

---

Projekt-Nr.	Ausfertigungs-Nr.	Datum
2181272	Gesamt: 3	18.01.2019

---

## **Erweiterung Industriegebiet Hagenmoos, St. Georgen**

### **– Erschließungsgutachten mit orientierenden Angaben zur Gründung der angedachten Bebauung –**

---

Auftraggeber **Stadt St. Georgen im Schwarzwald**

Anzahl der Seiten: 16  
Anlagen: 4

<b>INHALT:</b>		<b>Seite</b>
1	Zusammenfassung.....	4
2	Veranlassung .....	5
3	Unterlagen .....	5
4	Angaben zum Bauvorhaben und Baufeld .....	5
	4.1 Lage des Baufeldes, Vornutzung, geplante Maßnahme.....	5
	4.2 Geologischer und hydrologischer Überblick .....	6
	4.3 Schutz- und Vorbehaltsgebiete.....	6
5	Untersuchungskonzept .....	6
6	Baugrunduntersuchung.....	6
	6.1 Geländearbeiten .....	6
	6.2 Bodenmechanische Untersuchungen .....	7
	6.3 Schichtenaufbau des Untergrunds .....	7
	6.4 Grundwasser, Bemessungswasserstand, Versickerung.....	8
7	Klassifizierung der Schichten für bautechnische Zwecke .....	9
8	Bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen .....	9
9	Kanalgräben .....	10
	9.1 Grabenherstellung .....	10
	9.2 Rohrbettung .....	10
	9.3 Grabenverfüllung .....	11
10	Angaben zu Straßenbaumaßnahmen .....	11
11	Vorschläge zur Gründung von Bauwerken .....	12
	11.1 Allgemeine Angaben.....	12
	11.2 Gründung mit Einzel- und Streifenfundamenten.....	13
	11.3 Tragschichtaufbau unter der Bodenplatte.....	13
12	Abdichtung/Schutz von Gebäuden vor Durchfeuchtung .....	13
13	Ergänzende Angaben zur Bauausführung .....	14
	13.1 Aushubsohle, Arbeitsplanum .....	14
	13.2 Aushub, Wiederverwertung und Entsorgung .....	14
	13.3 Bodenverbesserungsmaßnahmen.....	14
	13.4 Bauwasserhaltung .....	15
	13.5 Baugrubenböschungen.....	15
14	Schlussbemerkungen.....	15

<b>TABELLEN:</b>	<b>Seite</b>
Tabelle 1: Bodenklassifizierung (nach DIN 18 196, DIN 18 300-2012 und DIN 18 301-2012).....	9
Tabelle 2: Bodenmechanische Kennwerte für erdstatistische Berechnungen .....	9

#### **ABBILDUNGEN:**

Abbildung 1: Rohrauflager mit Bettungsschichten .....	11
---	----

#### **ANLAGEN:**

1	Lagepläne
1.1	Übersichtslageplan, Maßstab 1 : 25.000
1.2	Lageplan der Schürfgruben, Maßstab 1 : 2.000
2	Baugrundaufschlüsse
2.1	Schichtprofile SG 1 - SG 5
2.2	Profilschnitte 1-1 und 2-2
3	Bodenmechanische Laborergebnisse
3.1	Wassergehalt nach DIN 18 121
3.2	Korngrößen nach DIN 18 123
3.3	Punktlastversuche an Gesteinsproben
3.4	Kennwerte nach VOB
4	Auswertung Versickerungsversuche

## 1 Zusammenfassung

Die Stadt St. Georgen plant die Erweiterung des Gewerbegebiets Hagenmoos im Teilort Stockburg. Die HPC AG, Niederlassung Rottenburg, wurde mit der Erstellung eines Erschließungsgutachtens inkl. orientierende Gründungsangaben für die geplante Bebauung beauftragt.

Das Baugebiet liegt am nordwestlichen Rand von St. Georgen – Stockburg am Ende der Straße Am Tannwald. Die Baugrundbewertung erfolgt mittels fünf Schürfgruben bis maximal 3,4 m u. GOK.

Unterhalb des Oberbodens wurde der Verwitterungshorizont angetroffen. Im Verwitterungshorizont stehen unterschiedlich mächtige Verwitterungslehme sowie lehmige Sande an, welche teilweise auch als Wechsellagerung auftreten. Ab Tiefen zwischen ca. 2,0 und 2,9 m u. GOK stehen verwitterte Plattensandsteinschichten an. Mit zunehmender Tiefe nimmt der Verwitterungsgrad im Plattensandstein ab.

Geringe Gebäudelasten können in den mindestens steifen Schichten des Verwitterungshorizonts abgetragen werden. Allerdings sind die hierin sehr wechselnden Tragfähigkeiten und Setzungsverhalten durch die Gebäudesteifigkeiten auszugleichen. Ein einheitlicher und gut tragfähiger Horizont wird von den verwitterten Plattensandsteinschichten gebildet, die ab Tiefen von ca. 2 - 2,9 m u. GOK anstehen.

Eine aktuelle Planung zu den Verlegetiefen liegt noch nicht vor. Es ist davon auszugehen, dass die Kanalleitungen jedoch bereits in die gering verwitterten Sandsteinlagen einbinden. Die anstehenden Sandsteinschichten waren hier mit dem Bagger tlw. nicht mehr zu lösen.

## 2 Veranlassung

Bauvorhaben:	Erweiterung Gewerbegebiet Hagenmoos, St. Georgen
Auftraggeber:	Stadt St. Georgen, Tiefbauamt
Auftragnehmer:	HPC AG, Niederlassung Rottenburg
Angebot:	Nr. 1181272 vom 21.03.2018
Beauftragung:	Auftragserteilung vom 05.04.2018
Aufgabenstellung:	Erschließungsgutachten inkl. orientierender Angaben für die späteren Baumaßnahmen und die Versickerungseigenschaften

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

## 3 Unterlagen

Zur Bearbeitung unseres Gutachtens standen uns folgende Unterlagen zur Verfügung:

### Pläne zum Bauvorhaben:

- [1] Lageskizze geplante Schürfgruben, Stadt St. Georgen
- [2] Aufnahme der Schürfpunkte im Bereich Nasse Hecken, Aquaville, 27.11.2018

### Unterlagen zu Gelände, Geologie und Grundwasser:

- [3] Topografische Karte, TK 25 Blatt Nr. 7816 Sankt Georgen im Schwarzwald, Maßstab 1 : 25.000
- [4] Geologische Karte, GK 25 Blatt Nr. 7816 Sankt Georgen im Schwarzwald, Maßstab 1 : 25.000, einschließlich Begleitheft
- [5] Daten- und Kartendienst der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW)

## 4 Angaben zum Bauvorhaben und Baufeld

### 4.1 Lage des Baufeldes, Vornutzung, geplante Maßnahme

Die Stadt Sankt Georgen plant die Erweiterung des Gewerbegebiets Hagenmoos in nördlicher Richtung. Die Zufahrt zum Gewerbegebiet erfolgt über die Straße Am Tannwald. Das Baufeld befindet sich im Gewann „Vordere nasse Hecke“.

Die geplanten Erschließungsarbeiten beinhalten den Bau von Zufahrtswegen und die Verlegung von Ver- und Entsorgungsleitungen. Eine Planung zu den Straßenniveaus sowie zur Verlegetiefe der Sparten und Leitungen liegt noch nicht vor.

Das Baufeld wird bislang als Wiesen-/Ackerfläche bzw. als Waldfläche genutzt.

## 4.2 Geologischer und hydrologischer Überblick

Im Untergrund des Plangebiets stehen nach [4] unter quartären Verwitterungsdecken die Schichten der Plattensandsteinformation an. Dieser wird von Sandstein, fein- bis mittelkörnig, lagenweise kieselig, bankig oder dünn-schichtig-plattig mit linsenartigen Einschaltungen von Tonstein, schluffig, örtlich untergeordnet Einschaltungen von Sandstein, grobkörnig gebildet.

Der Plattensandstein ist ein Kluftgrundwasserleiter mit im Untersuchungsgebiet geringer Durchlässigkeit und geringer Ergiebigkeit. Hydraulisch sind die Sandsteine im unteren Teil der Plattensandstein-Formation dem Kluftgrundwasserleiter des Unteren und Mittleren Buntsandstein zuzurechnen.

## 4.3 Schutz- und Vorbehaltsgebiete

Das Untersuchungsgebiet liegt gemäß [5] größtenteils außerhalb von Wasserschutz-zonen. Der östliche Bereich des Gewerbegebiets wird jedoch noch in der Zone III und III A des Wasserschutzgebiets Rotwald Kö, Landratsamt Schwarzwald-Baar-Kreis zu liegen kommen. Nach Vorlage der genaueren Planungen zu den Abmessungen des Gewerbegebiets sind die genauen Angaben zu ermitteln.

## 5 Untersuchungskonzept

Zur Baugrunderkundung wurde die Durchführung von fünf Baggerschürfen vorgesehen. Die Lage der Schürfgruben wurden von der Stadt St. Georgen vorgegeben. Die Ausführung der Baggerarbeiten wurde ebenfalls bauseits geplant und beauftragt.

Das Ziel der Aufschlussarbeiten war die Deckschichten bis zum Erreichen der Felsoberkante zu erkunden.

