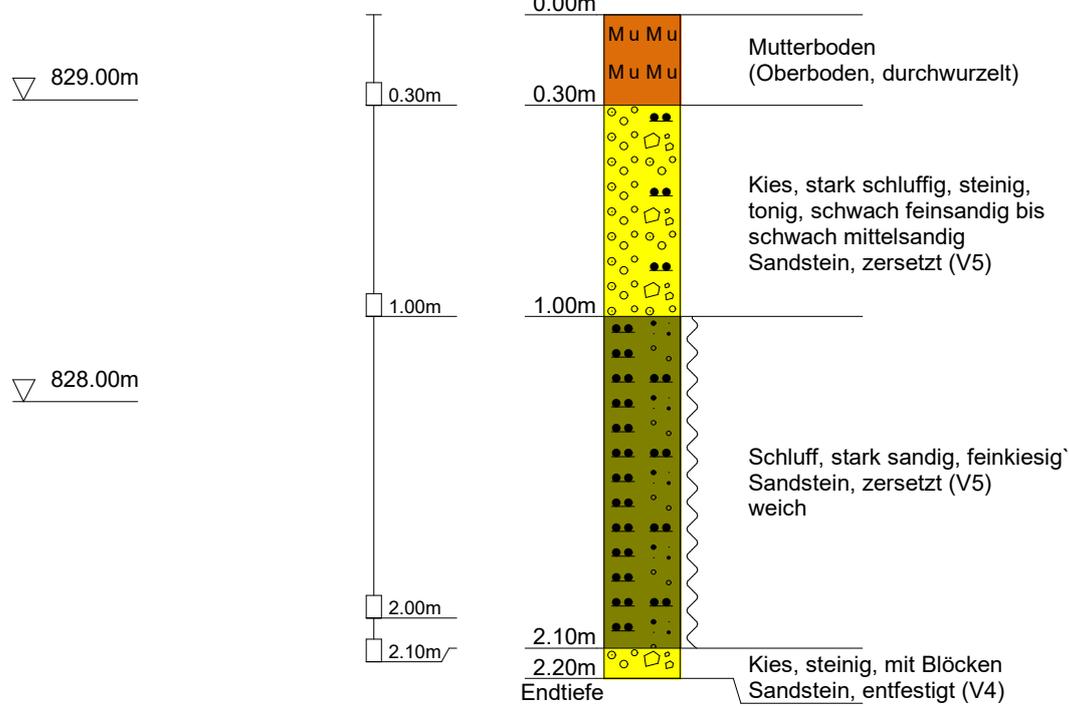
2.1 Bohrprofile der Baggerschürfe SCH 1 – SCH 4

Gutachten-Nr.:	2212540	Anlage:	2.1.1
Projekt:	Herrenacker Ost Baulandentwicklung, Buchenberg		
Ostwert:	32454015.2	Nordwert:	5334203.9
GOK m NHN:	829.28	Typ:	UTM (WGS84)
Maßstab:	1: 25	ausgeführt am:	13.01.2022
BOHRFPROFIL		Dateiname:	2212540_Schurfen.dcb



