
Projekt-Nr.	Ausfertigungs-Nr.	Datum
2184039(2)	Gesamt: 3	20.12.2018

**Neubau Feuerwehrhaus
in Rottenburg-Wurmlingen**

– Baugrund- und Gründungsgutachten –

Auftraggeber **Stadt Rottenburg am Neckar, Stadtplanungsamt**

Anzahl der Seiten: 16
Anlagen: 3

INHALT:	Seite
1 Zusammenfassung.....	4
2 Veranlassung	5
3 Unterlagen	5
4 Angaben zum Bauvorhaben und Baufeld	6
4.1 Lage des Baufelds, Vornutzung.....	6
4.2 Geplante Baumaßnahme.....	6
4.3 Geologischer und hydrologischer Überblick	6
4.4 Schutz- und Vorbehaltsgebiete.....	6
5 Untersuchungskonzept	7
6 Baugrunduntersuchung.....	7
6.1 Geländearbeiten	7
6.2 Bodenmechanische Untersuchungen	7
6.3 Chemische Laboruntersuchungen	8
6.4 Schichtenaufbau des Untergrunds	8
6.5 Grundwasser, Bemessungswasserstand, Versickerung.....	9
7 Klassifizierung der Schichten für bautechnische Zwecke	10
8 Bodenmechanische Kennwerte/Erdbeben.....	11
9 Gründung von Bauwerken	11
9.1 Allgemeine Angaben.....	11
9.2 Gründung mit Einzel- und Streifenfundamenten.....	12
9.3 Elastisch gebettete Bodenplatte	12
9.4 Tragschichtaufbau unter der Bodenplatte.....	12
9.5 Gründungsempfehlung	13
10 Abdichtung/Schutz von Gebäuden vor Durchfeuchtung	13
11 Ergänzende Angaben zur Bauausführung.....	13
11.1 Aushubsohle, Arbeitsplanum	13
11.2 Aushub, Wiederverwertung und Entsorgung	13
11.3 Bodenverbesserungsmaßnahmen.....	14
11.4 Bauwasserhaltung	14
11.5 Baugrubenböschungen.....	14
11.6 Angaben zu Straßenbaumaßnahmen.....	15
12 Schlussbemerkungen.....	15

TABELLEN:

Tabelle 1: Bodenklassifizierung (nach DIN 18 196, DIN 18 300-2012 und DIN 18 301-2012).....	10
Tabelle 2: Bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen	11

ANLAGEN:

- 1 Lagepläne
 - 1.1 Übersichtslageplan, Maßstab 1 : 25.000
 - 1.2 Lageplan der Aufschlusspunkte und Schürfgruben, Maßstab 1 : 1.000
- 2 Baugrundaufschlüsse
 - 2.1 Schichtenprofile RKS 1, SG 1 und SG 7
 - 2.2 Rammdiagramme DPH 1 und DPH 2
- 3 Bodenmechanische Laborergebnisse
 - 3.1 Wassergehalt nach DIN 18 121
 - 3.2 Korngrößen nach DIN 18 123
 - 3.3 Konsistenzgrenzen nach DIN 18 122
 - 3.4 Bestimmung Glühverlust nach DIN 18 128
 - 3.5 Kennwerte nach VOB

1 Zusammenfassung

Die Stadt Rottenburg am Neckar plant im Rottenburger Teilort Wurmlingen die Errichtung eines neuen Feuerwehrhauses. Im westlichen Anschluss soll das neue Wohngebiet „Hinter den Gärten“ erschlossen werden. Die HPC AG, Niederlassung Rottenburg, wurde mit der Erstellung eines Erschließungsgutachtens inkl. orientierende Gründungsangaben für die geplanten Wohngebäude sowie einem Baugrund- und Gründungsgutachten für das Feuerwehrhaus beauftragt. Für das geplante Erschließungsgebiet „Hinter den Gärten“ wurde ein getrenntes Gutachten (HPC AG, Projekt Nr. 2184039(1)) erstellt.

Das Baufeld für das neue Feuerwehrhaus liegt am südlichen Rand von Wurmlingen an der L 372. Im Vorfeld der Erkundung wurden bauseits Grabungen zu archäologischen Zwecken ausgeführt. Bei der Ausführung der späteren Überbauung der Flächen sind die denkmalrechtlich Befunde und Vorgaben zu beachten.

Die Baugrundbewertung erfolgt mittels zwei Schürfgruben, einer Rammkernsondierung und zwei Sondierungen mit der schweren Rammsonde.

Der Baugrund besteht unterhalb des Oberbodens aus holozän überprägten Fließerden, die von mehreren Metern Löss bzw. Lösslehm unterlagert werden. Zur Tiefe folgen Verwitterungslehm sowie verwitterte Gipskeuperschichten. Grundwasser wurde in den Aufschlüssen nicht angetroffen. Im Baufeld zeigten sich unterschiedlich stark ausgeprägt archäologisch interessante Funde in den oberflächennahen Fließerden, die von Oberboden überlagert waren. Meist reichen diese Bereiche bis in 1 - 1,5 m u. GOK. Genauere Auswertungen lagen zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung noch nicht vor.

Geringe Gebäudelasten können in den mindestens steifen Lössen und Lösslehm abgetragen werden. Für die Gründung kommt bei leichten Bauwerken eine aufgelöste Flachgründung noch in Betracht. Bei höheren Lasten ist die Ausführung einer elastisch gebetteten Bodenplatte zu empfehlen.

2 **Veranlassung**

Bauvorhaben:	Neubau Feuerwehrhaus, nicht unterkellert, 1- bis 2-geschossig
Auftraggeber:	Stadt Rottenburg am Neckar, Stadtplanungsamt
Auftragnehmer:	HPC AG, Niederlassung Rottenburg
Angebot:	Nr. 1184039 vom 20.08.2018
Beauftragung:	Auftragserteilung vom 20.08.2018
Aufgabenstellung:	Erschließungsgutachten inkl. orientierender Angaben für die späteren Baumaßnahmen sowie Gründungsgutachten für das geplante Feuerwehrhaus

Bezüglich des Umfangs der Baugrunderkundungsmaßnahmen ist das Bauvorhaben in die geotechnische Kategorie 2 nach DIN EN 1997-1 einzuordnen.

Nachfolgend werden die Baugrundverhältnisse und die daraus resultierenden Maßnahmen für die Gründungsausführung des neuen Feuerwehrhauses sowie der geplanten Außenanlagen beschrieben.

Die geplante Baugebieterschließung und die Möglichkeit der späteren Wohnbebauung sind in einem separaten Bericht dargestellt.

3 **Unterlagen**

Zur Bearbeitung unseres Gutachtens standen uns folgende Unterlagen zur Verfügung:

Pläne zum Bauvorhaben:

- [1] Städtebaulicher Entwurf, Bebauungsplan „Hinter den Gärten“ mit Kennzeichnung des Baufeldes für das geplante Feuerwehrhaus, Rottenburg-Wurmlingen, Stand: ohne Angabe
- [2] Abgrenzungsplan, Bebauungsplan „Hinter den Gärten“, Rottenburg-Wurmlingen, Stadtplanungsamt, Maßstab 1 : 2.000, Stand: 15.03.2018
- [3] Lageplan mit Höheneinmessung, Fodilus GmbH

Unterlagen zu Gelände, Geologie und Grundwasser:

- [4] Topografische Karte, TK 25 Blatt Nr. 7419 Herrenberg, Maßstab 1 : 25.000
- [5] Geologische Karte, GK 25 Blatt Nr. 7419 Herrenberg, Maßstab 1 : 25.000, einschließlich Begleitheft
- [6] Daten- und Kartendienst der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW)
- [7] HPC AG, Erschließungsgutachten mit orientierenden Angaben zur Gründung der angedachten Bebauung, Projekt Nr. 2184039(1), 11.12.2018

4 Angaben zum Bauvorhaben und Baufeld

4.1 Lage des Baufelds, Vornutzung

Das Baufeld liegt am südlichen Rand von Rottenburg-Wurmlingen und grenzt an die Landesstraße L 372. Die Fläche wird bislang landwirtschaftlich genutzt.

