

## Feuerwehrgerätehaus, Gummersbach-Lieberhausen

Projekt-Nr.: 24041500

Bericht-Nr. N1330424

Datum: 18.04.2024

Thema: Überprüfung der Versickerungsfähigkeit

### Situation

Die Stadt Gummersbach plant im Stadtteil Lieberhausen den Neubau eines Feuerwehrgerätehauses. Im Vorfeld soll die Möglichkeit einer Versickerung von Niederschlagswasser auf dem Gelände geklärt werden.

Zur Überprüfung der Versickerungsleistung wurden am 12.04.2024 durch unser Büro zwei Bohrungen mit einem flachen sowie zwei tiefen Versickerungsversuchen durchgeführt.

### Geologie / Hydrogeologie

Die geologische Karte (Blatt 4912 Drolshagen) weist im Bereich der geplanten Baumaßnahme mittel-devonische Festgesteine der Wiedenester Schichten in Form von gebänderten, feinschichtigen Wechselfolgen aus sandigen Schluffsteinen und Sandsteinen aus.

Nach Auswertung der Untersuchungsergebnisse stehen auf dem Gelände die nachfolgend beschriebenen Bodenschichten an. Die Bohrprofile gem. DIN 4023 befindet sich in Anlage 2. Die Lage der Bohrungen ist in einem Lageplan dargestellt (Anlage 1).

#### Oberboden

Direkt an der Oberfläche steht in beiden KRB eine 20 cm mächtige Oberbodenschicht in Form von organischem Schluff mit variierenden Anteilen an Sand und Gesteinsbruch an.

#### Schluffstein, verwittert

Bis zur erreichten Endteufe von 1,5 m unter GOK wurde in beiden Bohrungen verwitterter Schluffstein aus schluffig-sandigem Gesteinsbruch bzw. sandigem Gesteinsbruch mit geringen schluffigen Anteilen erbohrt.

Unterhalb der erreichten Endteufe steht nach örtlicher Erfahrung weiterhin verwittertes Festgestein an.

Zum Zeitpunkt der Felderkundungen am 12.04.2023 konnte in beiden KRB durch Bohrlochmessungen mit dem Lichtlot in einer Tiefe von 1,5 m unter GOK kein freier Wasserspiegel festgestellt werden.

Nach Auswertung der hydrogeologischen Situation bewegt sich der oberste, durchgängige Grundwasserhorizont innerhalb von Kluft- und Schichtflächen des Festgesteins in größeren Tiefen.

Es ist zu berücksichtigen, dass sich bei ungünstiger Witterung, z.B. nach Starkregenereignissen oder länger andauernden Niederschlägen im anstehenden Untergrund Stauässe- und Schichtwasserbereiche ausbilden können.

Das betrachtete Grundstück liegt weder in einer Wasserschutzzone noch in einem Naturschutzgebiet. Es liegt jedoch in einem Landschaftsschutzgebiet (LSG-4810-0002)

## Versickerungsversuche und $k_f$ -Wert Ermittlung

Bei der Ermittlung des Wasseraufnahmevermögens nach den Richtlinien des USBR Earth Manual wird vor Messung der Sickerfähigkeit das Bohrloch mit einem Filterrohr ausgebaut und durch Einfüllen von Wasser über 45 Minuten gesättigt. Im Anschluss daran wird die versickernde Wassermenge  $Q$  pro Zeiteinheit gemessen.

Die Berechnung der wirksamen Sickerflächen und der Sickerraten wird nach dem Regelwerk der Abwassertechnischen Vereinigung, Arbeitsblatt DWA-A 138 (April 2005) vorgenommen.

Die  $k_f$ -Werte werden nach USBR Earth Manual über die "Formel 1" oder die "Formel 2" für die ungesättigte bzw. teilgesättigte Bodenzone ( $k_f$ -Wert) berechnet:

$$k_f = \frac{Q}{(C_u * r * H)} \text{ [cm/s]} \quad [1]$$

$$k_f = 2 * \frac{Q}{((C_s + 4) * r * (T_u * H - A))} \text{ [cm/s]} \quad [2]$$

### Legende:

$k_f$	= Durchlässigkeitsbeiwert [cm/s]	$T_u$	= Tiefe Wasserspiegel bis Grenze der untersuchten Schicht
$Q$	= versickerte Wassermenge [cm <sup>3</sup> /s]	$H$	= Höhe Wasserspiegel über Bohrlochsohle
$C_u, C_s$	= Koeffizient nach USBR	$A$	= Länge unverrohrtes Bohrloch [cm]
$r$	= Ausbauradius [cm]		

