



---

Projekt-Nr.	Ausfertigungs-Nr.	Datum
<b>2184926</b>	<b>Gesamt: 3</b>	<b>31.01.2019</b>

---

**BV Wohnpark Schwäbisch Toskana, Starzach**  
**– Erschließungsgutachten mit orientierenden Angaben zur**  
**Gründung –**

---

Auftraggeber **Peter Würth Projektentwicklung, Christophstraße 18, 72072 Tübingen**

Anzahl der Seiten: 17  
Anlagen: 4



INHALT:		Seite
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/Erdbeben.....	9
9	Kanalgräben .....	10
	9.1 Grabenherstellung .....	10
	9.2 Rohrbettung.....	10
	9.3 Grabenverfüllung .....	11
10	Angaben zu Straßenbaumaßnahmen.....	12
11	Vorschläge zur Gründung von Bauwerken .....	13
	11.1 Allgemeine Angaben.....	13
	11.2 Gründung mit Einzel- und Streifenfundamenten.....	13
	11.3 Elastisch gebettete Bodenplatte .....	14
	11.4 Tragschichtaufbau unter der Bodenplatte.....	14
12	Abdichtung/Schutz von Gebäuden vor Durchfeuchtung .....	15
13	Ergänzende Angaben zur Bauausführung.....	15
	13.1 Aushub, Wiederverwertung von Aushubmassen, Aushubsohle/Erdplanum..	15
	13.2 Bauwasserhaltung .....	16
	13.3 Baugrubenböschungen.....	16
14	Schlussbemerkungen.....	16



<b>TABELLEN:</b>	<b>Seite</b>
Tabelle 1: Grundlegende Bemessungssituationen nach DIN 1054 bzw. DIN EN 1990.....	8
Tabelle 2: Bodenklassifizierung (nach DIN 18 196, DIN 18 300-2012 und DIN 18 301-2012) .....	9
Tabelle 3: Bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen .....	10
Tabelle 4: Maximal zulässige Sohlspannung zur Vordimensionierung von Einzel- und Streifenfundamenten (Setzungen $s \leq 2$ cm).....	14

#### **ABBILDUNGEN:**

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

#### **ANLAGEN:**

1	Lagepläne
1.1	Übersichtslageplan, Maßstab 1 : 25.000
1.2	Lageplan der Schürfgruben, Maßstab 1 : 500
2	Baugrundaufschlüsse
2.1	Schichtprofile SG 1 - SG 4
2.2	Profilschnitt 1 - 1, Maßstab 1 : 400/1 : 100
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	Punktlastversuch an Gesteinsproben
3.5	Kennwerte nach VOB
4	Versickerungsversuch SG 4



## 1 Zusammenfassung

Die Peter Würth Projektentwicklung, Tübingen plant am westlichen Rand von Starzach-Bierlingen die bislang un bebauten Flurstücke Nrn. 1804 und 1804/1 in der Felldorfer Straße/Marktstraße für eine Wohnbebauung zu erschließen. Die HPC AG, Niederlassung Rottenburg, wurde mit der Erstellung eines Erschließungsgutachtens inkl. orientierende Gründungsangaben für die geplanten Wohngebäude beauftragt.

Die Baugrunderkundung erfolgte mittels vier Schürfgruben bis maximal 2,6 m u. GOK. Zusätzlich wurde ein Versickerungsversuch am Ort der geplanten Retention (SG 4) durchgeführt. Der Untergrund besteht aus Verwitterungslehm und bereichsweise Restmächtigkeiten des verwitterten Lettenkeupers unterlagert von den Dolomitsteinschichten des Oberen Muschelkalks.

Grundwasser wurde in den Schürfen nicht angetroffen.

Zum Schutz des Grundwasserleiters Oberer Muschelkalk sind Deckschichten über den Dolomitsteinschichten von üblicherweise 2 m erforderlich. Dies ist nur in der Schürfgrube SG 1 momentan vorhanden. In den weiteren Schürfgruben wurde bereits im natürlichen Zustand die Deckschichtenmächtigkeit von mind. 2 m nicht erreicht, gegebenenfalls sind hier Auffüllungen bis zu ca. 1,1 m aufzubringen. Zum Schutz des Grundwassers sind diese Auffüllungen aus gering durchlässigem Material aufzubauen. Hinsichtlich der Tragfähigkeitsanforderungen durch die spätere Überbauung kann bei bindigen Erdstoffen eine Zugabe von Bindemittel (z. B. Kalk-Zement-Mischbinder) notwendig werden. Die Ausführung einer Bindemittelstabilisierung auf dem Baufeld muss jedoch zum Schutz des Grundwassers im Vorfeld mit der Behörde detailliert abgestimmt werden.

Geringe Gebäudelasten können in den mindestens steifen Schichten des Verwitterungslehms bzw. des verwitterten Lettenkeupers abgetragen werden. Für die Gründung kommt bei leichten Bauwerken eine aufgelöste Flachgründung in Betracht. Sollten Auffüllungen im Gebiet aufgetragen werden, so ist eine Gründung über eine elastisch gebettete Bodenplatte zu empfehlen.

Der anstehende Boden ist für eine unmittelbare Rohrbettung nicht geeignet. Die Grabensohle ist tiefer auszuheben und eine Bettung aus verdichtungsfähigem Material einzubringen. Es wird empfohlen einen zusätzlichen Bodenaustausch unter den Kanälen von etwa 0,5 m wenn die Kanalsohle im Muschelkalk oder knapp darüber liegt. So sollen abrupte Steifigkeitswechsel und somit unverträgliche Differenzsetzungen vermieden werden.

Die bindigen Böden sind nur bei optimalem Wassergehalt verdichtbar bzw. für einen verdichteten Einbau geeignet. Bei einer Bodenverbesserung ist für eine erste Dimensionierung von einer Bindemittelzugabe (Mischbindemittel) 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. Aufgrund der Nähe zum Muschelkalk muss der Einsatz von Bindemittel im Vorfeld mit der Behörde abgestimmt werden.



- Seite 5 - zum Gutachten Nr. 2184926  
BV Wohnpark Schwäbisch Toskana, Starzach  
– Erschließungsgutachten mit orientierenden Angaben  
zur Gründung –



## 2 Veranlassung

Bauvorhaben: BV Wohnpark Schwäbisch Toskana, Starzach  
Auftraggeber: Peter Würth Projektentwicklung, Tübingen  
Auftragnehmer: HPC AG, Niederlassung Rottenburg  
Angebot: Nr. 1184926 vom 16.10.2018  
Beauftragung: Auftragserteilung vom 08.11.2018  
Aufgabenstellung: Baugrunderkundung und geotechnischer Bericht

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

Das vorliegende Gutachten bezieht sich auf die geplante Baugebieterschließung und die Möglichkeit der späteren Wohnbebauung. Nachfolgend werden die Baugrundverhältnisse und die daraus resultierenden Maßnahmen für die Erschließungsarbeiten sowie die mögliche Gründungsausführung für Gebäude beschrieben.

## 3 Unterlagen

Zur Bearbeitung unseres Gutachtens standen uns folgende Unterlagen zur Verfügung:

### Pläne zum Bauvorhaben:

Architekturbüro Peter Würth, Kirchentellinsfurth

- [1] 1802 Wohnpark Schwäbisch Toskana, Lageplan Entwurf, Maßstab 1 : 500, Stand 02.10.2018 sowie 11.09.2018

### Unterlagen zu Gelände, Geologie und Grundwasser:

- [2] Topografische Karte, TK 25 Blatt Nr. 7518 Horb, Maßstab 1 : 25.000
- [3] Geologische Karte, GK 25 Blatt Nr. 7518 Horb, Maßstab 1 : 25.000, einschließlich Begleitheft
- [4] Daten- und Kartendienst der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW)

## 4 Angaben zum Bauvorhaben und Baufeld

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

Die Peter Würth Projektentwicklung plant am westlichen Rand von Starzach-Bierlingen die bislang unbebauten Flurstücke Nrn. 1804 und 1804/1 in der Felldorfer Straße/Marktstraße für eine Wohnbebauung zu erschließen.