Im Baufeld werden archäologisch interessante Vornutzungen vermutet, die mittels Vorabgrabungen des archäologischen Büros Fodilus GmbH im Baufeld bestätigt wurden. Für die planmäßige Bebauung der Fläche sind zusätzliche Maßnahmen zu beachten. Eine Überbauung und Versiegelung der mit historischen Funden belegten Böden wäre möglich. Jedoch liegen diese Bereiche direkt unterhalb der Oberbodenschicht, sodass durch die Baumaßnahme in diese Bereiche eingegriffen und diese zerstört werden würden. Daher werden voraussichtlich im Vorfeld weitere Grabungen zur Dokumentation und Archivierung der Daten notwendig. Detaillierte Angaben und die Auswertung der Vorabsondiergrabungen liegen uns nicht vor.

4.2 Geplante Baumaßnahme

Auf dem Baufeld ist der Neubau eines nicht unterkellerten, in Teilbereichen zweigeschossigen Feuerwehrhauses geplant. Pläne zur Neubaumaßnahmen lagen uns bei der Gutachtenerstellung nicht vor. Auf Basis von Vorabstimmungen mit dem Architekten wird die EFH bei ca. +345,0 m ü. NN zu liegen kommen.

4.3 Geologischer und hydrologischer Überblick

Im Untergrund des Plangebiets stehen nach [5] unter quartären Deckschichten die Schichten der Grabfeldformation (Gipskeuper) an.

Im unverwitterten und unausgelaugten Zustand ist der Gipskeuper als Grundwassergeringleiter, im verwitterten und ausgelaugten Zustand als schichtig gegliederter, zellig poröser Kluftgrundwasserleiter anzusehen. Der Gipskeuper weist eine regional bedeutsame, je nach Verkarstung mäßige bis mittlere Durchlässigkeit und mittlere bis mäßige Ergiebigkeit auf, bevorzugt oberhalb des Gipsspiegels (wenn dieser in den Grundgipsschichten verläuft). Bänke mit erhöhter Ergiebigkeit sind die Engelhofen-Platte, der Weinsberg-Horizont (Bleiglanzbank-schichten) und der Bochingen-Horizont. Die zwischen den Dolomitsteinbänken liegenden, mächtigen, gering durchlässigen Tonsteinschichten bewirken eine typische Stockwerkstrennung.

4.4 Schutz- und Vorbehaltsgebiete

Das Untersuchungsgebiet liegt gemäß [6] außerhalb von Wasserschutzzonen und außerhalb von Hochwasserüberflutungsflächen.

5 Untersuchungskonzept

Zur Baugrunderkundung wurde die Durchführung von zwei Baggerschürfen im Bereich des Feuerwehrhauses vorgesehen. Im angrenzenden Baugebiet waren weitere fünf Schürfruben vorgesehen. Die Ausführung der Baggerarbeiten wurde bauseits von der Stadt Rottenburg geplant und beauftragt.

Im Zuge der Geländearbeiten musste das Untersuchungskonzept für den Bereich Feuerwehrhaus angepasst werden (vgl. Kapitel 6.1).

6 Baugrunduntersuchung

6.1 Geländearbeiten

Zur Baugrunderkundung wurden im Bereich des Feuerwehrhauses am 12. und 13.09.2018 folgende Untersuchungen durchgeführt:

- Aufnahme von zwei Schürfruben zur direkten Erkundung der anstehenden Böden und Entnahme von Bodenproben bis maximal 3,7 m u. GOK
- Aufnahme einer Rammkernsondierung zur direkten Erkundung der anstehenden Böden und Entnahme von Bodenproben bis maximal 6,0 m u. GOK
- Aufnahme von zwei Sondierungen mit der schweren Rammsonde bis 6,2 m u. GOK zur indirekten Bestimmung der Tragfähigkeit der anstehenden Böden

Da die Sohle der Schürfruben noch in gering tragfähigen Lehmen zu liegen kam und aufgrund der archäologischen Befunde auf der Fläche des Feuerwehrhauses, die Grubenherstellung in SG 1 abgebrochen werden musste, wurde im Bereich des Feuerwehrhauses die Erkundung auf drei Sondierungen (Rammsondierungen und Rammkernsondierung) umgestellt. Die Sondierungen wurden bis in die verwitterten Gipskeuperschichten geführt.

Die Einmessung nach Lage und Höhe wurde uns von dem vor Ort tätigen archäologischen Büro Fodilus GmbH übergeben.

Die Lage der Bodenaufschlüsse ist Anlage 1.2 zu entnehmen. Die Schichtenprofile und Schlagzahldiagramme sind in Anlage 2 dargestellt.

6.2 Bodenmechanische Untersuchungen

Im bodenmechanischen Labor wurden folgende Untersuchungen durchgeführt:

- 8 x Bestimmung des Wassergehalts nach DIN 18 121, vgl. Anlage 3.1
- 1 x Bestimmung der Kornverteilungen nach DIN 18 123, vgl. Anlage 3.2
- 1 x Bestimmung der Konsistenzgrenzen nach DIN 18 122, vgl. Anlage 3.3
- 2 x Bestimmung des Glühverlusts nach DIN 18 128, vgl. Anlage 3.4

Die Bewertung der Versickerungsfähigkeit erfolgt auf Grundlage der vorliegenden Aufschlüsse und der lokalen geologischen Verhältnisse.

6.3 Chemische Laboruntersuchungen

Das Probenmaterial war durchweg unauffällig, sodass aus dem Löss/Lösslehm zwei Proben und aus dem unterlagernden Verwitterungslehm eine Probe für die chemischen Laboruntersuchungen ausgewählt wurden. Die Dokumentation der chemischen Laboruntersuchungen erfolgte im Gutachten HPC AG, Projekt Nr. 2184039(1) vom 11.12.2018.

6.4 Schichtenaufbau des Untergrunds

Die Lage der Baugrundaufschlüsse ist im Lageplan unter Anlage 1.2 eingetragen.

In den Baugrundaufschlüssen wurden folgende Bodenschichten angetroffen:

- **Oberboden/Pflughorizont**
- **Fließerden (holozän überprägt)**
- **Löss, Lösslehm**
- **Verwitterungslehm**
- **Gipskeuper**

Auf dem Baufeld wurde ein ca. 0,2 m mächtiger Oberboden bzw. ein bis zu ca. 60 cm tiefer Pflughorizont festgestellt. Im bodenmechanischen Labor wurde für diese Schichten ein Glühverlust von je ca. 6 % ermittelt. Die unterlagernden Schichten sind nachfolgend detailliert beschrieben.

Fließerden

In den Sondierungsgrabungen der Archäologen wurden mit Besiedlungsresten durchsetzte Schichten bis in Tiefen zwischen ca. 0,8 und 1,5 m u. GOK festgestellt. Die Konsistenz dieser Bodenschicht lag bei der örtlichen Ansprache im Bereich von steif. Die Baugrundaufschlüsse wurden bewusst in Bereiche ohne archäologische Befunde gelegt, weshalb hier die unterlagernden, natürlich anstehenden Schichten in der Tiefenlage von den archäologischen Grabungsergebnissen abweichen.

Löss, Lösslehm

Die Löss- und Lösslehmablagerungen wurden in der Regel in steifer Konsistenz angetroffen. Die Färbung lässt sich mit beige bzw. hellbraun beschreiben. Die natürlichen Wassergehalte wurden im Labor zwischen ca. 13 und 21 % festgestellt. Gemäß DIN 18 196 sind die Proben den leichtplastischen Tonen bzw. den mittelplastischen Tonen mit Gruppensymbolen TM und TL zuzuordnen. Die niedergebrachten Rammsondierungen zeigten in den Schlagzahldiagrammen im Bereich der Lössablagerungen Schlagzahlen von $N_{10} = 1 - 2$ Schlägen.