In Abhängigkeit vom Verhältniswert  $H/T_u$  zu  $T_u/A$  wird die "Formel 1" oder die "Formel 2" zur  $k_f$ -Wert-Berechnung herangezogen. Aus den gemessenen Versickerungswerten errechnen sich folgende Durchlässigkeitsbeiwerte:

Untersuchungspunkt	Bodenart	Tiefe*) [m u. GOK]	$k_f$ -Wert [m/s]
KRB 1 / SV 1	<u>Schluffstein, verwittert</u> (Gesteinsbruch, sandig, schwach schluffig)	0,6 – >1,5	$2,1 \times 10^{-5}$
SV 2 <sub>flach</sub>	<u>Schluffstein, verwittert</u> (Gesteinsbruch, schluffig, sandig)	0,2 – 0,9	$7,2 \times 10^{-5}$
KRB 2 / SV 2 <sub>tief</sub>	<u>Schluffstein, verwittert</u> (Gesteinsbruch, sandig, schwach schluffig)	0,9 – > 1,5	$6,3 \times 10^{-5}$

\*) Schichtgrenzen der versickerungswirksamen Schicht(en)

Die von der DWA im Arbeitsblatt A 138 empfohlenen Durchlässigkeitsbeiwerte für die Beseitigung von Niederschlagswasser liegen zwischen  $5 \times 10^{-3}$  m/s und  $1 \times 10^{-6}$  m/s.

Somit liegen die für den verwitterten Schluffstein ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte im mittleren Bereich des zulässigen Intervalls der DWA.

## Fazit / Hinweise

Auf der Untersuchungsfläche in Gummersbach-Lieberhausen sollte die Möglichkeit der Versickerung von Niederschlagswasser überprüft werden.

Der verwitterte Schluffstein ist gemäß DWA mit Durchlässigkeitsbeiwerten  $k_f$  zwischen  $2,1 \times 10^{-5}$  m/s und  $7,2 \times 10^{-5}$  m/s zur Versickerung von Niederschlagswasser geeignet.

Aufgrund der ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte ist am untersuchten Standort somit eine Versickerung in der Tiefe grundsätzlich möglich. Eine Rigole muss jedoch mindestens mit der Hälfte ihrer Höhe in den sickerfähigen verwitterten Schluffstein einbinden und sollte mit einer Überdeckung von mindestens 0,8 m Mächtigkeit eingebaut werden, um Frostfreiheit gewährleisten zu können.

Bei Herstellung von Versickerungsanlagen sollte der anstehende Untergrund (verwittertes Festgestein) unterhalb der Versickerungseinrichtung tiefgründig mittels Bagger aufgelockert werden, um die vertikale Versickerungsleistung zu begünstigen.

Gemäß den Vorgaben der DWA muss zwischen Unterkante einer Versickerungsanlage und dem mittleren höchsten Grundwasserstand mindestens 1,0 m Abstand liegen. Dies ist am überprüften Standort grundsätzlich gegeben.

Der Abstand zwischen Versickerungsanlagen und Grundstücksgrenzen muss mindestens 2 m betragen. Zu unterkellerten Bauwerken muss ein Mindestabstand von rd. 6 m eingehalten werden. Zu nicht unterkellerten Gebäuden ist zur Sicherstellung der Gebäudestandsicherheit mindestens ein Abstand einzuhalten, welcher der Sohltiefe der Versickerungsanlage unter der endgültigen GOK entspricht. Es ist sicherzustellen, dass auf den Grundstücken ein bauwerksabgewandtes Gefälle besteht.

Dieser Bericht betrachtet lediglich die allgemeine Möglichkeit einer Niederschlagswasserversickerung auf dem untersuchten Grundstück in Gummersbach-Lieberhausen. Auf der Grundlage der festgestellten Durchlässigkeitsbeiwerte können Versickerungsanlagen gem. DWA Arbeitsblatt 138 bemessen werden, wenn diese im Nahbereich der durchgeführten Bohrungen liegen.