SCH1

Ansatzpunkt: 829.28 m NHN



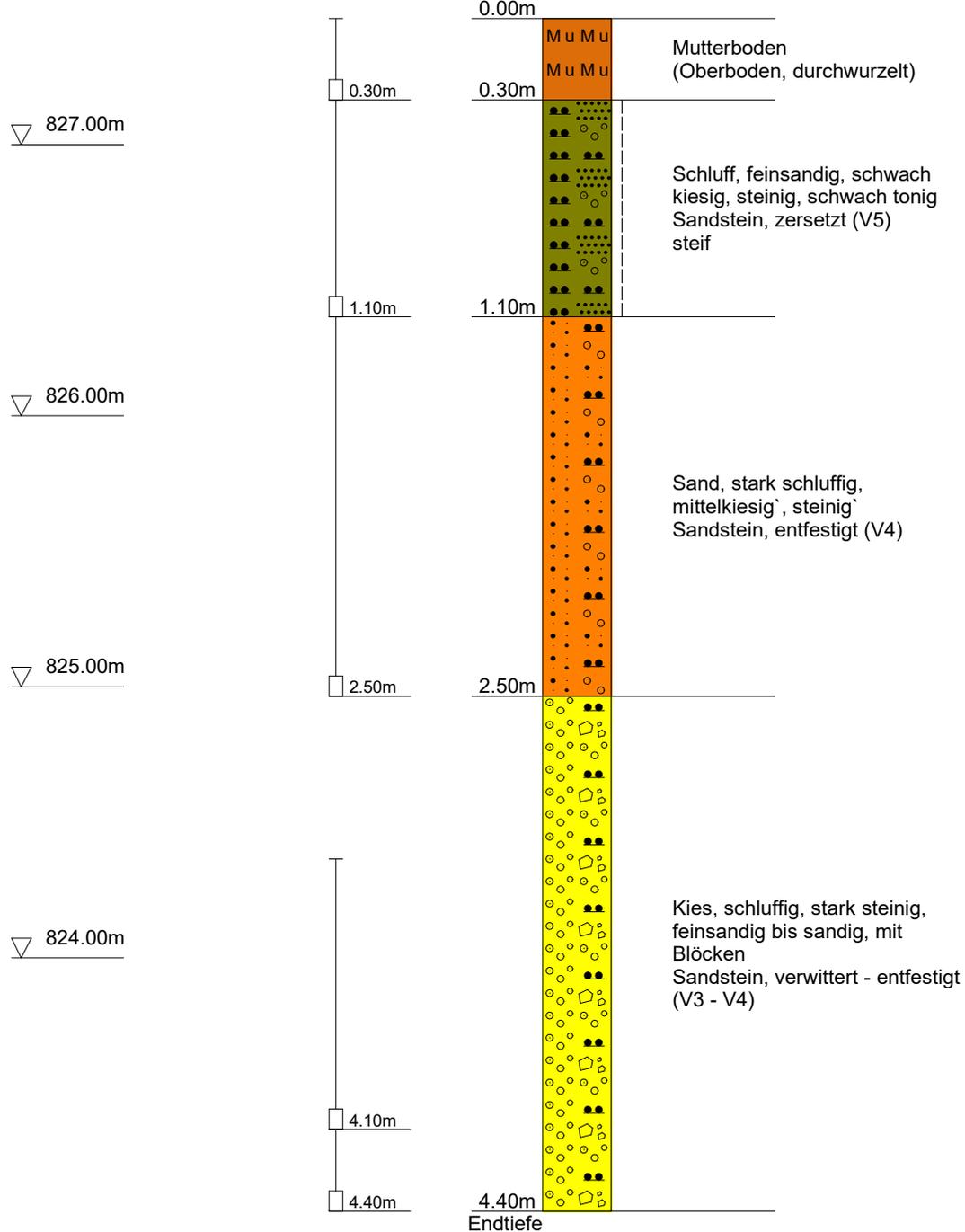
(ab 2,10 m kein weiterkommen, da vermutlich Plattensandsteininformation verwittert - unverwittert (V3 - V0))

Gutachten-Nr.:	2212540	Anlage:	2.1.2
Projekt:	Herrenacker Ost Baulandentwicklung, Buchenberg		
Ostwert:	32453998.8	Nordwert:	5334262.8
GOK m NHN:	827.466	Typ:	UTM (WGS84)
Maßstab:	1: 25	ausgeführt am:	13.01.2022
BOHRFPROFIL		Dateiname:	2212540_Schurfen.dcb