Die geplanten Erschließungsarbeiten beinhalten den Bau von Zufahrtswegen und die Verlegung von Ver- und Entsorgungsleitungen. Insgesamt sollen im Gebiet ca. 15 Wohnhäuser sowie Garagen und eine Straße (Toskanaweg) entstehen. Das Straßenniveau soll gemäß [1] zwischen ca. +515,5 und +518,25 m ü. NN liegen. Die Versorgungsleitungen liegen laut Bauherrschaft bei maximal 1,20 m u. GOK, die Entsorgungsleitungen bei maximal 2,00 m u. GOK. Die Erdgeschossfußbodenhöhen (EFH) der Gebäude sind zwischen +515,0 und +518,25 m ü. NN geplant. Die Höhenlage der Gebäude kann sich jedoch noch ändern, da eventuell neue Auffüllungen von ca. 50 oder 100 cm auf die derzeitige Geländehöhe aufgebracht werden.

Im Südwesten des Baugebiets soll eine Versickerungs- bzw. Retentionsfläche für Regenwasser entstehen, das seinen Überlauf in den angrenzenden, vorhandenen Graben hat.

#### **4.2 Geologischer und hydrologischer Überblick**

Im Untergrund des Plangebiets stehen nach [3] unter Verwitterungslehm größtenteils oberflächennah die Schichten des Oberen Muschelkalks an. Bereichsweise können noch Restmächtigkeiten der überlagernden Lettenkeuperschichten vorhanden sein.

Der Muschelkalk ist ein überregional bedeutsamer Karstgrundwasserleiter.

#### **4.3 Schutz- und Vorbehaltsgebiete**

Die Flächen liegen innerhalb des Wasserschutzgebiets Hirrlinger Mühlen in der Zone III/III A.

### **5 Untersuchungskonzept**

Zur Baugrunderkundung wurde die Durchführung von zwei bis drei Baggerschürfen vorgesehen. Die Lage der Schürfgruben befinden sich im zukünftigen Straßenbereich sowie an der Stelle der geplanten Retentionsfläche.

Im Zuge der Geländearbeiten wurde das Untersuchungskonzept angepasst (s. Kapitel 6.1).

## **6 Baugrunduntersuchung**

### **6.1 Geländearbeiten**

Zur Baugrunderkundung wurden am 12.12.2018 folgende Untersuchungen durchgeführt:

- Aufnahme von vier Schürfgruben zur direkten Erkundung der anstehenden Böden und Entnahme von Bodenproben bis maximal 2,6 m u. GOK
- Durchführung eines Auffüllversuchs in SG 4 am Ort der geplanten Retentionsfläche

Die Lage der Bodenaufschlüsse sind der Anlage 1.2 zu entnehmen. Die Schichtprofile sind in Anlage 2 dargestellt.



## 6.2 Bodenmechanische Untersuchungen

Im bodenmechanischen Labor wurden folgende Untersuchungen durchgeführt:

- 7 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
- 2 x Bestimmung der Konsistenzgrenzen nach DIN 18 122, vgl. Anlage 3.3
- 3 x Punktlastversuch an Gesteinsproben, vgl. Anlage 3.4

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

## 6.3 Schichtenaufbau des Untergrunds

In den Baugrundaufschlüssen wurden unter dem max. 0,4 m mächtigen Oberboden folgende Bodenschichten angetroffen:

- **Verwitterungslehm**
- **Lettenkeuper, verwittert**
- **Oberer Muschelkalk**

Die Schichten sind nachfolgend detailliert beschrieben.

### Verwitterungslehm

Der Verwitterungslehm steht in den Schürfen bis maximal 0,9 m u. GOK an und besteht aus einem (hell-) braunen tonigen Schluff in überwiegend steifer bis halbfester Konsistenz. Nach den Konsistenzgrenzen ist der Boden in die Bodengruppe TA (ausgeprägt plastischer Ton) nach DIN 18 196 einzuteilen. Der natürliche Wassergehalt einer untersuchten Probe wurden im Labor mit ca. 19 % festgestellt.

### Lettenkeuper, verwittert

Im verwitterten Lettenkeuper stehen bis maximal 2,4 m u. GOK (SG 1) tonig-schluffige Böden mit verwitterten Tonsteinstücken an.

Die Böden wurden im Feld mit überwiegend steif bis halbfest angesprochen. Die Färbung reicht von grau bis hellbraun. Die natürlichen Wassergehalte wurden im Labor zwischen ca.  $w_N = \text{ca. } 10 - 26 \%$  ermittelt. Gemäß DIN 18 196 ist die Probe SG 1/0,7 - 1,6 den mittelplastischen Tonen (TM) zuzuordnen. Der Tonanteil beträgt nach der Kornverteilung in der Probe SG 4/0,4 - 0,6 m ca. 14 %. In dieser Probe wurde auch mit über 50 % ein sehr hoher Anteil der Kies- und Steinfraktion festgestellt.



### Oberer Muschelkalk

Bis zur Endtiefe von SG 1, SG 3 und SG 4 stehen die Dolomitsteinschichten des Oberen Muschelkalks an. In SG 2 wurden die Dolomitsteine nicht ausgehoben. Diese sind ockerfarben bis hellgrau gefärbt. Die Dolomitsteine sind oberflächennah steinig verwittert in einer schluffig-tonigen Matrix.

Durch Punktlastversuche an Gesteinsproben wurden abgeleitete einaxiale Druckfestigkeiten von ca. 28 - 60 MN/m<sup>2</sup> ermittelt.

### 6.4 Grundwasser, Bemessungswasserstand, Versickerung

Grundwasser wurde in den Schürfen nicht angetroffen.

Das Baugebiet liegt außerhalb von Hochwasserüberschwemmungsgebieten.

Die bindigen Schichten (Verwitterungslehm sowie verw. Lettenkeuperschichten) haben nach Erfahrungswerten Durchlässigkeiten von  $k < 10^{-6}$  m/s. Zwischenlagen im verwitterten Lettenkeuper können lokal etwas höhere Durchlässigkeiten aufweisen. Der Obere Muschelkalk hat als Kluffgrundwasserleiter eine deutlich höhere Durchlässigkeit. In SG 4 wurde ein Auffüllversuch durchgeführt. Dieser hat eine Durchlässigkeit im Oberen Muschelkalk von  $k = 1,5 \cdot 10^{-3}$  m/s ergeben.

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

Bemessungssituation	Art der Einwirkung	Lastfall
BS-P	ständige und regelmäßig auftretende veränderliche Einwirkungen	Grundwasser, Sicker-/Stauwasser, 50-jährliches Hochwasser <sup>1)</sup>
BS-T	vorübergehend, zeitlich begrenzte Situationen	100-jährliches Hochwasser bzw. 10-jährliches Hochwasser zur Bemessung von Baugruben im Bauzustand
BS-A	außergewöhnliche Situationen	extremes Hochwasser

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

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

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 Sicherheitsdrainagen mit Anschluss an eine freie Vorflut reguliert werden. Sicherheitsdrainagen sind genehmigungspflichtig.

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. Eine Versickerung direkt in den Muschelkalk ist aufgrund der fehlenden Filterschichten nicht gestattet. Gegebenenfalls kann ein klassisches Retentionsbecken angelegt werden, das jedoch durch eine Lehmschicht zum Schutz des Grundwassers im Oberen Muschelkalk abgedichtet werden muss. Dies ist nur in enger Abstimmung mit den Behörden möglich und genehmigungspflichtig.