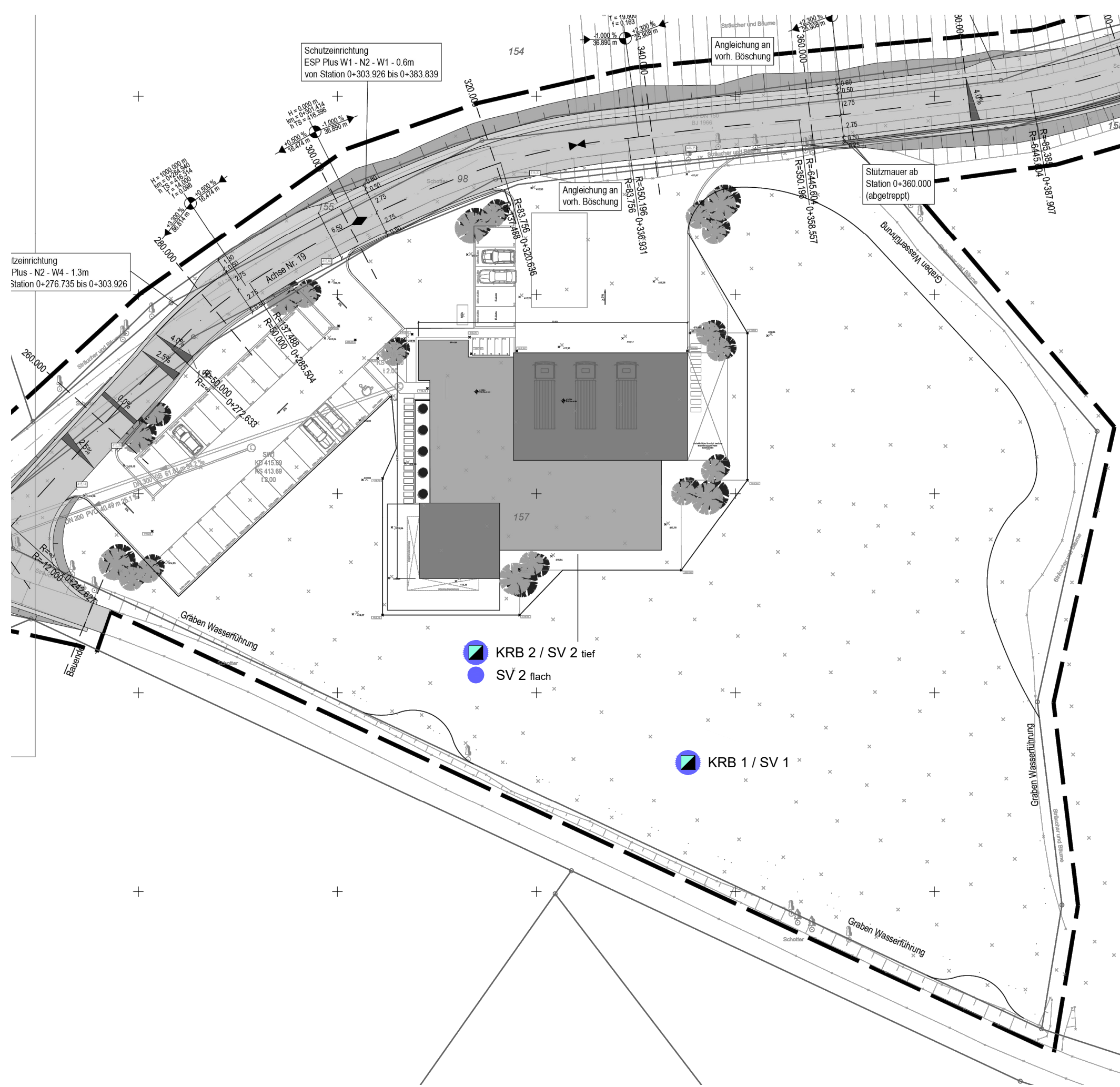
Die Erfahrung hat jedoch gezeigt, dass das verwitterte Festgestein meist mit zunehmender Tiefe und somit geringeren Verwitterungsgraden an Sickerleistung verliert. In den Untergrund eingeleitetes Niederschlagswasser bewegt sich dann häufig als hangparalleles Schichtenwasser. Dies entspricht dem natürlichen Abflussverhalten. Um im vorliegenden Fall hierzu eine belastbare Aussage treffen zu können, müssten Sickerversuche in Baggerschürfen durchgeführt werden.