SCH2

Ansatzpunkt: 827.47 m NHN



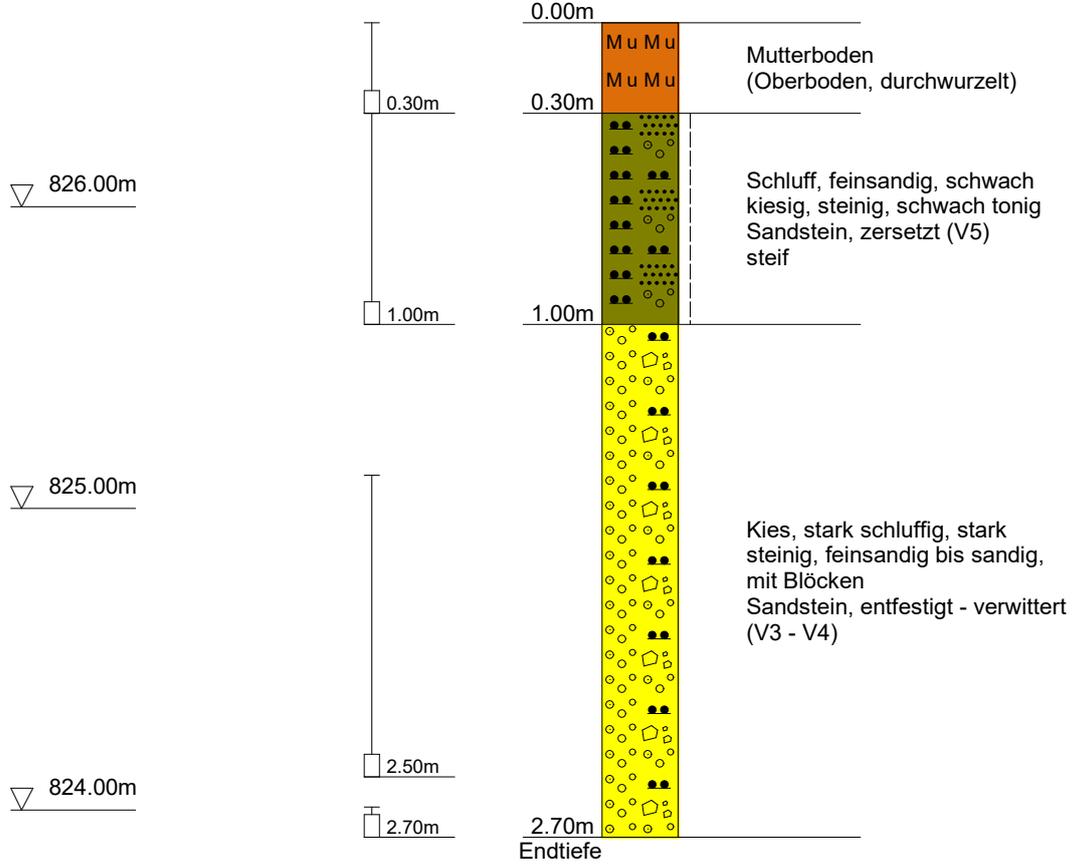
(ab 4,40 m kein weiterkommen, da vermutlich Plattensandsteininformation verwittert - unverwittert (V3 - V0))

Gutachten-Nr.:	2212540	Anlage:	2.1.3
Projekt:	Herrenacker Ost Baulandentwicklung, Buchenberg		
Ostwert:	32453962.9	Nordwert:	5334310.2
GOK m NHN:	826.61	Typ:	UTM (WGS84)
Maßstab:	1: 25	ausgeführt am:	13.01.2022
BOHRFPROFIL	Dateiname: 2212540_Schurfen.dcb		