Verwitterungslehm

Zur Tiefe werden rotbraune Verwitterungslehme angetroffen. Diese bestehen größtenteils aus Schluff und sind der Bodenart TM zuzuordnen. Der Verwitterungslehm weist geringe Ton- und Sandbeimengungen auf. Vereinzelt wurden zur Tiefe Tonsteinstückchen im Verwitterungslehm festgestellt. Die Konsistenz des Verwitterungslehms wurde mit steif sowie steif - halbfest angesprochen. Der natürliche Wassergehalt der untersuchten Proben lag zwischen ca. 21 und 25 %. In den Verwitterungslehmen steigen die Schlagzahlen der Rammprogramme auf $N_{10} = 3 - 9$ Schläge an.

Gipskeuper

Der Übergang zu den Gipskeuperschichten zeigte sich ab ca. 5 m u. GOK als verwitterter Tonstein in fester Konsistenz. Die Färbung ist mit grau bis braun zu beschreiben. Der natürliche Wassergehalt einer untersuchten Probe lag bei ca. 19 %. Die Rammkernsondierung wurde bei 6 m u. GOK mit Erreichen der Rammbarkeitsgrenze abgebrochen.

Die beiden schweren Rammsondierungen zeigten innerhalb der verwitterten Keuperschichten Schlagzahlen zwischen ca. 10 und 16 Schlägen. In Tiefen von 5,9 bzw. 6,0 m steigen die Schlagzahlen deutlich auf > 50 Schläge an, was auf eine gering verwitterte bzw. angewitterte Zwischenlage schließen lässt. Die Sondierungen mussten alle innerhalb dieser Schicht aufgrund der fehlenden Rammbarkeit abgebrochen werden.

6.5 Grundwasser, Bemessungswasserstand, Versickerung

In den bis max. 6,2 m u. GOK reichenden Aufschlüssen wurde kein Grundwasserzutritt angetroffen.

Das Baugebiet liegt außerhalb von Hochwasserüberschwemmungsgebieten.

Die bindigen Schichten (Lösslehm, Verwitterungslehm sowie verw. Gipskeuperschichten) haben anhand der Siebanalyse sowie nach Erfahrungswerten Durchlässigkeiten von $k < 10^{-6}$ m/s. Zwischenlagen im Gipskeuper können lokal etwas höhere Durchlässigkeiten aufweisen.

Im Baufeld können durch die bindigen Böden zumindest zeitweise aufstauende Sickerwässer auftreten, die sich im Extremfall bis zur Geländeoberkante aufstauen.

Der Bemessungswasserstand für Bauvorhaben richtet sich nach dem maximal möglichen Wasserstand. Ohne Zusatzmaßnahmen liegt der Bemessungswasserstand aufgrund des aufstauenden Sickerwassers damit auf Geländeoberkante. Dies kann z. B. durch den Einbau von Sicherheitsdränagen mit Anschluss an eine freie Vorflut reguliert werden. Der Einbau von Sicherheitsdränagen ist nach Angaben der Stadt Rottenburg jedoch nicht zulässig. Das Sicker- und Stauwasser ist somit als regelmäßig auftretende, veränderliche Einwirkung als Bemessungssituation BS-P in der statischen Bemessung zu berücksichtigen.

Eine planmäßige und gezielte Versickerung von Niederschlagswasser ist bei den gering durchlässigen Böden nicht möglich.

7 Klassifizierung der Schichten für bautechnische Zwecke

Der anstehende Baugrund wird auf Basis der Untersuchungsergebnisse nach DIN 4020 in Homogenbereiche eingeteilt. Die nach VOB 2016 erforderlichen Kennwertangaben für Erdarbeiten nach DIN 18 300 und Bohrarbeiten nach DIN 18 301 sind in Anlage 3.5 aufgelistet.

Für die Ausschreibung von Bauleistungen nach VOB 2016 (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 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 sowie Bohrarbeiten nach DIN 18 301-2012 angesetzt werden.

Schichteinheit	Bodengruppe (DIN 18 196)	Bodenklasse (DIN 18 300- 2012)	Bodenklasse (DIN 18 301-2012)	Frostempfind- lichkeitsklasse
Fließerde (holozän überprägt)	TM	4	BB 2	F 3
Lösslehm	TM, TL	4	BB 2	F 3
Verwitterungslehm	TM	4	BB 2 - BB 3 BS 1 - BS 2	F 3
Gipskeuper	TM, Tst ¹ , Mst ¹ , Dst ¹	6 - 7	BB 3 - BB 4 FV 1 - FV 3, FD 1 - FD 3	F 1 - F 3

1 Kurzzeichen nach DIN 4023

Tabelle 1: Bodenklassifizierung (nach DIN 18 196, DIN 18 300-2012 und DIN 18 301-2012)

8 Bodenmechanische Kennwerte/Erdbeben

Für erdstatische Berechnungen können folgende charakteristische Bodenkennwerte angesetzt werden:

Schichten	Wichte		Reibungs- winkel (φ_k)	Kohäsion (c_k)	Steifemodul (E_{sk})
	über Wasser (γ_k)	unter Wasser (γ'_k)			
	kN/m ³	kN/m ³			
Fließerde	19	9	27,5	7,5	12
Löss, Lösslehm	19	9	25	5	5 - 8
Verwitterungslehm	20	10	25	7,5	15
Gipskeuper, verwittert - angewittert	20	10	25	25	60

Tabelle 2: Bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen

Nach DIN 4149:2005-04 „Bauten in deutschen Erdbebengebieten“ liegt Rottenburg-Wurmlingen in der Erdbebenzone 3. Für den rechnerischen Nachweis der Erdbebensicherheit ist mit folgenden Angaben zu rechnen:

Erdbebenzone: 3
Untergrundklasse: R
Baugrundklasse: B

9 Gründung von Bauwerken

9.1 Allgemeine Angaben

Unter Berücksichtigung des natürlich anstehenden Bodenmodells liegt bei dem nicht unterkellerten Gebäude bei Ansatz der frostsicheren Tiefe von mind. 0,8 m u. GOK die Gründungssole innerhalb der Lösslehme. Diese sind zur Abtragung geringer Lasten geeignet.

Im Rahmen des vorliegenden Gutachtens können allgemeine Angaben für eine Vordimensionierung angegeben werden, die jedoch im Rahmen der weiteren Planung zu präzisieren sind. Dies ist vor allem im Hinblick auf die archäologischen Grabungsarbeiten notwendig. In Abhängigkeit von der Grabungstiefe und der Art und Qualität der Wiederverfüllung (Material, Verdichtung) sind detaillierte Berechnungen und Abstimmungen notwendig.

Die im Zuge der archäologischen Grabungen dokumentierten Aushubtiefen sollten mit der späteren Bebauung und Aushubtiefe der Baugruben überlagert werden. Die eingebrachten Verfüllmaterialien sind in Abstimmung zwischen Tragwerksplaner und Baugrundgutachter hinsichtlich ihrer Tragfähigkeit für das jeweilige Bauvorhaben zu beurteilen.

9.2 Gründung mit Einzel- und Streifenfundamenten

Die Gründung mittels Einzel- und Streifenfundamenten ist i. d. R. die günstigste Gründungsart. In den mindestens steifen Fließerden bzw. Lösslehmen können die Einzel- und Streifenfundamente mit einer Sohlspannung von

$$\text{zul. } \sigma = 150 \text{ kN/m}^2$$

bei einer Mindesteinbindetiefe von $t = 0,8 \text{ m}$ und ab einer Fundamentbreite von $b > 0,5 \text{ m}$ berechnet werden.

Bei den Berechnungen wurde ein potenzieller Aufstau von Sickerwasser bis auf Geländeoberkante berücksichtigt.

Die angegebenen Werte sind aufnehmbare Sohlspannungen $\sigma_{\text{zul.}}$ nach DIN 1054:2005-01. Der Bemessungswert des Sohlwiderstands $\sigma_{\text{R,d}}$ nach DIN EN 1997-1 errechnet sich durch Multiplikation mit dem Teilsicherheitsbeiwert $\gamma = 1,4$. Für den Designwert des Sohlwiderstands gilt demnach $\sigma_{\text{R,d}} = \sigma_{\text{zul.}} \times 1,4$.

