

**VIA OUTLETS ZWEIBRÜCKEN B.V:**  
**c/o Via Outlet Germany Management Services GmbH**  
**Londoner Bogen 10 – 90**  
**66482 Zweibrücken**

INGENIEURBÜRO  
ROTH & PARTNER



**Erweiterung Zweibrücken Fashion Outlet**  
**Londoner Bogen 10 – 90, 66482 Zweibrücken**

**Baugrunderkundung und Gründungsberatung**

## Inhaltsverzeichnis

## Seite

|    |   |    |
|----|---|----|
| 1  | Veranlassung .....  | 4  |
| 2  | Unterlagen .....  | 4  |
| 3  | Beschreibung der Baumaßnahme .....                                | 4  |
|    | 3.1 Aktuelle Situation .....                                      | 4  |
|    | 3.2 Geplante Baumaßnahmen .....                                   | 6  |
| 4  | Geologie .....  | 7  |
| 5  | Untersuchungen .....  | 7  |
| 6  | Baugrund .....  | 8  |
|    | 6.1 Baugrundbeschreibung .....                                    | 8  |
|    | 6.2 Klassifizierung und bodenmechanische Kenngrößen .....         | 11 |
|    | 6.3 Beurteilung der Versickerungsfähigkeit des Untergrundes ..... | 13 |
| 7  | Grundwasser .....   | 14 |
| 8  | Geotechnische Empfehlungen zur Gebäudegründung .....              | 15 |
|    | 8.1 Allgemeines .....   | 15 |
|    | 8.2 Gründung über Fundamente .....                                | 16 |
|    | 8.3 Gründung über elastisch gebettete Bodenplatten .....          | 17 |
| 9  | Geotechnische Empfehlungen zum Verkehrsflächenbau .....           | 18 |
|    | 9.1 Oberbau .....   | 18 |
|    | 9.2 Unterbau, Planum .....  | 19 |
|    | 9.3 Entwässerung des ungebundenen Oberbaus .....                  | 21 |
| 10 | Hinweise zur Bauausführung .....                                  | 21 |
|    | 10.1 Erdbau .....   | 21 |
|    | 10.1.1 Oberboden .....  | 21 |
|    | 10.1.2 Anstehende Böden .....                                     | 22 |
|    | 10.1.3 Liefermaterialien .....                                    | 23 |
|    | 10.1.4 Allgemeines .....  | 23 |
|    | 10.2 Bauzeitliche Böschungen .....                                | 23 |
|    | 10.3 Sicherung der Nachbar-/Bestandsbebauung .....                | 25 |
|    | 10.4 Kampfmittel .....  | 26 |
|    | 10.5 Bauwerksabdichtung/Wasserhaltung .....                       | 26 |
|    | 10.6 Sonstige Hinweise .....                                      | 27 |

## **Anlagen**

- Anlage 1 Auszug aus der topografischen Karte
- Anlage 2 Auszug aus der geologischen Karte
- Anlage 3 Lagepläne mit Eintrag der Erkundungspunkte
  - 3.1 Luftbild mit Eintrag der Erkundungspunkte
  - 3.2 Planung mit Eintrag der Erkundungspunkte
- Anlage 4 Erkundungsergebnisse
  - 4.1 Zeichnerische Darstellung der Profile der Rammkernsondierungen und Baggerschürfe
  - 4.2 Ergebnisse der Kampfmittelfreimessungen der Erkundungspunkte
- Anlage 5 Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen
  - 5.1 Korngrößenverteilungen nach DIN EN ISO 17892-4
  - 5.2 Fließ- und Ausrollgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12
- Anlage 6 Geotechnische Vordimensionierungen zur Bauwerksgründung

## **1 Veranlassung**

Die Via Outlets Zweibrücken B.V., c/o Via Outlet Germany Management Services GmbH, planen die Erweiterung des Zweibrücken Fashion Outlets (ZFO).

Mit e-mail vom 10.10.2022 wurden wir über den Planer, Herrn Peter Schweitzer, pbm südwest gmbh, Pirmasens, mit der Baugrunderkundung und Gründungsberatung im Rahmen des B-Plan-verfahrens beauftragt. Grundlage der Beauftragung ist unser Angebot Nr. 22P 137 vom 23.03.2022.

Inhalt der gutachterlichen Stellungnahme ist die Darstellung und Auswertung der Baugrunderkundung sowie Empfehlungen zur Gründung der geplanten Bauwerke und Verkehrsflächen sowie die Beurteilung der Versickerungsfähigkeit des Untergrundes.

## **2 Unterlagen**

Zum Zeitpunkt der Berichtserstellung lagen uns folgende Unterlagen vor:

- [1] Draft\_parking place\_V\_building phase, M1:1.000, 16.07.2020, per e-mail am 24.02.2022 von Herrn Peter Schweitzer, pbm südwest gmbh, Pirmasens, als pdf-Datei
- [2] Zweibrücken Fashion Outlet, Bestandsplanung, Leitungsplan, M1:1.000, 08.02.2022, per e-mail am 24.02.2022 von Herrn Peter Schweitzer, pbm südwest gmbh, Pirmasens, als pdf-Datei
- [3] Lageskizze mit Angabe von „Reptilien-Tabuzonen“, per e-mail am 08.03.2022 von Frau Anette Weigel, L.A.U.B. – Ingenieurgesellschaft mbH, Kaiserslautern, als pdf-Datei

## **3 Beschreibung der Baumaßnahme**

### **3.1 Aktuelle Situation**

Das ZFO liegt auf der Truppacher Höhe, südöstlich der Stadt Zweibrücken und südlich der A8.

Das aktuelle Outlet hat eine Fläche von etwa 150.000 m<sup>2</sup>, wovon etwa 50.000 m<sup>2</sup> mit Gebäuden und Passagen überbaut sind und die restlichen etwa 100.000 m<sup>2</sup> als Verkehrsflächen in Form von Stellplätzen und Fahrgassen vorliegen.

Das Outlet grenzt im Norden an die L480 und im Westen an die Europa-Allee an. Im Osten wird das Outlet durch die Barriestraße und weitere Gewerbeflächen begrenzt.

Südlich des Outlets liegen die geplanten Erweiterungsflächen aktuell überwiegend als Brachflächen mit starkem Baum- und Buschbewuchs. Zudem sind ein ehemaliger Sportplatz sowie geschotterte Parkflächen vorhanden.

Das Erweiterungsgelände verläuft im Bereich der geschotterten Flächen in etwa niveaugleich zum jetzigen Outlet-Bereich.



**Bilder 1 und 2: Nördliche Grenze der geplanten Erweiterungsfläche (bestehende Straße NO-Bereich und geschotterte Fläche NW-Bereich)**

Am nördlichen Rand des Sportplatzes fällt das Niveau dann etwa um etwa 2,0 m ab – der Sportplatz liegt dann wiederum relativ eben vor.



**Bilder 3 und 4: Ehemaliger Sportplatz (südlicher und nördlicher Rand)**

Der Geländeverlauf im stark bewachsenen Bereich war nicht ermittelbar, allerdings gehen wir davon aus, dass auch dieser Bereich bis zu „einer Line in Verlängerung der südlichen Sportplatzrandes“ ebenfalls auf etwa dem Niveau des Sportplatzes verläuft.



**Bilder 5 und 6: Bewachsener Bereich SW-Bereich und östlicher Bereich**

Südlich davon fällt das Gelände bis zum Grenzzaun dann nochmals um etwa 3 – 4 m ab.



**Bilder 7 und 8: Bereich südlich (außerhalb) des Grenzzauns (Zaun verläuft unmittelbar nach Beginn des Baumbewuchs)**

Die Geländeoberkante (GOK) liegt (ermittelt anhand der Ansatzhöhen der Erkundungspunkte) entlang der nördlichen Grenze der Erweiterungsfläche auf etwa 341,7 – 342,4 mNHN, im mittleren Bereich (bis zu „einer Line in Verlängerung der südlichen Sportplatzrandes“) auf etwa 339,50 – 340,4 mNHN und entlang des südlichen Bereichs des Grenzzaunes auf etwa 336,0 – 337,2 mNHN.

### 3.2 Geplante Baumaßnahmen

Nach [1] sind folgende Baumaßnahmen geplant: 48 Läden, 935 P

- Errichtung von 48 Ladengeschäften. Die Bebauung schließt unmittelbar an die südliche Grenze des bestehenden Outlets an. Die Bebauung hat – inkl. Passagen – Abmessungen von etwa 225 – 270 m in O-W-Richtung und etwa 60 m in N-S-Richtung.

Unterlagen zu den geplanten Bauwerken liegen nicht vor. Wir gehen davon aus, dass diese analog zu den bestehenden Gebäuden erstellt werden.

- Neubau von etwa 935 Pkw-Stellplätzen, inkl. Fahrgassen. Diese werden südlich der neuen Ladengeschäfte errichtet und haben eine Flächen von etwa 26.000 m<sup>2</sup>.

Angaben zur Ausführung liegen uns nicht vor. Wir gehen auch hier von einer gleichen Bauweise wie bisher aus, d. h. gepflasterte Stellplätze und asphaltierte Fahrgassen.

- Weiterhin sind noch etwa 6.000 m<sup>2</sup> Grünflächen geplant.

Die Baumaßnahmen sind in die Geotechnische Kategorie GK 1 nach EC 7<sup>1</sup> einzustufen.

<sup>1</sup> Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln; Deutsche Fassung EN 1997-1:2004 + AC:2009 + A1:2013, Ausgabe 2014-03

## **4 Geologie**

Zweibrücken liegt innerhalb der Pfälzer Mulde, einer Synklinale, die durch tektonische Aktivität im Saar-Nahe-Becken an der Grenze Unter-/Oberrotliegend entstand. Diese Senke stellte ab dem Buntsandstein einen Sedimentationsraum dar, der bis in den Jura existierte. Die älteste Nachweise der Sedimentationsgeschichte sind im Pirmasenser/Zweibrücker Raum allerdings nur durch den Muschelsandstein und den Wellenkalk gegeben.

Die Baumaßnahme befindet sich am Südhang einer Kuppe, geomorphologisch im Übergangsbereich des Muschelsandsteins (mu1 in Anlage 2) im Süden und des Wellenkalkes (mu2) im Norden. Beim Muschelsandstein handelt es sich um graue bis gelbe, teilweise kalkhaltige Sand-, Schluff- und Tonsteine. Überlagert wird dieser von Kalkgesteinen mit typisch wellig-runzeligen Schichtflächen, morphologisch weithin als Wellenkalk bezeichnet. Dabei handelt es sich um blaugraue Tonsteine und graue Dolomite sowie untergeordnet Mergel.

Lokal sind graubraune, feinsandige und verlehnte Lössse bzw. Schluffe (qp Lö) vorhanden.

Im Rahmen der Erkundung wurden lediglich die anstehenden Lockergesteine bzw. Deckschichten und der Verwitterungshorizont des Festgesteins angetroffen. Das Festgestein wurde verfahrensbedingt nicht erbohrt und in den Baggerschürfen nur „angekratzt“.

## **5 Untersuchungen**

Aufgrund unserer Erfahrungen im Umfeld mit einem relativ hoch anstehenden Festgesteinshorizont war die Erkundung überwiegend mit Baggerschürfen (BS) und nur lokal in beengten Bereichen mit Rammkernsondierungen (RKS) geplant.

Bei der Anordnung der Erkundungspunkte mussten sowohl die Vorgaben nach [3], wie auch die aktuelle Vegetation berücksichtigt werden. So waren „Tabuzonen“ für Reptilien ausgewiesen, innerhalb derer lediglich RKS und diese auch nur auf dem unbefestigten Grasweg ausgeführt werden durften. Weiterhin durfte die Vegetation nicht gerodet werden, so dass in den stark bewachsenen Bereichen kein Zugang möglich war.

Da die projektierte Fläche am südlichen Rand zudem mit einem durchgängigen Zaun unterhalb einer Böschung umschlossen war, wurden die südlichsten Erkundungspunkte unmittelbar außerhalb des Zaunes angesetzt.

Zur Erkundung des Baugrundes waren folgende Felduntersuchungen geplant:

### Bereich der Gebäude:

- 6 RKS (RKS 1 – 6) bis 6,0 m u. GOK,
- 3 BS (BS 8, 9 und 11) bis etwa 4,0 m u. GOK zur Verdichtung des Erkundungsrasters.

### Bereich der Verkehrs- und Grünflächen:

- 4 BS (BS 7, 10, 12 und 13) bis etwa 4,0 m u. GOK,
- 3 BS (BS 14 – 16) bis etwa 4,0 m u. GOK auf dem südlich benachbarten Grundstück.

Sowohl bei den am 28.10.2022 durchgeführten RKS wie auch bei den am 14.11.2022 durchgeführten BS (mit einem 10 t-Bagger mit Reißzähnen am Löffel) konnte in keiner Erkundungen die geplante Endtiefe erreicht werden.

Sämtliche Erkundungen mussten vor Erreichen dieser aufgrund von Sondier- oder Baggerhindernissen in Form von Blöcken im Verwitterungshorizont oder in Form des Festgesteins abgebrochen werden.

Die in den Rammkernsondierungen aufgeschlossenen Bodenschichten wurden bodenmechanisch nach DIN 4022 und DIN EN ISO 14688 angesprochen und sind in Anlehnung an DIN 4023 in Säulenprofilen in der Anlage 4.1 dargestellt.

Da gemäß den textlichen Ausführungen zum B-Plan Kampfmittelverdacht im Untersuchungsbereich nicht ausgeschlossen werden konnte, wurden alle RKS mittels Schneckenbohrungen inkl. Freimessung im Bohrloch und alle BS mittels Georadarmessungen von der GOK auf Kampfmittel freigemessen. Es zeigten sich keine Auffälligkeiten. Die Ergebnisse der Freimessungen sind in Anlage 4.2 enthalten.

Die Aufschlüsse wurden in ihrer Lage und Höhe mittels GPS eingemessen. Die Lage der Erkundungspunkte ist in Anlage 3ff., die Ansatzhöhen sind in Anlage 4.1 enthalten. In Anlage 4.1 sind ebenfalls die GPS-Koordinaten der Ansatzpunkte enthalten.

Dem Sondiergut wurden aus jeder Schicht Bodenproben entnommen. Sämtliche Bodenproben wurden organoleptisch untersucht und in unser Labor gebracht. Typische Proben wurden hier bodenphysikalischen Untersuchungen unterzogen.

Im Einzelnen wurden folgende Untersuchungen durchgeführt:

- 5 Korngrößenverteilungen nach DIN EN ISO 17892-4 mittels kombinierter Sieb-/Schlammanalyse,
- 5 Bestimmungen der Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12.

Die Untersuchungsergebnisse sind in Anlage 5ff. dargestellt.

## **6 Baugrund**

### **6.1 Baugrundbeschreibung**

Anhand der Erkundungsergebnisse und unserer Erfahrungen im Umfeld lässt sich der Untergrund im Baufeld generalisierend wie folgt beschreiben.

Dabei wurden die Konsistenzen der bindigen Böden vor Ort allesamt mittels Knetversuch nach DIN EN ISO 14688-1 bestimmt und stichprobenhaft anhand von Laborversuchen im bodenmechanischen Labor verifiziert.

Im geplanten Erweiterungsbereich liegen unterschiedliche Oberflächenbefestigungen bzw. -beschaffenheiten vor.

Entlang der nördlichen Grenze und in der Nordwestecke mit Schotter befestigte **Parkplatzflächen** vorhanden. Hier wurden die RKS 1 und 2 sowie die BS 7 – 9 durchgeführt.

Die Dicke der Schotterschicht wurde mit minimal 0,30 m in der BS 7 in der Nordwestecke und mit maximal 1,50 m ebenfalls im Bereich der nordwestlichen Schotterfläche festgestellt. Vermutlich handelt es sich bei der größeren Mächtigkeit um die Anschüttung des ehemaligen Geländeneiveaus (vermutlich etwa Niveau des benachbarten Sportplatzes nach Norden ansteigend).

Aufgrund der durchgeführten Korngrößenverteilungen nach DIN EN ISO 17892-4 (siehe Anlage 5.1) handelt es sich bei diesen Auffüllungen überwiegend um schwach tonige, sandig-schluffige Schotter (Kies Korngröße) mit einem Feinkornanteil von etwa 30 %, einem Sandanteil von etwa 20 % und einem Schotter-(Kies-)anteil von etwa 50 %. Demnach sind die rolligen Auffüllungen in die Bodengruppe [GU\*] nach DIN 18196 einzuordnen. Auch sandigere Bereiche der Bodengruppe [SU\*/GU\*] sind lokal anzutreffen.

Ebenso sind Fremdbestandteile in Form von Ziegel-, Asphalt- und Betonbruch von überwiegend 10 M.-% in den Auffüllungen enthalten.

Im nordwestlichen Bereich werden die rolligen Auffüllungen noch von bindigen Auffüllungen der Bodengruppe [TL] unterlagert. Diese reichen bis in Tiefen von minimal 0,60 m in der BS 7 in der Nordwestecke und bis maximal 2,20 m im übrigen Bereich.