## GEO CONSULT

Beratende Ingenieure und Geologen

i.A. Denis Wagner  
(B.Sc. Geowissenschaften)

Anlagen: 1. Lageplan 1:250; 2. Bohrprofile 1:50; 3. Auswertung der Sickerversuche



**Lage der Untersuchungspunkte**

AG: Stadt Gummersbach  
 UO: Feuerwehrgerätehaus Lieberhausen

Maßstab: 1 : 500 DIN A3	Projekt-Nr.: 24041500
Datum: 17.04.2024	Zeichnungs-Nr.: 147-04-24
Gezeichnet: Wa	Geändert:

Anlage: 1



Bach und Rietz Beratende Ingenieure PartG mbB  
 51491 Overath E-Mail: mail@geo-consult-overath.de  
 Maarweg 8 Internet: www.geo-consult-overath.de  
 Tel. 02206 / 9027-30 Eingetragene Partnerschaft  
 Fax 02206 / 9027-33 Amtsgericht Essen PR 3517

**GEO CONSULT**

Beratende Ingenieure und Geologen  
Maarweg 8, 51491 Overath  
Tel. 02206/9027-30 Fax 9027-33

Projekt: Feuerwehrgerätehaus,  
Gummersbach-Lieberhausen

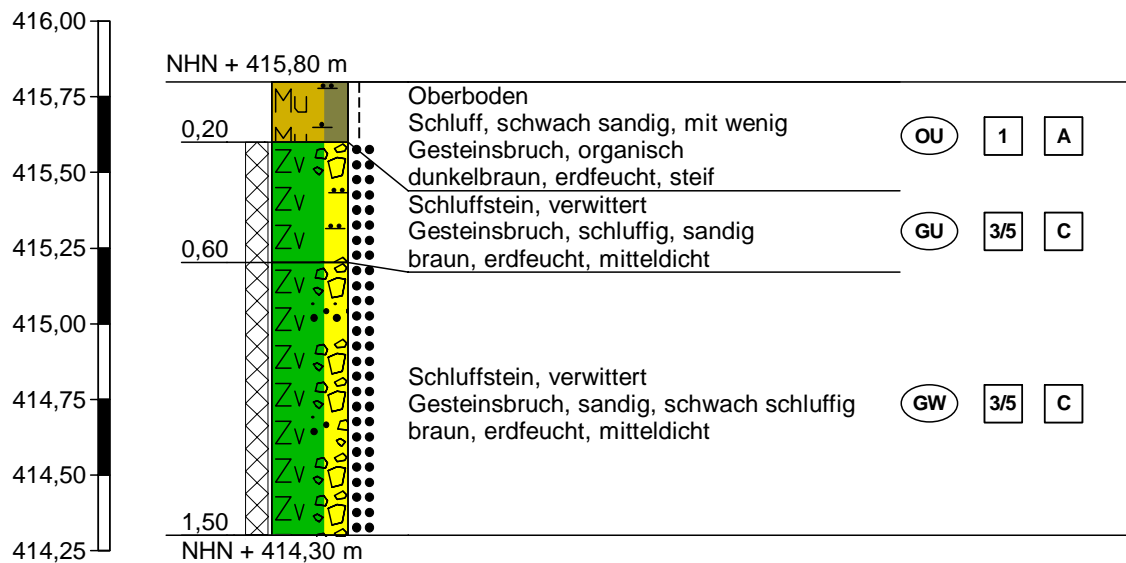
Auftraggeber: PBS Planungsbüro  
Schumacher GmbH

Anlage 2

Datum: 12.04.2024

Bearb.: Hm

Prj.-Nr.:24041500

**Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023****KRB 1 / SV 1**

kein Bohrfortschritt

Höhenmaßstab 1:25

**GEO CONSULT**

Beratende Ingenieure und Geologen  
Maarweg 8, 51491 Overath  
Tel. 02206/9027-30 Fax 9027-33