SCH3

Ansatzpunkt: 826.61 m NHN



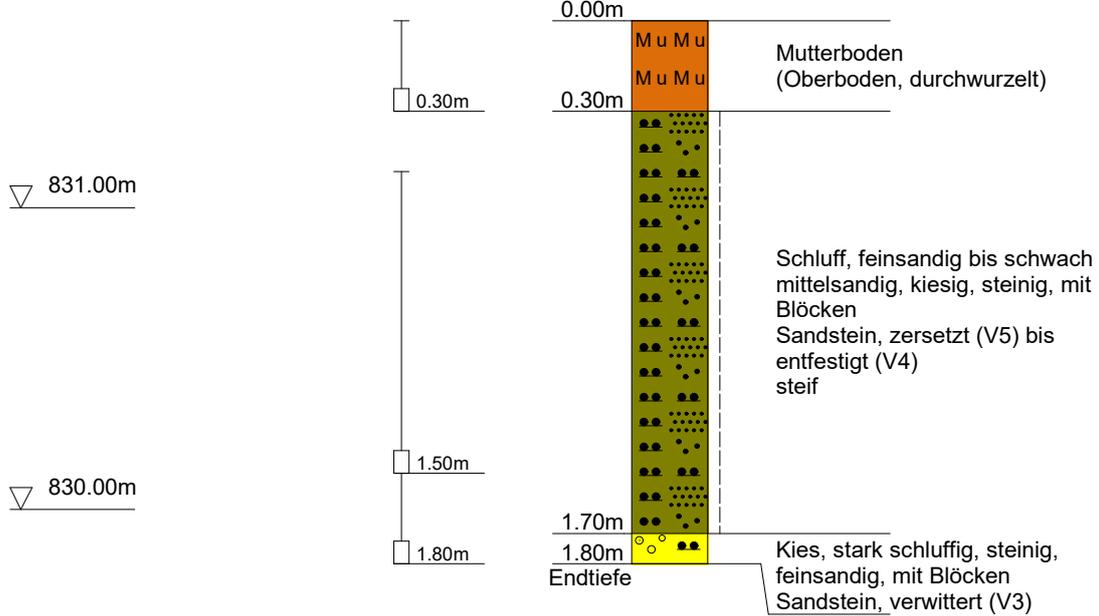
(ab 2,70 m kein weiterkommen, da vermutlich Plattensandsteinformation)
verwittert - unverwittert (V3 - V0))

Gutachten-Nr.:	2212540	Anlage:	2.1.4
Projekt:	Herrenacker Ost Baulandentwicklung, Buchenberg		
Ostwert:	32453954.9	Nordwert:	5334219.6
GOK m NHN:	831.621	Typ:	UTM (WGS84)
Maßstab:	1: 25	ausgeführt am:	13.01.2022
BOHRFPROFIL		Dateiname:	2212540_Schurfen.dcb



SCH4

Ansatzpunkt: 831.62 m NHN



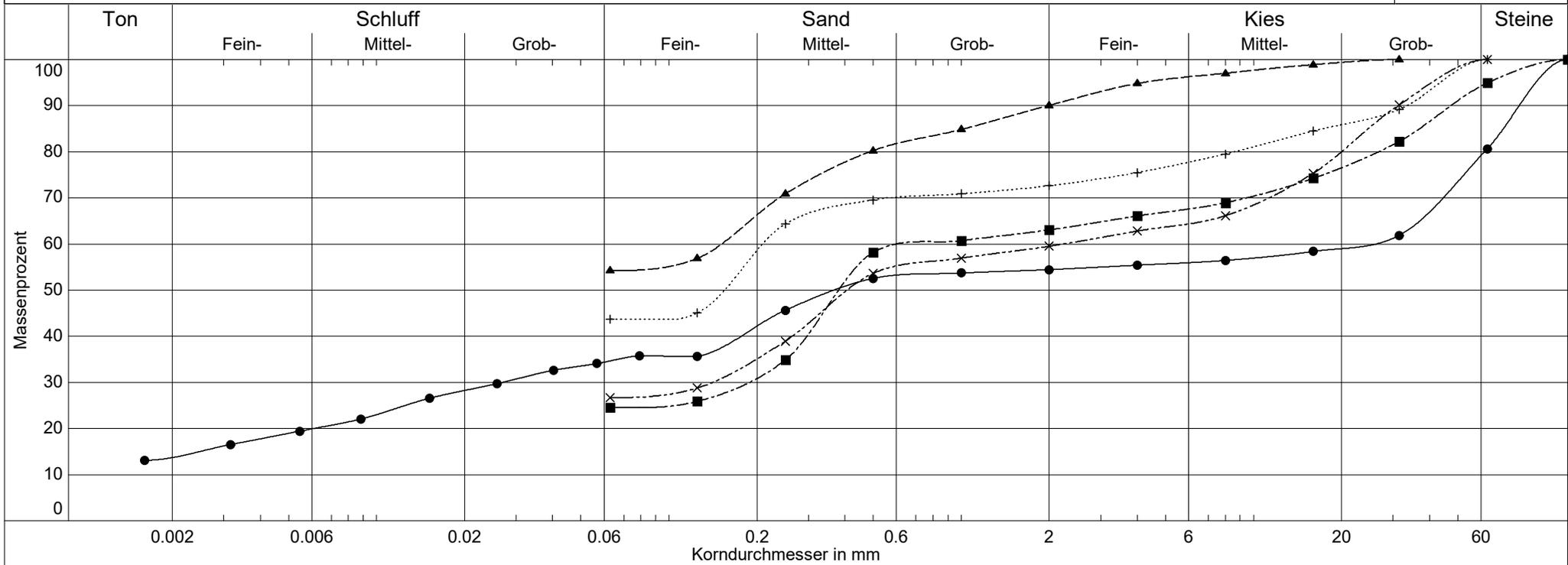
(ab 1,80m kein weiterkommen, da große Schroppen bzw. Plattensandstein (V3 - V1))