9.3 Elastisch gebettete Bodenplatte

Für die Setzungsberechnung der Ermittlung des Bettungsmoduls im Lösslehm wurde unter der Bodenplatte ein mindestens 30 - 40 cm starkes Tragschichtpolster angenommen. Bei Ansatz einer gleichmäßigen Flächenlast von $q = 30 \text{ kN/m}^2$ ergeben sich rechnerische Setzungen von $s = 1,2 \text{ cm}$. Damit liegen die Bettungsmoduln in der Größenordnung von $k = 2,5 \text{ MN/m}^3$.

In o. g. Wert nicht berücksichtigt sind durch die archäologischen Grabungen ggf. veränderte Baugrundverhältnisse.

9.4 Tragschichtaufbau unter der Bodenplatte

Das Erdplanum des Feuerwehrhauses wird innerhalb der voraussichtlich wiedereingebauten Fließerden bzw. Lösslehme zu liegen kommen. Auf OK Erdplanum ist ohne Zusatzmaßnahmen ein E_{v2} -Wert $< 15 \text{ MN/m}^2$ zu erwarten. Aufgrund der Nutzung und Befahrung mit schweren Einsatzfahrzeugen sind Zusatzmaßnahmen notwendig. Wir gehen bei den Einsatzfahrzeugen von einer Achslast von bis zu ca. 10 Tonnen aus. Daher sollte nach Lohmeyer (Betonböden im Industriebau) auf der Oberkante Tragschicht ein E_{v2} -Wert von mind. 100 MN/m^2 erreicht werden. Hierzu ist ein Bodenaustausch von ca. 60 cm notwendig. Alternativ kann der Bodenaustausch geringer gehalten werden, wenn zusätzlich eine Bindemittelstabilisierung des Erdplanums ausgeführt wird.

Details zum Tragschichtaufbau unter Bodenplatten und den gegebenenfalls erforderlichen Zusatzmaßnahmen sind in Absprache mit dem Tragwerksplaner auch unter Beachtung der im Baufeld noch stattfindenden archäologischen Grabungen und Verfüllungen festzulegen.

9.5 Gründungsempfehlung

Unter technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten sind beide beschriebenen Gründungsalternativen durchführbar. Die Entscheidung kann unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten gefällt werden.

Im Hinblick auf die im Baufeld erforderlichen Grabungen tendieren wir zur Ausführung einer elastisch gebetteten Bodenplatte auf einem Tragschichtpolster.

10 Abdichtung/Schutz von Gebäuden vor Durchfeuchtung

Bei Durchlässigkeiten von $k < 10^{-4}$ m/s ist zumindest zeitweise mit Grundwasser und aufstauendem Sickerwasser zu rechnen.

Sicherheitsdränagen sind nach Angaben der Stadt Rottenburg nicht zulässig. Demnach sind erdberührende Bauteile gegen aufstauendes Sickerwasser nach DIN 18 533 (W2.1-E bis 3 m Einbindung des Gebäudes in den Untergrund bzw. W2.2-E mit einer Einbindung des Gebäudes > 3 m in den Untergrund) oder durch wasserundurchlässigen Beton (WU-Beton nach Betonrichtlinien) abzudichten.

11 Ergänzende Angaben zur Bauausführung

11.1 Aushubsohle, Arbeitsplanum

Die im Erdplanum anstehenden Böden sind als frost- und witterungsempfindlich einzustufen. Bei feuchter Witterung und gleichzeitiger mechanischer Beanspruchung weichen die Böden stark auf und sind dann nur mit großem Aufwand befahr- oder bearbeitbar. Es wird empfohlen, auf dem planmäßigen Erdplanum möglichst lange eine Schutzschicht zu belassen. Nach Entfernung der Schutzschicht sollte das Planum sorgfältig und den Umständen angepasst nachverdichtet, aber nicht mehr stark befahren werden. Unmittelbar anschließend sollte auf das Planum eine mineralische Schutzschicht aufgebracht werden.

Niederschlagswasser muss schadfrei vom Planum abgeleitet werden. Bei den anstehenden wasserempfindlichen Böden sollte ein Planumsgefälle von mindestens 4 % berücksichtigt werden.

11.2 Aushub, Wiederverwertung und Entsorgung

Der Oberboden ist vor Beginn der Erdarbeiten abzuschieben und entsprechend den bodenschutzrechtlichen Vorgaben zwischenzulagern oder zu verwerten.

Die bindigen Böden (Fließerde, Löss, Lösslehm und Verwitterungslehm) sind nur bei optimalem Wassergehalt verdichtbar bzw. für einen verdichteten Einbau geeignet. Zur Verbesserung der Einbaueigenschaften empfehlen wir die Zugabe von Bindemitteln (vgl. Kapitel 11.3).

Fallen bei Erdbauarbeiten Aushubmassen an, die abzufahren sind, ist im Vorfeld der Bauausführung mit der annehmenden Stelle abzuklären, in welchem Umfang Deklarationsanalysen erforderlich werden. Dabei kann es erforderlich werden, die Aushubmassen für Deklarationsanalysen zwischenzulagern. Für die Deklarationsanalytik ist ein Zeitbedarf von mindestens fünf Werktagen einzuplanen, in denen das Material auf einem entsprechenden Zwischenlagerplatz bereitzustellen ist. Eine fachgutachterliche Baubegleitung hinsichtlich der Entsorgung von Aushubmassen wird empfohlen.

11.3 Bodenverbesserungsmaßnahmen

Zur Schaffung eines tragfähigen Erdplanums kann sowohl eine Bodenverbesserung durch Bindemittelzugabe oder ein Bodenaustausch mit gut verdichtbaren, kornabgestuften Mineral-kornmischungen (z. B. Schotter 0/45) ausgeführt werden. Die Ausgangstragfähigkeit der bindigen Böden wird in der Größenordnung von $E_{v2} \leq 15 \text{ MN/m}^2$ erwartet.

Bei einer Bodenverbesserung mittels z. B. Mischbinder Dorosol C 50, ist für eine erste Dimensionierung von einer Bindemittelzugabe von ca. 1 bis 3 %, bezogen auf die Trockenmasse, auszugehen. Die tatsächlich erforderlichen Mengen sind baubegleitend in Abhängigkeit der Witterungsverhältnisse bzw. des Wassergehalts in den Aushubmassen festzulegen.

11.4 Bauwasserhaltung

Grundwasser wurde in den Untersuchungsstellen nicht aufgeschlossen, jedoch muss bei den vorliegenden Verhältnissen mit aufstauendem Sickerwassers gerechnet werden.

Die anfallende Wassermenge bei der Bauausführung ist insbesondere abhängig von Niederschlagsereignissen sowie der offenen Grabenlänge/Gruben. Es wird empfohlen, eine Tagwasserhaltung für den Bedarfsfall vorzuhalten.

11.5 Baugrubenböschungen

Das Feuerwehrhaus ist ohne Unterkellerung auf circa jetziger Geländehöhe geplant. Daher ist keine Baugruben anzulegen.

11.6 Angaben zu Straßenbaumaßnahmen

- Anforderung: vor Einbau der Tragschicht ist auf dem Erdplanum eine Mindesttragfähigkeit mit einem $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen
- Regelbemessung: Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen, Ausgabe 2012 (RStO 12),
Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau (ZTV E-StB 17)
- Zusatzmaßnahmen: sorgfältige Nachverdichtung des Erdplanums und bei gering tragfähigen Lösslehmen
- Austausch mit gut verdichtbarem, kornabgestuftem Mineralkorngemisch (z. B. Schotter 0/45, Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 100 \%$) bis ca. 30 - 40 cm u. OK Erdplanum (je nach Ausgangstragfähigkeit und Konsistenz des Lösslehms)
- oder
- Bodenverbesserung mit Mischbindemittel nach Eignungsprüfung
- Frostsicherer Aufbau: abhängig von der Belastungsklasse, z. B. bei Bk0,3 unter Berücksichtigung von:
- Frostempfindlichkeitsklasse F 3,
 - Frosteinwirkungszone I,
 - Entwässerung der Fahrbahn bzw. Dränage der Tragschicht,
- ergibt sich eine Minstdicke des frostsicheren Aufbaus von $d = 50 \text{ cm}$.
- Bei Bk1,0 - 3,2 erhöht sich der frostsichere Aufbau auf 60 cm.