## 6 Baugrunduntersuchung

### 6.1 Geländearbeiten

Zur Baugrunderkundung wurden am 17.10.2018 folgende Untersuchungen durchgeführt:

- Aufnahme von fünf Schürfgruben zur direkten Erkundung der anstehenden Böden und Entnahme von Bodenproben bis maximal 3,4 m u. GOK
- Durchführung von zwei Versickerungsversuchen in den Schürfgruben SG 1 und SG 5 zur Bestimmung der Durchlässigkeitsbeiwerte

Die Einmessung nach Lage und Höhe wurde bauseits durch die Firma Aquaville veranlasst und uns übergeben. Die Lage der Bodenaufschlüsse ist der Anlage 1.2 zu entnehmen. Die Schichtprofile 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
- 4 x Bestimmung der Kornverteilungen nach DIN 18 123, vgl. Anlage 3.2
- 2 x Punktlastversuch an Gesteinsproben, vgl. Anlage **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**

## 6.3 Schichtenaufbau des Untergrunds

In den Baugrundaufschlüssen wurden folgende Bodenschichten angetroffen:

- **Oberboden**
- **künstliche Auffüllungen**
- **Verwitterungshorizont**
- **Plattensandstein, verwittert**

### Oberboden

Auf dem Baufeld wurden i. d. R. zwischen 0,1 und 0,3 m mächtige Oberbodenschichten angetroffen.

### Künstliche Auffüllungen

In SG 4 zeigte sich eine ca. 1,4 m mächtige künstliche Auffüllung aus umgelagertem Erdaushubmaterial. Die Konsistenz der Auffüllung wurde mit steif angesprochen. Sie zeigte eine rotbraune Färbung.

### Verwitterungshorizont

Unterhalb des Oberbodens bzw. der Auffüllungen steht ein Verwitterungshorizont an. Dieser wird von sandigen bis stark sandigen Schluffen bzw. von schluffigen Sanden gebildet. Die Schichten stehen über das Baufeld in unterschiedlicher Mächtigkeit und Ausprägung an. Teilweise wurde in dem Verwitterungshorizont auch eine mehrfach wiederholende Wechsel-lagerung der Schichten festgestellt. Die Konsistenzen wurden innerhalb der Verwitterungslehme mit weich bis steif-halbfest angesprochen. Die natürlichen Wassergehalte wurden in den Proben mit ca. 11 bis 14 % angetroffen. Die untersuchten Proben zeigten bei den kombinierten Sieb-Schlamm-analysen Feinkornanteile zwischen ca. 20 und 60 %. Die Färbungen sind mit rotbraun, grau bzw. graubraun zu beschreiben.

### **Plattensandstein, angewittert**

Der Übergang zu den angewitterten Plattensandsteinschichten wurde zwischen ca. 2 und 2,9 m u. GOK festgestellt. Die Schichten konnten mit dem Bagger nur geringmächtig in den Schürfgruben gelöst werden. Zur Tiefe nimmt der Verwitterungsgrad ab. Die untersuchten Sandsteinproben zeigten abgeleitet aus dem Punktlastversuch eine 1-axiale Druckfestigkeit von 31 bzw. 33 MN/m<sup>2</sup>. Eine untersuchte Probe weist einen natürlichen Wassergehalt von 5,6 % auf. Die Färbung innerhalb dieser Schicht ist mit rot, rotgrau und grau zu beschreiben.

### Baugrundmodell

Die Schürfgruben sind mit dem Baugrundmodell im Profilschnitt der Anlage 2.2 dargestellt.

## **6.4 Grundwasser, Bemessungswasserstand, Versickerung**

In den bis max. 3,4 m u. GOK reichenden Aufschlüssen wurde nur in der SG 3 bei 2,9 m ein Wasserzutritt festgestellt.

Das Baugebiet liegt außerhalb von Hochwasserüberschwemmungsgebieten.

Der Verwitterungshorizont hat anhand der Ergebnisse der ausgeführten Versickerungsversuche Durchlässigkeiten von  $k < 10^{-6}$  m/s.

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

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. Ohne Sicherungsdränage ist das Sicker- und Stauwasser als regelmäßig auftretende, veränderliche Einwirkung als Bemessungssituation BS-P in der statischen Bemessung zu berücksichtigen. Die Ausführung von Sicherheitsdränagen ist genehmigungspflichtig.

Bei den vorliegenden Untergrundverhältnissen ist von Versickerungseinrichtungen abzuraten.



## 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 18 300-2016 und Bohrarbeiten nach DIN 18 301-2016 sind in [6] 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)	Frostempfindlichkeitsklasse
Oberboden	OU	1	BB 2	F 3
Künstliche Auffüllung	A (SU*, TM, TL)	3, 4	BB 2, BB 3, BN 2	F 3
Verwitterungshorizont	TM, TL, SU*	3, 4	BB 2, BB 3, BN 2	F 3
Plattensandstein, angewittert	Sst, Tst <sup>1)</sup>	6, 7	FV 1 - FV 3, FD 1 - FD 3	F 1

1 Kurzzeichnen nach DIN 4023

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

## 8 Bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen

Für erdstatische Berechnungen können folgende Bodenkennwerte angesetzt werden:

Schichteinheit	Wichte $\gamma$	Wichte $\gamma'$ unter Auftrieb	Reibungswinkel $\varphi'$	Kohäsion $c$	Steifemodul $E_s$
	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	°	kN/m <sup>2</sup>	MN/m <sup>2</sup>
Auffüllungen	20	10	25	5	5
Verwitterungshorizont	20	10	27,5	2-5	8
Plattensandstein, angewittert	21	12	32,5	20	> 80

**Tabelle 2:** Bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen

Nach DIN 4149:2005-04 „Bauten in deutschen Erdbebengebieten“ liegt St. Georgen in der Erdbebenzone 1. Für den rechnerischen Nachweis der Erdbebensicherheit ist mit folgenden Angaben zu rechnen:

Erdbebenzone:	1
Untergrundklasse:	R
Baugrundklasse:	A

## 9 Kanalgräben

### 9.1 Grabenherstellung

Für die Herstellung der Kanalgräben sind die Aushubgrenzen und Mindestbreiten sowie die Vorgaben für Sicherungsmaßnahmen der DIN 4124 zu beachten. Eine aktuelle Planung zu den Verlegetiefen liegt noch nicht vor. Es ist davon auszugehen, dass die Kanalleitungen jedoch bereits in die gering verwitterten Sandsteinlagen einbinden. Die anstehenden Sandsteinschichten waren hier mit dem Bagger tlw. nicht mehr zu lösen.

Im Zuge der Kanal- und Erschließungsarbeiten müssen je nach Verlegetiefe der Leitungen Zusatzmaßnahmen zum Lösen des Gesteins (Meisel, Vorschneiden, Sprengung etc.) eingesetzt werden.

Die zum Einbau der Rohre sowie zur Herstellung der Bettungsschichten, der Seitenverfüllung und der Abdeckung durch lagenweisen Einbau mit ausreichender Verdichtung erforderlichen Mindestgrabenbreiten sind in DIN EN 1610 in Abhängigkeit vom Rohrdurchmesser und der Grabentiefe festgelegt.

### 9.2 Rohrbettung

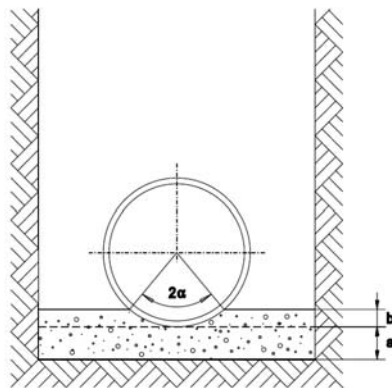
Der anstehende Boden ist für eine unmittelbare Rohrbettung nicht geeignet. Die Grabensohle ist tiefer auszuheben und eine Bettung aus verdichtungsfähigem Material einzubringen.

Zur Schaffung eines einheitlich tragfähigen Rohrauflegers empfehlen wir eine Bettung vom Typ 1 nach DIN EN 1610 (Regelausführung) vorzusehen. Die in DIN EN 1610 angegebene Dicke für die untere Bettungsschicht von  $a = 100$  mm ist ein Mindestwert. Um die Gefahr von Schäden und unterschiedlichen Setzungen zu reduzieren, sollte die Dicke  $a$  in Abhängigkeit vom Rohrdurchmesser erhöht werden auf  $a = 100$  mm +  $1/10$  DN in mm.

Der Kanalplaner hat die Dicke  $a$  der Bettungsschicht vorzugeben. Die Dicke  $b$  der oberen Bettungsschicht muss der statischen Berechnung bzw. den Planvorgaben entsprechen. Sie ergibt sich aus dem Auflagerwinkel.

Sie beträgt für	• einen Auflagerwinkel von $90^\circ$ :	$b = 0,15$ OD
	• einen Auflagerwinkel von $120^\circ$ :	$b = 0,25$ OD

Die nachstehende Abbildung zeigt das Rohraufleger mit unterer Bettungsschicht  $a$  und oberer Bettungsschicht  $b$ .



**Abbildung 1:** Rohraufleger mit Bettungsschichten

### 9.3 Grabenverfüllung

Für die Verfüllung des Kanalgrabens oberhalb der Leitungszone kann das anfallende Aushubmaterial i. d. R. bei Ausführung einer Bindemittelstabilisierung in den steifen Verwitterungslehmen verwendet werden. Steine sind gegebenenfalls auszusortieren. Der verwitterte Sandstein bricht bei mechanischer Beanspruchung leicht bis auf Sandkorngröße.

Nach der ZTV E-StB 17 sind die Kanalgräben vom Planum bis zur Leitungszone bei Einbau von bindigen Böden (Wiedereinbau des Aushubmaterials) mit einem Verdichtungsgrad  $D_{Pr} \geq 97\%$  zu verfüllen. Der Nachweis sollte anhand direkter Dichtebestimmungen erbracht werden, da ein, auf den optimalen Proctorwassergehalt bezogen, zu trocken eingebauter bindiger Boden eine hohe Tragfähigkeit trotz unzureichender Verdichtung vortäuschen kann.

Näherungsweise und nur mit Einschränkungen kann daher der Verdichtungsnachweis auch mittels statischen Lastplattendruckversuchen über einen Verhältniswert  $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,0$  und einem Verformungsmodul aus der Zweitbelastung von  $E_{v2} \geq 30 \text{ MN/m}^2$  erbracht werden. Es sollte dabei immer der Wassergehalt des Bodens an der Versuchsstelle bestimmt und mit dem optimalen Proctorwassergehalt verglichen werden.