## 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)	Frostempfindlichkeitsklasse
Verwitterungslehm	TM, TA	4 - 5	BB 2 - BB 3	F 2 - F 3
Lettenkeuper, verwittert	TM, GU*	4	BB 2 - BB 3 BN 2	F 3
Oberer Muschelkalk	Dst <sup>1</sup> , Kst <sup>1</sup>	6 - 7	FV 2 - FV 5 FD 2 - FD 3	–

<sup>1</sup> Kurzzeichen nach DIN 4023

**Tabelle 2:** 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 ( $\varphi_k$ )	Kohäsion ( $c_k$ )	Steifemodul ( $E_{sk}$ )
	über Wasser ( $\gamma_k$ )	unter Wasser ( $\gamma'_{k}$ )			
	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	°	kN/m <sup>2</sup>	MN/m <sup>2</sup>
Verwitterungslehm	19	9	22,5	7	8
Lettenkeuper, verwittert	19	9	25	7,5	20
Oberer Muschelkalk	20	10	25	40	100

**Tabelle 3:** Bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen

Nach DIN 4149:2005-04 „Bauten in deutschen Erdbebengebieten“ liegt Starzach in der Erdbebenzone 2. Für den rechnerischen Nachweis der Erdbebensicherheit ist mit folgenden Angaben zu rechnen:

Erdbebenzone: 2  
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. Nach aktueller Planung liegen die Kanalsohlen im verwitterten Lettenkeuper bzw. in den Felslagen des Oberen Muschelkalks. Die mindestens steifen Böden sind temporär als standfest einzustufen.

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. Es wird empfohlen einen zusätzlichen Bodenaustausch unter den Kanälen von etwa 0,5 m vorzunehmen, wenn die Kanalsohle im Muschelkalk oder knapp darüber liegt. So sollen ein abrupter Steifigkeitswechsel und somit unverträgliche Differenzsetzungen vermieden werden.



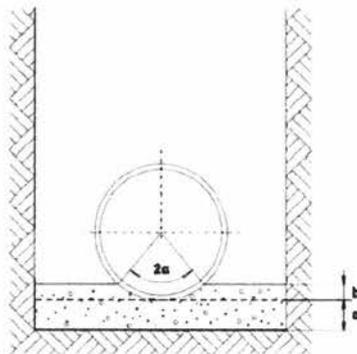
Wir empfehlen, eine Bettung vom Typ 1 nach DIN EN 1610 (Regelausführung). Die in DIN EN 1610 angegebene Dicke für die untere Bettungsschicht von  $a = 100$  mm ist ein Mindestwert. Um die Gefahr von Schäden und Setzungen zu reduzieren sollte die Dicke  $a$  in Abhängigkeit vom Rohrdurchmesser erhöht werden auf  $a = 100 \text{ mm} + 1/10 \text{ DN}$  in mm. Wir empfehlen in diesem Fall die Dicke auf 0,5 m zu erhöhen. Dies ist mit dem Kanalplaner abzustimmen.

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  $90^\circ$ :  $b = 0,15 \text{ OD}$
- einen Auflagerwinkel von  $120^\circ$ :  $b = 0,25 \text{ OD}$

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 der anstehende, mindestens steife Aushub des Verwitterungslehm bzw. der Verwitterungszone des Lettenkeupers mit Berücksichtigung von Angaben zur Konditionierung (siehe Kap. 13) verwendet werden.

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  $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,5$  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. 10 „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 Verwitterungslehmböden
- Austausch mit gut verdichtbarem, kornabgestuftem Mineralkornmisch (z. B. Schotter 0/45, Verdichtungsgrad  $D_{Pr} \geq 100 \%$ ) bis ca. 30 - 40 cm u. OK Erdplanum (je nach Ausgangstragfähigkeit und Konsistenz des Verwitterungslehms)
- 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 Mindestdicke 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.



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

### **11.1 Allgemeine Angaben**

Unter Berücksichtigung des natürlich anstehenden Bodenmodells liegt die Gründungssohle bei (wie derzeit geplant) nicht unterkellerten Gebäuden die frostsichere Tiefe von mind. 0,8 m u. GOK innerhalb der Verwitterungslehme bzw. im verwitterten Lettenkeuper. Diese sind zur Abtragung geringer Lasten geeignet. Im Bereich von SG 4 liegt die frostsichere Gründung schon in den Schichten des Oberen Muschelkalks, die gut tragfähig sind.

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

Grundsätzlich ist zum Schutz des Grundwassers ein Abstand zum Oberen Muschelkalk von mindestens 2 m mittels einer bindigen Deckschicht einzuhalten. Gegebenenfalls ist deshalb geplant, auf die derzeitige Geländehöhe neue Auffüllungen aufzubringen, um den Abstand zum Oberen Muschelkalk zu erhöhen. Die Auffüllungen betragen dann entweder ca. 50 oder 100 cm. Auffüllungen bis 100 cm sollen Unterkellerungen in den Gebäuden ermöglichen.

Da größtenteils keine Deckschicht von mind. 2,0 m angetroffen wurde, sind auf den jetzigen Höhenniveaus des Baufelds vermutlich generell Auffüllungen erforderlich. Um eine abdichtende Wirkung zu erzielen, sind dabei Böden mit geringen Durchlässigkeiten einzubauen (entweder mit Mischbindemittel verbesserter Lehm oder gemischtkörniges Material mit entsprechendem Feinkornanteil). Unterkellerungen sind auch bei Aufbringung der geplanten Mächtigkeiten von 0,5 - 1,0 m nicht möglich. Die genauen Vorgaben für die Neubaumaßnahmen sind mit der Behörde frühzeitig abzustimmen.

### **11.2 Gründung mit Einzel- und Streifenfundamenten**

Die Gründung mittels Einzel- und Streifenfundamente ist i. d. R. die günstigste Gründungsart. Um einheitliche Auflagebedingungen und damit verträgliche Verformungen unter den Einzel- und Streifenfundamenten zu erreichen, müssen die Gründungssohlen der Fundamente mindestens in einheitlich tragfähigen Bodenschichten abgesetzt werden.

In der nachfolgenden Tabelle 4 sind Angaben für die maximal zulässigen Sohlspannungen ( $\sigma_{zul}$ ) zur Vordimensionierung von quadratischen Einzelfundamenten und Streifenfundamenten mit einer Einbindetiefe von mindestens 0,8 m u. GOK angegeben.

Bei einer Vertiefung der Fundamente wird bei Streifenfundamenten eine Dimensionierung als Balken empfohlen, der auf einzelnen Betonplomben aufgelagert wird.

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



Lettenkeuper, verwittert		Oberer Muschelkalk	
Einzelfundamente (1,0 - 4,0 m Breite)	Streifenfundamente (1,0 - 4,0 m Breite)	Einzelfundamente (0,8 - 4,0 m Breite)	Streifenfundamente (0,8 - 2,0 m Breite)
$\sigma_{zul.}$ in kN/m <sup>2</sup>		$\sigma_{zul.}$ in kN/m <sup>2</sup>	
300	200	450	320

**Tabelle 4:** Maximal zulässige Sohlspannung zur Vordimensionierung von Einzel- und Streifenfundamenten (Setzungen  $s \leq 2$  cm)

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

Sollte das Baufeld mit neuen Auffüllungen aufgebaut werden, so ist eine Gründung über eine elastisch gebettete Bodenplatte zu empfehlen (siehe Kapitel 11.3).

### 11.3 Elastisch gebettete Bodenplatte

Für die Angabe eines Bettungsmoduls zur Vordimensionierung einer elastisch gebetteten Bodenplatte sind konkrete Angaben zu geplanten Gebäuden, zu den Auffüllungsmaterialien und zu den auf dem unmittelbaren Baufeld bestehenden Untergrundverhältnissen erforderlich. Daher können diese Angaben nur objektbezogen ermittelt werden. Die nachfolgenden Angaben sind beispielhaft zur überschlägigen Abschätzung der Größenordnung anzusetzender Bettungsmoduln.