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 ZTV E-StB 17 erfolgen.

12 Schlussbemerkungen

Die im Gutachten enthaltenen Angaben beziehen sich auf die Untersuchungsstellen und eine lineare Interpolation der Baugrundverhältnisse zwischen den Aufschlusspunkten. Abweichungen von den im Gutachten enthaltenen Angaben können aufgrund der Heterogenität des Untergrunds nicht ausgeschlossen werden. Vor allem auch durch noch erwartete archäologische Grabungen und Verfüllungen ist besonders in den oberen 1,5 m mit neuen Umlagerungen zu rechnen. Diese können lokal auch deutlich tiefer reichen.

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 daher empfohlen, die HPC AG zur Abnahme der Gründungssohlen und Baugrubenböschungen einzubeziehen.

Für die Durchführung erforderlicher Leistungen wie

- Unterstützung der Objekt- bzw. Tragwerksplanung bei der Festlegung gewerk- bzw. ausführungsspezifischer Homogenbereiche,
- erdstatische Nachweise und Standsicherheitsberechnungen,
- Einbau- und Verdichtungskontrollen für die Erdarbeiten,
- fachgutachterliche Baubegleitung für die Verwertung/Entsorgung von Aushubmassen,
- geotechnische Bewertung/Abnahme von Baugrubenböschungen, Gründungssohlflächen u. Ä.

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

HPC AG

Projektleiterin


Sonja Müller
Dipl.-Ingenieurin (FH)

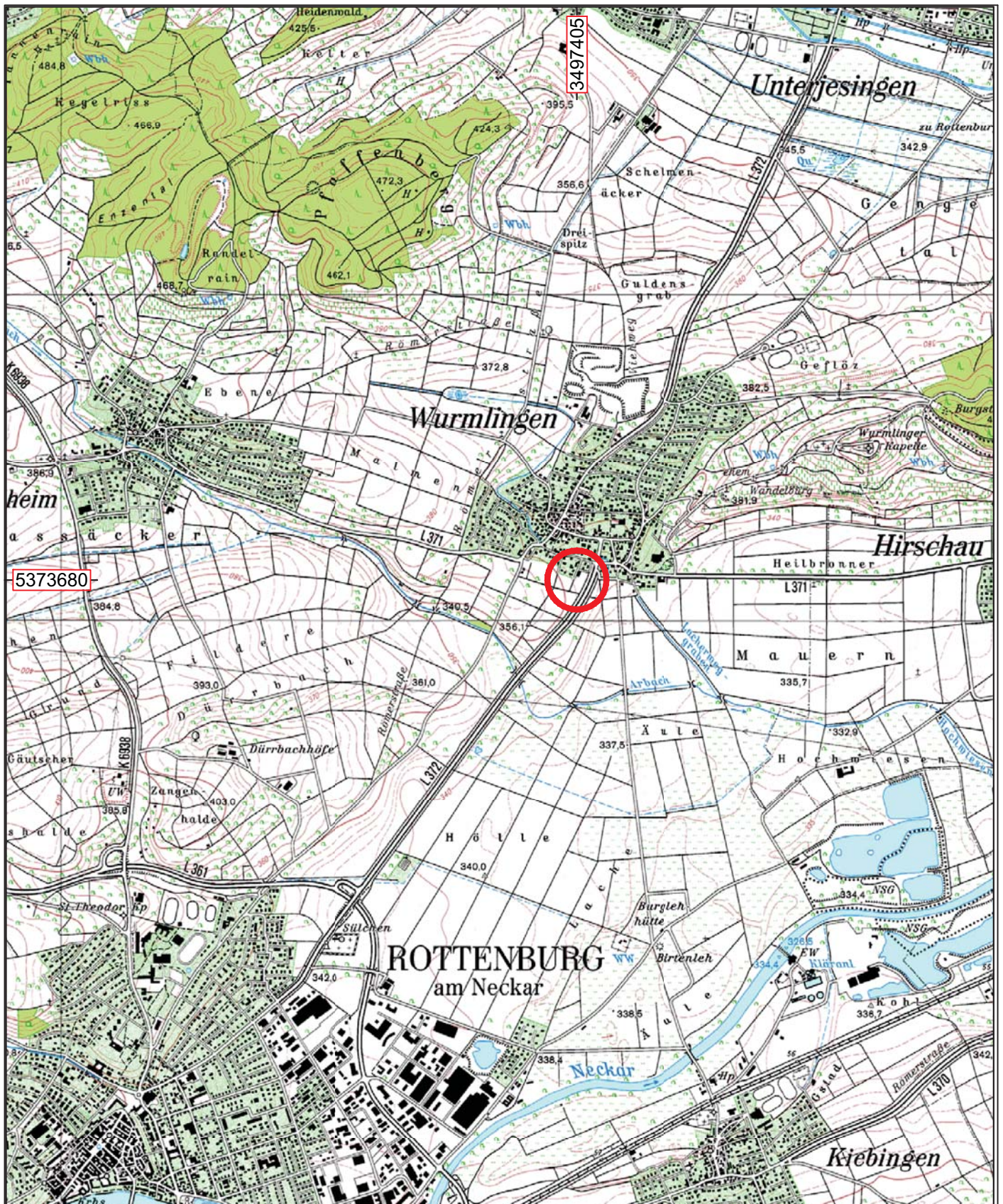
Fachbereichsleiter Geotechnik


Arno Knöchel
Dipl.-Ingenieur

ANLAGE 1

Planunterlagen

- 1.1 Übersichtslageplan, Maßstab 1 : 25.000
- 1.2 Lageplan der Aufschlusspunkte und Schürfgruben, Maßstab 1 : 1.000



Lage des Standorts

Projekt:		Anlage:		1.1	
BV Neubau Feuerwehrhaus, Wurmlingen		Maßstab:		1:25000	
		Projekt-Nr.:		2184039(2)	
Darstellung: <					



Plangrundlage:

Stadtplanungsamt
Rottenburg am Neckar,
15.03.2018

Projekt:		Anlage:	1.2
BV Neubau Feuerwehrhaus, Wurmlingen		Maßstab:	1:1000
Darstellung:		Projekt-Nr.:	2184039(2)
Lageplan der Aufschlusspunkte und Schürfgruben		Name	Datum
		Bearbeiter:	sm 18.10.18
		gezeichnet:	mz 18.10.18
		geprüft:	
Bauherr/Auftraggeber:		DIN- / Plan- größe m²:	A4
Stadt Rottenburg am Neckar Stadtplanungsamt Marktplatz 18 72108 Rottenburg am Neckar		Planverfasser:	
Pfadt/Zeichnungsnummer: H:\Projekte\HPC\18\184039\CAD\HPC_2184039(2)_Anl_1-2.dwg		 HPC DAS INGENIEURUNTERNEHMEN	
		HPC AG Schütte 12-16, 72108 Rottenburg Tel. 07472/158-0, Fax. 07472/158-111	