Projekt: Feuerwehrgerätehaus,  
Gummersbach-Lieberhausen

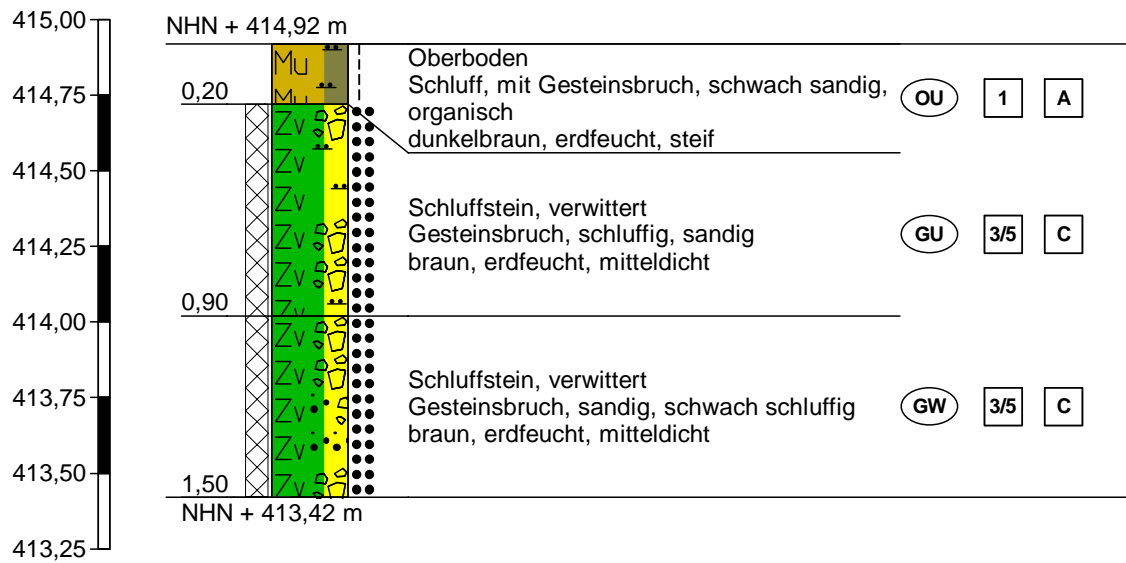
Auftraggeber: PBS Planungsbüro  
Schumacher GmbH

Anlage 2

Datum: 12.04.2024

Bearb.: Hm

Prj.-Nr.:24041500

**Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023****KRB 2 / SV 2**

Höhenmaßstab 1:25

**GEO CONSULT**

Beratende Ingenieure und Geologen  
 Maarweg 8, 51491 Overath  
 Tel. 02206/9027-30 Fax 9027-33

Projekt: Feuerwehrgerätehaus,  
 Gummersbach-Lieberhausen

Auftraggeber: PBS Planungsbüro  
 Schumacher GmbH

Anlage 2

Datum: 12.04.2024

Bearb.: Hm

Prj.-Nr.:24041500

### Legende und Zeichenerklärung nach DIN 4023

#### Boden- und Felsarten



Steine, X, steinig, x



Schluff, U, schluffig, u



Sand, S, sandig, s



Mutterboden, Mu



Mudde, F, organische Beimengungen, o



Hangschutt, Lx



Fels, verwittert, Zv



Auffüllung, A

#### Verwitterungsstufen nach DIN EN ISO 14689-1



frisch



schwach  
verwittert



mäßig bis stark  
verwittert



vollständig  
verwittert

#### Sonstige Zeichen



naß, Vernässungszone oberhalb des Grundwassers

#### Lagerungsdichte



locker



mitteldicht



dicht



sehr dicht

#### Konsistenz



breiig



weich



steif



halbfest



fest

#### Homogenbereiche nach DIN 18300



Homogenbereich A



Homogenbereich B



Homogenbereich C

**GEO CONSULT**

Beratende Ingenieure und Geologen  
 Maarweg 8, 51491 Overath  
 Tel. 02206/9027-30 Fax 9027-33

Projekt: Feuerwehrgerätehaus,  
 Gummersbach-Lieberhausen

Auftraggeber: PBS Planungsbüro  
 Schumacher GmbH

Anlage 2

Datum: 12.04.2024

Bearb.: Hm

Prj.-Nr.:24041500

### Legende und Zeichenerklärung nach DIN 4023

#### Bodenklasse nach DIN 18300

- |  |  |
|--|--|
| <p><b>1</b> Oberboden (Mutterboden)</p> <p><b>3</b> Leicht lösbare Bodenarten</p> <p><b>5</b> Schwer lösbare Bodenarten</p> <p><b>7</b> Schwer lösbarer Fels</p> | <p><b>2</b> Fließende Bodenarten</p> <p><b>4</b> Mittelschwer lösbare Bodenarten</p> <p><b>6</b> Leicht lösbarer Fels und vergleichbare Bodenarten</p> |
|--|--|