Für die Setzungsberechnung der Ermittlung des Bettungsmoduls im Verwitterungslehm wurde unter der Bodenplatte ein mindestens 30 cm starkes Tragschichtpolster angenommen. Bei Ansatz einer gleichmäßigen Flächenlast von  $q = 60$  kN/m<sup>2</sup> auf einer Grundfläche von 10 x 10 m ergeben sich im Bereich von SG 1 rechnerische Setzungen von ca.  $s = 0,8$  cm und damit ein Bettungsmodul von  $k = 7,5$  MN/m<sup>3</sup>. Im Bereich von SG 4 liegen bei den gleichen Ansätzen die rechnerischen Setzungen bei ca. 0,6 cm und damit der Bettungsmodul bei ca.  $k = 10$  MN/m<sup>3</sup>.

Bei einer neuen Auffüllung (Mindestanforderung Steifemodul 45 MN/m<sup>2</sup>) von 1,0 m auf der derzeitigen Geländeoberkante bleibt der Bettungsmodul im Bereich von SG 1 bei ca.  $k = 7,5$  MN/m<sup>3</sup>, im Bereich von SG 4 vermindert sich der Bettungsmodul auf ca.  $k = 8,5$  MN/m<sup>3</sup>.

### 11.4 Tragschichtaufbau unter der Bodenplatte

Das Erdplanum der Gebäude wird entweder innerhalb des Verwitterungslehms bzw. des verwitterten Lettenkeupers zu liegen kommen. Auf OK Erdplanum ist ohne Zusatzmaßnahmen ein  $E_{v2}$ -Wert  $< 20 - 30$  MN/m<sup>2</sup> zu erwarten. Je nach Anforderungen an die Tragfähigkeit auf OK Tragschicht sind ergänzende Maßnahmen zur Erhöhung der Tragfähigkeit unter dem Erdplanum vorzusehen (vgl. Kapitel 13.1).



- Seite 15 - zum Gutachten Nr. 2184926  
BV Wohnpark Schwäbisch Toskana, Starzach  
– Erschließungsgutachten mit orientierenden Angaben  
zur Gründung –



Details zum Tragschichtaufbau unter Bodenplatten und den gegebenenfalls erforderlichen Zusatzmaßnahmen sind objektbezogen und in Absprache mit dem Tragwerksplaner festzulegen.

## **12 Abdichtung/Schutz von Gebäuden vor Durchfeuchtung**

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

Ohne Sicherungsdränagen sind erdberührende Bauteile gegen aufstauendes Sickerwasser nach DIN 18 533 (W2.1-E bis 3 m Einbindung des Gebäudes in den Untergrund, W2.2-E bei  $> 3$  m Einbindung des Gebäudes in den Untergrund) oder durch Verwendung von wasserundurchlässigem Beton (Wu-Beton nach Betonrichtlinien) abzudichten.

Beim Einbau von Sicherungsdränagen sind erdeinbindende Bauteile oberhalb der Dränage gegen nichtstauendes Sickerwasser entsprechend DIN 18 533 (WE1.2-E mit Dränung) abzudichten.

Der Einbau von Dränagen und der Anschluss an eine freie Vorflut sind genehmigungspflichtig. Die Genehmigungsfähigkeit und die damit verbundenen Auflagen sind im Zuge der Planung mit den entsprechenden Behörden abzustimmen.

## **13 Ergänzende Angaben zur Bauausführung**

### **13.1 Aushub, Wiederverwertung von Aushubmassen, Aushubsohle/Erdplanum**

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

Die bindigen Böden sind nur bei optimalem Wassergehalt verdichtbar bzw. für einen verdichteten Einbau geeignet. Zur Verbesserung der Einbaueigenschaften empfehlen wir die Zugabe von Bindemitteln (z. B. Mischbinder Dorosol C 50). Bei einer Bodenverbesserung ist für eine erste Dimensionierung von einer Bindemittelzugabe (Mischbindemittel) 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. Der Einsatz von Kalk-Zementmischbinder ist im Vorfeld mit der Behörde abzustimmen. Neue Auffüllungen für das Aufbauen der Geländeoberkante sind lagenweise verdichtet einzubauen und die Tragfähigkeit ist durch Lastplattendruckversuche zu kontrollieren.

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.

Zur Schaffung eines tragfähigen Erdplanums kann sowohl eine Bodenverbesserung durch Bindemittelzugabe oder ein Bodenaustausch mit gut verdichtbaren, kornabgestuften Mineral-  
korn gemischen (z. B. Schotter 0/45) ausgeführt werden.



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

Grundsätzlich ist zum Grundwasserschutz des Oberen Muschelkalks bei der Bauausführung darauf zu achten, keine wassergefährdeten Stoffe oder ähnliches zu verwenden und erhöhte Vorsicht bei der Bauausführung walten zu lassen.

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.

### 13.2 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.

### 13.3 Baugrubenböschungen

Bei den anstehenden bindigen, mindestens steifen Böden können Baugruben bis 5 m Tiefe und bei Berücksichtigung einer mindestens 1 m breiten, lastfreien Böschungskrone mit einem Böschungswinkel  $\leq 60^\circ$  frei geböscht werden.

Bei abweichenden Böschungswinkeln 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 Böschungflächen 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.



- Seite 17 - zum Gutachten Nr. 2184926  
BV Wohnpark Schwäbisch Toskana, Starzach  
– Erschließungsgutachten mit orientierenden Angaben  
zur Gründung –



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.

Aufgrund der Lage in der Wasserschutzzone und den häufig geringmächtigen, vorhandenen Decksichten (< 2 m) über dem Muschelkalk empfehlen wir eine möglichst frühzeitige Abstimmung mit der Behörde hinsichtlich der Genehmigungsfähigkeit und möglicher Auflagen (z. B. Forderung von Geländeauffüllungen etc.).