Hierbei handelt es sich um sandig-tonige, stark kiesige Schluffe in steifer Konsistenz mit Fremdbestandteilen in Form von Asphaltbruch, Betonbruch und Kalkstein-/Sandsteinbruch von überwiegend 10 M.-% bis zu lokal 30 M.-%. Auch sind vereinzelt Holz- und Wurzelreste sowie Schlackestückchen anzutreffen.

Bei BS 9 sind die Auffüllungen mit (aufgefülltem) Oberboden überdeckt.

Der Sportplatz besitzt eine Rasenspielfläche. Hier wurden die BS 10 – 13 ausgehoben.

An der Sportplatzoberfläche steht eine überwiegend 0,20 m, lokal auch nur 0,10 m, starke aufgefüllte Oberbodenschicht aus stark schluffigem, stark humosem, Sand an. Bei dem Oberboden handelt es sich um schützenswerten Oberboden nach BauGB §202. Dieser ist separat zu behandeln. Der Oberboden ist aufgrund der Ansprache vor Ort bautechnisch der Bodengruppe [SU\*/OU] nach DIN 18196 und vegetationstechnisch der Bodengruppe 4a nach DIN 18195 zuzuordnen.

Darunter folgt die Tragschicht in Form eines aufgefüllten Schotter-Splitt-Gemisches ohne nennenswerte Sandanteile. Dieses weist Stärken von überwiegend 0,20 m, lokal auch nur 0,10 m, auf und ist in die Bodengruppe [GE] einzustufen.

Im „mittleren Bereich“ bis hin zur Nordostecke des Areals wurden die RKS 3 – 6 abgeteuft. Dabei lag die RKS 3 im oberen Bereich, etwa 5 m von der Straße entfernt, die RKS 4 im Randbereich des Sportplatzes, aber dort außerhalb der eigentlichen Sportanlage. Die RKS 5 und 6 wurden in dem bestehenden, unbefestigten Grasweg angesetzt.

An der GOK steht eine Oberbodenschicht aus sandig-schluffigem Oberboden mit humosen Anteilen, Wurzeln und vereinzelt Holz- und Kohlestückchen an. Der Oberboden hat eine Dicke von etwa 0,30 – 0,40 m und ist – abgesehen von den Fahrspuren des Weges – dicht mit Gras bewachsen. Bei dem Oberboden handelt es sich auch hier um schützenswerten Oberboden nach BauGB §202. Dieser ist separat zu behandeln. Vor dem Abtrag empfehlen wir, den Grasbewuchs zu mulchen. Mittels Handversuch konnte dem Oberboden eine weiche bis steife, im Bereich der (festgefahrenen) Fahrspuren des Weges eine halbfeste Konsistenz zugeordnet werden.

Der Oberboden ist aufgrund der Ansprache vor Ort bautechnisch der Bodengruppe TL und vegetationstechnisch der Bodengruppe 5a zuzuordnen.

Auch am südlichen Rand, unmittelbar außerhalb des Areals wurden die BS 14 – 16 ausgehoben.

Auch hier steht an der GOK steht eine 0,10 – 0,20 m starke Oberbodenschicht aus sandig-schluffigem Oberboden mit humosen Anteilen und Wurzeln an. Der Oberboden hat eine weich-steife Konsistenz und ist ebenfalls dicht mit Gras bewachsen. Bei dem Oberboden handelt es sich auch hier um schützenswerten Oberbodens nach BauGB §202, welcher separat zu behandeln ist.

Der Oberboden ist aufgrund der Ansprache vor Ort auch hier bautechnisch der Bodengruppe TL und vegetationstechnisch der Bodengruppe 5a zuzuordnen.

Unter diesen Schichten folgt dann der anstehende Boden. Hier zeigt sich über das gesamte Areal eine nahezu gleiche Schichtenfolge.

Zunächst wurden **bindige Deckschichten** überwiegend in Form von Schluffen mit unterschiedlichen Anteilen an Sanden und Tonen sowie lokal auch Kiesen vor. Lediglich im Bereich des Sportplatz waren unter dem Sportplatzaufbau keine Schluffe anzutreffen.

Ansonsten liegen die Schluffe in Schichtdicken von 0,50 – 2,60 m vor und reichen bis etwa 341,0 mNHN im Nordwesten und bis auf etwa 334,5 mNHN im Süden/Südosten.

Aufgrund der durchgeführten Korngrößenverteilungen handelt es sich bei den Schluffen überwiegend um schwach feinsandige bis feinsandige, tonige bis stark tonige Schluffe mit einem Schluffanteil von etwa 60 %, einem Tonanteil von etwa 25 – 30 % und einem Sandanteil von etwa 10 – 15 %.

Zusammen mit den Bestimmungen der Fließ- und Ausrollgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12 (siehe Anlage 5.2) sind diese Böden in die Bodengruppen TM und (untergeordnet auch) TL nach DIN 18196 einzustufen, wobei bei den Böden von einem gleichen bodenmechanischen Verhalten ausgegangen werden kann. Mit Konsistenzzahlen von  $I_c = 0,95 - 1,19$  sind den Böden steife bis halbfeste Konsistenzen zuzuordnen.

Untergeordnet wurden auch tonig-sandige, kiesige bis stark kiesige Schluffe mit einem Schluffanteil von etwa 40 %, einem Tonanteil von etwa 20 %, einem Sandanteil von etwa 10 % und einem Kiesanteil von etwa 30 % ermittelt. Das Kieskorn lag dabei überwiegend in Form von Kalksteinbruchstücken vor.

Zusammen mit den Bestimmungen der Fließ- und Ausrollgrenzen sind diese Böden ebenfalls in die Bodengruppe TM einzustufen. Mit Konsistenzzahlen von  $I_c > 1,30$  ist hier von einer mindestens halbfesten bis hin zur festen Konsistenz auszugehen.

Unter den bindigen Deckschichten folgt der in Abschnitt 4 beschriebene **Wellenkalk**.

Dieser wurde im gesamten Areal angetroffen. Die Schichtoberkanten liegt im Erkundungsbereich auf etwa 341,0 mNHN im Nordwesten und fallen , der Geländeoberkante folgend, bis auf etwa 334,5 mNHN im Süden/Südosten.

Die Schichtunterkanten konnten hierbei durchgehend nicht erkundet werden. Sämtliche Erkundungen – Rammkernsondierungen und Baggerschürfe – mussten aufgrund des fehlenden Erkundungsfortschritts in diesem Horizont abgebrochen werden.

Der Wellenkalk wurde sowohl bei den Erkundungen mittel Rammkernsondierung wie auch beim Aushub mit dem Baggerlöffel zerkleinert. Im oberen Bereich, bis wenige Dezimeter unter Schichtoberkante, liegt der Wellenkalk verwittert mit Lagendicken im cm- bis vereinzelt auch dm-Bereich vor. Die Kalksteinlagen werden durch dünne ( $d < \text{cm}$ ) Lagen aus Sand-Ton-Gemischen getrennt. Beim Lösen fielen hauptsächlich Kies- bis Steinkorngrößen an. Blockgrößen ( $>20 \text{ cm}$  Kantenlänge) konnten nicht gelöst werden.

Bei dem gelösten Wellenkalk handelt es sich um stark schluffig-tonige Kiese mit einem geschätzten Feinkornanteil von etwa 40 %. Diese Böden sind in die Bodengruppe GU\*/TM (Übergangsbereich GU\* zu TM; Grenzkriterium: 40 % Feinkornanteil) einzuordnen.

Insgesamt konnten die angesprochenen bzw. im Labor ermittelten Konsistenzen der bindigen Böden bestätigt werden. Ausreißer sind lokal, insbesondere an den Schichtgrenzen von feinkörnigen und grobkörnigen Böden, vorhanden. Auch zeigt sich, dass bei kieskornreichen Böden mit der Einlagerung von größerem Korn (Steinen) gerechnet werden muss.

## 6.2 Klassifizierung und bodenmechanische Kenngrößen

Die einzelnen Bodenschichten können anhand einer Diskussion der Laborversuche und aufgrund von Erfahrungen gemäß den nachfolgenden Tabelle 6 und 7 klassifiziert werden. Dabei gehen wir davon aus, dass die geplanten Baumaßnahme in die Geotechnischen Kategorie GK 1 nach EC 7 einzustufen sind.

Nach VOB/C sind die einzelnen Bodenarten für jedes Gewerk bzw. auch gewerkübergreifend in Homogenbereiche einzuteilen. Dabei ist ein Homogenbereich als ein räumlich begrenzter Bereich aus einer oder mehreren Boden- und Felsschichten definiert, dessen bautechnische Eigenschaften eine definierte Streuung aufweisen und der sich von den Eigenschaften der abgegrenzten Bereiche abhebt.

Die Homogenbereiche sowie deren Parameter sind in den Tabellen 1 und 2 dargestellt. Der Oberboden ist dabei entsprechend der DIN 18320 generell in einen separaten Homogenbereich einzuteilen.

**Tab. 1: Klassifizierung Oberboden**

| Bezeichnung                           | Oberboden          |
|---------------------------------------|--------------------|
| Bodengruppe DIN 18196                 | TL, [TL], [SU*/OU] |
| Bodengruppe DIN 18915                 | 4a/b, 5a/b         |
| Homogenbereich DIN 18320              | 320-A              |
| Massenanteil Steine (geschätzt)       | 0 – 10             |
| Massenanteil Blöcke (geschätzt)       | 0                  |
| Massenanteil große Blöcke (geschätzt) | 0                  |

Bei den übrigen Böden gehen wir aktuell davon aus, dass nur das Gewerk „Erdarbeiten“ DIN 18300 durchgeführt werden. Die Auffüllungen und anstehenden Böden wurden aktuell in folgende Homogenbereiche eingeteilt:

- 300-B: Rollige Auffüllungen: schluffige Schotter-Splitt-Brechsand-Gemische und Schotter-Splitt-Gemische; [SU\*/GU\*], [GU\*]; [GE]. Mit einem mittelschweren Bagger leicht lösbar.

- 300-C: Bindige Auffüllungen: Schluffe; [TL]. Steife bis halbfeste Konsistenz. Mit einem mittelschweren Bagger leicht lösbar.
- 300-D: Bindige Deckschichten: tonige, teils kiesige Schluffe; GU\*/TL, TL, TM. Steife bis halbfeste Konsistenz. Mit einem mittelschweren Bagger leicht lösbar.
- 300-E: Verwitterungshorizont des Wellenkalks: Kies-Sand-Schluff- und Kies-Ton-Schluff-Gemische, GU\*/TM, GT\*/GU\*. Mit einem mittelschweren Bagger mittelschwer lösbar. Löffel mit Reißzähnen oder Meißel erforderlich.

Ergänzend ist zur Tabelle 2 auszuführen, dass einige Parameter aufgrund des Erkundungsverfahrens nicht genauer bestimmt werden konnten und daher geschätzt sind.

**Tab. 2: Klassifizierung der angetroffenen Böden**

| Bodenbezeichnung                                     | rollige Auffüllungen  | bindige Auffüllungen                       | bindige Deckschichten (Schluffe)  | Wellenkalk, verwittert (Kies-Sand-Schluff- und Kies-Ton-Schluff-Gemische) |
|--|---|--|---|---|
| Homogenbereich DIN 18300                             | 300-B   | 300-C                                      | 300-D   | 300-E   |
| Bodengruppe DIN 18196                                | [GU*], [SU*/GU*], [GE]                                      | [TL]                                       | SU*/TL, TL, TM, GU*/TL  | GU*/TM, GT*/GU*   |
| Bodenart DIN ISO EN 14688-1                          | Mg:cl'sasi*Gr, Mg:si'saGr, Mg:sasiGr, s Mg:isaGr, Mg:mgrGgr | Mg:fgrfsaSi, Mg:grsaSi, Mg:grfsaSi,        | gr'fsaSi, fsaclSi, fsa'cl*Si, clsagrSi, fsaclgr*Si, grclsiSa, grsaSi, cl'saSi/Gr, cosagr*Si | fsasiclGr, fsasicl*Gr, fsacsisaCo, sasicoclGr, sasicocl*Gr                |
| mineralische Fremdbestandteile:                      | Schotter, Ziegelbruch, Asphalt, Splitt                      | Sandstein, Betonbruch, Kalkstein, Schotter | Kalkstein, Schotter   | -   |
| nicht mineralische Fremdbestandteile:                | Kohle   | Schlacke, Holz                             | -   | -   |
| Frostempfindlichkeitsklasse ZTVE-StB 17 <sup>2</sup> | F1 – F2   | F3   | F3  | F3  |
| Verdichtbarkeitsklasse ZTVA-StB 12 <sup>3</sup>      | V1  | V3   | V3  | V2  |
| Massenanteil Steine [M.-%] <sup>1)</sup>             | 0 – 10  | 0 – 10                                     | 0 – 20  | 5 – 20 <sup>2)</sup>  |
| Massenanteil Blöcke [M.-%] <sup>1)</sup>             | 0 – 5   | 0 – 5                                      | 0 – 10  | 0 – 20 <sup>2)</sup>  |
| Massenanteil große Blöcke [M.-%] <sup>1)</sup>       | 0   | 0  | 0 – 10  | 0 – 20 <sup>2)</sup>  |
| Konsistenz   | -   | steif                                      | steif – halbfest (fest)   | (halbfest) <sup>3)</sup>  |
| Plastizität  | -   | leicht                                     | leicht  | leicht bis mittel <sup>3)</sup>   |
| Lagerung   | mitteldicht   | -  | -   | mitteldicht   |

<sup>1)</sup> Aufgrund des Erkundungsverfahrens können die Werte teilweise nur geschätzt werden.

<sup>2)</sup> Mit der Tiefe zunehmend.

<sup>3)</sup> Konsistenz und Plastizität der bindigen Anteile.

Es ist auch nicht auszuschließen, dass die Bestandteile der Böden im Baufeld variieren und daher die Streubreite der Parameter ebenfalls noch variieren kann. Weiterhin ist

<sup>2</sup> Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), Arbeitsgruppe „Erd- und Grundbau“, Ausgabe 2017

<sup>3</sup> Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), Kommission „Kommunale Straßen“, Köln, Ausgabe 2012

anzumerken, dass in den Auffüllungen auch Steine und Blöcke vorkommen können, was ebenfalls eine Differenzierung in weitere Homogenbereiche nach sich ziehen kann. Dies kann zu einer Änderung der Aushubtechnik, z. B. größerer Bagger oder Meißelarbeiten, führen. In der Ausschreibung ist deshalb darauf hinzuweisen.

Ebenso ist in der Ausschreibung darauf hinzuweisen, dass die bindigen Böden bzw. die bindigen Anteile der Böden bei Nässeinfluss ihre Konsistenz in den breiigen bis flüssigen Bereich ändern können.

Die Böden können hinsichtlich ihrer weiteren Verwendung ggfs., z. B. aufgrund der Behandelbarkeit und der Witterungsempfindlichkeit, in weitere Homogenbereiche unterteilt werden. Hierzu liegen uns jedoch keine Angaben vor.

Auch die umwelttechnische Beurteilung kann eine weitere/ergänzende Einteilung bedingen.

Die angegebenen Homogenbereiche sind daher als Empfehlungen bzw. Vorschläge zu verstehen. Mit fortschreitender Planung kann es daher erforderlich sein, die Homogenbereiche neu abzustimmen, zu ergänzen oder neu zu definieren.

In Tabelle 3 sind die zugehörigen mittleren Kenngrößen der erkundeten Böden dargestellt.

**Tab. 3: Kenngrößen der angetroffenen Böden <sup>1)</sup>**

| Bodenbezeichnung                   | Dim.              | rollige Auffüllungen | bindige Auffüllungen und Deckschichten | Wellenkalk, verwittert (Kies-Sand-Schluff- und Kies-Ton-Schluff-Gemische) | Wellenkalk, unverwittert |
|------------------------------------|-------------------|----------------------|--|---|--------------------------|
| Lagerung/Konsistenz <sup>2)</sup>  |                   | mdi                  | st / hf / (f)                          | mdi bzw. (hf)   | -                        |
| Feuchtwichte $\gamma_k$            | kN/m <sup>3</sup> | 20,0                 | 19,0 / 20,0 / 21,0                     | 20,0  | 22,0                     |
| Wichte unter Auftrieb $\gamma'_k$  | kN/m <sup>3</sup> | 11,0                 | 9,0 / 10,0 / 11,0                      | 11,0  | 12,0                     |
| Scherfestigkeit $\varphi'_k$       | °                 | 35,0                 | 25,0                                   | 35,0  | 40,0                     |
| Kohäsion $c'_k$                    | kN/m <sup>2</sup> | 2,5                  | 7,5 / 12,5 / 25,0                      | 0,0   | 0,0                      |
| Undrain. Scherfestigkeit $c_{u,k}$ | kN/m <sup>2</sup> | -                    | 100 / 200 / 300                        | -   | -                        |
| Steifemodul $E_{s,k}$              | MN/m <sup>2</sup> | 30,0                 | 7,5 / 12,5 / 25,0                      | 50,0  | 200,0                    |
| Durchlässigkeit $k_f$              | m/s               | - <sup>3)</sup>      | <10 <sup>-6</sup>                      | - <sup>4)</sup>   | - <sup>4)</sup>          |

<sup>1)</sup> Mittlere Literatur- bzw. Erfahrungswerte.