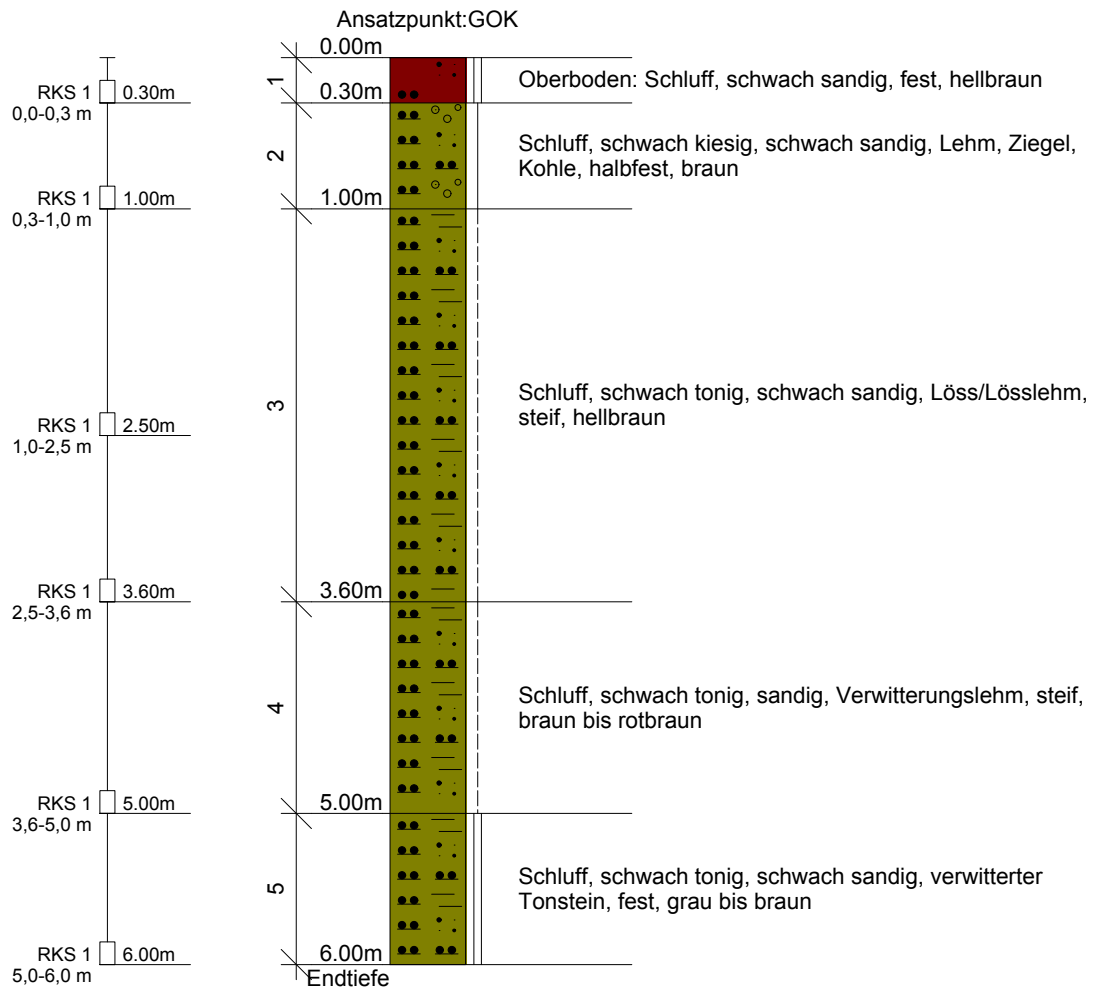
ANLAGE 2

Baugrundaufschlüsse

- 2.1 Schichtenprofile RKS 1, SG 1 und SG 2
- 2.2 Rammdiagramme DPH 1 und DPH 2

Gutachten-Nr.:	2184039(2)	Anlage:	2.1, Seite 1	
Projektname:	BV Neubau Feuerwehrhaus, Rottenburg-Wurmlingen			
Rechtswert:		Hochwert:		
GOK m ü. NN	345,53	POK m ü. NN:		
Maßstab:	1: 50	ausgeführt am:	13.09.2018/sm	
BOHRPROFIL		Dateiname:	HPC_2184039(2)_Anl_2-1.	

RKS 1



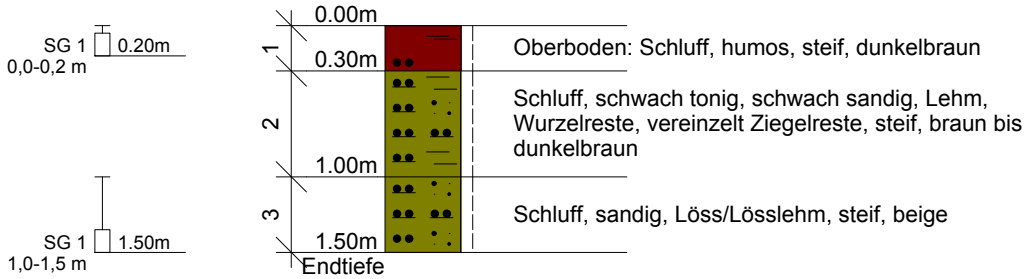
- 1 Oberboden
- 2 Fließerde holozän überprägt
- 2 Löss/Lösslehm
- 4 Verwitterungslehm
- 5 Gipskeuper, verwittert

Gutachten-Nr.:	2184039(2)	Anlage:	2.1, Seite 2
Projektname:	BV Neubau Feuerwehrhaus, Rottenburg-Wurmlingen		
Rechtswert:		Hochwert:	
GOK m ü. NN	344,64	POK m ü. NN:	
Maßstab:	1: 50	ausgeführt am:	13.09.2018/sm
BOHRPROFIL		Dateiname:	HPC_2184039(2)_Anl_2-1.



SG 1

Ansatzpunkt:GOK

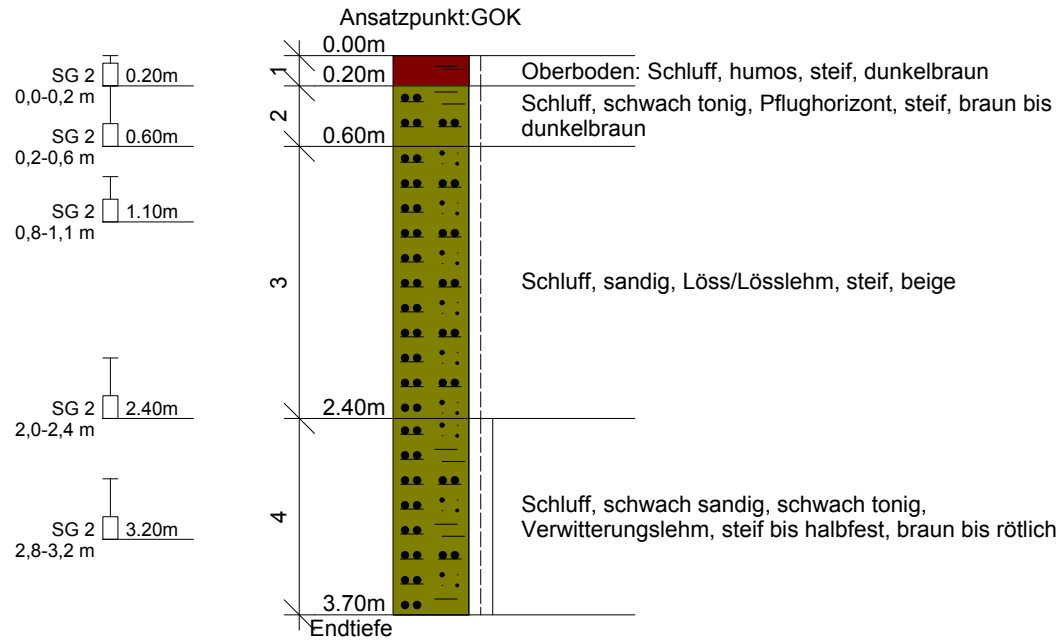


- 1 Oberboden
- 2 Fließerde holozän überprägt
- 2 Löss/Lösslehm
- 4 Verwitterungslehm
- 5 Gipskeuper, verwittert

Gutachten-Nr.:	2184039(2)	Anlage:	2.1, Seite 3
Projektname:	BV Neubau Feuerwehrhaus, Rottenburg-Wurmlingen		
Rechtswert:		Hochwert:	
GOK m ü. NN	345,80	POK m ü. NN:	
Maßstab:	1: 50	ausgeführt am:	13.09.2018/sm
BOHRPROFIL		Dateiname:	HPC_2184039(2)_Anl_2-1.