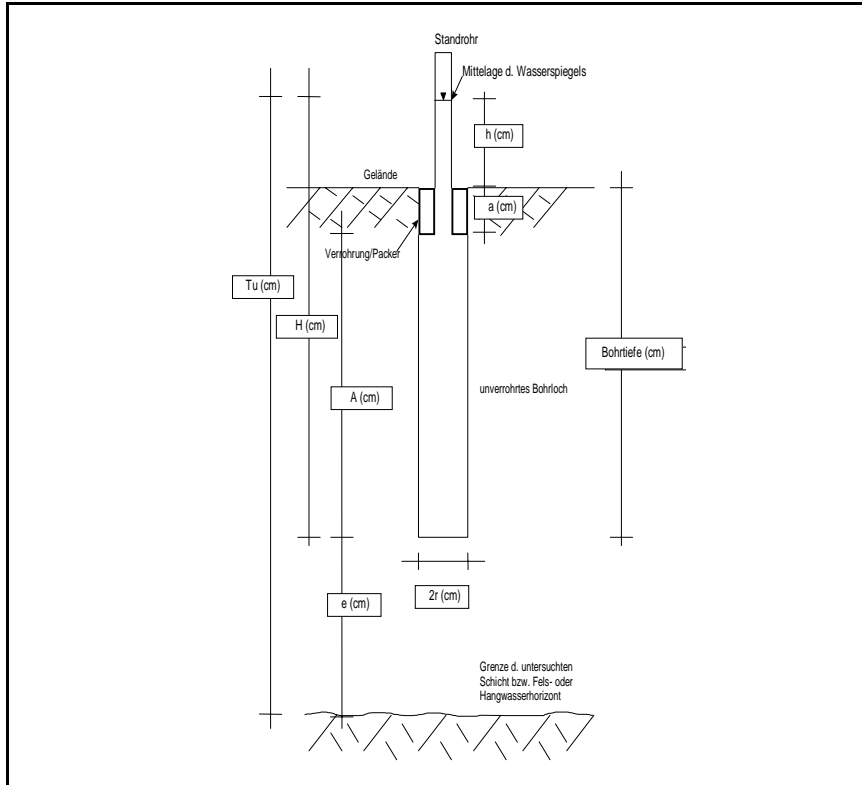
#### Bodengruppe nach DIN 18196

- |   |   |
|---|---|
| <p><b>GE</b> enggestufte Kiese</p> <p><b>GI</b> Intermittierend gestufte Kies-Sand-Gemische</p> <p><b>SW</b> weitgestufte Sand-Kies-Gemische</p> <p><b>GU</b> Kies-Schluff-Gemische, 5 bis 15% <math>\leq 0,06</math> mm</p> <p><b>GT</b> Kies-Ton-Gemische, 5 bis 15% <math>\leq 0,06</math> mm</p> <p><b>SU</b> Sand-Schluff-Gemische, 5 bis 15% <math>\leq 0,06</math> mm</p> <p><b>ST</b> Sand-Ton-Gemische, 5 bis 15% <math>\leq 0,06</math> mm</p> <p><b>UL</b> leicht plastische Schluffe</p> <p><b>UA</b> ausgeprägt zusammendrückbarer Schluff</p> <p><b>TM</b> mittelplastische Tone</p> <p><b>OU</b> Schluffe mit organischen Beimengungen</p> <p><b>OH</b> grob- bis gemischtkörnige Böden mit Beimengungen humoser Art</p> <p><b>HN</b> nicht bis mäßig zersetzte Torfe (Humus)</p> <p><b>F</b> Schlämme (Faulschlamm, Mudde, Gytja, Dy, Sapropel)</p> <p><b>A</b> Auffüllung aus Fremdstoffen</p> | <p><b>GW</b> weitgestufte Kiese</p> <p><b>SE</b> enggestufte Sande</p> <p><b>SI</b> Intermittierend gestufte Sand-Kies-Gemische</p> <p><b>GU*</b> Kies-Schluff-Gemische, 15 bis 40% <math>\leq 0,06</math> mm</p> <p><b>GT*</b> Kies-Ton-Gemische, 15 bis 40% <math>\leq 0,06</math> mm</p> <p><b>SU*</b> Sand-Schluff-Gemische, 15 bis 40% <math>\leq 0,06</math> mm</p> <p><b>ST*</b> Sand-Ton-Gemische, 15 bis 40% <math>\leq 0,06</math> mm</p> <p><b>UM</b> mittelplastische Schluffe</p> <p><b>TL</b> leicht plastische Tone</p> <p><b>TA</b> ausgeprägt plastische Tone</p> <p><b>OT</b> Tone mit organischen Beimengungen</p> <p><b>OK</b> grob- bis gemischtkörnige Böden mit kalkigen, kieseligen Bildungen</p> <p><b>HZ</b> zersetzte Torfe</p> <p><b>[ ]</b> Auffüllung aus natürlichen Böden</p> |
|---|---|