<sup>2)</sup> Lagerung: mdi = mitteldicht, vdi = verdichtet; Konsistenz: st = steif, hf = halbfest, f = fest

<sup>3)</sup> Aufgrund der Inhomogenität keine Angabe möglich.

<sup>4)</sup> Keine Angabe, da Durchlässigkeit stark abhängig von der Klüftigkeit.

### 6.3 Beurteilung der Versickerungsfähigkeit des Untergrundes

Für die Versickerung von nicht verunreinigtem Niederschlagswasser sind die Durchlässigkeit der im Untergrund anstehenden Locker- und Festgesteine sowie die Mächtigkeiten der Schichten über der Grundwasseroberfläche von wesentlicher Bedeutung.

Nach DWA-A 138<sup>4</sup> kommen für Versickerungsanlagen Böden in Frage, deren Durchlässigkeitsbeiwerte im Bereich von  $1 \cdot 10^{-6} \text{ m/s} < k_f < 1 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$  liegen.

Weiterhin ist nach DWA-M 153<sup>5</sup> bei unterirdischen Versickerungsanlagen ein Mindestabstand von 1,00 m zwischen der Sohle der Versickerungseinrichtung und dem mittleren Höchstgrundwasserstand (MHGW) einzuhalten. Dieser Abstand dient der Reinigung und Regeneration des zu versickernden Wassers vor dem Eintritt ins Grundwasser.

Damit die Bemessung der Versickerungsanlagen nach gleichen Voraussetzungen erfolgen kann, ist ein sog. Bemessungs- $k_f$ -Wert zugrunde zu legen. Dieser ergibt sich, wenn der methoden-spezifische  $k_f$ - oder  $k$ -Wert mit einem empirisch ermittelten Korrekturfaktor multipliziert wird. Im vorliegenden Fall wurden die Durchlässigkeiten anhand von Erfahrungen abgeschätzt, so dass weitere Korrekturfaktoren nicht erforderlich sind.

Mit Durchlässigkeiten von  $k_f < 10^{-6} \text{ m/s}$  sind die anstehenden Böden für eine Versickerung aufgrund ihrer zu geringen Durchlässigkeit nicht geeignet.

Das anstehende, unverwitterte Festgestein wurde nicht angetroffen. Eine eventuelle Klüftigkeit und damit verbundene Durchlässigkeit konnte somit nicht beurteilt werden.

Die endgültige Vorgehensweise ist mit den Genehmigungsbehörden abzustimmen.

## 7 Grundwasser

Bei der Erkundung im Oktober/November 2022 wurde in keiner RKS und BS bis zur Erkundungsendtiefe Grundwasser gemessen. Auch vernässte Bodenzonen wurden nicht festgestellt.

Es ist aufgrund der Kuppenlage des Untersuchungsbereichs davon auszugehen, dass kein geschlossener Grundwasserkörper im Einflussbereich der Baumaßnahme vorliegt.

Es muss jedoch bei Niederschlagsereignissen bzw. in der Nässeperiode (Oktober - April) auf den bindigen Schichten mit Schichtenwasser gerechnet werden. Zudem ist generell witterungs- und jahreszeitlich abhängig mit Schwankungen und zeitweise auch mit auf den Oberboden- und Deckschichten aufstauendem Niederschlags- und Oberflächenwasser zu rechnen.

<sup>4</sup> Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, Arbeitsblatt 138, Ausgabe 04/05.

<sup>5</sup> Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Planung, Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser, Merkblatt 153, Ausgabe 08/07.

Nach Angaben der Wasserwirtschaftsverwaltung des Landes Rheinland-Pfalz<sup>6</sup> sind im Baufeld bzw. im direkten Umfeld der Baumaßnahme keine Wasserschutzgebiete vorhanden.

## 8 Gebäudegründung

### 8.1 Allgemeines

Gemäß Angaben des Landesamtes für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz<sup>7</sup> liegt das Baufeld außerhalb der Erdbebenzonen.

Nach EC 8, Nationaler Anhang (NA), 2021<sup>8</sup> ist die spektrale Antwortbeschleunigung  $S_{aP,R}$  und die Spitzenbodenbeschleunigung  $a_{gR}$  ( $=S_{aP,R}/2,5$ ) als Grundlage für die Beurteilung der Erdbeneinwirkung heranzuziehen. Im Baufeld ergeben sich für die Wiederkehrperiode  $T_{NCR} = 475$  Jahre diese Werte zu<sup>9</sup>:  $S_{aP,R} = 0,4642 \text{ m/s}^2$  und  $a_{gR} = 0,186 \text{ m/s}^2$ .

Nach NA ist für Beschleunigungen  $S_{aP,R} < 0,6 \text{ m/s}^2$  für übliche Hochbauten aller Bedeutungskategorien für alle geologischen Untergrundklassen die Bedingung für sehr geringe Seismizität immer erfüllt.

Die frostsichere Gründungstiefe liegt bei 0,80 m u. endgültiger GOK.

Nach [1] sind folgende Baumaßnahmen geplant:

- Errichtung von 48 Ladengeschäften.

Unterlagen zu den geplanten Bauwerken liegen nicht vor. Wir gehen davon aus, dass diese analog zu den bestehenden Gebäuden erstellt werden. Dabei handelt es sich um überwiegend 1-stöckige Ladengeschäfte ohne Unterkellerung.

Wir gehen von einem annähernd ebenen Erweiterungsbereich aus und nehmen die OK Bodenplatten aller neuen Gebäude in etwa auf dem Niveau der südlichen Begrenzungsstraße des (aktuellen) Outlets auf etwa 342,20 mNHN an.

Somit ist – abgesehen von der geschotterten Parkplatzfläche in der Nordwestecke – überwiegend eine Anschüttung erforderlich. Ausgehend von einem mittleren Bestandsniveau von etwa 340,00 mNHN (nach Abtrag des Oberbodens; ist durch eine Vermessung zu prüfen) sind etwa 2,0 m bis zur angenommenen UK Bodenplatte aufzuschütten.

<sup>6</sup> GeoPortal Wasser ([www.geoportal-wasser.rlp-ummwelt.de](http://www.geoportal-wasser.rlp-ummwelt.de)), Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten Rheinland-Pfalz

<sup>7</sup> Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz, Mainz, Kartenviewer, [mapclient.lgb-rlp.de](http://mapclient.lgb-rlp.de), 2013

<sup>8</sup> Eurocode 8, Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben – Teil 1: Grundlagen, Erdbeneinwirkungen und Regeln für Hochbau, DIN EN 1998-1/NA, Ausgabe 2021-07

<sup>9</sup> <https://www.dlupal.com/de/schnee-wind-erdbeben-lastzonen/erdbeben-din-en-1998-1.html#&center=51.32939093527146,10.454123499999968&zoom=6&marker=52.520007,13.404954>

Für die Betrachtungen im Bereich der Gebäude empfehlen wir den Ansatz folgenden Baugrundmodells (BGM).

**Tab. 4: BGM Bereich Gebäude**

| Schicht / Bauteil                              | UK        |                |
|--|-----------|----------------|
|  | [mNHN]    | [m u. OK Bpl.] |
| OK Bodenplatte                                 | 342,20    | 0,00           |
| UK Fundamente                                  | 341,60    | 0,80           |
| UK Anschüttung                                 | 340,00    | 2,20           |
| UK Bindige Deckschichten                       | 339,00    | 3,20           |
| Verwitterungshorizont<br>Wellenkalk (halbfest) | ab 339,00 | ab 3,20        |

## 8.2 Gründung über Fundamente

Bei der Gründung über Fundamente sind diese bis in die frostsichere Tiefe von 0,80 m u. GOK zu führen. Somit liegt die UK der Fundamente auf der noch zu erbringenden Anschüttung. Diese ist so zu erstellen, dass sie zum Abtrag der zu erwartenden Lasten geeignet ist.

In Anlage 6 haben wir mit obigem BGM überschlägige geotechnische Berechnungen durchgeführt. Aus diesen Berechnungen können vom Tragwerksplaner die erforderlichen Bemessungswerte des Sohlwiderstandes nach DIN 1054:2010-12<sup>10</sup> für die Bemessung der Fundamente in Abhängigkeit der zulässigen Setzungen entnommen werden.

Eine Vorbelastung durch den Aushub wurde nicht angesetzt. Weiterhin wurde zur Ermittlung der Sohlwiderstände und der zu erwartenden Setzungen die Annahme getroffen, dass der Anteil an veränderlichen Lasten 50 % der Gesamtlasten beträgt. Dies wäre vom Statiker zu prüfen. Gegebenenfalls sind unsere Angaben zu überarbeiten.

So ist dann z. B. nach Berechnung [2b](#) für ein Streifenfundament mit einer Breite von 0,70 m (X-Achse im Diagramm) ein Bemessungswert des Sohlwiderstandes von  $\sigma_{R,d} \cong 383$  kN/m<sup>2</sup> (Y-Achse im Diagramm) zulässig. Der maximale Wert wird hier durch den Nachweis der Grundbruchsicherheit (rote Linie im Diagramm) begrenzt. Die Setzungen (blaue Linien) liegen im Beispielfall bei  $s \cong 1,0 - 1,5$  cm.

Analog können der Berechnung [2a](#) Werte für quadratische Einzelfundamente entnommen werden. So ist hier z. B. für ein Einzelfundament mit den Abmessungen  $a = b = 1,50$  m ein Bemessungswert des Sohlwiderstandes von  $\sigma_{R,d} \cong 477$  kN/m<sup>2</sup> ansetzbar. Der maximale Wert wird auch hier durch den Nachweis der Grundbruchsicherheit begrenzt. Die Setzungen liegen im Beispielfall bei  $s \cong 1,0 - 1,5$  cm.

Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass etwa 30 – 40 % der angegebenen (rechnerischen) Setzungen während der Baumaßnahme auftreten. Die restlichen Setzungen treten nach Fertigstellung der Maßnahme in einem Zeitraum von etwa einem halben bis einem Jahr auf.

<sup>10</sup> Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1, Ausgabe 2010-12, inkl. Änderung A1:2012, Ausgabe 2012-08

Sollten die angegebenen Sohlwiderstände zu unwirtschaftlichen Dimensionen führen oder die Setzungen nicht mehr bauwerksverträglich sein, so sind zusätzliche Maßnahmen erforderlich.

Sollte hier noch weiterer Bedarf bestehen, so bitten wir um Info.

### 8.3 Gründung über elastisch gebettete Bodenplatten

Die UK Bodenplatte nehmen wir etwa 0,20 m u. GOK an.

Unter den Bodenplatten empfehlen wir grundsätzlich den Einbau einer Sauberkeitsschicht aus Beton C12/15 in einer Stärke von 0,05 m auf einer kapillarbrechenden Schicht (KBS) in einer Stärke von 0,20 m.

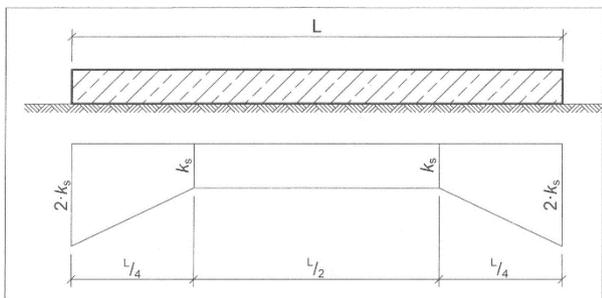
Da im nahezu gesamten Bereich geschüttet werden muss, empfehlen wir zudem die KBS bis 0,80 m u. GOK zu vertiefen. Dann sind keine weiteren Maßnahmen zur Frostsicherheit erforderlich.

Wir haben auch hier zur Dimensionierung und Setzungsbetrachtung überschlägige geotechnische Berechnungen in Anlage 6 mit dem BGM nach Tabelle 4 durchgeführt.

Als Bemessungslasten haben wir eine charakteristische Pressung unter der Bodenplatte von  $30 \text{ kN/m}^2$  ( $20 \text{ kN/m}^2$  ständige Lasten und  $10 \text{ kN/m}^2$  veränderliche Lasten; ist vom Statiker zu prüfen) angesetzt.

Nach Berechnung [1](#) in Anlage 6 liegen die Setzungen in der Größenordnung von  $s \cong 0,5 \text{ cm}$ .

Für die Bemessung der elastisch gebetteten Bodenplatte kann dann eine charakteristische Bettungsziffer von  $k_{s,k} = 7,5 \text{ MN/m}^3$  angesetzt werden. Ab einem Abstand zum freien Plattenrand von  $0,25 \times l$  (Plattenlänge bzw. Plattenbreite) kann der Bettungsmodul linear auf  $k_{s,k} = 15,0 \text{ MN/m}^3$  am Plattenrand erhöht werden (Dörken und Dehne<sup>11</sup>, siehe Bild 9). Dies gilt nicht am Rand zu einer benachbarten Bodenplatte, wie sie durch die Anordnung der einzelnen Geschäfte durchgehend vorkommt.



**Bild 9: Verteilung des Bettungsmodules nach Dörken und Dehne**

<sup>11</sup> Wolfram Dörken, Erhard Dehne, Kurt Kliesch, *Grundbau in Beispielen, Teil 2, 5. Auflage, Köln, 2013*

Grundsätzlich ist auch hier davon auszugehen, dass etwa 30 – 40 % der angegebenen (rechnerischen) Setzungen während der Baumaßnahme abklingen. Die restlichen Setzungen treten nach Fertigstellung der Maßnahme in einem Zeitraum von etwa einem halben bis einem Jahr auf.

Unsere Annahmen sind auch hier vom Tragwerksplaner zu prüfen. Ggfs. sind unsere Angaben zu überarbeiten.

## 9 Geotechnische Empfehlungen zum Verkehrsflächenbau

### 9.1 Oberbau

Verkehrsflächen sind im Allgemeinen auf Boden zu gründen, welcher die Anforderungen nach ZTVE-StB 17 und RStO 12<sup>12</sup> erfüllt bzw. welcher sich auf die entsprechenden Werte ( $D_{Pr}$  und  $E_{v2}$ ) verdichten lässt. Dadurch sollen auftretende Setzungen derart minimiert werden, dass sie keine unzulässigen Verformungen in der Oberflächenbefestigung verursachen bzw. die Funktionsfähigkeit der Straße nicht gefährden.

Des Weiteren ist die Frostsicherheit nach ZTVE-StB 17 und RStO 12 zu gewährleisten.

Zur Höhenlage der Verkehrsflächen liegen keine Angaben vor. Wir gehen davon aus, dass diese vom Niveau der zu erstellen Gebäude bis auf das Bestandsgelände „gezogen“ werden. Es ist also nicht auszuschließen, dass die UK des Oberbaus der Verkehrsflächen sowohl in der unter Abschnitt 8 beschriebenen Anschüttung, den bindigen Deckschichten wie auch dem Verwitterungshorizont des Wellenkalks liegt.

Pauschal gehen wir auf der sicheren Seite liegend von einem Boden im Planumbereich der Frostempfindlichkeitsklasse F3 aus. Weiterhin legen wir für die Pkw-Stellplätze und Fahrgassen die Belastungsklasse Bk0,3 nach RStO 12 zugrunde. Nach Tabelle 6 der RStO 12 ist dann ein frostsicherer Oberbau von 0,50 m erforderlich. Erhöhungen und Abminderungen nach Tabelle 7 der RStO 12 sind (in der Summe) nicht erforderlich.

Wir gehen von einer Ausbildung analog zu den bestehenden Parkplätzen in Pflasterbauweise und Fahrgassen in Asphaltbauweise aus. So ergeben sich nachfolgende Aufbauten nach RStO 12, z. B. nach Tafel 1, Zeile 3 für die asphaltierten Fahrgassen und z. B. nach Tafel 3, Zeile 1 für die gepflasterten Stellplätze:

#### Fahrgasse Asphalt

|       |                       |
|-------|-----------------------|
| 4 cm  | Asphaltdecke          |
| 8 cm  | Asphalttragschicht    |
| 15 cm | Schottertragschicht   |
| 23 cm | Frostschutzschicht    |
| 50 cm | Frostsicherer Oberbau |

#### Stellplätze Pflaster

|       |                       |
|-------|-----------------------|
| 8 cm  | Betonpflaster         |
| 4 cm  | Pflasterbett          |
| 15 cm | Schottertragschicht   |
| 23 cm | Frostschutzschicht    |
| 50 cm | Frostsicherer Oberbau |

Auf den einzelnen Schichten sind folgende Tragfähigkeiten und Verdichtungen nachzuweisen:

<sup>12</sup> Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), Arbeitsgruppe „Infrastrukturmanagement“, Ausgabe 2012, Stand 2020

Tab. 5: Tragfähigkeiten und Verdichtungen auf den einzelnen Schichten

| Schicht                | Bk0,3   |
|------------------------|---|
| OK Schottertragschicht | $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ , $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,2$<br>bzw. $E_{vd} \geq 65 \text{ MN/m}^2$ |
| OK Frostschuttschicht  | $E_{v2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$ , $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,2$<br>bzw. $E_{vd} \geq 50 \text{ MN/m}^2$ |
| OK Erdplanum           | $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ , $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,5$  |

## 9.2 Unterbau, Planum

Zur Höhenlage der Verkehrsflächen liegen keine Angaben vor. Das Planum kann sowohl in der noch auszubringenden Anschüttung, den bindige Deckschichten wie auch dem Verwitterungshorizont des Wellenkalks liegt. Eine Abgrenzung ist aktuell nicht möglich.