Im Straßenbereich ist auf Oberkante Erdplanum ein  $E_{v2}$ -Modul  $\geq 45 \text{ MN/m}^2$  nachzuweisen (siehe Kap. 11 „Angaben zu Straßenbaumaßnahmen“).

Die Verdichtungsenergie muss auf die statisch zulässigen Werte der Rohrleitung begrenzt werden. Konkrete Angaben sind vom Rohrlieferanten abzufragen.

## 10 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 Böden (bindige Schichten Verwitterungshorizont):

- Austausch mit verdichtbarem Austausch- oder Tragschichtmaterial (Verdichtungsgrad DPr  $\geq$  100 %) bis ca. 40 cm u. OK Erdplanum (je nach Ausgangstragfähigkeit) bzw.
- Bodenverbesserung mittels Bindemittel

Frostsicherer Aufbau: abhängig von der Belastungsklasse, z. B. bei Bk0,3 (Pkw- und Schwerverkehr) unter Berücksichtigung von:

- Frostempfindlichkeitsklasse F 1 - F 3,
- Frosteinwirkungszone III,
- Entwässerung der Fahrbahn bzw. Drainage der Tragschicht,

ergibt sich eine Mindestdicke des frostsicheren Aufbaus von  $d = 65$  cm.

Bei Bk1,0 - 3,2 erhöht sich der frostsichere Aufbau auf 75 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.

## **11 Vorschläge zur Gründung von Bauwerken**

### **11.1 Allgemeine Angaben**

Das Baufeld soll als Erweiterung des bestehenden Gewerbegebiets genutzt werden. Daher wird i. d. R. von nicht unterkellerten Hallenbauwerken ausgegangen. Unter Berücksichtigung des natürlich anstehenden Bodenmodells liegt bei nicht unterkellerten Gebäuden die frostsicherer Tiefe von mind. 0,8 m u. GOK die Gründungssohle innerhalb der Verwitterungszone mit stark wechselnder Tragfähigkeit, je nach Sandanteil in den Bodenschichten. Eine Gründung im Verwitterungshorizont ist ggf. bei Ausführung von Einzeluntersuchungen und aussteifenden Elementen in den Bauwerken möglich.

Die ab ca. 2 bis 2,9 m u. GOK anstehenden Sandsteinschichten sind für eine Lastabtragung sehr gut geeignet.

Im Rahmen dieses Erschließungsgutachtens können allgemeine Angaben für eine Vordimensionierung angegeben werden, die jedoch im Rahmen eines objektbezogenen Baugrund- und Gründungsgutachtens zu überprüfen sind.

## 11.2 Gründung mit Einzel- und Streifenfundamenten

Die Gründung mittels Einzel- und Streifenfundamente ist i. d. R. die günstigste Gründungsart. Jedoch kann aufgrund der wechselnden Zusammensetzung des Verwitterungshorizonts im Rahmen des Erschließungsgutachtens keine Angabe für ggf. sehr flach ausgeführte Fundamente gemacht werden.

Bei Vertiefung der Fundamente bis auf die in ca. 2,0 - 2,9 m u. GOK angewitterten Sandsteinschichten können die Einzel- und Streifenfundamente mit einer Sohlspannung von

$$\text{zul. } \sigma = 500 \text{ kN/m}^2$$

bei einer Mindesteinbindetiefe von  $t = 1,5 \text{ m}$  und ab einer Fundamentbreite von  $b > 0,4 \text{ m}$  gerechnet werden.

Bei den Berechnungen wurde ein potenzieller Aufstau von Sickerwasser bis auf Geländeoberkante berücksichtigt. Diese Angaben dienen der Vordimensionierung und sind objektbezogen zu bestätigen.

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  $\sigma_{\text{R,d}} = \sigma_{\text{zul.}} \times 1,4$ .

## 11.3 Tragschichtaufbau unter der Bodenplatte

Durch die Gewerbenutzung wird größtenteils von einer nichtunterkellerten Bauweise ausgegangen. Das Erdplanum der Gebäude wird innerhalb der häufig mit weich bzw. weich-steif angesprochenen Verwitterungslehme zu liegen können. Auf OK Erdplanum ist ohne Zusatzmaßnahmen ein  $E_{v2}$ -Wert  $< 15 \text{ MN/m}^2$  zu erwarten. Je nach Anforderungen an die Tragfähigkeit auf OK Tragschicht sind ergänzende Maßnahmen zur Erhöhung der Tragfähigkeit unter dem Erdplanum vorzusehen (vgl. Kapitel 13.3).

Details zum Tragschichtaufbau unter Bodenplatten und den gegebenenfalls erforderlichen Zusatzmaßnahmen sind objektbezogen und in Absprache mit dem Tragwerksplaner festzulegen. Je nach Nutzung und Bodenplattenausführung sind auf Oberkante Tragschicht unterschiedliche  $E_{v2}$ -Werte erforderlich. Bei beidseitig bewehrten Bodenplatten kann von  $E_{v2} = \text{ca. } 60 - 80 \text{ MN/m}^2$  bzw. bei faserbewehrten Bodenplatten von  $E_{v2}$ -Werten von  $120 \text{ MN/m}^2$  ausgegangen werden.

## 12 Abdichtung/Schutz von Gebäuden vor Durchfeuchtung

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

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. Gegebenenfalls kann der Bemessungswasserstand mittels technischen Maßnahmen (Dränagen) reguliert werden. Die Ausführung von Sicherungsdränagen ist jedoch genehmigungspflichtig.

### **13 Ergänzende Angaben zur Bauausführung**

#### **13.1 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.

#### **13.2 Aushub, Wiederverwertung und Entsorgung**

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

Die bindigen Böden (Verwitterungslehme) sind nur bei optimalem Wassergehalt verdichtbar bzw. für einen verdichteten Einbau geeignet. Zur Verbesserung der Einbaueigenschaften empfehlen wir die Zugabe von Bindemitteln (vgl. Kapitel 13.3).

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.

#### **13.3 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.

#### **13.4 Bauwasserhaltung**

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

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

#### **13.5 Baugrubenböschungen**

Baugruben bis 5 m Tiefe und bei Berücksichtigung einer mindestens 1 m breiten, lastfreien Böschungskrone können ohne Einwirkung von Grundwasser innerhalb der mind. steifen Verwitterungslehme bzw. den angewitterten Sandsteinschichten mit einem Böschungswinkel  $\leq 60^\circ$  frei geböscht werden. In Auffüllungen, bei weicher Konsistenz der anstehenden Böden sowie den zu Sand verwitterten Zwischenlagen sind die Böschungen auf  $\leq 45^\circ$  abzuflachen.

Bei abweichenden Böschungswinkeln, freien Böschungshöhen  $> 5$  m oder Lasten im Kronenbereich der Böschung ist die Standsicherheit nach DIN 4084 rechnerisch nachzuweisen. Die Lagerung von Aushubmassen im Einflussbereich der Baugrubenböschung ist ohne Standsicherheitsnachweis nicht möglich.

Die Böschungsflächen sind durch eine lagengesicherte und UV-beständige Folienabhängung gegen Witterungseinflüsse zu schützen.

### **14 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.

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


- objektbezogene Baugrund- und Gründungsgutachten,
- 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

geprüft

  
Sonja Müller  
Dipl.-Ingenieurin (FH)