SG 2

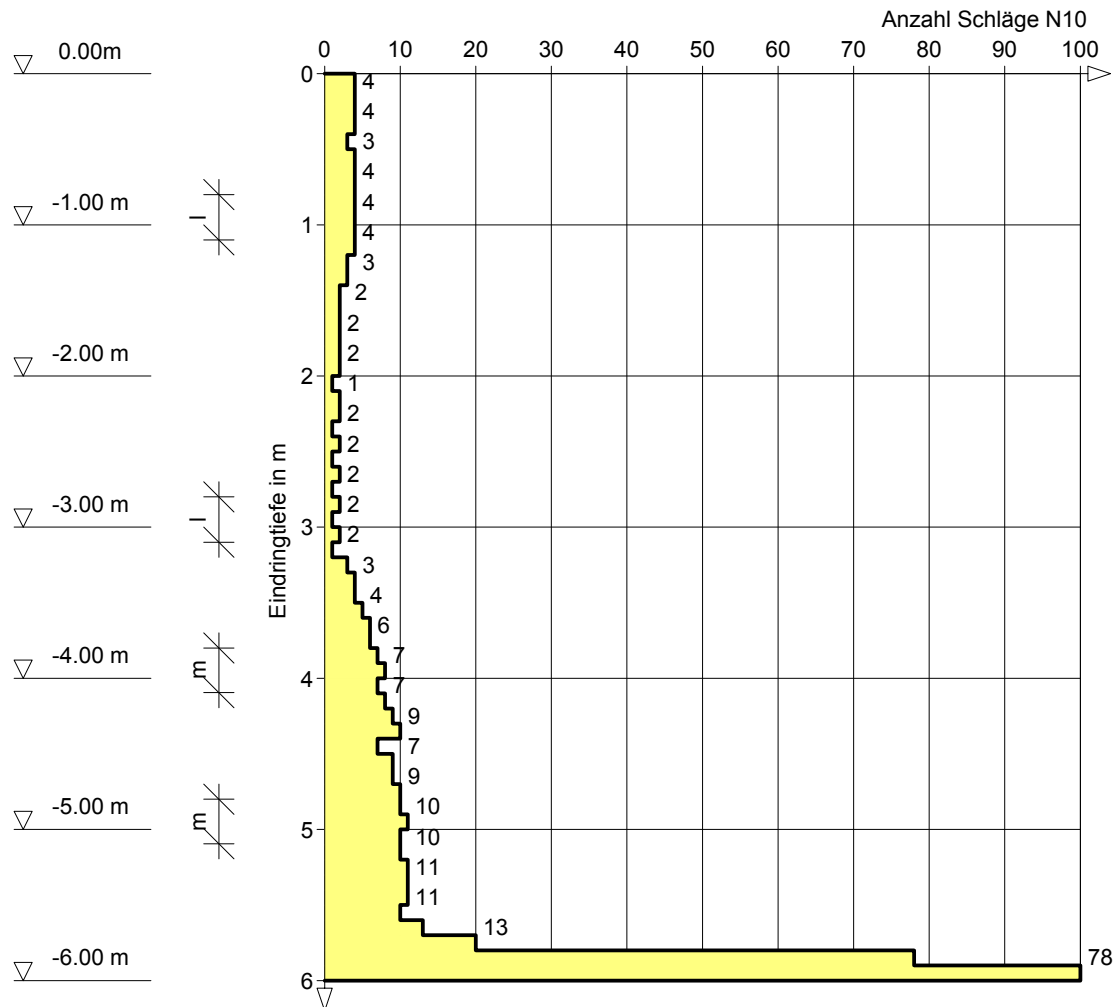


- 1 Oberboden
- 2 Fließerde holozän überprägt
- 2 Löss/Lösslehm
- 4 Verwitterungslehm
- 5 Gipskeuper, verwittert

Gutachten-Nr.: 2184039(2)	Anlage: 2.2, Seite 1	
Projekt: BV Neubau Feuerwehrhaus, Rottenburg-Wurmlingen		
Rechtswert:	Hochwert:	
GOK m ü. NN: 345,02	Typ: DPH	
Maßstab: 1: 50	ausgeführt am: 13.09.2018/sm	
Rammsondierung DIN 22476 - DPH	Dateiname: HPC_2184039(2)_Anl_2-2.dcr	

DPH 1

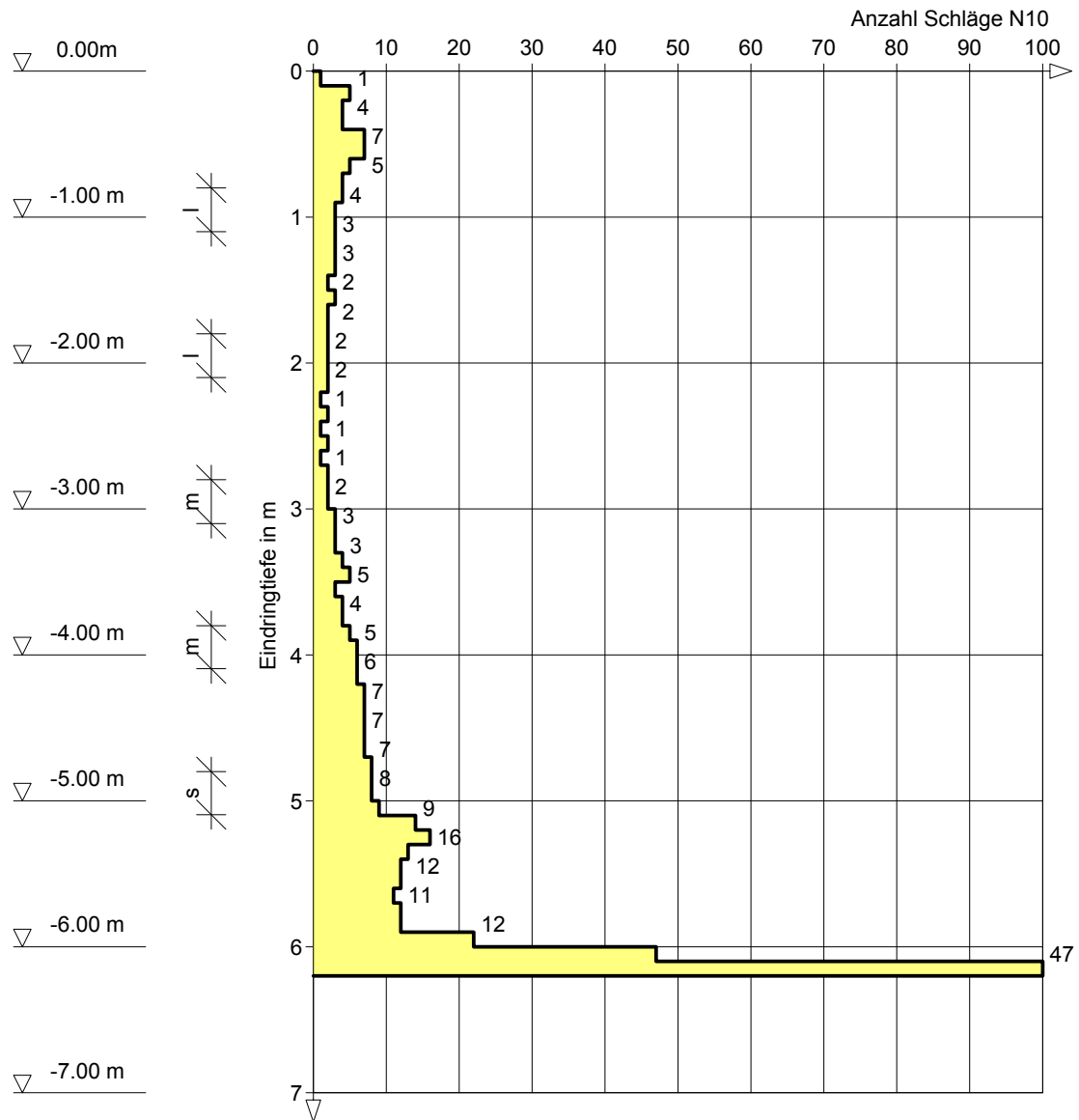
GOK



Gutachten-Nr.: 2184039(2)	Anlage: 2.2, Seite 2	
Projekt: BV Neubau Feuerwehrhaus, Rottenburg-Wurmlingen		
Rechtswert:	Hochwert:	
GOK m ü. NN: 345,53	Typ: DPH	
Maßstab: 1: 50	ausgeführt am: 13.09.2018/sm	
Rammsondierung DIN 22476 - DPH	Dateiname: HPC_2184039(2)_Anl_2-2.dcr	