Die Anschüttung ist so herzustellen, dass die Anforderungen an die Tragfähigkeit des Erdplanums von  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  nachgewiesen werden. Auf dem Verwitterungshorizont des Wellenkalks ist ebenfalls davon auszugehen, dass die Tragfähigkeit von  $E_{v2} = 45 \text{ MN/m}^2$  erreicht wird.

Auf den bindigen Deckschichten sind die Anforderungen an die Tragfähigkeit des Erdplanums von  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  erfahrungsgemäß nicht erreichbar. Generell empfehlen wir hier, auf dem (verdichteten) Planum vorab von einer Tragfähigkeit von  $E_{v2} \cong 10 - 20$  (im Mittel 15)  $\text{MN/m}^2$  auszugehen. Zur Optimierung des Oberbaus empfehlen wir im Rahmen der Bauausführung die Durchführung von statischen Plattendruckversuchen auf dem Erdplanum.

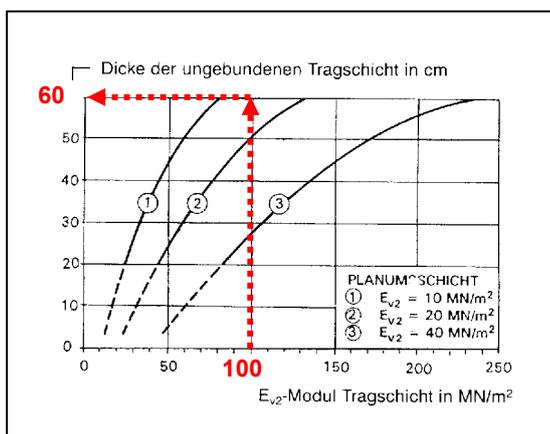


Bild 10: Verformungsmodul  $E_{v2}$  auf der Tragschicht in Abhängigkeit von deren Dicke und vom Verformungsmodul auf dem Planum<sup>13</sup>

Entsprechend Bild 10 ergibt sich bei o. g. erforderlichen  $E_{v2}$ -Wert von  $100 \text{ MN/m}^2$  auf der Frostschuttschicht und Einsatz eines gut abgestuften Materials eine mindestens erforderliche Dicke der Frostschuttschicht von etwa  $0,60 \text{ m}$ . Abzüglich des geplanten Aufbaus ( $FSS = 0,23 \text{ m}$ ) ergibt sich daraus eine Mehrdicke von  $(0,60 - 0,23 \cong) 0,40 \text{ m}$ .

<sup>13</sup> Floss, ZTVE-StB, Ausgabe 2009, Kommentar und Leitlinien mit Kompendium Erd- und Felsbau, Bild 83, Bonn, Ausgabe 2011

Für die Verstärkung/Anschüttung unterhalb des frostsicheren Straßenoberbaus empfehlen wir, Liefermaterialien in Form von gut abgestuften Korngemischen mit einem Feinkornanteil von maximal 10 % (nicht frostsicher) und einem Kieskornanteil von mindestens 40 % (Bodengruppen GU, GI, GW nach DIN 18196; gebrochenes Korn ist zu bevorzugen).

RC-Material ist nach LAGA TR Boden mit einem Abstand von mindestens 1,00 m zum HGW einzubauen. Im vorliegenden Fall kann RC-Material eingebaut werden. Wir empfehlen, nur güteüberwachtes RC-Material bis zu einer Zuordnungsklasse von maximal Z1.1 nach LAGA Bauschutt<sup>14</sup> zuzulassen. Geotechnisch gelten die gleichen Anforderungen wie beim Naturmaterial.

Boden bis zu einer Zuordnungsklasse von maximal Z1.1 kann ebenfalls eingebaut werden. Die Zuordnung der Liefermassen ist anhand von Analysen nachzuweisen.

Anstelle eines Bodenaustauschs kann auch eine Verbesserung des anstehenden Untergrundes durchgeführt werden. Im vorliegenden Fall bietet sich hierfür eine qualifizierte Bodenverbesserung (QBV) der Schluffe mittels Bindemitteln an. Dabei kann der Boden z. B. mit einem Zement-Kalk-Gemisch verbessert werden, wobei die teilweise erheblichen Staubemissionen zu berücksichtigen sind.

Für die anstehenden TL-Böden ist, gemäß dem Merkblatt über Bodenverfestigung und Bodenverbesserungen<sup>15</sup>, ein Mischbindemittel geeignet. Die Bindemittelgehalte liegen bei einem Mischbindemittel in der Regel bei 3 – 6 M.-%. Für die Ermittlung der Bindemittelmassen kann ein Mittelwert von etwa 5 % und eine Trockendichte der Böden von ca. 1,6 – 1,8 t/m<sup>3</sup> angenommen werden. Je nach Ausführungszeitraum kann auch eine Zugabe von Wasser erforderlich sein.

Die genauen Bindemittelgehalte, in Abhängigkeit des Wassergehaltes der Böden, sind für eine qualifizierte Bodenverbesserung durch Eignungsprüfungen gemäß TP BF-StB<sup>16</sup> zu ermitteln. Der Prüfungszeitraum liegt bei ca. 5 Wochen. Der Zeitraum kann sich erhöhen, wenn zusätzliche Untersuchungen wie Frostwiderstandsprüfungen und der Nachweis der wasserwirtschaftlichen Verträglichkeit durchgeführt werden müssen.

Die Verbesserungstiefe, im verdichteten Zustand, sollte nach unseren Abschätzungen in einer Stärke von 40 cm durchgeführt werden. Diese Dicke ist in einer Lage zu verbessern. Zur Optimierung der erforderlichen Verbesserungstiefe wäre gegebenenfalls das Anlegen eines Testfeldes nötig. Dies halten wir für das geplante Bauwerk jedoch nicht für erforderlich.

Bei der Durchführung einer qualifizierten Bodenverbesserung in einer Stärke von mindestens 25 cm und einem  $E_{v2}$ -Wert von  $\geq 70$  MN/m<sup>2</sup> auf dem verbesserten Planum kann der Unterbau von der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 auf die Frostempfindlichkeitsklasse F 2 verringert werden (dadurch kann dort die Stärke des frostsicheren Oberbaus um 10 cm verringert werden). Es ist dann eine einaxiale Druckfestigkeit nach 28 Tagen von  $> 0,5$  N/mm<sup>2</sup> nachzuweisen.

<sup>14</sup> Mitteilung der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 20 Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen, Teil II: Technische Regeln für die Verwertung, 1.4 Bauschutt, Stand 11/2003

<sup>15</sup> Merkblatt über Bodenverfestigungen und Bodenverbesserungen mit Bindemitteln, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe „Erd- und Grundbau“, FGSV Verlag, Köln, Ausgabe 2004

<sup>16</sup> Technische Prüfvorschriften für Boden und Fels im Straßenbau, TP BF-StB, Teil B 11, Bodenverfestigung und Bodenverbesserung, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), Arbeitsgruppe „Erd- und Grundbau“, Ausgabe 2010

Die verbesserte Schicht ist mit einem Verdichtungsgrad von  $D_{Pr} \geq 97\%$  einzubauen. Die Verdichtungskontrollen müssen vor dem Abbinden der Schicht erfolgen. Als Kontrollversuche für den Verdichtungsgrad empfehlen wir Dichtemessungen mittels Ausstechzylinder vorzunehmen. Die Referenzwerte können den durchgeführten Eignungsprüfungen entnommen werden. Für die Tragfähigkeitskontrolle sind statische Lastplattendruckversuche durchzuführen.

Mischbindemittel dürfen nicht bei Temperaturen  $< 5\text{ °C}$  eingesetzt werden (Verhinderung des Abbindens, Aufgefrieren etc.).

Durch die erforderliche Erhöhung der Tragfähigkeit ergeben sich im Bereich der bindigen Deckschichten folgende Aufbauten:

| <b>Fahrgasse Asphalt</b> |  | <b>Stellplätze Pflaster</b> |  |
|--------------------------|--|-----------------------------|--|
| 4 cm                     | Asphaltdecke                             | 8 cm                        | Betonpflaster                            |
| 8 cm                     | Asphalttragschicht                       | 4 cm                        | Pflasterbett                             |
| 15 cm                    | Schottertragschicht                      | 15 cm                       | Schottertragschicht                      |
| <u>23 cm</u>             | <u>Frostschutzschicht</u>                | <u>23 cm</u>                | <u>Frostschutzschicht</u>                |
| 50 cm                    | Frostsicherer Oberbau                    | 50 cm                       | Frostsicherer Oberbau                    |
| 40 cm                    | Bodenaustausch oder<br>Bodenverbesserung | 40 cm                       | Bodenaustausch oder<br>Bodenverbesserung |
| <u>90 cm</u>             | <u>Gesamtaufbau</u>                      | <u>90 cm</u>                | <u>Gesamtaufbau</u>                      |

Bei Änderung der Belastungsklasse oder des Aufbaus wären unsere Angaben ggfs. zu überarbeiten.

### 9.3 Entwässerung des ungebundenen Oberbaus

Um einen Einstau von Niederschlagswasser in den ungebundenen Trag- und Frostschutzschichten und ggfs. des Bodenaustauschs auf den undurchlässigen bindigen Deckschichten und dem Verwitterungshorizont des Wellenkalkes im Planumbereich zu vermeiden, empfehlen wir die Ausbildung eines Gefälles und die kontrollierte seitliche Ableitung des anfallenden Sickerwassers z. B. mittels Dränagen. Je nach Material kann dies auch im Bereich der Anschüttung erforderlich sein.

## 10 Hinweise zur Bauausführung

### 10.1 Erdbau

#### 10.1.1 Oberboden

Der anstehende Oberboden ist als schützenswerter Boden nach BauGB §202 einzustufen und entsprechend zu separieren. Dies gilt auch für den Oberboden im Bereich des Sportplatzes.

Aufgrund der unterschiedlichen Beschaffenheiten empfehlen wir nach dem Roden der bewachsenen Flächen nochmals eine bodenkundliche Bestimmung der Dicke des schützenswerten Oberbodens. Vorab kann von einer mittleren Dicke von 0,25 m ausgegangen werden.

Bei dem Oberboden handelt es sich um witterungsempfindlichen Boden. Ein Zerfahren oder Verdichten des Oberbodens ist zu vermeiden.

Bei Bedarf empfehlen wir zu prüfen, ob überschüssiges Material, das beim Abtrag des Oberbodens anfällt und das als Material zur Bodenverbesserung für landbauliche Zwecke geeignet ist, in Abstimmung mit der örtlich zuständigen Landwirtschaftsvertretung unter Beachtung potenzieller Restriktionsflächen einer Wiederverwendung zugeführt werden kann.

Der Einbau von Oberboden auf Ackerflächen ist erfahrungsgemäß mit Angabe der Einbaudicken und der Flurstücke zu beantragen und durch die Kreisverwaltung zu genehmigen.

Bei einer Entsorgung des Oberbodens sind noch Untersuchungen nach LAGA TR Boden durchzuführen, wobei bei einer Entsorgung auf Deponien die organischen Anteile (TOC-Gehalte) für eine negative Einstufung sorgen. Insofern ist von einer Entsorgung auf Deponien abzuraten.

Wir verweisen in diesem Zusammenhang auch auf die bodenkundliche Baubegleitung bzw. den baubegleitenden Bodenschutz nach DIN 19639. Darin ist das Vorgehen bei Vorhaben mit bauzeitlicher Inanspruchnahme von Böden und Bodenmaterialien, die nach Bauabschluss wieder natürliche Bodenfunktionen erfüllen sollen, z. B. gärtnerische Nutzung oder Grünflächen, geregelt. Norm gilt nicht für Bereiche, welche mit technischen Bauwerken – Gebäude, Verkehrsflächen, Dämme etc. – überbaut werden.

### **10.1.2 Anstehende Böden**

Die bindigen Auffüllungen und die anstehenden Schluffe sind ebenfalls als witterungsempfindlich einzustufen.

Ein Befahren dieser Böden ist nur bei guter Witterung und maximal leichtem Niederschlag möglich. Unter Einwirkung von Wasser und mechanischer Energie gehen die Böden in eine breiige bis flüssige Konsistenz über. Die Böden sind dann nicht mehr weiter verwendbar.

Wir empfehlen daher in der Ausschreibung ausdrücklich auf den Schutz des Planums (z. B. in Abhängigkeit der Witterung arbeitstägliches Profilieren mit Gefälle zur Entwässerung und Verdichten/Abwalzen) hinzuweisen. Witterungsschutz ist eine Nebenleistung nach VOB.

Für den Wiedereinbau sind die Deckschichten ohne zusätzliche Maßnahmen nur dort geeignet, wo keine Überbauung erfolgt, wie z. B. in Wällen ohne aufgesattelte Verkehrswege. Es ist dann mit Setzungen von mehreren Zentimetern zu rechnen, welche über einen Zeitraum von mehreren Jahren auftreten können. In Abhängigkeit des bauaktuellen Wassergehalts kann eine Verbesserung mittels Kalk erforderlich sein.

Bei einer entsprechenden Verbesserung mit Bindemitteln können die Böden auch zum Einbau in überbauten Bereichen, z. B. im Planumbereich von Verkehrsflächen oder als Hinterfüllung der Stützwand, eingesetzt werden.

Im vorliegenden Fall bietet sich für die Verbesserung des anstehenden Untergrundes eine qualifizierte Bodenverbesserung (QBV) der Schluffe mittels Bindemitteln an. Dabei kann der Boden z. B. mit einem Zement-Kalk-Gemisch verbessert werden, wobei die teilweise

erheblichen Staubemissionen zu berücksichtigen sind. Wir verweisen hierzu auf Abschnitt 9.2 dieses Berichts.

### 10.1.3 Liefermaterialien

Bei Materialdefizit empfehlen wir für die Verfüllung von zu überbauenden Bereichen Liefermaterialien in Form von gut abgestuften Korngemischen mit einem Feinkornanteil von maximal 10 % (nicht frostsicher) und einem Kieskornanteil von mindestens 40 % (Bodengruppen GU, GI, GW nach DIN 18196; gebrochenes Korn ist zu bevorzugen).

Direkt unter den Bodenplatten empfehlen wir den Einbau einer kapillarbrechenden Schicht aus frostsicherem Material (Feinkornanteil von maximal 5 %) in einer Stärke von 0,20 m. Geeignet ist z. B. ein Schotter-Splitt-Brechsand-Gemisch oder ein RC-Material der Körnungen 0/32 – 0/45.

RC-Material ist nach LAGA TR Boden mit einem Abstand von mindestens 1,00 m zum HGW einzubauen. Im vorliegenden Fall kann RC-Material nahezu „uneingeschränkt“ eingebaut werden. Wir empfehlen, nur güteüberwachtes RC-Material bis zu einer Zuordnungsklasse von maximal Z1.1 nach LAGA Bauschutt<sup>17</sup> zuzulassen. Geotechnisch gelten die gleichen Anforderungen wie beim Naturmaterial.

Boden bis zu einer Zuordnungsklasse von maximal Z1.1 kann nach LAGA TR Boden direkt ab dem HGW eingebaut werden. Im vorliegenden Fall liegt die (rechnerische) Unterkante einzubauenden Z1.1-Bodens somit minimal auf 108,20 mNHN. Die Zuordnung der Liefermassen ist anhand von Analysen nachzuweisen.

### 10.1.4 Allgemeines

Wir empfehlen Schüttlagenstärken (unverdichtet) von 0,20 – 0,30 m und einen 5-maligen Übergang mit der mittelschweren Rüttelplatte. Das Erdplanum ist ebenfalls durch 5-maligen Übergang mit der schweren Rüttelplatte zu verdichten. Für Schüttungen ist eine Verdichtungsgrad in Abhängigkeit der Materialien nach ZTVE-StB 17 von mindestens 97 – 100 %  $D_{Pr}$  zu fordern.

Flächige Planien (Bodenplatten, Verkehrsflächen) sind durch 5-maligen Übergang mit schwerem Gerät, z. B. Walze Typ Bomag BW 219 DH-4 (oder gleichwertig) zu verdichten. In Abhängigkeit des bauaktuellen Wassergehalts in den bindigen Schichten empfehlen wir die Eignung der Geräte in einem Testfeld zu prüfen.