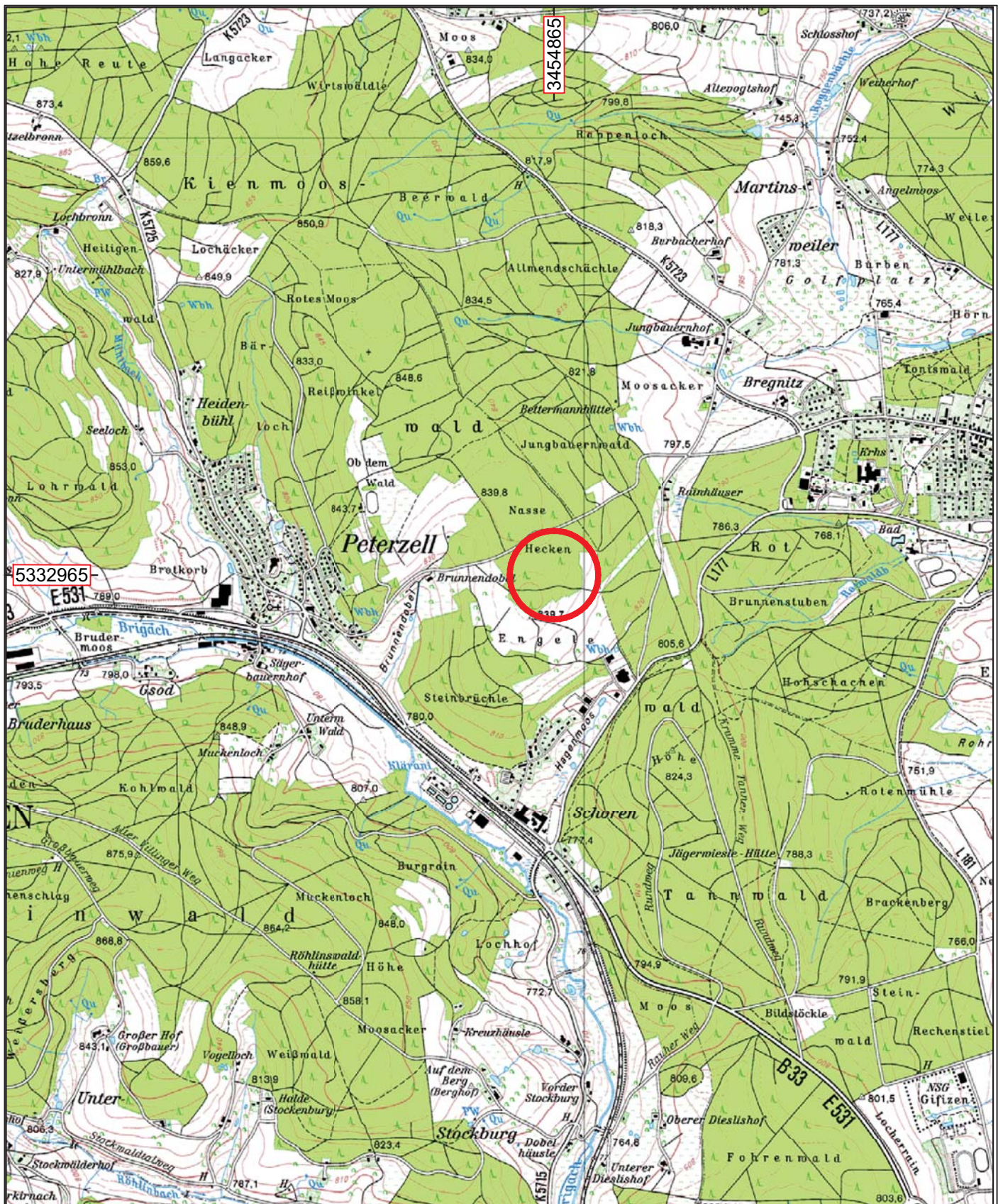
  
Arno Knöchel  
Dipl.-Ingenieur




## **ANLAGE 1**

### Lagepläne

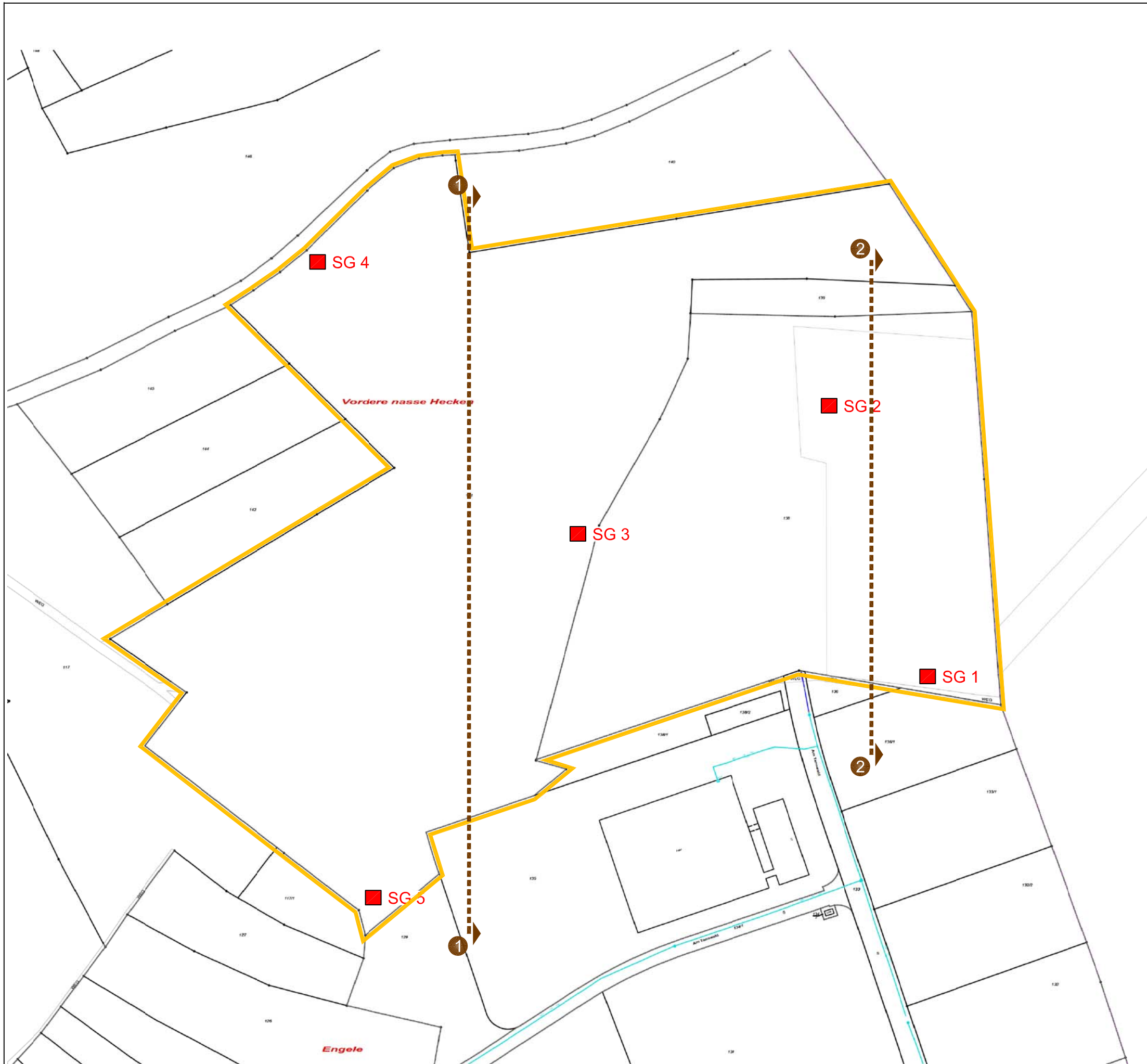
- 1.1 Übersichtslageplan, Maßstab 1 : 25.000
- 1.2 Lageplan der Schürfgruben, Maßstab 1 : 2.000



 Lage des Standorts

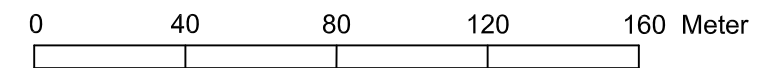
Projekt: <b>Erweiterung Industriegebiet Hagenmoos, St. Georgen</b>		Anlage:	1.1
		Maßstab:	1:25000
		Projekt-Nr.:	2181272
Darstellung:		Name	Datum
<b>Übersichtslageplan</b>		Bearbeiter:	sm 19.12.18
		gezeichnet:	mz 19.12.18
		geprüft:	
Bauherr/Auftraggeber:		DIN- / Plan- größe m²:	A4
Stadt St. Georgen Stadtbauamt 78112 St. Georgen im Schwarzwald		Planverfasser: <b>HPC AG</b> Schütte 12-16, 72108 Rottenburg Tel. 07472/158-0, Fax. 07472/158-111	
Pfad/Zeichnungsnummer: H:\Projekte\HPC\18181272\CAD\HPC_2181272_Anl_1-1.dwg			





Zeichenerklärung:

- Umriss geplante Erweiterung
- SG 1 - 5 Schürfgrube
- Schnittlinie




Projekt: <b>Erweiterung Industriegebiet Hagenmoos, St. Georgen</b>		Anlage:	1.2
		Maßstab:	1:2000
		Projekt-Nr.:	2181272
Darstellung:  <b>Lageplan der Schürfgruben</b>		Name	Datum
		Bearbeiter:	sm 19.12.18
		gezeichnet:	mz 16.01.19
		geprüft:	
		DIN-/ Plan- größe m²:	A3
Bauherr/Auftraggeber: <b>Stadt St. Georgen Stadtbaamt 78112 St. Georgen im Schwarzwald</b>		Planverfasser: <b>HPC AG Schütte 12-16, 72108 Rottenburg Tel. 07472/158-0, Fax. 07472/158-111</b>	



## **ANLAGE 2**

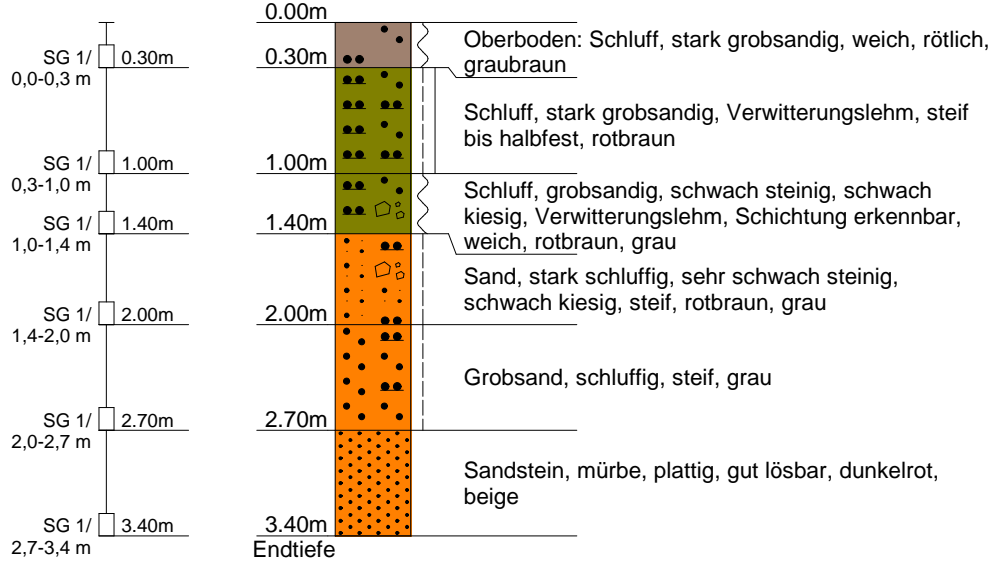
### Baugrundaufschlüsse

- 2.1 Schichtprofile SG 1 - SG 5
- 2.2 Profilschnitte 1-1 und 2-2

Gutachten Nr.:	2181272	Anlage:	2.1, Seite 1	
Projektname:	Erweiterung Industriegebiet Hagenmoos, St. Georgen i. Schwarzw.			
Rechtswert:	3455043	Hochwert:	5332893	
GOK m ü. NN:	834,05	POK m ü. NN:		
Maßstab:	1: 50	ausgeführt am:	17.10.2018/sm	
BOHRPROFIL		Dateiname:	HPC_2181272_An1_2-1.dc	