DPH 2

GOK

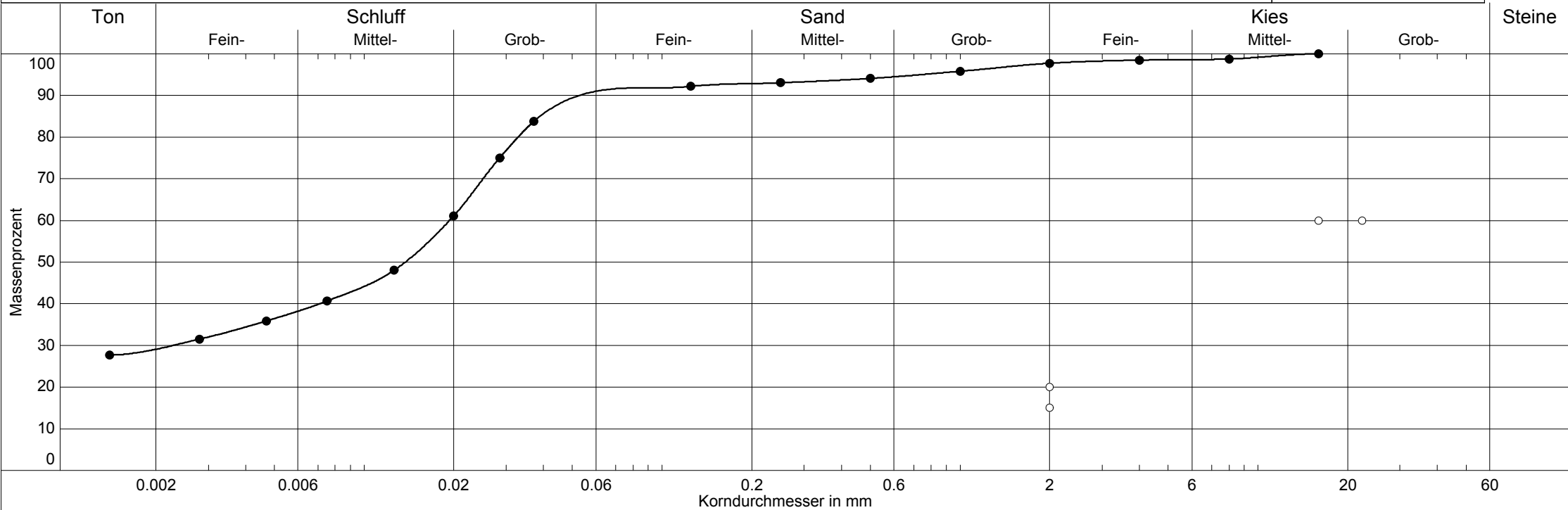


ANLAGE 3

Bodenmechanische Laborergebnisse

- 3.1 Wassergehalt nach DIN 18 121
- 3.2 Korngrößen nach DIN 18 123
- 3.3 Konsistenzgrenzen nach DIN 18 122
- 3.4 Bestimmung Glühverlust nach DIN 18 128
- 3.5 Kennwerte nach VOB

Gutachten-Nr.:	2184039(2)	Anlage:	3.2	
Projekt:	Neubau Feuerwehrhaus			
KORNVERTEILUNG		Datum Probennahme:	12.09.-01.10.2018	
DIN 18 123-5/-6/-7		Dateiname:	HPC_2184039(2)_Anl_3-2.dcs	



Entnahmestelle	SG 2				
Entnahmetiefe	0,8 - 1,1 m				
Labornummer	—●— SG 2 / 0,8 - 1,1 m				
Ungleichförmigkeitsgrad U	-				
Bodenart	U,s'				
d10 / d60	- / 0.019 mm				
Anteil < 0.063 mm	91.3 %				
Kornfrakt. T/U/S/G	29.1/62.2/6.5/2.3 %				
Wassergehalt	13.6 %				
Bodengruppe	U				
kf nach Kaubisch	- (0.063 >= 60%)				
Frostempfindlichkeitsklasse	F3				

Kenndaten für Boden und Fels nach VOB 2016 (ATV-Normen)



Projekt: 2184039(2) Neubau Feuerwehrhaus, Rottenburg - Wurmlingen

Anlage: 3.5

Homogenschicht		S1	S2	S3	S4	S5
ortsübliche Bezeichnung		Fließerde	Löss / Lösslehm	Verwitterungs- lehm	Gipskeuper	
Bodengruppe nach DIN 18196		TM	TM, TL	TM	TM/Fels	
Körnungszahl T/U/S/G (auf 10 M-% gerundet)						
obere Grenze		50/50/0/0	50/50/0/0	50/50/0/0	-	-
untere Grenze		10/40/30/10	10/50/30/10	10/40/30/10	-	-
Ton (< 0,002 mm)	T	10 - 50	10 - 50	10 - 50	-	-
Schluff (0,002 – 0,06 mm)	U	0 - 90	10 - 90	0 - 90	-	-
Sand (0,06 – 2,0 mm)	S	0 - 50	0 - 40	0 - 50	-	-
Kies (2,0 – 63 mm)	G	0 - 20	0 - 10	0 - 20	-	-
Steine (63 – 200 mm)	X M-[%]	< 10	-	< 10	-	-
Blöcke (200 – 630 mm)	Y M-[%]	-	-	-	-	-
große Blöcke (> 630 mm)	M-[%]	-	-	-	-	-
mineralogische Zusammensetzung von Steinen und Blöcken		-	-	-	Ton-, Sulfatmin., Calcit, Dolomit	
Dichte	ρ [t/m³]	1,7 - 1,9	1,8 - 2,0	1,9 - 2,1	1,9 - 2,2	
Kohäsion	c' [kN/m²]	5 - 15	2 - 10	5 - 15	> 20	
undräßierte Scherfestigkeit	c_u [kN/m²]	50 - 150	25 - 100	50 - 200	-	
Wassergehalt	w [%]	12 - 25	10 - 25	15 - 30	10 - 20	
Konsistenz		steif - halbfest	weich - halbfest	steif - halbfest	halbfest bis fest	
Konsistenzzahl	I_C [-]	0,75 - 1,25	0,5 - 1,25	0,5 - 1,25	>1,0	
Plastizität		mittel	leicht bis mittel	mittel	-	
Plastizitätszahl	I_P [-]	10 - 45	10 - 45	10 - 45	-	
Durchlässigkeitsbeiwert	k [m/s]	<10 ⁻⁵	< 10 ⁻⁵	< 10 ⁻⁵	10 ⁻⁵ - < 10 ⁻⁸	
Lagerungsdichte		--	--	--	--	
organischer Anteil (Glühverlust)	V_{Gl} [%]	5 - 20	< 5 - 10	< 5	< 5	
Abrasivität nach Cerchar		schwach bis abrasiv	schwach	schwach bis abrasiv	schwach bis abrasiv	
Benennung von Fels		--	--	--	Ton-/Mergelstein	
Verwitterung		--	--	--	unbekannt	
Veränderungen		--	--	--	unbekannt	
Veränderlichkeit		--	--	--	stark veränderlich	
Druckfestigkeit	σ_u [MN/m²]	--	--	--	ca. < 10 - 200	
Trennflächenrichtung		--	--	--	unbekannt	
Trennflächenabstand		--	--	--	unbekannt	