<b>Nivellement</b>				
<b>Untersuchungsort:</b>		<b>Feuerwehrgerätehaus, Gummersbach-Lieberhausen</b>		
<b>Projektnummer:</b>		<b>24041500</b>		
<b>Datum:</b>		<b>12.04.2024</b>		
<b>Höhe FP in mNHN:</b>		<b>390,43</b>		
Bezeichnung des Meßpunktes	Rückblende [m]	Vorblende [m]	Hauptnivellement [mNHN]	Bemerkungen
FP 1	4,57			Kanaldeckel auf Straße
KRB 6		2,68	392,32	Kleinrammbohrung
WP I		0,06	394,94	Wechselpunkt
WP I	4,96		399,90	Wechselpunkt
KRB 5		2,32	397,58	Kleinrammbohrung
WP II		0,14	399,76	Wechselpunkt
WP II	4,65		404,41	Wechselpunkt
WP III		0,21	404,20	Wechselpunkt
WP III	4,94		409,14	Wechselpunkt
WP IV		0,05	409,09	Wechselpunkt
WP IV	4,74		413,83	Wechselpunkt
KRB 4		4,10	409,73	Kleinrammbohrung
KRB 3		0,05	413,78	Kleinrammbohrung
WP V		0,56	413,27	Wechselpunkt
WP V	4,27		417,54	Wechselpunkt
KRB 2		2,62	414,92	Kleinrammbohrung
KRB 1		1,74	415,80	Kleinrammbohrung

<b>Sickerversuch</b> (nach USBR Earth Manual / mit fallender Druckhöhe)	<b>KRB 1 / SV 1</b>	Projekt-Nr.: <b>24041500</b>
		Datum: <b>12.04.2024</b>



$T_u = 100,0 \text{ cm}$   
 $H = 100,0 \text{ cm}$   
 $A = 100,0 \text{ cm}$   
 $a = 50,0 \text{ cm}$   
 $h = -50,0 \text{ cm}$   
 $Q = 16,54 \text{ cm}^3/\text{s}$

$\text{Bohrtiefe} = A + a$

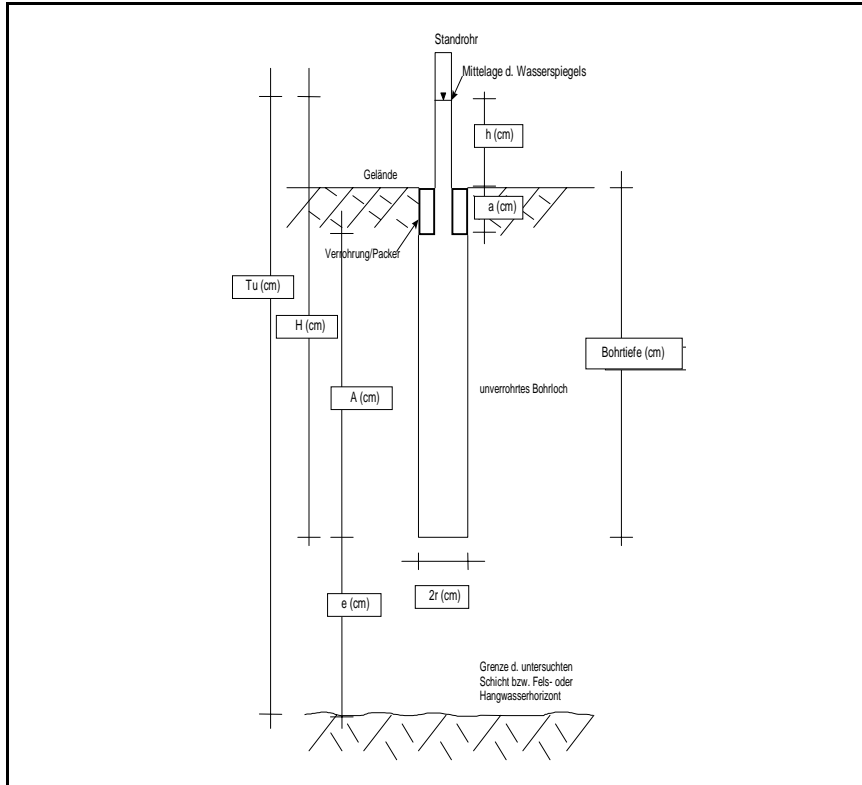
**Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)**

$H / T_u = 1,0$   
 $T_u / A = 1,0 \Rightarrow$  **Formel II ist maßgebend**  
 $A / H = 1,0$   
 $H / r = 40,0 \Rightarrow$   
 $A / r = 40,0$                       **Cs = 59,9**