## SG 1

Ansatzpunkt: 834.05 m ü. NN

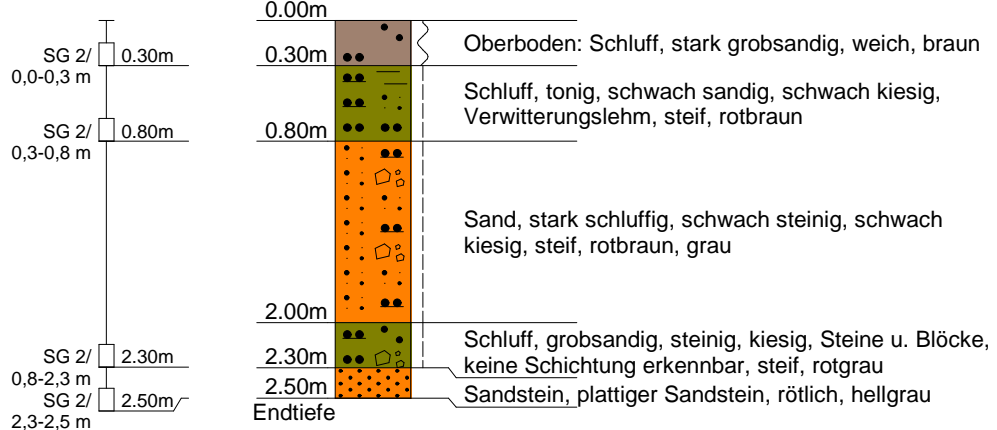


Gutachten Nr.:	2181272	Anlage:	2.1, Seite 2
Projektname:	Erweiterung Industriegebiet Hagenmoos, St. Georgen i. Schwarzw.		
Rechtswert:	3454992	Hochwert:	5333031
GOK m ü. NN:	840,98	POK m ü. NN:	
Maßstab:	1: 50	ausgeführt am:	17.10.2018/sm
BOHRPROFIL		Dateiname:	HPC_2181272_An1_2-1.dc



## SG 2

Ansatzpunkt: 840.98 m ü. NN



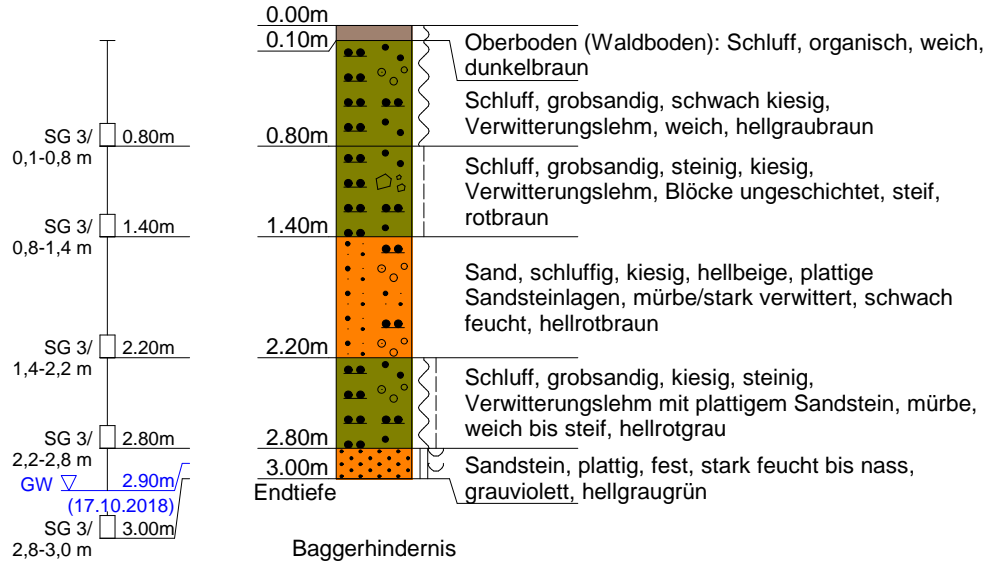
Baggerhindernis

Gutachten Nr.:	2181272	Anlage:	2.1, Seite 3
Projektname:	Erweiterung Industriegebiet Hagenmoos, St. Georgen i. Schwarzw.		
Rechtswert:	3454865	Hochwert:	5332966
GOK m ü. NN:	841,23	POK m ü. NN:	
Maßstab:	1: 50	ausgeführt am:	17.10.2018/sm
BOHRPROFIL		Dateiname:	HPC_2181272_An1_2-1.dc



## SG 3

Ansatzpunkt: 841.23 m ü. NN

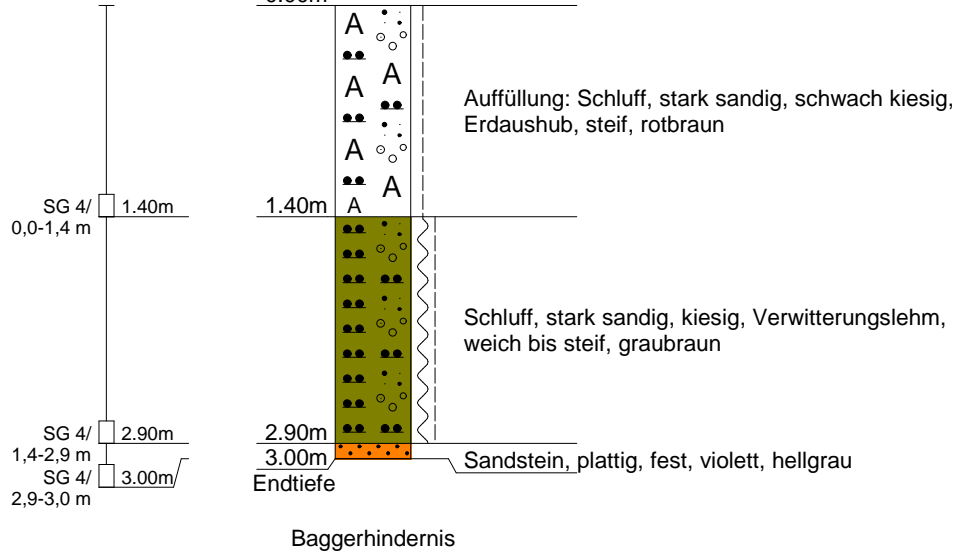


Gutachten Nr.:	2181272	Anlage:	2.1, Seite 4
Projektname:	Erweiterung Industriegebiet Hagenmoos, St. Georgen i. Schwarzw.		
Rechtswert:	3454732	Hochwert:	5333104
GOK m ü. NN:	840,96	POK m ü. NN:	
Maßstab:	1: 50	ausgeführt am:	17.10.2018/sm
BOHRPROFIL		Dateiname:	HPC_2181272_An1_2-1.dc