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

Projektbearbeiter

  
Alexandra Roth  
M.Sc. Angewandte Geowissenschaften

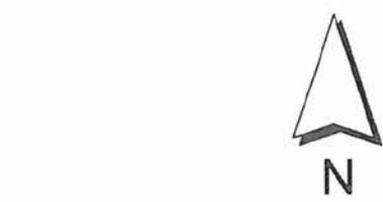
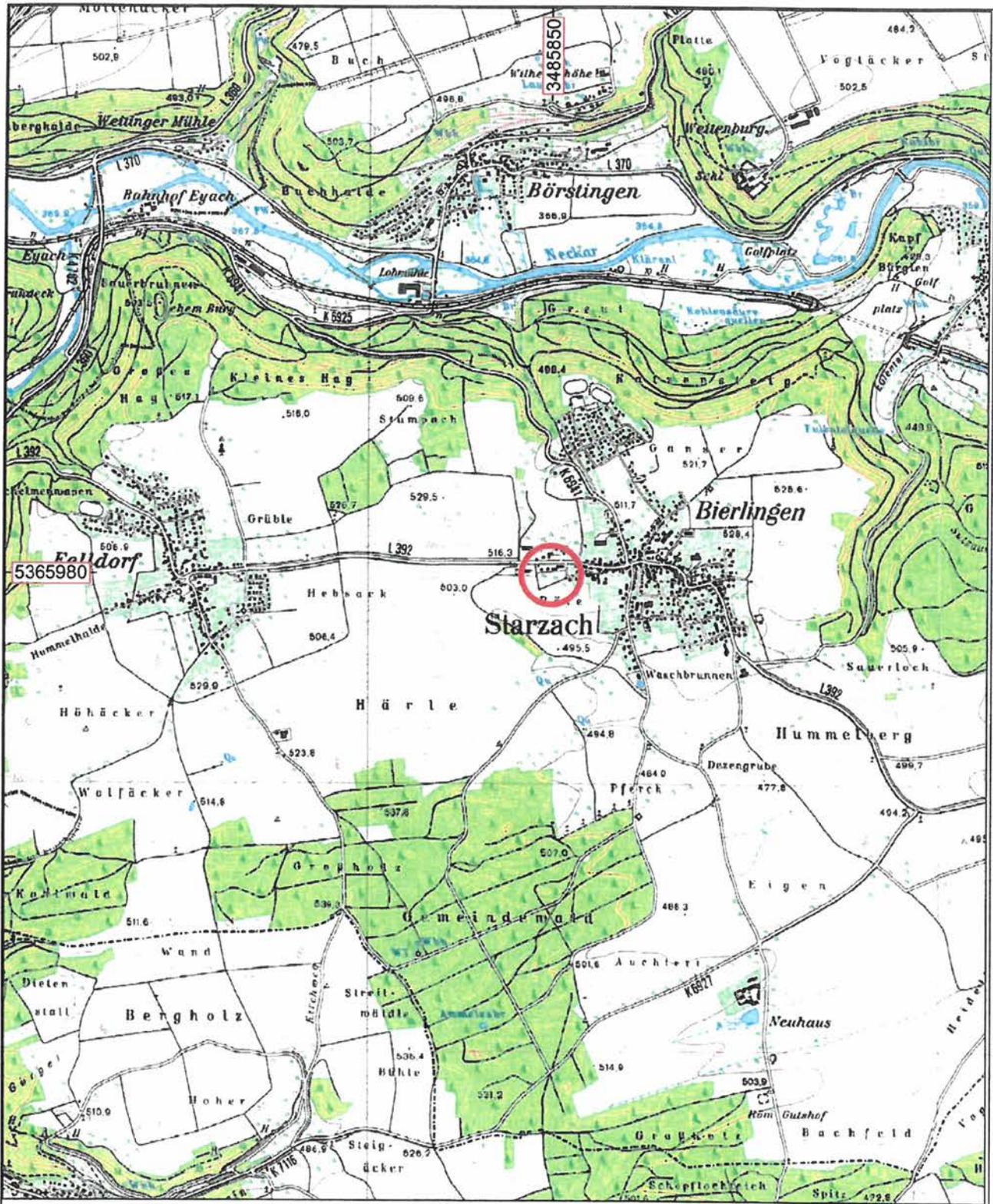
Projektleiter/geprüft

  
Sonja Müller  
Dipl.-Ingenieurin (FH)

## **ANLAGE 1**

### Lagepläne

- 1.1 Übersichtslageplan, Maßstab 1 : 25.000
- 1.2 Lageplan der Schürfgruben, Maßstab 1 : 500



 Lage des Standorts

Projekt: BV Wohnpark Schwäbisch Toskana, Starzach - Baugrunderkundung -		Anfrage: 1.1
		Maßstab: 1:25000
		Projekt-Nr.: 2184926
Darstellung: Übersichtslegeplan		Name: Datum:
		Bearbeiter: sm 14.11.18
		gezeichnet: mz 14.11.18
		geprüft:
		DIN- / Plan- größe m²: A4
Bauherr / Auftraggeber: Peter Würth Projektentwicklung Christophstraße 18 72072 Tübingen		Planverfasser: HPC AG Schütte 12-16, 72108 Rottenburg Tel. 07472/158-0, Fax. 07472/158-111



## **ANLAGE 2**

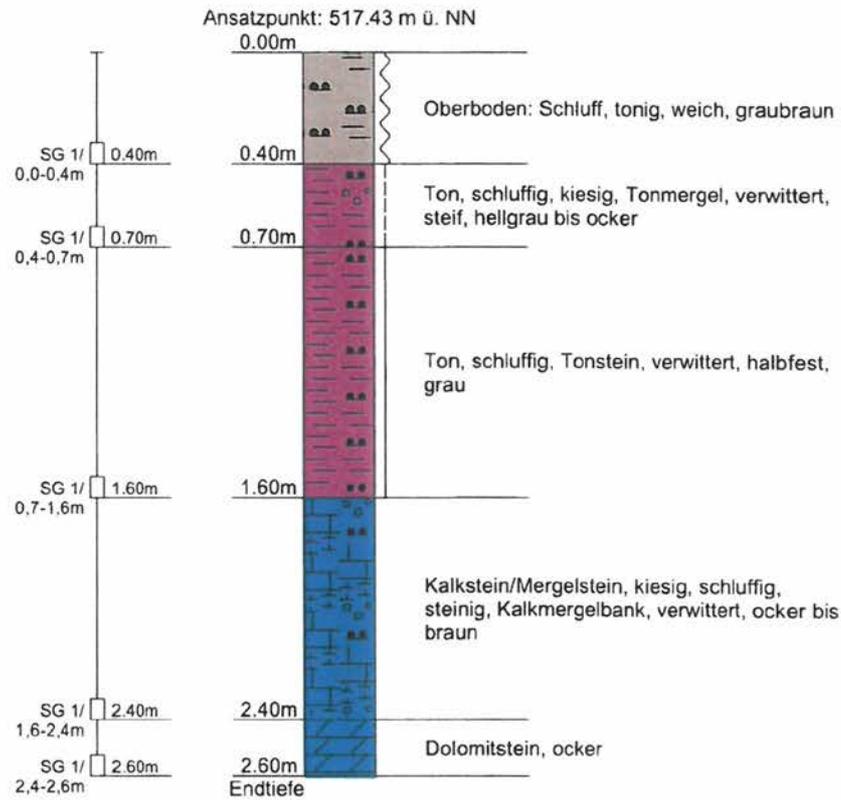
### **Baugrundaufschlüsse**

- 2.1 Schichtprofile SG 1 - SG 4
- 2.2 Profilschnitt 1 - 1, Maßstab 1 : 400/1 : 100

Gutachten Nr.:	2184926	Anlage:	2.1, Seite 1
Projektname:	BV Wohnpark Schwäbisch Toskana, Starzach		
Rechtswert:		Hochwert:	
GOK m ü. NN:	517,43	POK m ü. NN:	
Maßstab:	1: 25	ausgeführt am:	12.12.2018/oz
BOHRPROFIL		Dateiname:	HPC_2184926_An1_2-1.d



## SG 1



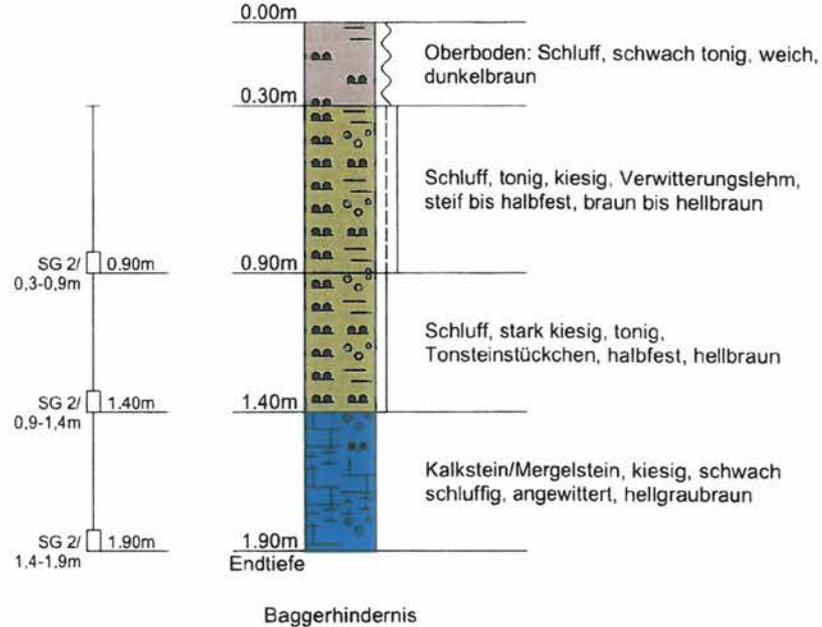
felsartiges Baggerhindernis

Gutachten Nr.:	2184926	Anlage:	2.1, Seite 2
Projektname:	BV Wohnpark Schwäbisch Toskana, Starzach		
Rechtswert:		Hochwert:	
GOK m ü. NN:	514,78	POK m ü. NN:	
Maßstab:	1: 25	ausgeführt am:	12.12.2018/oz
BOHRPROFIL		Dateiname:	HPC_2184926_An1_2-1.d