Anlage 3

Bodenmechanische Laborergebnisse

- 3.1 Zusammenfassung bodenmechanische Laborversuche
- 3.2 Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17 892-4:2017-04
- 3.3 Punktlastversuch an Gesteinsproben
- 3.4 Kennzeichnende Kenndaten für Boden und Fels in Anlehnung an DIN 18 300

Projekt-Nr.:	2212540	Anlage:	3.2
Projekt:	Herrenacker Ost, Königsfeld - Buchenberg		
KORNGRÖßENVERTEILUNG DIN EN ISO 17892-4:2017-04	Probenahmedatum:	13.01.2022	
	Dateiname:	HPC_2212540_AnI_3-2.dcs	



Schicht	Sandstein, zersetzt (V5)	Sandstein, zersetzt (V5)	Sandstein, entfestigt (V4)	Sandstein, verwittert (V3)	Sandstein, zersetzt (V5)
Labornummer	—●— SCH1/0,3-1,0	--▲-- SCH1/1,0-2,0	---■--- SCH2/1,5-2,5	---×--- SCH3/1,5-2,5+..... SCH4/0,3-1,7
Entnahmetiefe	0,3 - 1,0 m	1,0 - 2,0 m	1,5 - 2,5 m	1,5 - 2,5 m	0,3 - 1,7 m
Wassergehalt	11.7 %	11.2 %	14.4 %	14.9 %	19.2 %
Frostempfindlichkeitsklasse	F3	F3	F3	F3	F3
Anteil < 0.063 mm	34.7 %	54.2 %	24.5 %	26.7 %	43.7 %
Kornfraktionen T/U/S/G/X	13.7/21.0/19.8/26.2/19.4 %	0.0/54.2/35.8/9.9 %	0.0/24.5/38.6/31.8/5.1 %	0.0/26.7/32.8/40.5 %	0.0/43.7/29.0/27.3 %
Bodengruppe DIN 18196	GÜ	U	SÜ	GÜ	U
Bodenart	G,ū,x,t,ms',fs'	U,s,fg'	S,ū,gg,mg',x'	G,ū,ms,fs'	U,g,fs',ms'
kf nach Kaubisch	7.1E-08 m/s	2.4E-09 m/s	5.9E-07 m/s	3.6E-07 m/s	1.3E-08 m/s