## SG 4

Ansatzpunkt: 840.96 m ü. NN  
0.00m



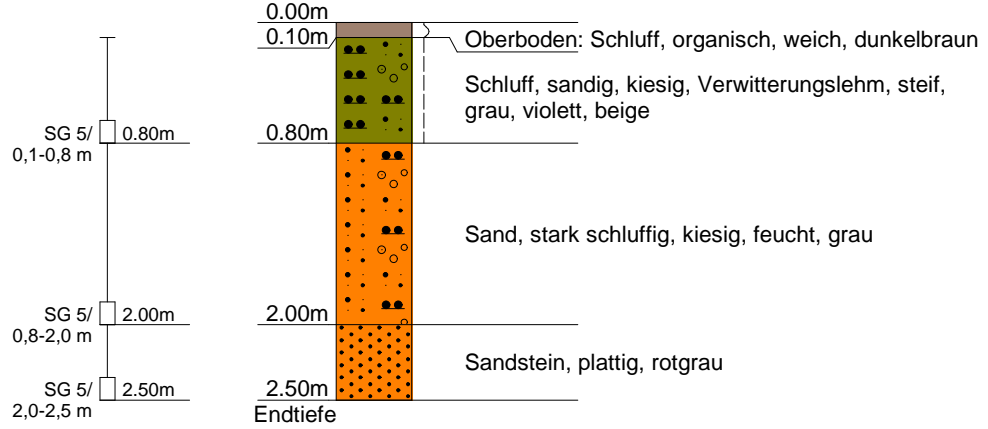


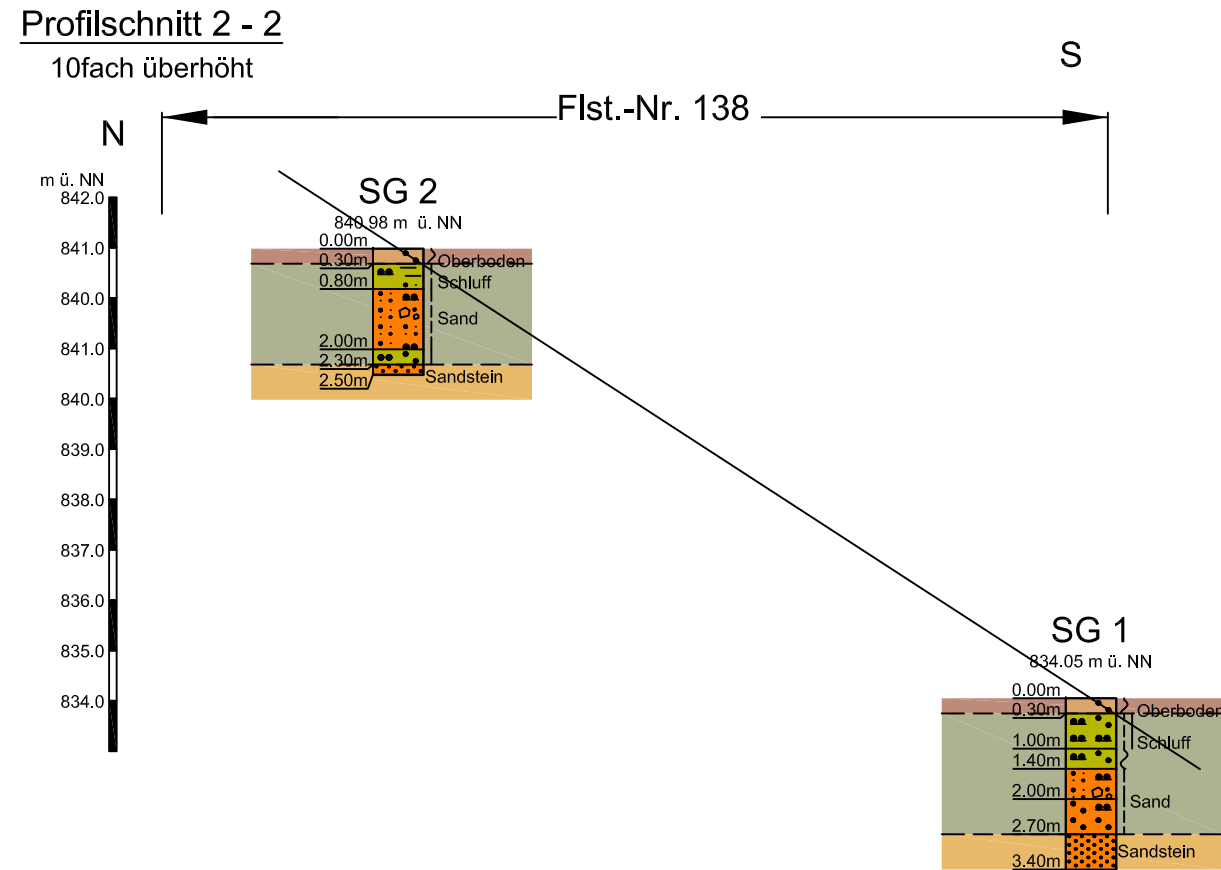
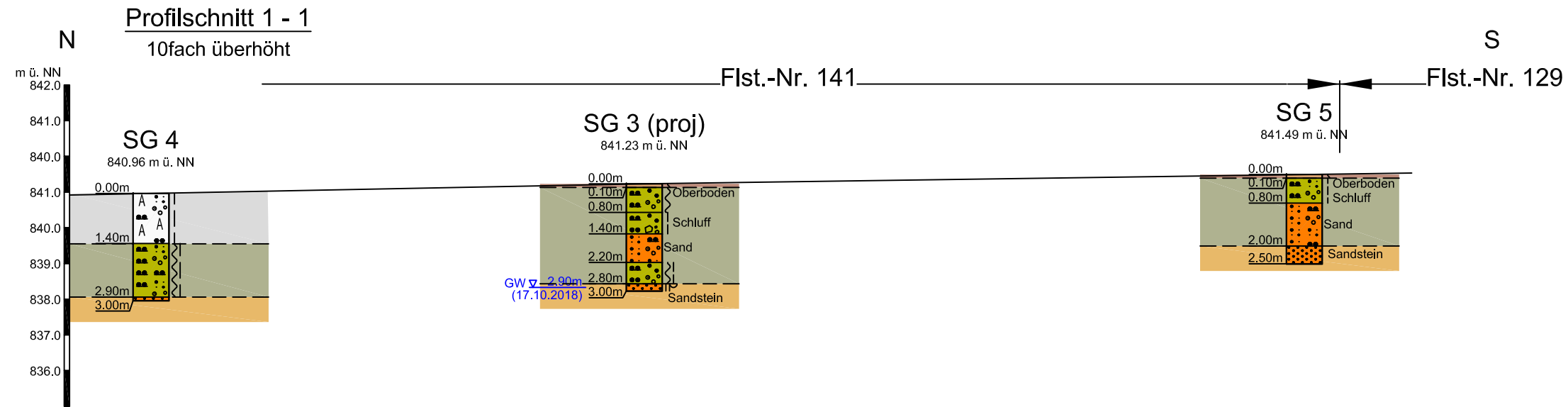
Gutachten Nr.:	2181272	Anlage:	2, Seite 5
Projektname:	Erweiterung Industriegebiet Hagenmoos, St. Georgen i. Schwarzw.		
Rechtswert:	3454761	Hochwert:	5332781
GOK m ü. NN:	841,49	POK m ü. NN:	
Maßstab:	1: 50	ausgeführt am:	17.10.2018/sm
BOHRPROFIL		Dateiname:	HPC_2181272_An1_2-1.dc



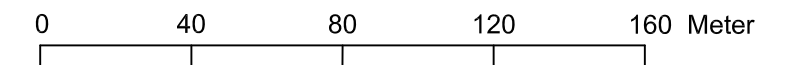
## SG 5

Ansatzpunkt: 841.49 m ü. NN





- Oberboden
- Auffüllung
- Verwitterungshorizont
- Plattensandstein, angewittert



Projekt: <b>Erweiterung Industriegebiet Hagenmoos, St. Georgen</b>		Anlage: <b>2.2</b>
		Maßstab: <b>1:1500/1:150</b>
		Projekt-Nr.: <b>2181272</b>
Darstellung:  <b>Profilschnitte 1 - 1 und 2 - 2</b>		
	Name	Datum
Bearbeiter:	<b>sm</b>	<b>19.12.18</b>
gezeichnet:	<b>mz</b>	<b>16.01.19</b>
geprüft:		
DIN-/ Plan- größe m²:	<b>A3</b>	
Bauherr/Auftraggeber: <b>Stadt St. Georgen Stadtbauamt 78112 St. Georgen im Schwarzwald</b>		Planverfasser: <b>HPC AG Schütte 12-16, 72108 Rottenburg Tel. 07472/158-0, Fax. 07472/158-111</b>

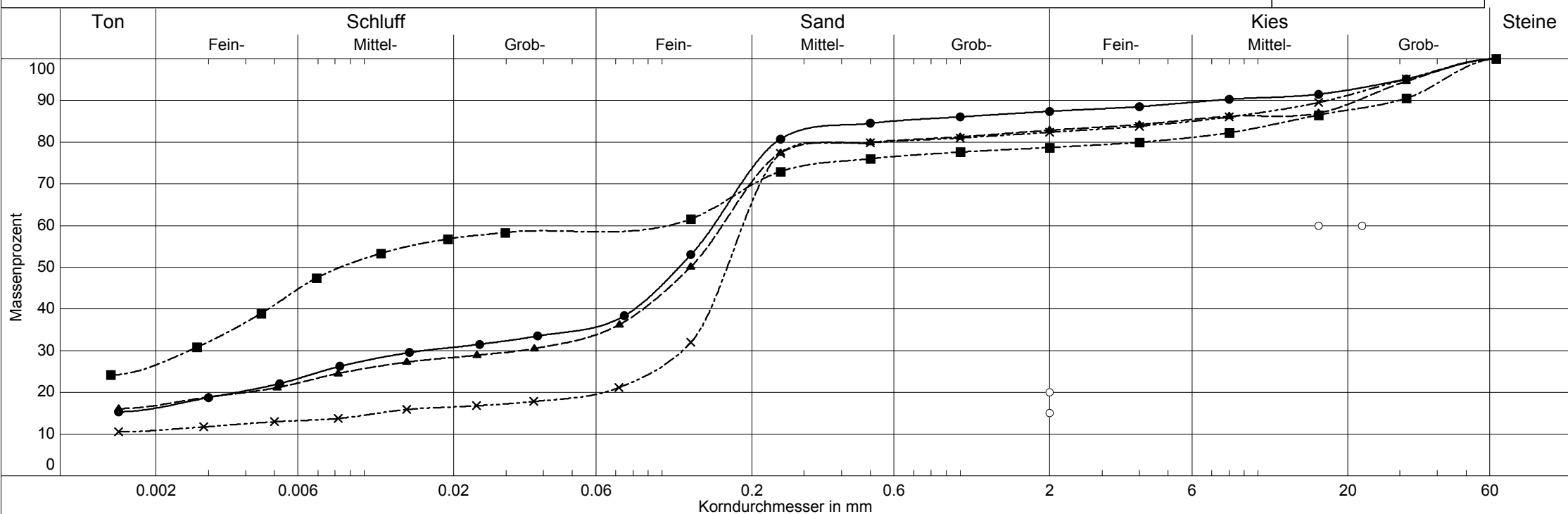
## **ANLAGE 3**

### Bodenmechanische Laborergebnisse

- 3.1 Wassergehalt nach DIN 18 121
- 3.2 Korngrößen nach DIN 18 123
- 3.3 Punktlastversuche an Gesteinsproben
- 3.4 Kennwerte nach VOB



Gutachten-Nr.:	2181272	Anlage:	3.2
Projekt:	Erweiterung Industriegebiet Hagenmoos, St. Georgen		
KORNVERTEILUNG	Datum Probennahme:		17.10.2018
DIN 18 123-5/-6/-7	Dateiname:		HPC_2181272_An1_3-2.dcs



Entnahmestelle	SG 1, Verwitterungshorizont	SG 2, Verwitterungshorizont	SG 3, Verwitterungshorizont	SG 5, Verwitterungshorizont
Entnahmetiefe	1,4 - 2,0 m	0,8 - 2,0 m	2,2 - 2,8 m	0,8 - 2,0 m
Labornummer	—●— SG1/1,4-2,0	---▲--- SG2/0,8-2,0	---■--- SG3/2,2-2,8	---×--- SG5/0,8-2,0
Bodenart	S, u, t, gg'	S, u, t, gg'	U, gg', fs', ms', mg'	fS, ms', t, u', gg', mg'
d <sub>10</sub> / d <sub>60</sub>	- / 0.149 mm	- / 0.159 mm	- / 0.105 mm	- / 0.186 mm
Anteil < 0.063 mm	36.1 %	34.4 %	58.5 %	19.9 %
Kornfrakt. T/U/S/G	16.2/19.8/51.3/12.6 %	16.9/17.5/48.5/17.1 %	26.6/31.9/20.2/21.3 %	10.9/9.0/62.5/17.6 %
Wassergehalt	12.6 %	13.2 %	11.7 %	13.7 %
Bodengruppe	S $\bar{U}$	S $\bar{U}$	U	S $\bar{U}$
Frostempfindlichkeitsklasse	F3	F3	F3	F3
Ungleichförmigkeitsgrad U	-	-	-	-
kf nach Kaubisch	5.4E-008 m/s	7.5E-008 m/s	1.3E-009 m/s	1.7E-006 m/s