## SG 2

Ansatzpunkt: 514.78 m ü. NN

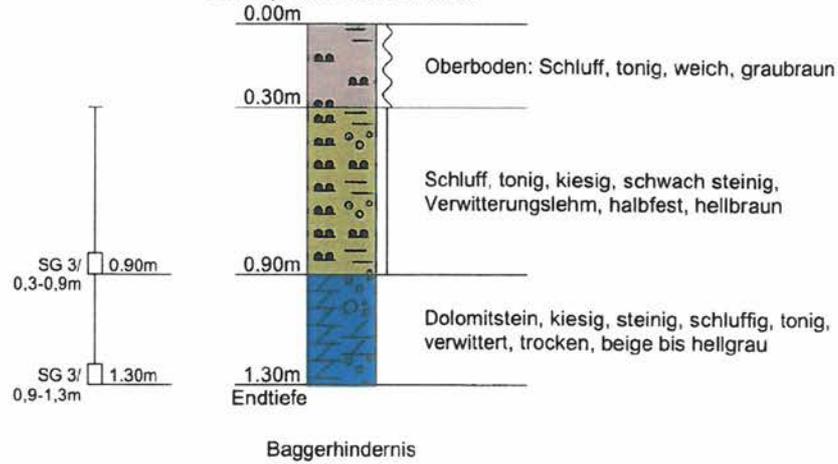


Gutachten Nr.:	2184926	Anlage:	2.1, Seite 3
Projektname:	BV Wohnpark Schwäbisch Toskana, Starzach		
Rechtswert:	Hochwert:		
GOK m ü. NN:	516,14	POK m ü. NN:	
Maßstab:	1: 25	ausgeführt am:	12.12.2018/oz
BOHRPROFIL	Dateiname: HPC_2184926_An1_2-1.d		



### SG 3

Ansatzpunkt: 516.14 m ü. NN

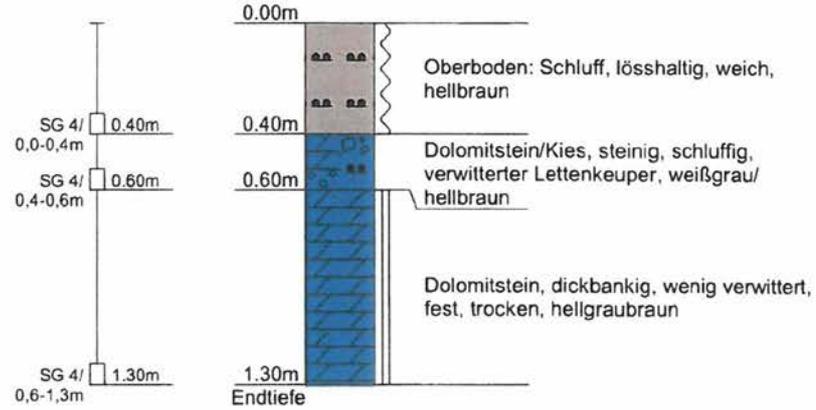


Gutachten Nr.:	2184926	Anlage:	2.1, Seite 4
Projektname:	BV Wohnpark Schwäbisch Toskana, Starzach		
Rechtswert:		Hochwert:	
GOK m ü. NN:	513,80	POK m ü. NN:	
Maßstab:	1: 25	ausgeführt am:	12.12.2018/oz
BOHRPROFIL		Dateiname:	HPC_2184926_An1_2-1.d

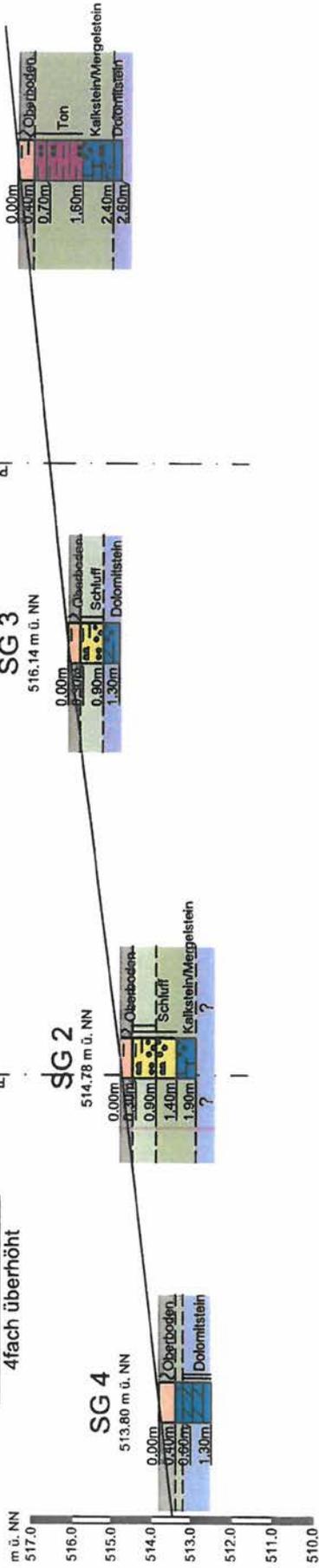


## SG 4

Ansatzpunkt: 513.80 m ü. NN



# Profilschnitt 1 - 1 4fach überhöht



- Oberboden
- Verwitterungslehm
- Lettenkeuper, verwittert
- Oberer Muschelkalk



Projekt: BV Wohnpark Schwäbisch Toskana, Starzach		Anlage: 2.2
- Baugrunderkundung -		Maßstab: 1:500/1:150
Dienstleistung: Profilschnitt 1 - 1		Projekt-Nr.: 2184926
Bauherr/Auftraggeber: Peter Würth Projektentwicklung Christophstraße 18 72072 Tübingen		Nr. Datum
Planverfasser: HPC AG		sm 18.12.18
HPC AG Schütte 12-16, 72108 Rottenburg Tel. 07472/158-0, Fax. 07472/158-111		mz 29.01.19
HPC DAS INGENIEURUNTERNEHMEN		geprüft:
HPC-Logo		DIN / Plangröße m²: A3
Planzeichnungsnummer: H:\Projekt\HPC\161184926\CAD\HPC_2184926_A4_1-2.dwg		