Zwischengelagerte Böden sind gegen Witterungseinflüsse zu schützen (z. B. Profilieren der Mieten und Abdecken mit Folien). Witterungsschutz ist eine Nebenleistung nach VOB.

## 10.2 Bauzeitliche Böschungen

Aktuell liegen keine Bedürfnisse für die Erstellung von Baugruben tiefer 1,25 m vor. Bis in diese Tiefe können begehbare Baugruben und Gräben senkrecht geböscht werden, wobei sich in kohäsionslosen Materialien eine deutlich flachere freie Böschung einstellt.

<sup>17</sup> Mitteilung der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 20 Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen, Teil II: Technische Regeln für die Verwertung, 1.4 Bauschutt, Stand 11/2003

Für die Ausbildung tiefer Böschungen können in Anlehnung an die DIN 4124 in den angetroffenen Böden ohne weitere Nachweise maximale Baugrubenböschungen

- unter 45° in den rolligen Auffüllungen,
- unter 60° in den mindestens steifen bindigen Deckschichten und bindigen Auffüllungen,
- unter 70° im Verwitterungshorizont des Wellenkalkes und
- unter 80° im unverwitterten Festgestein

hergestellt werden. Die Vorgaben bzw. die Randbedingungen der DIN 4124 sind zu beachten.

Die Böschungen im Verwitterungshorizont und im Festgestein sind von einem Geotechnischen Sachverständigen zu überprüfen.

Die Anwendung der Böschungsneigungen setzt voraus, dass im Regelfall z. B. Baugeräte bis 12 t Gesamtgewicht einen Abstand von mindestens 1,00 m und z. B. Baugeräte mit mehr als 12 t bis 40 t Gesamtgewicht einen Abstand von mindestens 2,00 m zwischen der Außenkante der Aufstandsfläche und der Böschungskante einhalten. Detaillierte Angaben sind in der DIN 4124 Abschnitt 4.2.5 aufgeführt.

Auch ist bei Böschungen in nichtbindigen oder weichen bindigen Böden ein Abstand am Böschungskopf von mindestens 0,60 m und bei Böschungen in mindestens steifen bindigen Böden von mindestens 1,25 m einzuhalten.

Nach DIN 4124, gelten die o. g. Neigungen nicht, wenn eine ungünstige Gegebenheit oder ein ungünstiger Einfluss die Standsicherheit gefährdet. Im vorliegenden Fall können dies z. B. sein:

- Nicht oder nur wenig verdichtete Verfüllungen oder Aufschüttungen.
- Erhebliche Anteile an organischen Bestandteilen und ähnlichen festigkeitsmindernden Bodenarten im Fall eines weichen bindigen Bodens.
- Grundwasserabsenkung durch offene Wasserhaltung in Feinsand- oder Schluffboden.
- Zufluss von Schichtenwasser.
- Nicht entwässerter, im wassergesättigten Zustand zum Fließen neigender Boden.
- Der Verlust der Kapillarkohäsion eines nichtbindigen Bodens durch Austrocknen.
- Starke Erschütterungen, z. B. aus Verkehr, Rammarbeiten, Verdichtungsarbeiten oder Sprengungen.

Sollten solche Randbedingungen vorliegen, ist die Standsicherheit von Böschungen rechnerisch nachzuweisen. Die Standsicherheit ist ebenfalls rechnerisch nachzuweisen, wenn z. B.:

- Eine Böschung mehr als 5,00 m hoch ist.
- Die oben genannten Böschungswinkel überschritten werden, wobei jedoch ein Böschungswinkel von mehr als 80° bei nichtbindigen oder bindigen Böden und von mehr als 90° bei Fels nicht zulässig ist.
- Die Standsicherheit von vorhandenen Gebäuden, Leitungen, anderen baulichen Anlagen oder Verkehrsflächen gefährdet werden kann.
- Das Gelände neben der Böschungskante steiler als 1:10 ansteigt oder unmittelbar neben dem Schutzstreifen von 0,60 m eine steiler als 1:2 geneigte Erdaufschüttung bzw. Stapellasten von mehr als 10 kN/m<sup>2</sup> zu erwarten sind.

Bei einer bis 1:1 geneigten Erdaufschüttung darf der geforderte

Standsicherheitsnachweis entfallen, wenn die Tiefe der Baugrube bzw. des Grabens zusammen mit der Höhe der Erdaufschüttung das Maß von 5,00 m nicht übersteigt

Ansonsten verweisen wir auf die DIN 4124. Wir empfehlen, für die Erdarbeiten nur Fachfirmen zuzulassen und die DIN 4124 vertraglich zu vereinbaren.

**Sollten z. B. bei Aushub Wasseraustritte oder abweichende Bodenarten festgestellt werden, so sind die Arbeiten einzustellen und es ist ein geotechnischer Sachverständiger hinzuzuziehen.**

**Auch bei Planungsänderungen, die Auswirkungen auf den Erdbau haben, sind die Auswirkungen vor Ausführungsbeginn von einem geotechnischen Sachverständigen zu prüfen.**

Sollten Verbaute erforderlich werden, so können für eine Bemessung des Verbaus die Werte der Tabelle 3 dieses Berichts angesetzt werden.

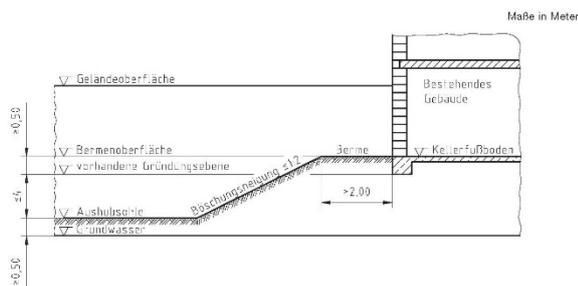
Die Bemessung eines Verbaus empfehlen wir, dem Unternehmer zu überlassen, da dieser in der Regel „seine Systeme“ hat.

Ansonsten verweisen wir auf die Vorgaben der EAB<sup>18</sup> (Lastansätze etc.).

### 10.3 Sicherung der Nachbar-/Bestandsbebauung

Die Erweiterungen schließen direkt an die bestehenden Gebäude an.

Nach DIN 4123<sup>19</sup> gilt, dass bei Baugruben neben bestehenden Bauwerken Maßnahmen zur Gewährleistung der Grundbruchsicherheit dann erforderlich sind, wenn die Aushubgrenzen nach Bild 1 der DIN 4123 (siehe nachfolgendes Bild 11) nicht eingehalten werden.



**Bild 11: Aushubgrenzen nach DIN 4123 (DIN 4123, Bild 1)**

Diese Aushubgrenzen werden im vorliegenden Fall vermutlich entlang des Anschlusses an die Bestandsbebauung nicht eingehalten. Informationen zur Gründung der Bestandsgebäude liegen uns nicht vor. Im Bereich flach gegründeter Fundamente sind dort Unterfangungen der Bestandsbebauung erforderlich.

<sup>18</sup> Empfehlungen des Arbeitskreises "Baugruben", Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V. (Hrsg.), 5. Auflage, Berlin, September 2012

<sup>19</sup> Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen im Bereich bestehender Gebäude, Ausgabe 2011-05



Der „Voraushub“ kann bis 0,50 m über die bestehenden Gründungstiefen erfolgen. Dann sind die Unterfangungen auszuführen. Diese sind abschnittsweise mit einer maximalen Breite eines Abschnitts von 1,25 m zu erstellen. In der Tiefe müssen sie bis mindestens 0,50 m unter geplante Aushubsole reichen (siehe Bild 12). Die Dicke der Unterfangung muss der zu unterfangenden Streifenfundamente entsprechen.

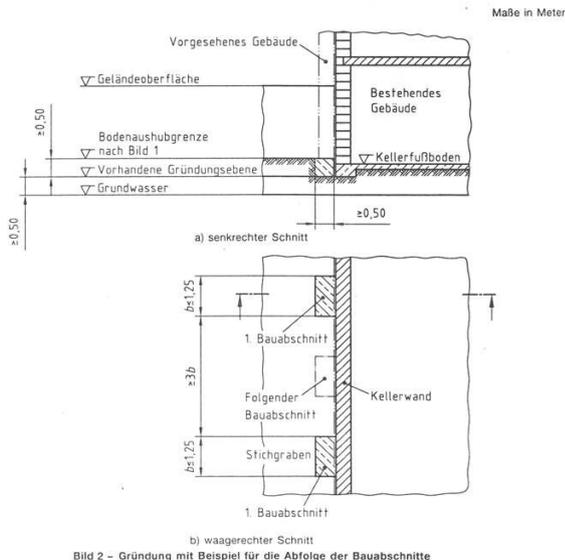


Bild 2 - Gründung mit Beispiel für die Abfolge der Bauabschnitte

### **Bild 12: Vorgehensweise bei Unterfangungen nach DIN 4123 (DIN 4123, Bild 2)**

Die Notwendigkeit der statischen Bemessung der Unterfangungen ist im Einzelfall zu prüfen. Auch die Unterfangung von Einzelfundamenten ist im Einzelfall zu prüfen.

Wir empfehlen die Tiefen der Bestandsgründung aus der Ausführungsplanung zu eruieren und im Zuge der Aushubmaßnahmen zu überprüfen. Dies kann mittels Baggerschürfen ab einem Niveau von 0,50 m über den angegebenen Bestandstiefen erfolgen.

### **10.4 Kampfmittelsituation**

Entsprechend der DIN 18299 ist im Hinblick auf die vorhandene Kampfmittelsituation eine Aussage des Auftraggebers in der Leistungsbeschreibung zu treffen.

Bei einer Nichtfreigabe hinsichtlich Kampfmittel sind entweder Untersuchungen zur Kampfmittelsituation (z.B. Luftbildauswertungen oder entsprechende Freimessungen) vor der Ausführung der eigentlichen Bauarbeiten durch den AG zu veranlassen. Alternativ hat der AG in der Leistungsbeschreibung auf die vorhandene Situation hinzuweisen, so dass im Zuge der geplanten Bauarbeiten geeignete Maßnahmen eingeplant werden können.

### **10.5 Entwässerung / Bauwerksabdichtung**

Grundwasser hat keinen Einfluss auf das Bauwerk. Auch aufstauendes Sickerwasser ist im Gebäudebereich nicht zu erwarten.

Die Bauwerkssohlen der neuen Gebäude liegen auf der KBS mit einer Durchlässigkeit  $k_f \geq 10^{-4}$  m/s und einer Minstdicke von 0,60 m. Es ist zudem darauf zu achten, dass die KBS nicht umlaufend in undurchlässigen Böden liegt ( $k_f < 10^{-4}$  m/s; „Wanneneffekt“).

Unter diesen Voraussetzungen empfehlen wir für die Bodenplatten eine Abdichtung bis zur umgebenden GOK im Endzustand gegen die Wassereinwirkungsklasse W1.2-E – Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührten Wänden mit Dränung – nach DIN 18533-1.

Sollten unterirdische Bauteile erstellt werden, so bitten wir nochmals um Info.

Im Rahmen der Bauausführung ist nach jetzigem Kenntnisstand keine Wasserhaltung erforderlich. Schichtenwasserzufluss ist nicht auszuschließen, kann jedoch nicht quantifiziert werden.

Eine Wasserhaltung bedarf der Genehmigung durch die untere Wasserrechtsbehörde. Diese muss vor Errichtung der Wasserhaltung vorliegen. Die Bearbeitungszeit von erfahrungsgemäß 6 – 8 Wochen ist zu berücksichtigen.

## 10.6 Sonstige Hinweise

Der durchgeführte Erkundungsumfang entspricht den Empfehlungen des EC 7. Die Erkundungsergebnisse sind plausibel und liefern ein „schlüssiges Bild“ des Baugrundes.

Lokale Abweichungen vom erkundeten Baugrund sind jedoch nicht auszuschließen. Sollten solche Abweichungen auftreten, so bitten wir nochmals um Rücksprache. Ebenso bitten wir um Rücksprache sollte sich Änderungen in der Planung bzw. an dem im vorliegenden Bericht genannten Annahmen ergeben.

Dieser Bericht besteht aus 27 Seiten (inkl. Deckblatt) und den Anlagen 1 bis 6 und ist nur in seiner Gesamtheit gültig.

INGENIEURBÜRO ROTH  
& PARTNER GMBH



Dipl.-Ing. (FH) Helmut Schwarzmüller

Projektbearbeiter:



ppa. Dipl.-Ing. (FH) Peter Cuntz  
Beratender Ingenieur





**Anlage 1**

**Auszug aus der topographischen Karte**

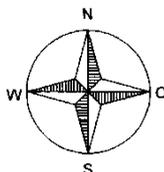


Plangrundlage: ©GeoBasis-DE / LVermGeoRP (2021), dl-de/by-2-0, <http://www.lvermgeo.rlp.de> [Daten bearbeitet]

**Legende:**



**Untersuchungsbereich**



|   |                                     |                                |
|---|-------------------------------------|--------------------------------|
| <b>Projekt:</b><br><b>Erweiterung</b><br><b>Zweibrücken Fashion Outlet</b><br><b>Londoner Bogen 10-90, 66842 Zweibrücken</b><br>Baugrunderkundung und Gründungsberatung |                                     |                                |
| <b>Planinhalt:</b><br><b>Auszug aus der</b><br><b>topografischen Karte</b>  | <b>Maßstab :</b><br><b>1:25.000</b> | <b>Anlage-Nr.:</b><br><b>1</b> |
| <b>Auftraggeber:</b> <b>VIA Outlets Zweibrücken B.V.</b><br><b>c/o Via Outlet Germany Management Services GmbH</b><br><b>Londoner Bogen 10-90, 66842 Zweibrücken</b>    |                                     |                                |

**INGENIEURBÜRO**  
**ROTH & PARTNER**


Ingenieurbüro Roth & Partner GmbH  
 Messplatz 14 · 76855 Annweiler  
 Telefon 06346 9297-16 · Telefax -17  
 info@ib-roth.com · www.ib-roth.com

Annweiler, November 2022

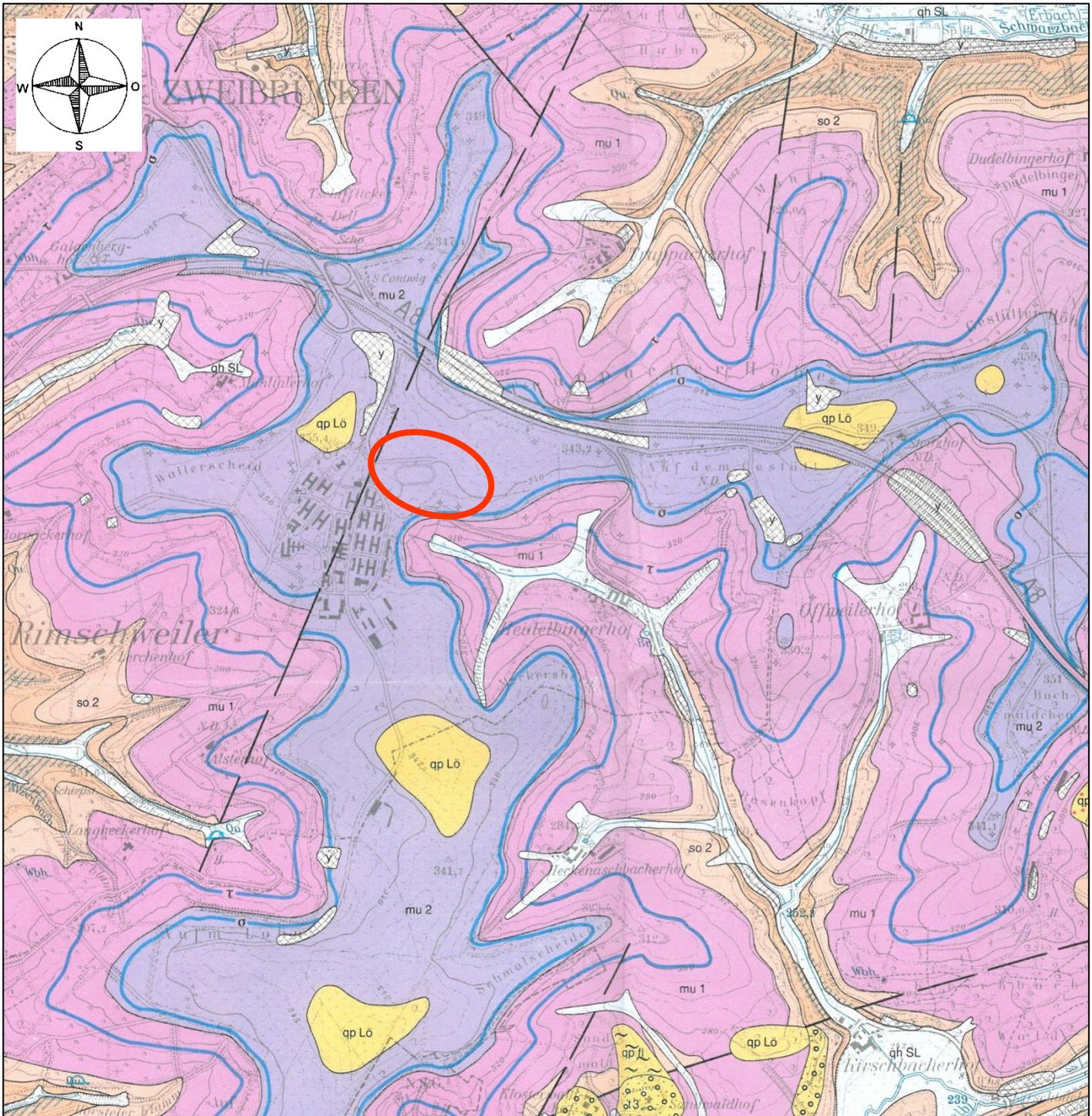
*Erweiterung Zweibrücken Fashion Outlet  
Londoner Bogen 10-90, 66842 Zweibrücken  
Baugrunderkundung und Gründungsberatung*