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



Projekt: 2181272, Erweiterung Industriegebiet Hagenmoos, St. Georgen

Anlage: 3.4

Homogenschicht		S1	S2	S3		
ortsübliche Bezeichnung		Künstliche Auffüllung	Verwitterungshorizont	Plattensandstein		
Bodengruppe nach DIN 18196		TM, TL, SU*	TM, TL, SU*	-		
Körnungszahl T/U/S/G (auf 10 M-% gerundet)						
obere Grenze		40/40/20/0	40/40/20/0	-		
untere Grenze		0/10/50/30	0/10/50/20	-		
Ton (< 0,002 mm) T		0 - 40	0 - 40	-		
Schluff (0,002 – 0,06 mm) U		0 - 80	0 - 80	-		
Sand (0,06 – 2,0 mm) S		0 - 90	0 - 90	-		
Kies (2,0 – 63 mm) G		0 - 40	0 - 40	-		
Steine (63 – 200 mm) X M-[%]		< 10	< 20	-		
Blöcke (200 – 630 mm) Y M-[%]		-	-	-		
große Blöcke (> 630 mm) M-[%]		-	-	-		
mineralogische Zusammensetzung von Steinen und Blöcken		Ton-, Sulfatmin., Calcit, Dolomit	Ton-, Sulfatmin., Calcit, Dolomit	Ton-, Sulfatmin., Calcit, Dolomit		
Dichte $\rho$ [t/m <sup>3</sup> ]		1,9 - 2,1	1,9 - 2,1	1,9 - 2,3		
Kohäsion $c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]		2 - 10	2 - 10	-		
undrained Scherfestigkeit $c_u$ [kN/m <sup>2</sup> ]		25 - 100	25 - 100	-		
Wassergehalt $w$ [%]		10 - 20	10 - 20	5 - 20		
Konsistenz		weich - halbfest	weich - halbfest	-		
Konsistenzzahl $I_C$ [-]		0,5 - 1,25	0,5 - 1,25	-		
Plastizität		leicht bis mittel	leicht bis mittel	-		
Plastizitätszahl $I_P$ [-]		10 - 45	10 - 45	-		
Durchlässigkeitsbeiwert $k$ [m/s]		<10 <sup>-6</sup>	< 10 <sup>-6</sup>	< 10 <sup>-5</sup>		
Lagerungsdichte		--	--	--		
organischer Anteil (Glühverlust) $V_{Gl}$ [%]		< 10	< 5 - 10	< 5		
Abrasivität nach Cerchar		schwach bis abrasiv	schwach bis abrasiv	abrasiv bis stark abrasiv		
Benennung von Fels		--	--	Sandstein, Tonstein		
Verwitterung		--	--	unbekannt		
Veränderungen		--	--	unbekannt		
Veränderlichkeit		--	--	stark veränderlich bis veränderlich		
Druckfestigkeit $\sigma_u$ [MN/m <sup>2</sup> ]		--	--	10 - 200		
Trennflächenrichtung		--	--	unbekannt		
Trennflächenabstand		--	--	unbekannt		