## **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 Punktlastversuch an Gesteinsproben
- 3.5 Kennwerte nach VOB



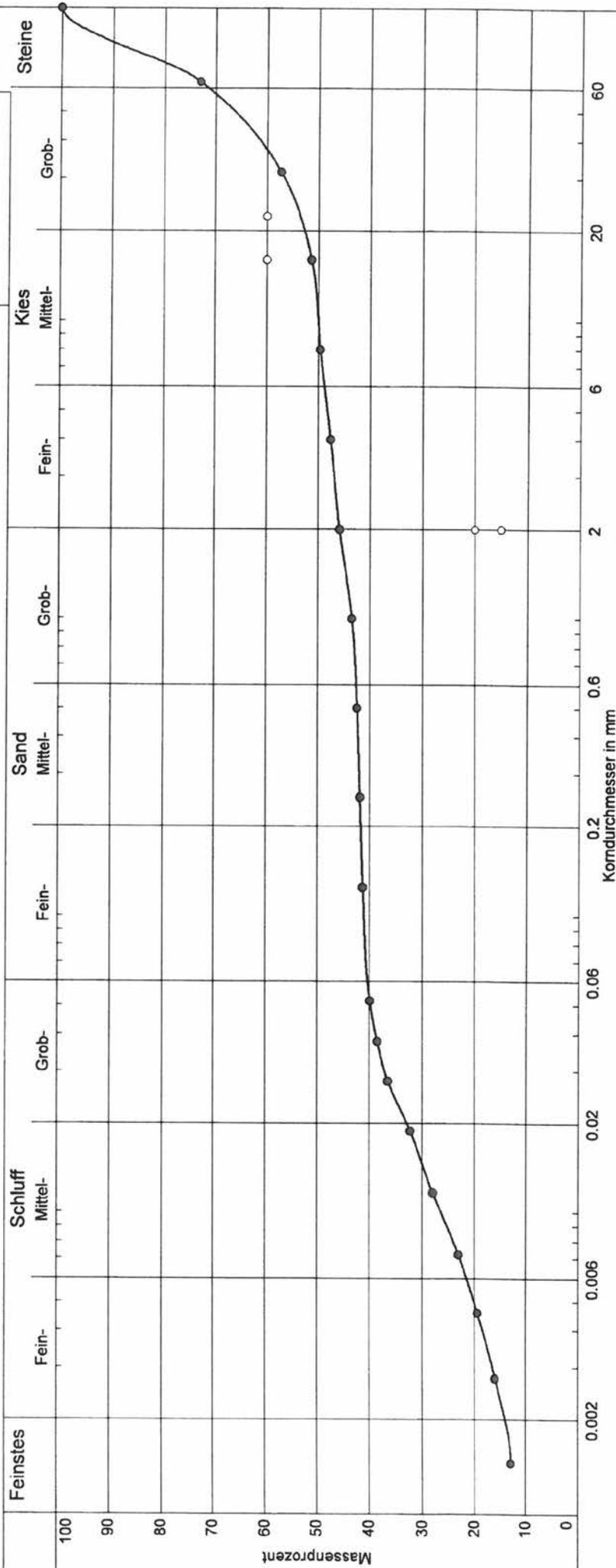
Gutachten-Nr.: 2184926

Anlage: 3.2

Projekt: BV Wohnpark Schwäbisch Toskana, Starzach

KORNVERTEILUNG Datum Probenahme: 12.12.2018

DIN 18 123-5/-6/-7 Dateiname: HPC\_2184926\_Anl\_3-2.dcs

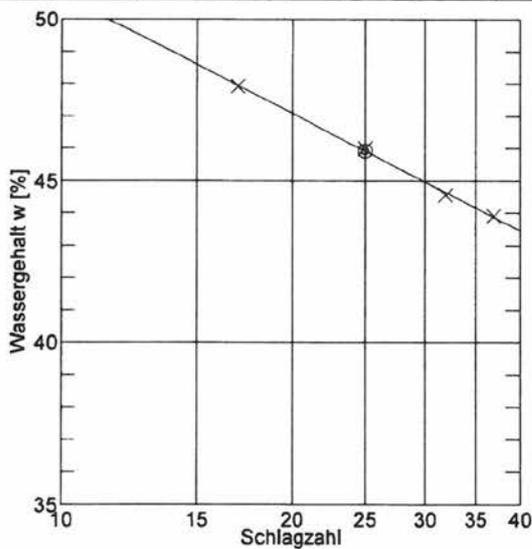


Labornummer	—●— SG4/0.4-0.6
Bodenart	U <sub>x,gg,s'</sub>
Bodengruppe	U
Anteil < 0.063 mm	40.5 %
Kornfrakt. T/U/S/G	14.0/26.5/5.4/27.1/27.0 %
Wassergehalt	9.8 %
Frostempfindlichkeitsklasse	F3
Ungleichförmigkeitsgrad U	-

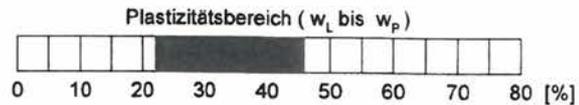
Gutachten-Nr.: 2184926	Anlage: 3.3, Seite 1
Projekt: BV Wohnpark Schwäbisch Toskana, Starzach	
Bodenart: Lettenkeuper, verw.	Entnahme am: 12.12.2018
Entnahmestelle: SG1/0,7-1,6	Tiefe: 0,7 - 1,6 m
Art d. Entnahme: gP	ausgeführt durch: HPC-Rottenburg/uhe
ZUSTANDSGRENZEN DIN 18 122	Dateiname: HPC_2184926_An1_3-3.dck



	Fließgrenze				Ausrollgrenze			
	53	55	94	98	56	57	88	
Behälter-Nr.	53	55	94	98	56	57	88	
Zahl der Schläge	37	32	25	17				
Feuchte Probe + Behälter	$m_t + m_B$ [g]	37.38	37.28	37.59	37.81	24.48	22.15	25.04
Trockene Probe + Behälter	$m_t + m_B$ [g]	30.20	30.20	30.18	29.97	22.54	20.67	23.05
Behälter	$m_B$ [g]	13.85	14.31	14.07	13.61	13.81	13.91	14.03
Wasser	$m_t - m_t = m_w$ [g]	7.18	7.08	7.41	7.84	1.94	1.48	1.99
Trockene Probe	$m_t$ [g]	16.35	15.89	16.11	16.36	8.73	6.76	9.02
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$	[%]	43.9	44.6	46.0	47.9	22.2	21.9	22.1



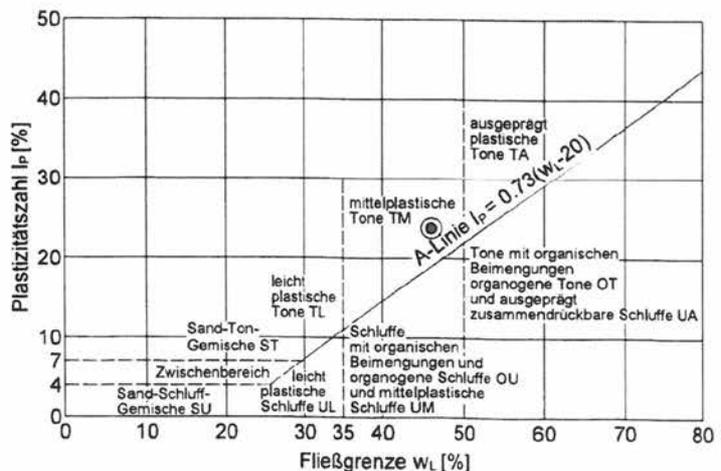
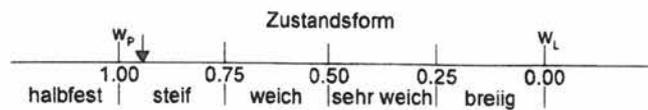
Überkomanteil  $\bar{u} = 1.0 \%$   
 Wassergeh. Überkorn  $w_0 = 4.0 \%$   
 Wassergehalt  $w_N = 23.2 \%$ ,  $w_{N0} = 23.4 \%$   
 Fließgrenze  $w_L = 45.9 \%$   
 Ausrollgrenze  $w_p = 22.1 \%$



Plastizitätszahl  $I_p = w_L - w_p = 23.8 \%$

Liquiditätsindex  $I_L = \frac{w_{N0} - w_p}{I_p} = 0.055$

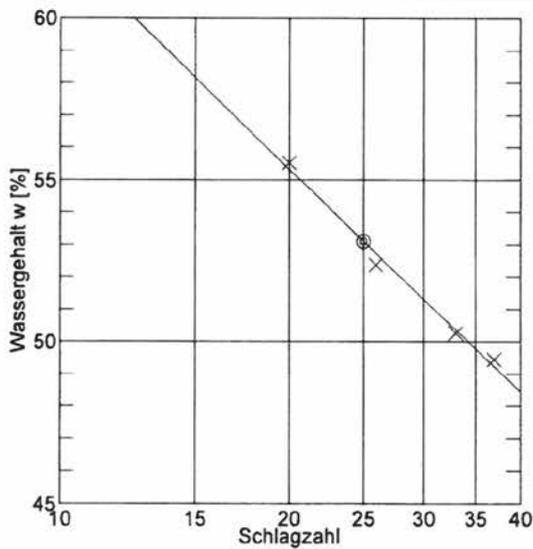
Konsistenzzahl  $I_c = \frac{w_L - w_{N0}}{I_p} = 0.945$