INGENIEURBÜRO  
ROTH & PARTNER



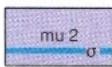
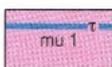
## **Anlage 2**

### **Auszug aus der geologischen Karte**



**Legende:**

 **Untersuchungsbereich**

- Künstliche Aufschüttungen 
- Lößlehm 
- Wellenkalk 
- Wellenmergel  
Mergelige Schichten  
Muschelsandstein 

Plangrundlage : Geologische Karte 1:25000 Blatt 6710

|   |                                     |                                |
|---|-------------------------------------|--------------------------------|
| <b>Projekt:</b><br><b>Erweiterung</b><br><b>Zweibrücken Fashion Outlet</b><br><b>Londoner Bogen 10-90, 66842 Zweibrücken</b><br>Baugrunderkundung und Gründungsberatung |                                     |                                |
| <b>Planinhalt:</b><br><b>Auszug aus der</b><br><b>geologischen Karte</b>  | <b>Maßstab :</b><br><b>1:25.000</b> | <b>Anlage-Nr.:</b><br><b>2</b> |
| <b>Auftraggeber:</b> <b>VIA Outlets Zweibrücken B.V.</b><br><b>c/o Via Outlet Germany Management Services GmbH</b><br><b>Londoner Bogen 10-90, 66842 Zweibrücken</b>    |                                     |                                |
| <b>INGENIEURBÜRO</b><br><b>ROTH &amp; PARTNER</b>                                  |                                     | Annweiler, November 2022       |
| Ingenieurbüro Roth & Partner GmbH<br>Messplatz 14 · 76855 Annweiler<br>Telefon 06346 9297-16 · Telefax -17<br>info@ib-roth.com · www.ib-roth.com                        |                                     |                                |



## **Anlage 3**

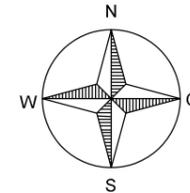
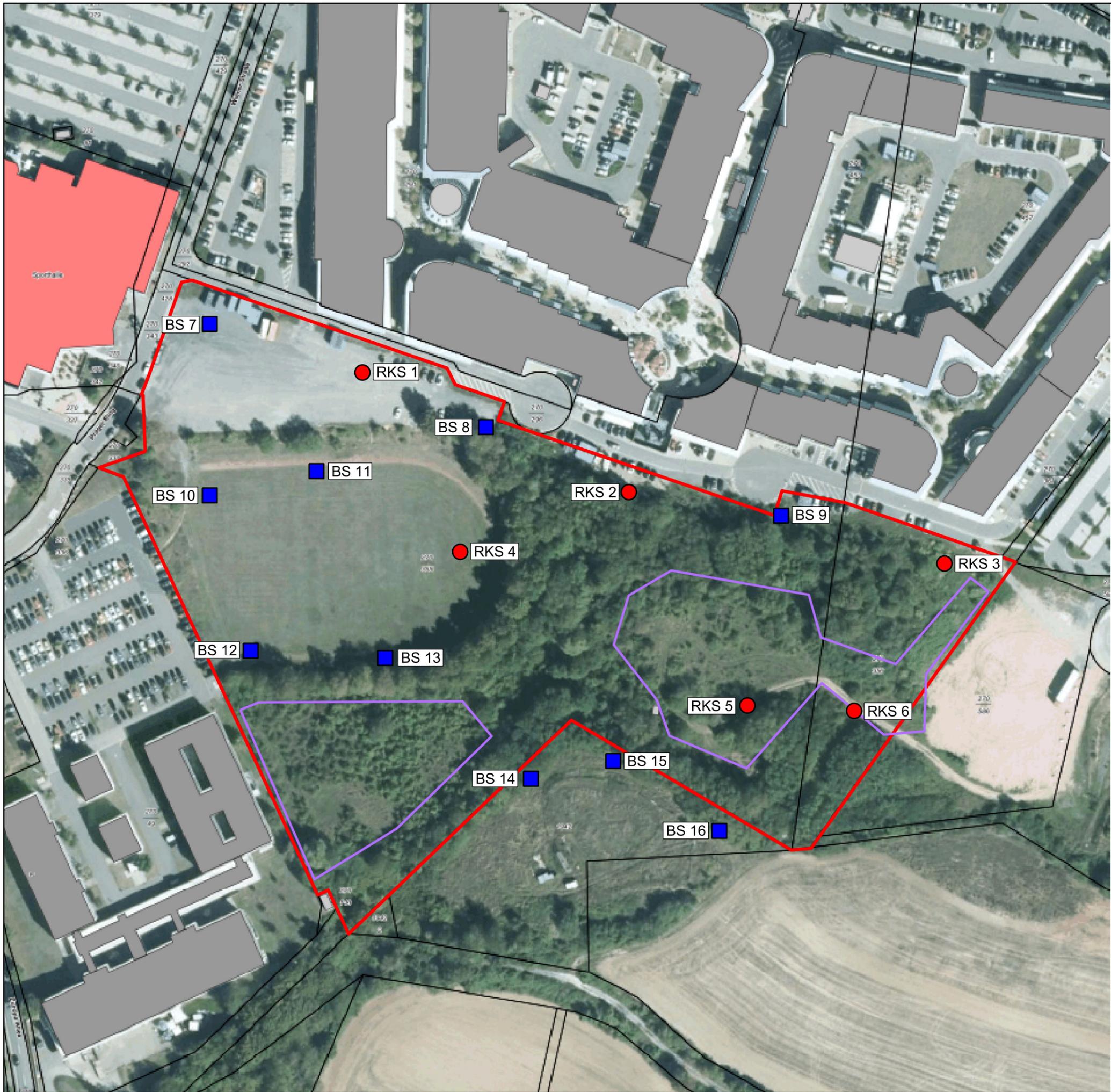
### **Lagepläne mit Eintrag der Erkundungspunkte**

- 3.1 Luftbild mit Eintrag der Erkundungspunkte**
- 3.2 Planung mit Eintrag der Erkundungspunkte**



### **Anlage 3.1**

**Luftbild mit Eintrag der Erkundungspunkte**



### Legende

- Untersuchungsbereich
- RKS Rammkernsondierung
- BS Baggerschurf
- Tabuzonen Reptilien und nicht begehbar

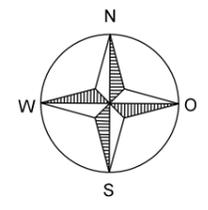
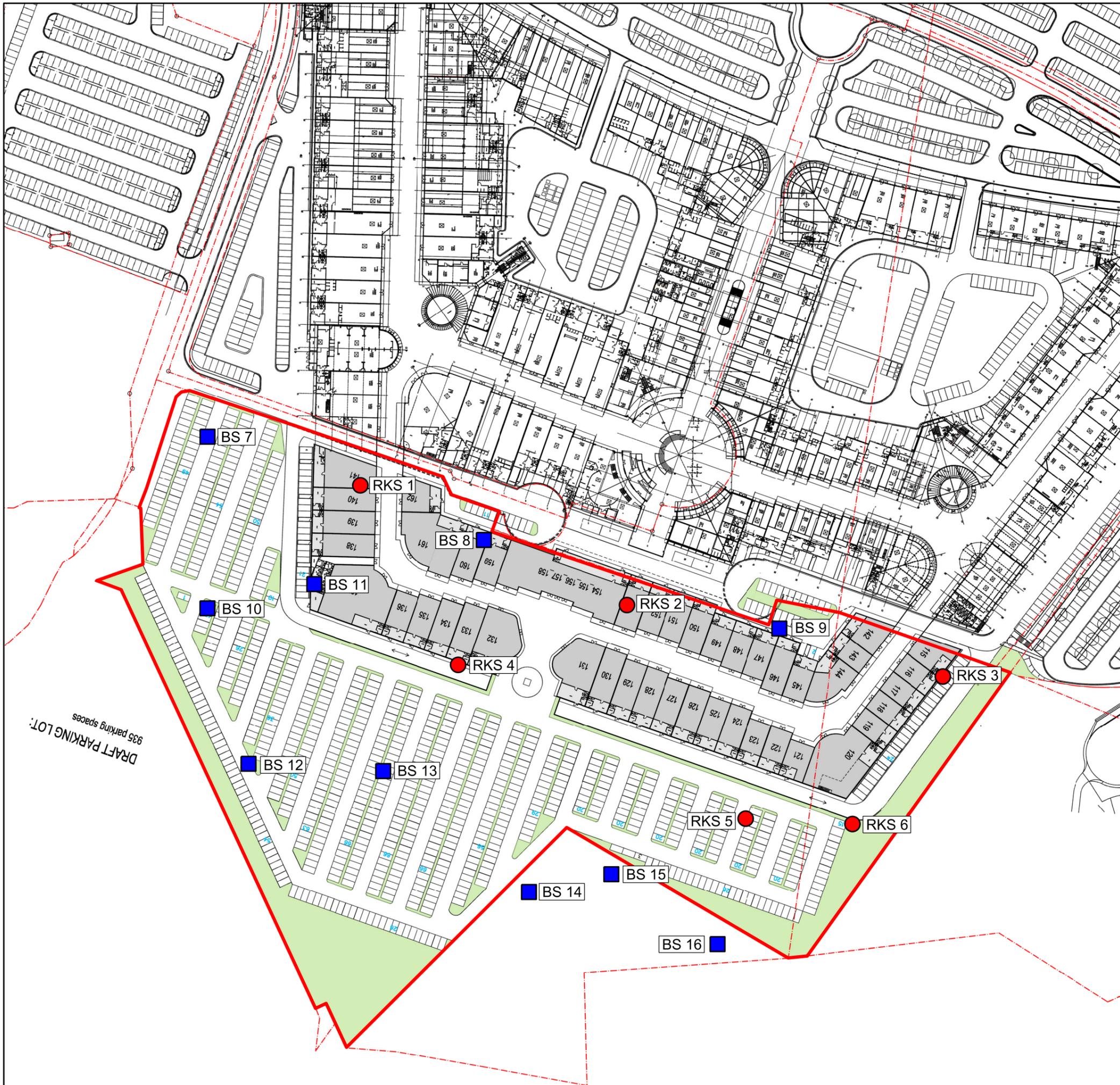
Plangrundlage:  
 ©GeoBasis-DE / LVermGeoRP (2022), dLde/by-2-0, <http://www.lvermgeo.rlp.de> [Daten bearbeitet]

|   |         |                         |
|---|---------|-------------------------|
| Projekt   |         |                         |
| <b>Erweiterung<br/>Zweibrücken Fashion Outlet<br/>Londoner Bogen 10-90, 66842 Zweibrücken</b>   |         |                         |
| Baugrunderkundung und Gründungsberatung   |         |                         |
| Planinhalt  | Masstab | Anlage-Nr.              |
| Lageplan Luftbild mit Eintrag<br>der Erkundungspunkte   | 1:1.500 | <b>3.1</b>              |
| Auftraggeber  |         |                         |
| <b>VIA Outlets Zweibrücken B.V.</b><br>c/o Via Outlet Germany Management Services GmbH<br>Londoner Bogen 10-90, 66842 Zweibrücken               |         |                         |
| INGENIEURBÜRO<br>ROTH & PARTNER                            |         | Anweiler, November 2022 |
| Ingenieurbüro Roth & Partner GmbH<br>Messplatz 14 · 76855 Anweiler<br>Telefon 06346 9297-16 · Telefax -17<br>info@ib-roth.com · www.ib-roth.com |         |                         |



## **Anlage 3.2**

### **Planung mit Eintrag der Erkundungspunkte**



**Legende**

- Untersuchungsbereich
- RKS Rammkernsondierung
- BS Baggerschurf

|  |          |                         |
|--|----------|-------------------------|
| <b>Projekt</b><br><b>Erweiterung</b><br><b>Zweibrücken Fashion Outlet</b><br><b>Londoner Bogen 10-90, 66842 Zweibrücken</b><br>Baugrunderkundung und Gründungsberatung |          |                         |
| Planinhalt   | Massstab | Anlage-Nr.              |
| Lageplan Planung mit Eintrag der Erkundungspunkte  | 1:1.500  | <b>3.2</b>              |
| Auftraggeber<br><b>VIA Outlets Zweibrücken B.V.</b><br>c/o Via Outlet Germany Management Services GmbH<br>Londoner Bogen 10-90, 66842 Zweibrücken                      |          |                         |
| <b>INGENIEURBÜRO</b><br><b>ROTH &amp; PARTNER</b>  |          | Anweiler, November 2022 |
| Ingenieurbüro Roth & Partner GmbH<br>Messplatz 14 · 76855 Anweiler<br>Telefon 06346 9297-16 · Telefax -17<br>info@ib-roth.com · www.ib-roth.com                        |          |                         |



## **Anlage 4**

### **Erkundungsergebnisse**

- 4.1 Zeichnerische Darstellung der Profile der Rammkernsondierungen und Baggerschürfe**
- 4.2 Ergebnisse der Kampfmittelfreimessungen der Erkundungspunkte**



#### **Anlage 4.1**

**Zeichnerische Darstellung der Profile der Rammkernsondierungen  
und Baggerschürfe**

**Legende und Zeichenerklärung nach DIN 4023**

Boden- und Felsarten

|   |                                      |   |                              |
|---|--------------------------------------|---|------------------------------|
|  | Auffüllung, A                        |  | Feinkies, fG, feinkiesig, fg |
|  | Kies, G, kiesig, g                   |  | Feinsand, fS, feinsandig, fs |
|  | Sand, S, sandig, s                   |  | Schluff, U, schluffig, u     |
|  | Mudde, F, organische Beimengungen, o |  | Mutterboden, Mu              |
|  | Steine, X, steinig, x                |  | Ton, T, tonig, t             |

Signaturen der Umweltgeologie (nicht DIN-gemäß)

|   |                                |   |                            |
|---|--------------------------------|---|----------------------------|
|  | Schotter, So, mit Schotter, so |  | Splitt, Sp, mit Splitt, sp |
|---|--------------------------------|---|----------------------------|

Korngrößenbereich    f - fein  
                                  m - mittel  
                                  g - grob

Nebenanteile        ' - schwach (<15%)  
                                  - - stark (30-40%)

Bodengruppe nach DIN 18196

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

**Legende und Zeichenerklärung nach DIN 4023**

Proben

A1  1,00 Probe Nr 1, entnommen mit einem  
Verfahren der Entnahmekategorie A aus  
1,00 m Tiefe

C1  1,00 Probe Nr 1, entnommen mit einem  
Verfahren der Entnahmekategorie C aus  
1,00 m Tiefe

B1  1,00 Probe Nr 1, entnommen mit einem  
Verfahren der Entnahmekategorie B aus  
1,00 m Tiefe