Punktlastversuch an Gesteinsproben
TP BF-StB TC5



Projekt: Herrenacker Ost, Königsfeld - Buchenberg **Anlage :** 3.3

Projekt-Nr.: 2212540 **Datum:** 13.01.2022

Bez.	Entnahmetiefe	Gestein	Belastungsrichtung <u>Zylinder:</u> a=axial d=diametral <u>Quader:</u> q=Quader	Probenkörperhöhe h	Probenkörperdurchmesser d (Quader: Breite b)	Lastpunkt-abstand l	Bruchkraft F _B	Probenkörperfläche A	Punktlast-index i _s =F _B /A	Punktlast-index bei Größenkorrektur i _{s(50)} =i _s ·(A/2500) ^{0,225}	abgeleitete einaxiale Druckfestigkeit σ _u [*] =24·i _{s(50)}	Bruchform	Bemerkung
	m u GOK			cm	cm	cm	kN	cm ²	MN/m ²	MN/m ²	MN/m ²		
SCH 1	2,0-2,1	Sandstein	q	4,8	9,0	4,8	3,3	43,2	0,77	0,87	21		V3 - V2
SCH 1	2,0-2,1	Sandstein	q	3,8	7,2	3,8	2,0	27,4	0,73	0,74	18		V3 - V2
SCH 2	4,1-4,4	Sandstein	q	6,5	7,5	6,5	4,6	48,8	0,94	1,09	26		V3 - V2
SCH 2	4,1-4,4	Sandstein	q	5,0	4,5	5,0	2,0	22,5	0,87	0,85	20		V3 - V2

Referenz: Empfehlung Nr. 5 "Punktlastversuche an Gesteinsproben" des Arbeitskreises 3.3 "Versuchstechnik Fels" der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik

Kenndaten für Boden und Fels nach VOB 2019 (ATV-Normen)



Projekt: 2212540 BV Herrenacker Ost, Buchenberg

3.4

Homogenschicht		S1	S2	S3
ortsübliche Bezeichnung		Plattensandstein, bindig (V5)	Plattensandstein, nicht bindig (V4 - V3)	Plattensandstein (V2 - V0)
Bodengruppe nach DIN 18196		UL, UM, TL, TM, SU*, GU*	GU, GU*, SU, SU*	-
Körnungszahl T/U/S/G (auf 10 M-% gerundet)				-
obere Grenze		30/60/10/0	20/20/30/40	-
untere Grenze		0/20/40/20	0/20/30/20	-
Ton (< 0,002 mm)	T	0 - 30	0 - 20	-
Schluff (0,002 – 0,06 mm)	U	20 - 90	20 - 40	-
Sand (0,06 – 2,0 mm)	S	10 - 80	30 - 50	-
Kies (2,0 – 63 mm)	G	0 - 50	20 - 60	-
Steine (63 – 200 mm)	X M-[%]	< 30	0 - 40	-
Blöcke (200 – 630 mm)	Y M-[%]	< 10	< 30	-
große Blöcke (> 630 mm)	M-[%]	keine Hinweise	< 30	-
mineralogische Zusammensetzung von Steinen und Blöcken		Quarzsand, Hellglimmer, Calcit, Erze	Quarzsand, Hellglimmer, Calcit, Erze	Quarzsand, Hellglimmer, Calcit, Erze
Dichte	ρ [t/m ³]	1,6 - 2,1	1,8 - 2,3	2,0 - 2,8
Kohäsion	c' [kN/m ²]	0 - 10	0 - 5	>15
undrained Scherfestigkeit	c_u [kN/m ²]	10 - 100	-	-
Wassergehalt	w [%]	<10 - 25	<10 - 15	-
Konsistenz		weich bis steif	-	-
Konsistenzzahl	I_c [-]	0,5 - 1,0	-	-
Plastizität		n.b.	-	-
Plastizitätszahl	I_p [-]	n.b.	-	-
Durchlässigkeitsbeiwert	k [m/s]	$k_f < 10^{-8}$	$10^{-6} > k_f > 10^{-8}$	$k_f < 10^{-8}$
Lagerungsdichte		-	-	-
organischer Anteil (Glühverlust)	V_{GI} [%]	<5	< 5	-
Abrasivität nach Cerchar		abrasiv	abrasiv bis stark abrasiv	abrasiv bis extrem abrasiv
Benennung von Fels		--	--	Buntsandstein
Verwitterung		--	--	angwittert - frisch
Veränderungen		--	--	(kein Aufschluss)
Veränderlichkeit		--	--	n.b.
Druckfestigkeit	σ_u [MN/m ²]	--	--	18 - 26
Trennflächenrichtung		--	--	n.b.
Trennflächenabstand		--	--	n.b.