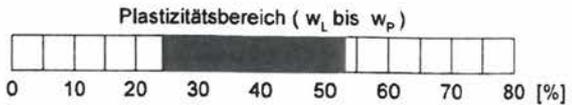
Gutachten-Nr.: 2184926	Anlage: 3.3, Seite 2
Projekt: BV Wohnpark Schwäbisch Toskana, Starzach	
Bodenart: Verwitterungslehm	Entnahme am: 12.12.2018
Entnahmestelle: SG2/0,3-0,9	Tiefe: 0,3 - 0,9 m
Art d. Entnahme: gP	ausgeführt durch: HPC-Rottenburg/uhe
ZUSTANDSGRENZEN DIN 18 122	Dateiname: HPC_2184926_An1_3-3.dck



Behälter-Nr.	Fließgrenze				Ausrollgrenze			
	6	29	89	91	8	E	67	
Zahl der Schläge	37	33	26	20				
Feuchte Probe + Behälter $m_i + m_B$ [g]	39.67	37.26	35.38	38.51	25.22	26.82	26.52	
Trockene Probe + Behälter $m_i + m_B$ [g]	31.17	29.52	28.06	29.67	23.02	24.41	23.99	
Behälter $m_B$ [g]	13.98	14.12	14.08	13.75	14.01	14.32	13.66	
Wasser $m_i - m_i = m_w$ [g]	8.50	7.74	7.32	8.84	2.20	2.41	2.53	
Trockene Probe $m_i$ [g]	17.19	15.40	13.98	15.92	9.01	10.09	10.33	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_i} = w$ [%]	49.4	50.3	52.4	55.5	24.4	23.9	24.5	24.3



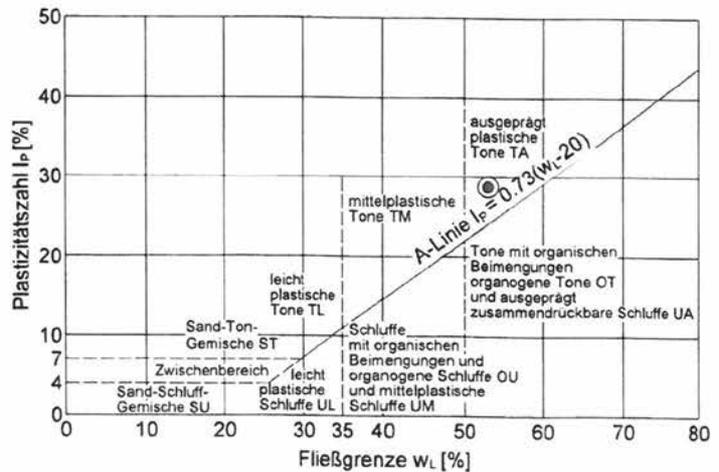
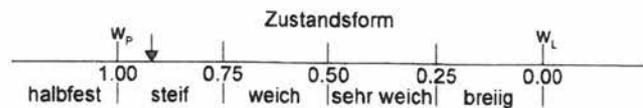
Überkomanteil  $\bar{u} = 33.2\%$   
 Wassergeh. Überkorn  $w_u = 4.0\%$   
 Wassergehalt  $w_N = 19.1\%$ ,  $w_{Nu} = 26.6\%$   
 Fließgrenze  $w_L = 53.1\%$   
 Ausrollgrenze  $w_p = 24.3\%$



Plastizitätszahl  $I_p = w_L - w_p = 28.8\%$

Liquiditätsindex  $I_L = \frac{w_{Nu} - w_p}{I_p} = 0.080$

Konsistenzzahl  $I_c = \frac{w_L - w_{Nu}}{I_p} = 0.920$





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



Projekt: 2184926 - BV Wohnpark Schwäbisch Toskana, Starzach

Anlage: 3.5

Homogenschicht		S1	S2	S3
ortsübliche Bezeichnung		Verwitterungslehm	Lettenkeuper verwittert	Oberer Muschelkalk
Bodengruppe nach DIN 18196		TM, TA	TM, GU*	Dst, Kst/Fels
Körnungszahl T/U/S/G (auf 10 M-% gerundet)				
obere Grenze		20/60/10/10	20/60/10/10	--
untere Grenze		0/40/20/20/20	0/20/20/20/40	--
Ton (< 0,002 mm)	T	0 - 20	0 - 20	--
Schluff (0,002 – 0,06 mm)	U	20 - 80	0 - 80	--
Sand (0,06 – 2,0 mm)	S	0 - 50	0 - 70	--
Kies (2,0 – 63 mm)	G	0 - 40	0 - 60	--
Steine (63 – 200 mm)	X M-[%]	0 - 20	0 - 40	> 10
Blöcke (200 – 630 mm)	Y M-[%]	--	--	> 10
große Blöcke (> 630 mm)	M-[%]	--	--	--
mineralogische Zusammensetzung von Steinen und Blöcken		Dolomit, Calcit, Quarz, Tonminerale	Dolomit, Calcit, Quarz, Tonminerale	Dolomit, Calcit, Quarz, Tonminerale
Dichte	$\rho$ [t/m <sup>3</sup> ]	1,8 - 2,0	1,8 - 2,1	2,6 - 2,7
Kohäsion	$c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	5 - 10	2 - 7	> 20
undränierte Scherfestigkeit	$c_u$ [kN/m <sup>2</sup> ]	50 - 150	50 - 150	--
Wassergehalt	w [%]	15 - 25	10 - 30	--
Konsistenz		steif - halbfest	steif - fest	--
Konsistenzzahl	$I_c$ [-]	0,75 - 1,25	0,75 - >1,25	--
Plastizität		mittel bis ausgeprägt	leicht bis mittel	--
Plastizitätszahl	$I_p$ [-]	15 - 30	15 - 40	--
Durchlässigkeitsbeiwert	k [m/s]	<10 <sup>-6</sup>	< 10 <sup>-6</sup>	≈ 10 <sup>-3</sup>
Lagerungsdichte		--	--	--
organischer Anteil (Glühverlust)	$V_{Gi}$ [%]	< 10	< 10	< 5
Abrasivität nach Cerchar		kaum bis abrasiv	kaum bis abrasiv	schwach bis abrasiv
Benennung von Fels		--	--	Dolomitstein, Kalkstein
Verwitterung		--	--	--
Veränderungen		--	--	unbekannt
Veränderlichkeit		--	--	stark veränderlich
Druckfestigkeit	$\sigma_u$ MN/m <sup>2</sup>	--	--	ca. 20 - 200
Trennflächenrichtung		--	--	horizontal und vertikal
Trennflächenabstand		--	--	cm - dm

## **ANLAGE 4**

Versickerungsversuche SG 4

Versickerungsversuch



Projekt	Schwäb. Toskana	Brunnen	SG 4	Aquifertop	1,20 m
Projektnummer	2184926	GWM	SG 4	Aquiferbasis	1,57 m
Datum	Beginn 12.12.2018 10:06 Uhr	Auswertung nach Grundbau-Taschenbuch Teil 2, Kap. 2.9, Tab. 10			
RWSP	1,30 m			$T_{0s}$	279,9 s
Pumprate	$Q = 0,0005 \text{ m}^3/\text{s}$				
Radius	$r_0 = 0,54 \text{ m}$		open End, gespannt	$k = 1,5E-03 \text{ m/s}$	