## **ANLAGE 4**

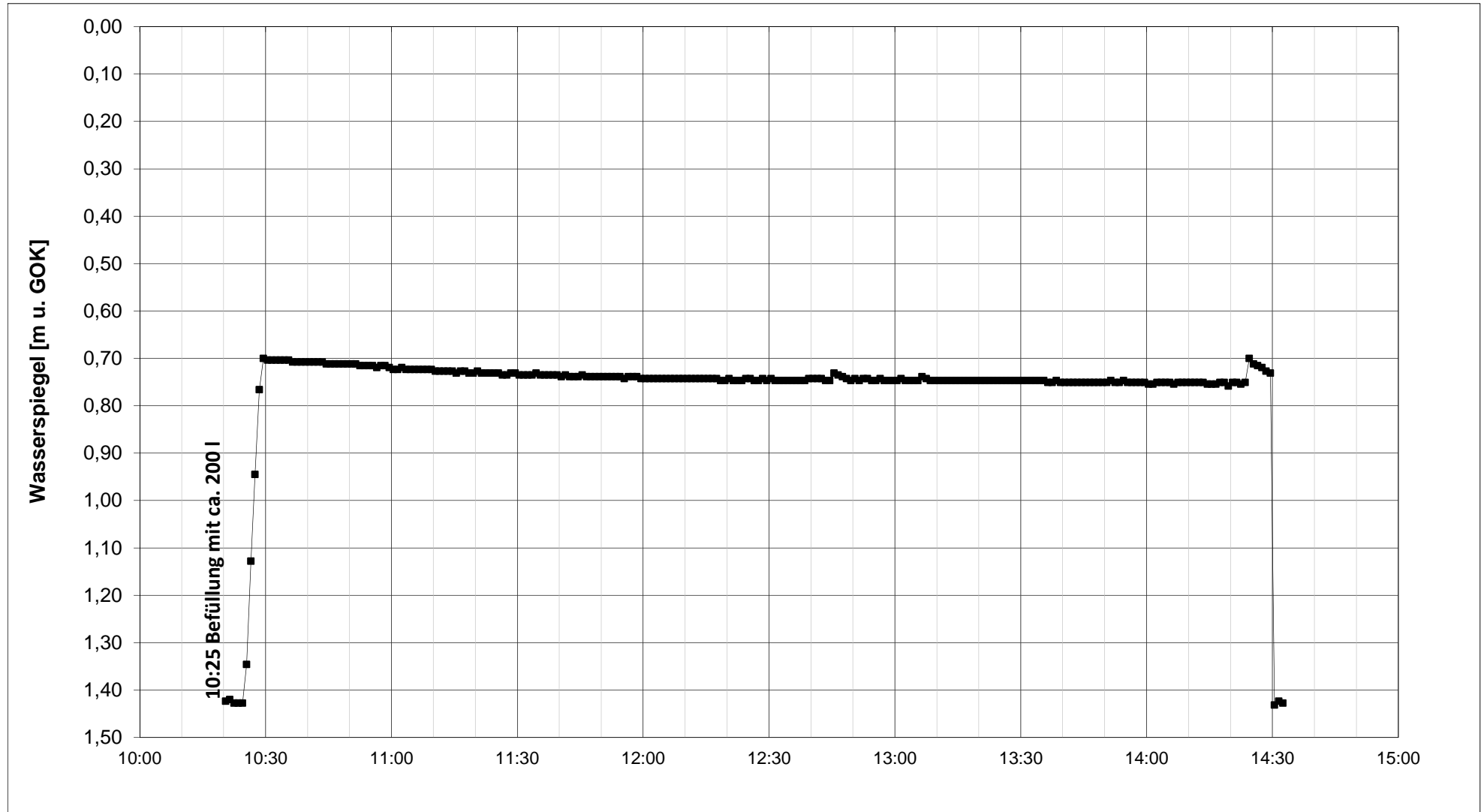
Auswertung Versickerungsversuche



# Schurfversickerung



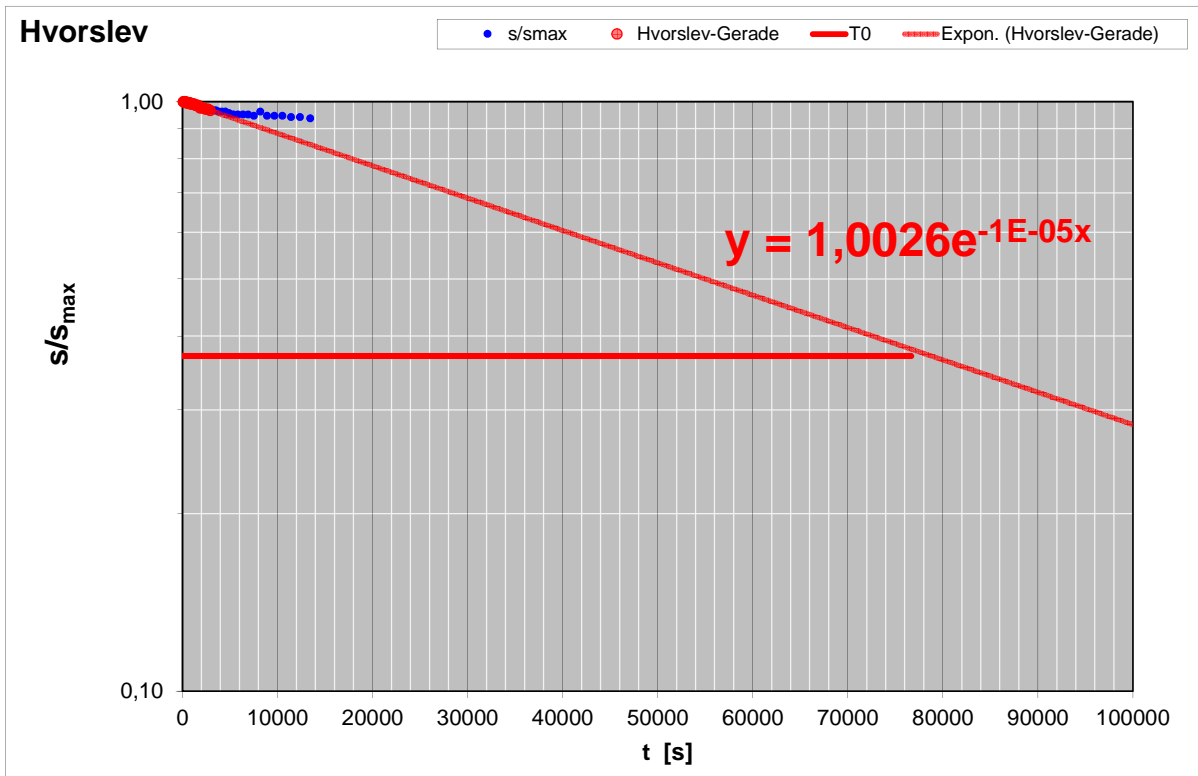
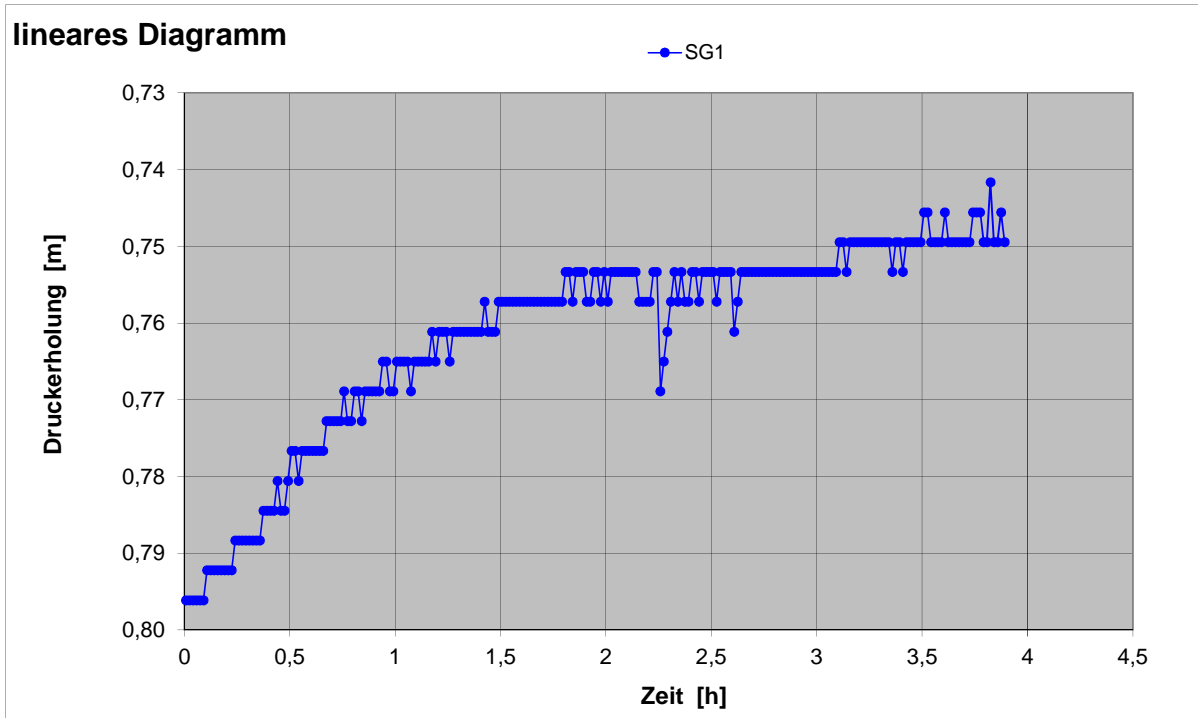
<b>Projekt</b>	Hagenmoos St. Georgen	<b>Projektnr.</b>	2181272	<b>Schurftiefe</b>	1,50	<b>Bearbeiter</b>	Zeh
<b>Schurf</b>	SG1	<b>RWSP</b>	1,50	<b>TOP Aquifer</b>	0,30	<b>MPkt./Bezug</b>	m uGOK
<b>Versuchsart</b>	Auffüll	<b>Radius m</b>	0,37	<b>BASIS Aquifer</b>	1,69	<b>Bemerkung</b>	200 Liter



# Versickerungsversuch



<b>Projekt</b>	Hagenmoos St. Georgen	<b>Brunnen</b>	SG1	<b>Aquifertop</b>	0,30 m
<b>Projektnummer</b>	2181272	<b>GWM</b>	SG1	<b>Aquiferbasis</b>	1,69 m
<b>Datum</b>	Beginn 17.10.2018 10:30 Uhr			<b>Auswertung n. HVORSLEV</b>	
<b>RWSP</b>	1,50 m			$T_0 =$	76680,7 s
<b>Pumprate</b>	$Q =$	0 m <sup>3</sup> /s		$T =$	4,7E-06 m <sup>2</sup> /s
<b>Radius</b>	$r_0 =$	0,37 m			

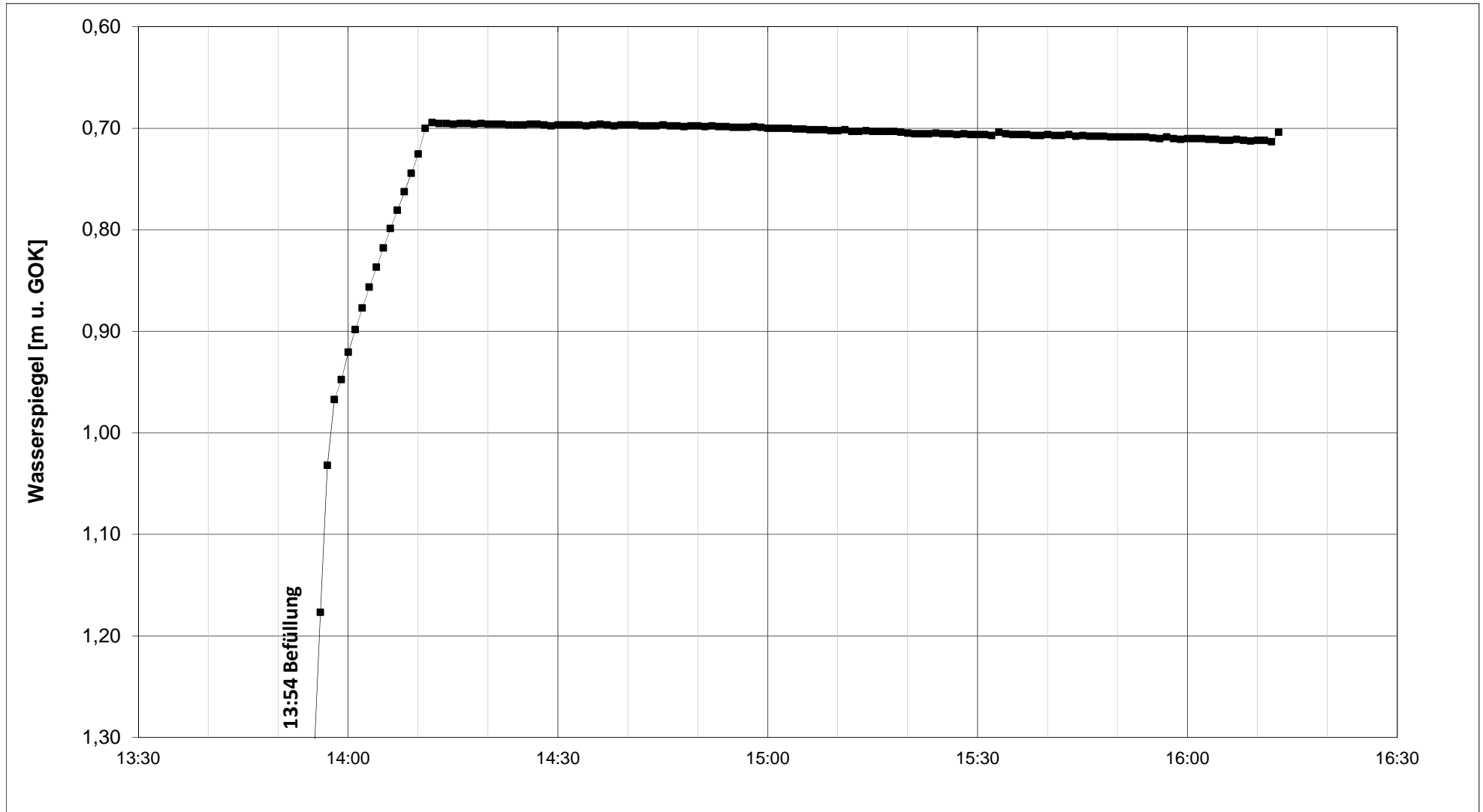




# Schurfversickerung



<b>Projekt</b>	Hagenmoos St. Georgen	<b>Projektnr.</b>	2181272	<b>Schurftiefe</b>	1,40	<b>Bearbeiter</b>	Zeh
<b>Schurf</b>	SG5	<b>RWSP</b>	1,40	<b>TOP Aquifer</b>	0,80	<b>MPkt./Bezug</b>	m uGOK
<b>Versuchsart</b>	Auffüll	<b>Radius m</b>	0,37	<b>BASIS Aquifer</b>	1,59	<b>Bemerkung</b>	



### Versickerungsversuch



<b>Projekt</b>	Hagenmoos St. Georgen	<b>Brunnen</b>	SG5	<b>Aquifertop</b>	0,80 m
<b>Projektnummer</b>	2181272	<b>GWM</b>	SG5	<b>Aquiferbasis</b>	1,59 m
<b>Datum</b>	Beginn 17.10.2018 15:00 Uhr			<b>Auswertung n. HVORSLEV</b>	
<b>RWSP</b>	1,40 m			$T_0 =$	242403,0 s
<b>Pumprate</b>	$Q =$	0 m <sup>3</sup> /s		$T =$	1,5E-06 m <sup>2</sup> /s
<b>Radius</b>	$r_0 =$	0,37 m			