W1  1,00 Wasserprobe Nr 1 aus 1,00 m Tiefe

Homogenbereiche nach DIN 18300

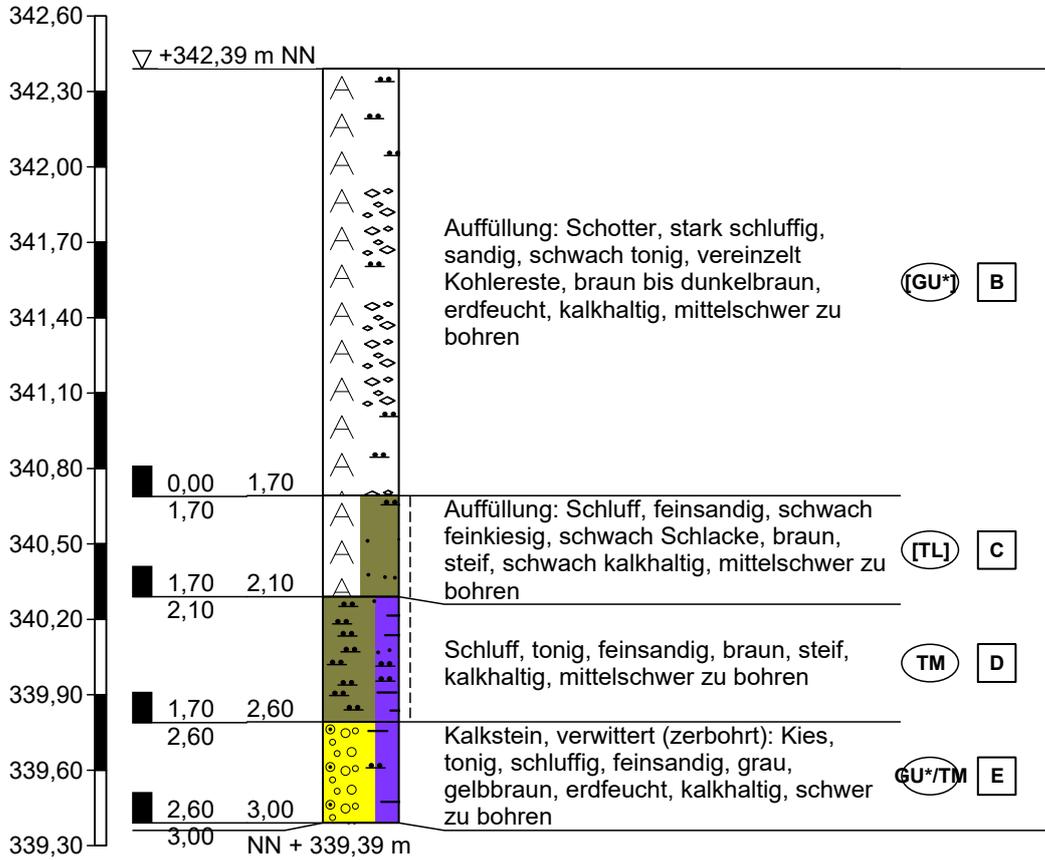
-  Homogenbereich 320-A
-  Homogenbereich 300-B
-  Homogenbereich 300-C
-  Homogenbereich 300-D
-  Homogenbereich 300-E

Konsistenz

 breiig       weich       steif       halbfest       fest

**Zeichnerische Darstellung von Bohr- und Schurfprofilen nach DIN 4023**

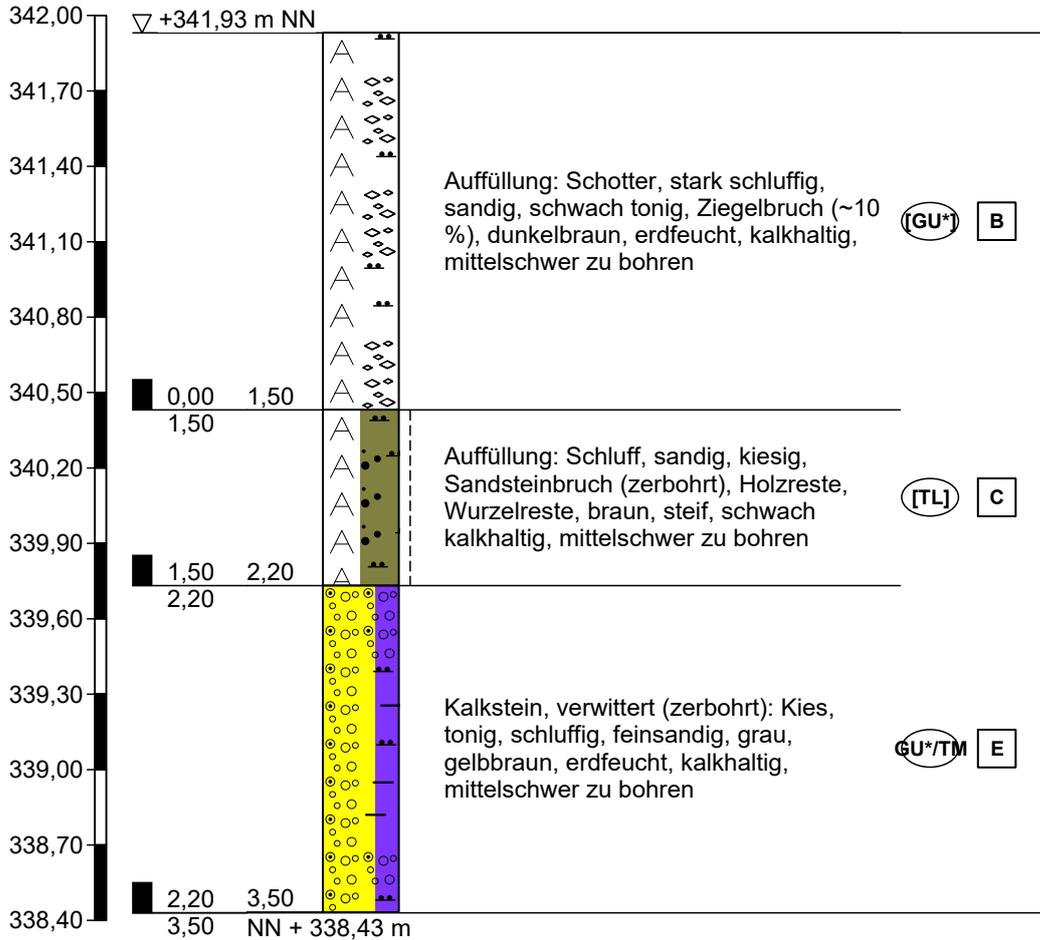
**RKS 1**



Kein weiterer Sondierfortschritt.

**Zeichnerische Darstellung von Bohr- und Schurfprofilen nach DIN 4023**

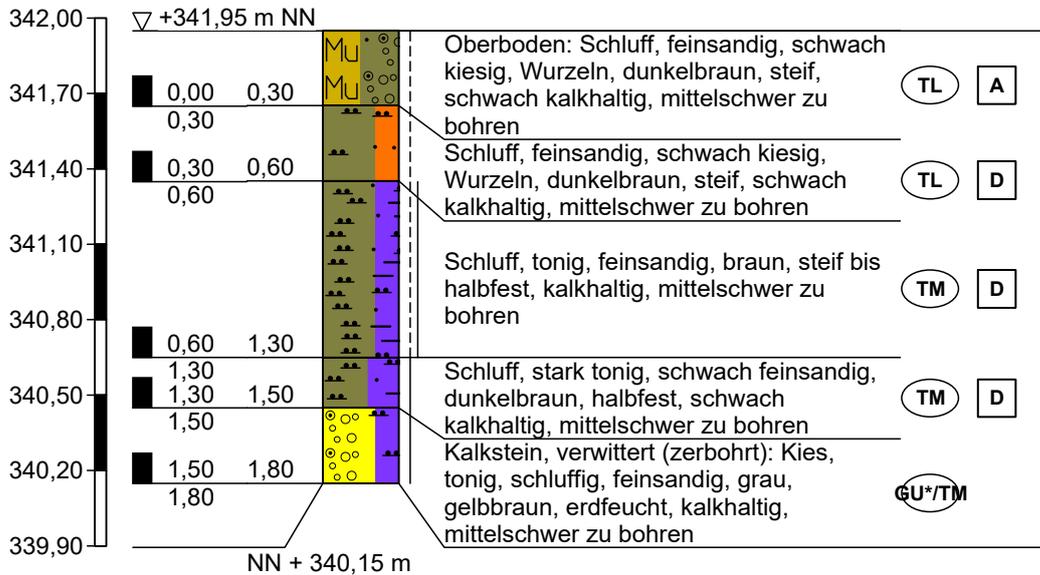
**RKS 2**



Kein weiterer Sondierfortschritt.

**Zeichnerische Darstellung von Bohr- und Schurfprofilen nach DIN 4023**

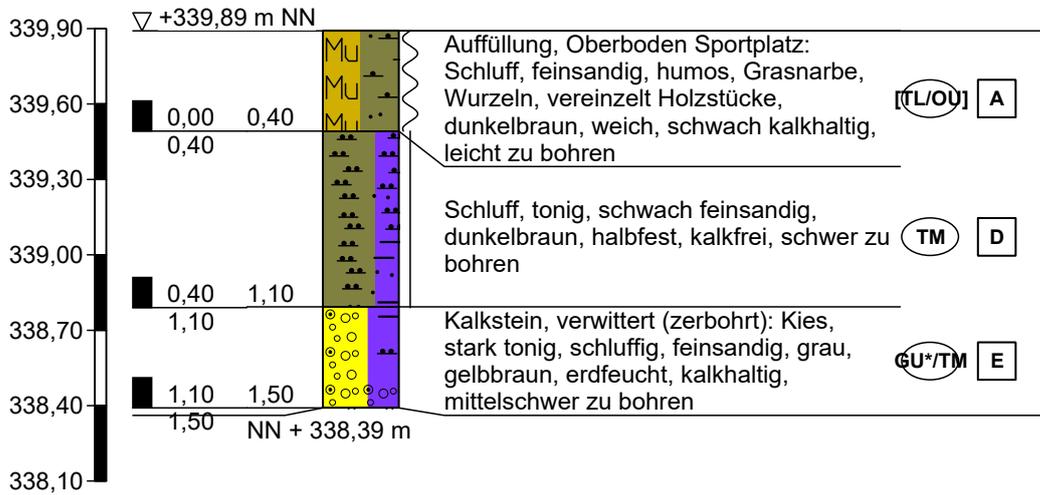
**RKS 3**



Kein weiterer Sondierfortschritt.

**Zeichnerische Darstellung von Bohr- und Schurfprofilen nach DIN 4023**

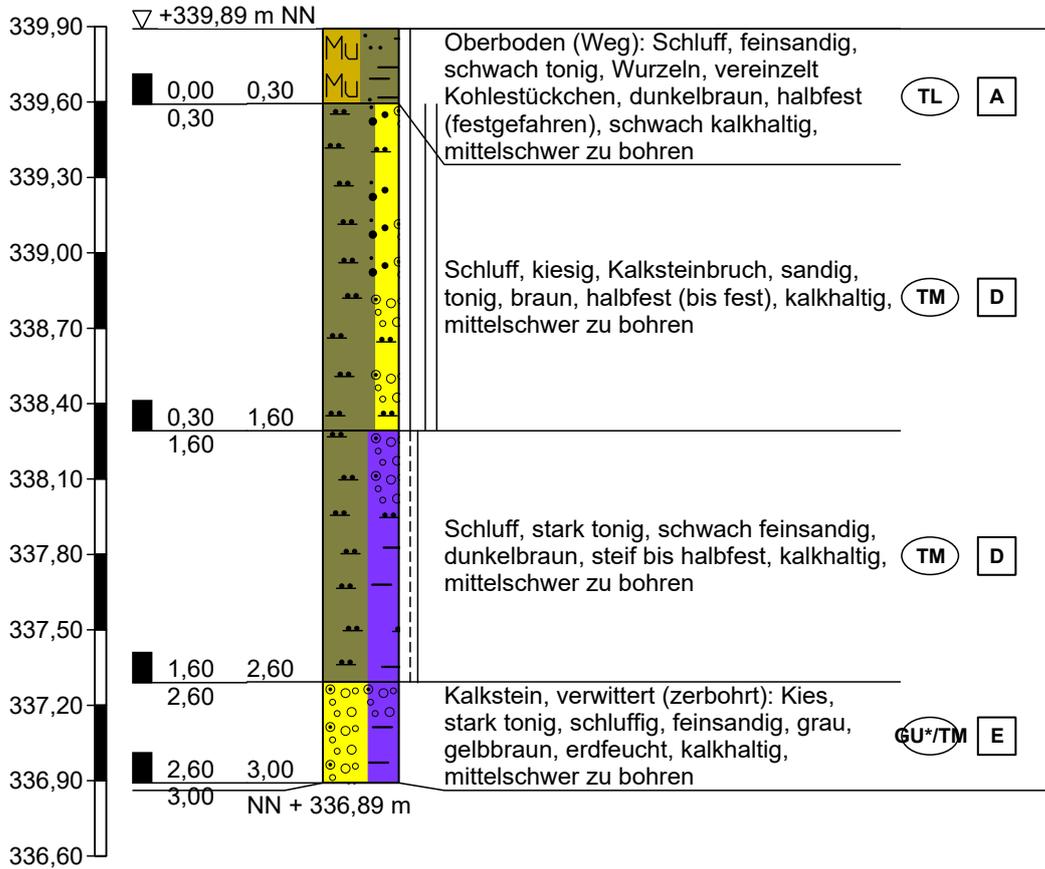
**RKS 4**



Kein weiterer Sondierfortschritt.

**Zeichnerische Darstellung von Bohr- und Schurfprofilen nach DIN 4023**

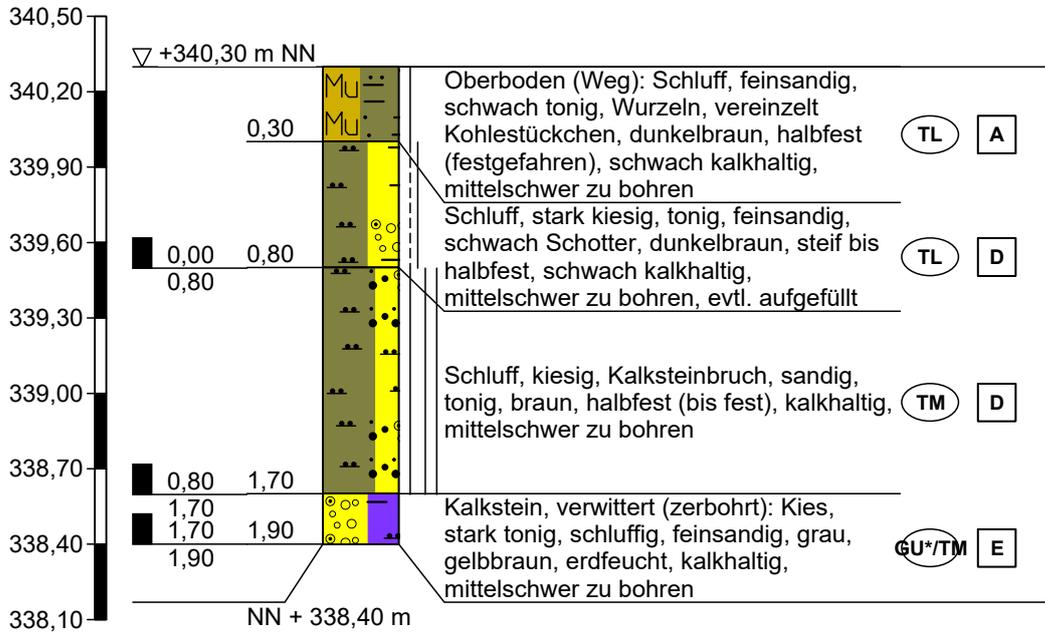
**RKS 5**



Kein weiterer Sondierfortschritt.

**Zeichnerische Darstellung von Bohr- und Schurfprofilen nach DIN 4023**

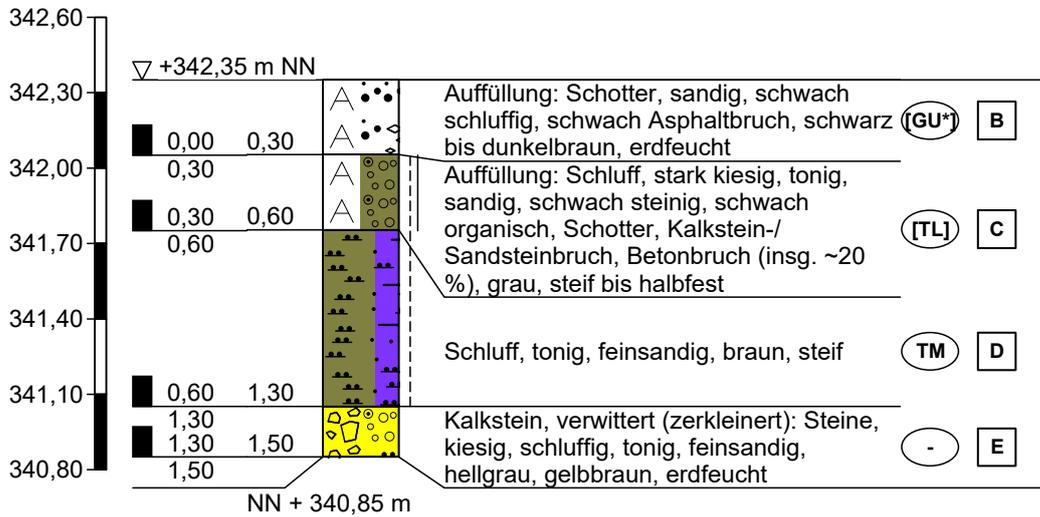
**RKS 6**



Kein weiterer Sondierfortschritt.