**Formel II**

$$k_f = \frac{2 \cdot Q}{(C_s + 4) \cdot r \cdot (T_u + H - A)} = 2,1E-05 \text{ m/s}$$

<b>Sickerversuch</b> (nach USBR Earth Manual / mit fallender Druckhöhe)	<b>SV 2 flach</b>	<b>Projekt-Nr.:</b> 24041500
		<b>Datum:</b> 12.04.2024



$T_u = 60,0 \text{ cm}$   
 $H = 60,0 \text{ cm}$   
 $A = 70,0 \text{ cm}$   
 $a = 20,0 \text{ cm}$   
 $h = -30,0 \text{ cm}$   
 $Q = 22,67 \text{ cm}^3/\text{s}$

Bohrtiefe =  $A + a$

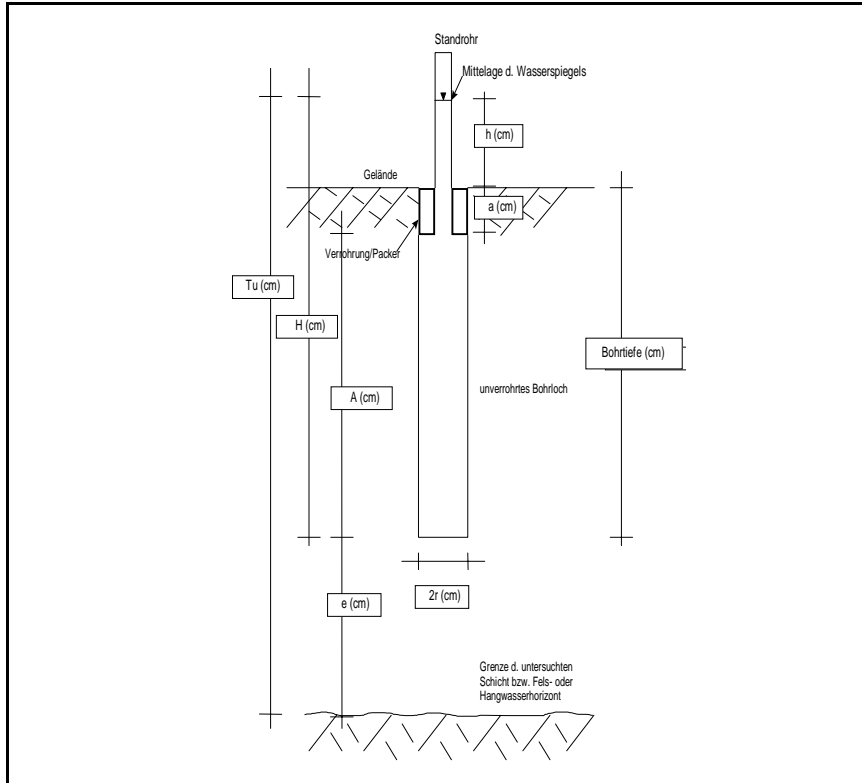
**Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)**

$H / T_u = 1,0$   
 $T_u / A = 0,9 \Rightarrow$  **Formel II ist maßgebend**  
 $A / H = 1,2$   
 $H / r = 24,0 \Rightarrow$   
 $A / r = 28,0$                       **Cs = 46,2**

**Formel II**

$$k_f = \frac{2 \cdot Q}{(C_s + 4) \cdot r \cdot (T_u + H - A)} = 7,2E-05 \text{ m/s}$$

<b>Sickerversuch</b> (nach USBR Earth Manual / mit fallender Druckhöhe)	<b>KRB 2 / SV 2 tief</b>	<b>Projekt-Nr.:</b> 24041500
		<b>Datum:</b> 12.04.2024



$T_u = 50,0 \text{ cm}$   
 $H = 50,0 \text{ cm}$   
 $A = 50,0 \text{ cm}$   
 $a = 100,0 \text{ cm}$   
 $h = -100,0 \text{ cm}$   
 $Q = 16,01 \text{ cm}^3/\text{s}$

Bohrtiefe =  $A + a$

**Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)**

$H / T_u = 1,0$   
 $T_u / A = 1,0 \Rightarrow$  **Formel II ist maßgebend**  
 $A / H = 1,0$   
 $H / r = 20,0 \Rightarrow$   
 $A / r = 20,0$                       **Cs = 36,6**

**Formel II**

$$k_f = \frac{2 \cdot Q}{(Cs + 4) \cdot r \cdot (Tu + H - A)} = 6,3E-05 \text{ m/s}$$