**Zeichnerische Darstellung von Bohr- und Schurfprofilen nach DIN 4023**

**BS 7**

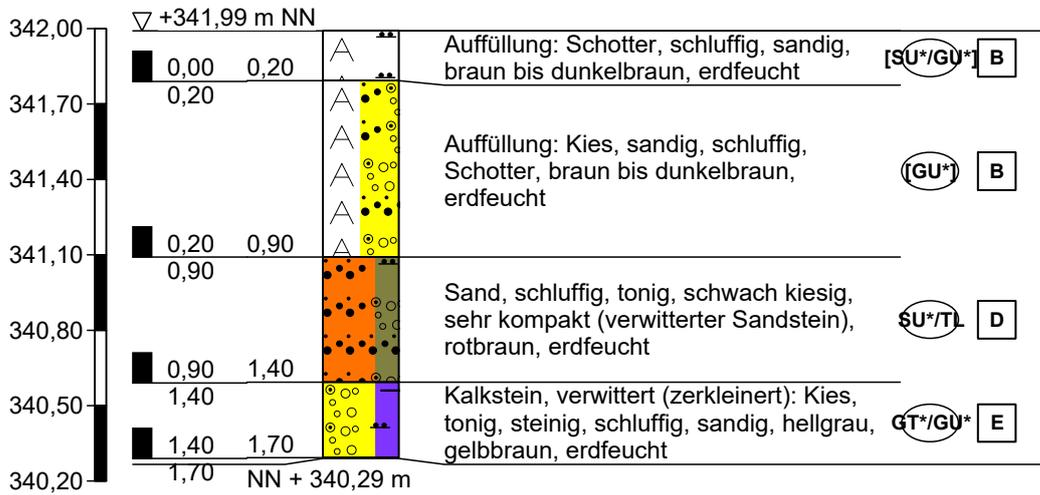


Kein weiterer Aushub möglich.



**Zeichnerische Darstellung von Bohr- und Schurfprofilen nach DIN 4023**

**BS 8**

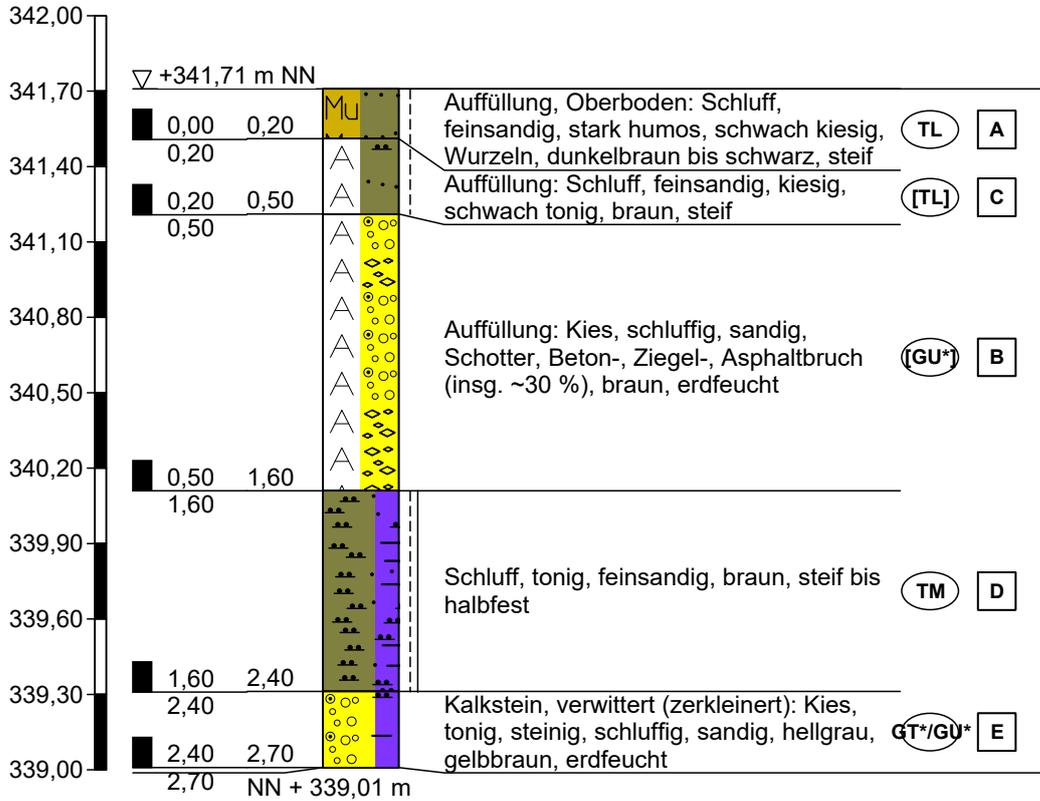


Kein weiterer Aushub möglich.



**Zeichnerische Darstellung von Bohr- und Schurfprofilen nach DIN 4023**

**BS 9**

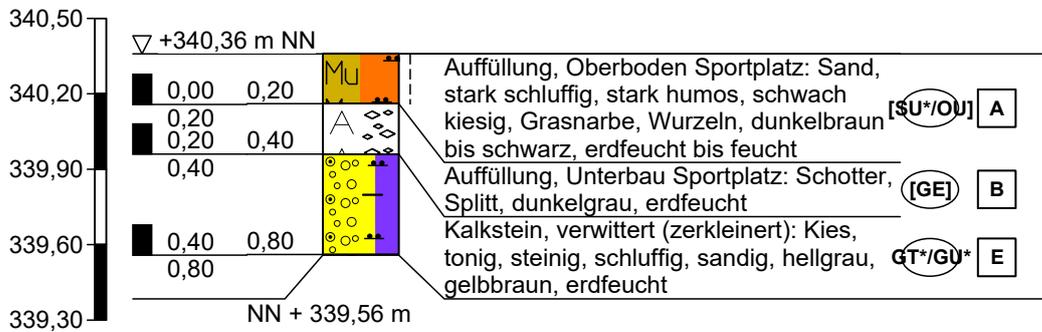


Kein weiterer Aushub möglich.



**Zeichnerische Darstellung von Bohr- und Schurfprofilen nach DIN 4023**

**BS 10**

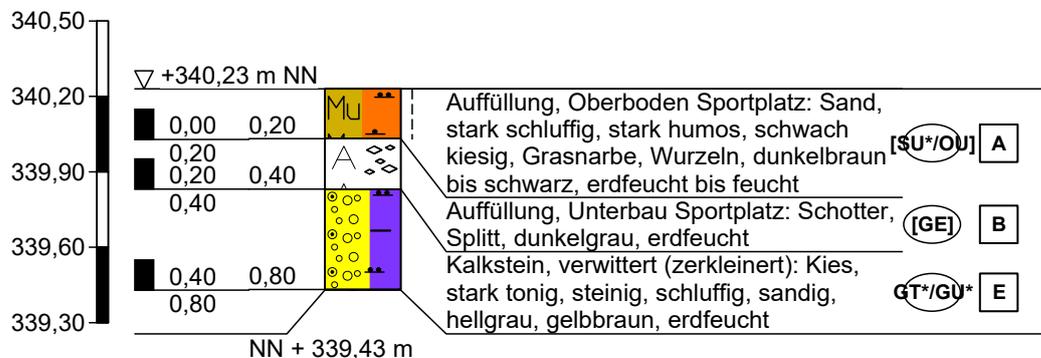


Kein weiterer Aushub möglich.



**Zeichnerische Darstellung von Bohr- und Schurfprofilen nach DIN 4023**

**BS 11**

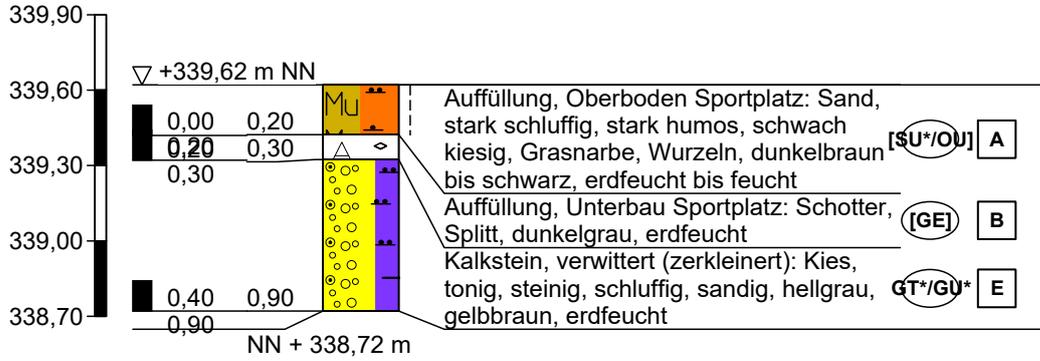


Kein weiterer Aushub möglich.



**Zeichnerische Darstellung von Bohr- und Schurfprofilen nach DIN 4023**

**BS 12**

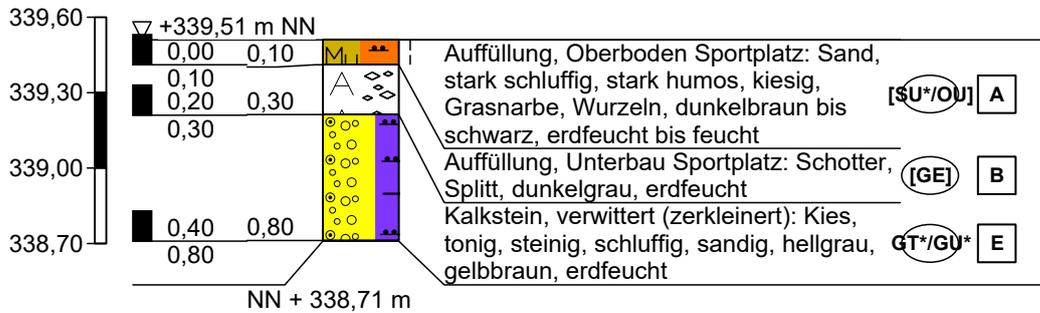


Kein weiterer Aushub möglich.



**Zeichnerische Darstellung von Bohr- und Schurfprofilen nach DIN 4023**

**BS 13**

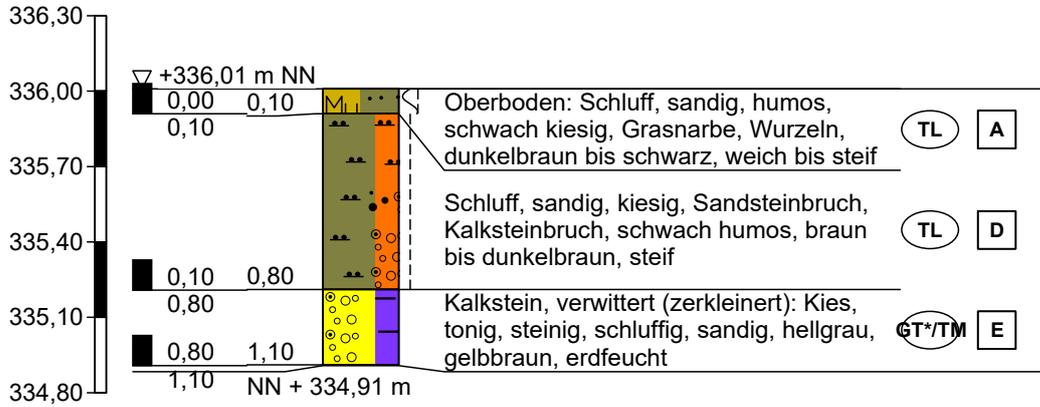


Kein weiterer Aushub möglich.



**Zeichnerische Darstellung von Bohr- und Schurfprofilen nach DIN 4023**

**BS 14**

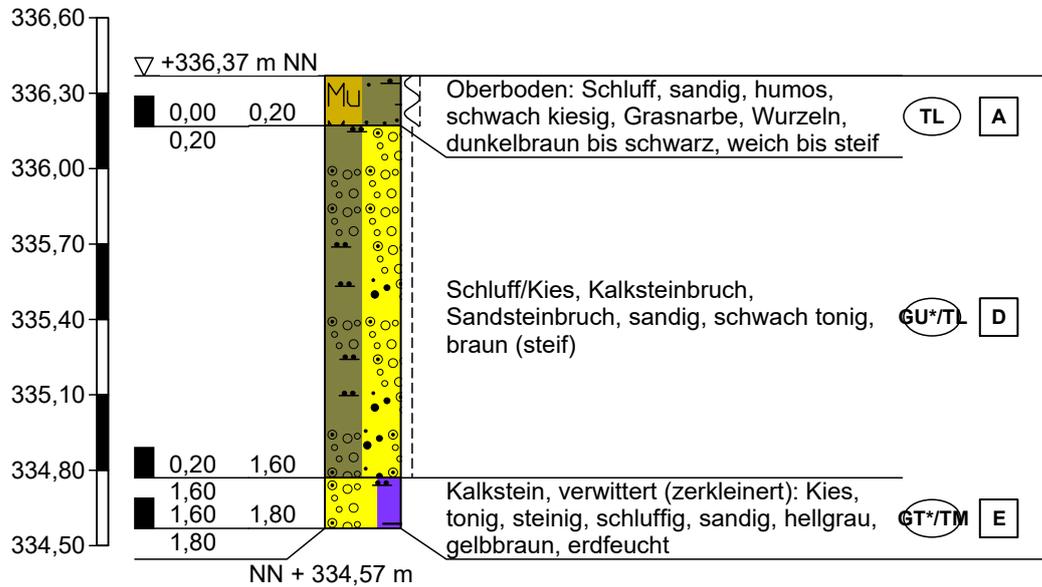


Kein weiterer Aushub möglich.



**Zeichnerische Darstellung von Bohr- und Schurfprofilen nach DIN 4023**

**BS 15**

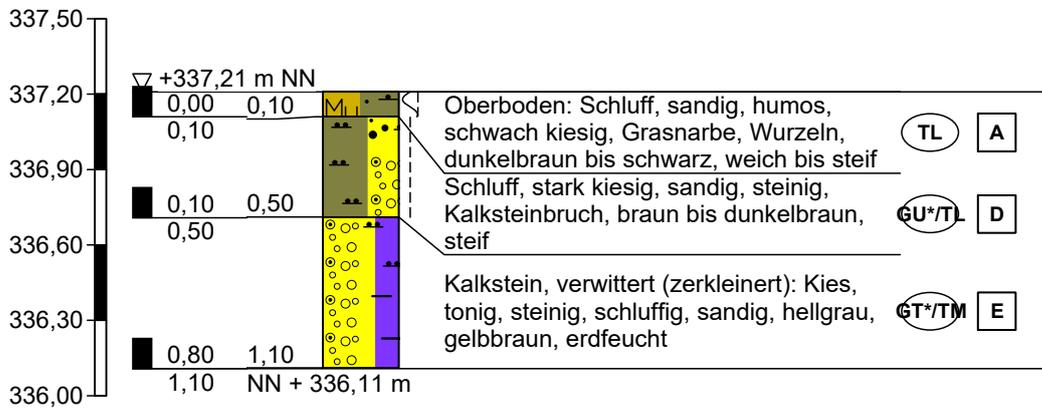


Kein weiterer Aushub möglich.



**Zeichnerische Darstellung von Bohr- und Schurfprofilen nach DIN 4023**

**BS 16**



Kein weiterer Aushub möglich.





WST-GmbH, Elly-Beinhorn-Str. 6, D-69214 Eppelheim

|                      |                            |
|----------------------|----------------------------|
| <b>Projekt:</b>      | <b>TSO Zweibrücken</b>     |
| <b>WST-Proj.-Nr:</b> | <b>2210P5</b>              |
| <b>AG-Proj.-Nr:</b>  | <b>22P137</b>              |
| <b>Datum:</b>        | <b>28.10.2022</b>          |
| <b>Ausführender:</b> | <b>S. Kaya, Geol.-Ing.</b> |

### GPS-Koordinaten und NH-Höhen

| Sondierung | UTM-Koordinaten |            | Höhe [m NH*] |
|------------|-----------------|------------|--------------|
|            | Rechtswert      | Hochwert   |              |
| RKS 1      | 32383738,65     | 5454204,85 | 342,39       |
| RKS 2      | 32383844,01     | 5454157,60 | 341,93       |
| RKS 3      | 32383968,83     | 5454129,39 | 341,95       |
| RKS 4      | 32383777,30     | 5454134,00 | 339,89       |
| RKS 5      | 32383890,92     | 5454073,31 | 339,89       |
| RKS 6      | 32383933,12     | 5454071,18 | 340,30       |
| BS 7       | 32383678,27     | 5454224,04 | 342,35       |
| BS 8       | 32383787,47     | 5454183,28 | 341,99       |
| BS 9       | 32383904,22     | 5454148,31 | 341,71       |
| BS 10      | 32383678,24     | 5454156,33 | 340,36       |
| BS 11      | 32383720,47     | 5454165,87 | 340,23       |
| BS 12      | 32383694,45     | 5454094,95 | 339,62       |
| BS 13      | 32383747,67     | 5454092,07 | 339,51       |
| BS 14      | 32383805,28     | 5454044,36 | 336,01       |
| BS 15      | 32383837,83     | 5454051,38 | 336,37       |
| BS 16      | 32383879,79     | 5454023,78 | 337,21       |

\*DHHN 16



## **Anlage 4.2**

### **Ergebnisse der Kampfmittelfreimessungen der Erkundungspunkte**

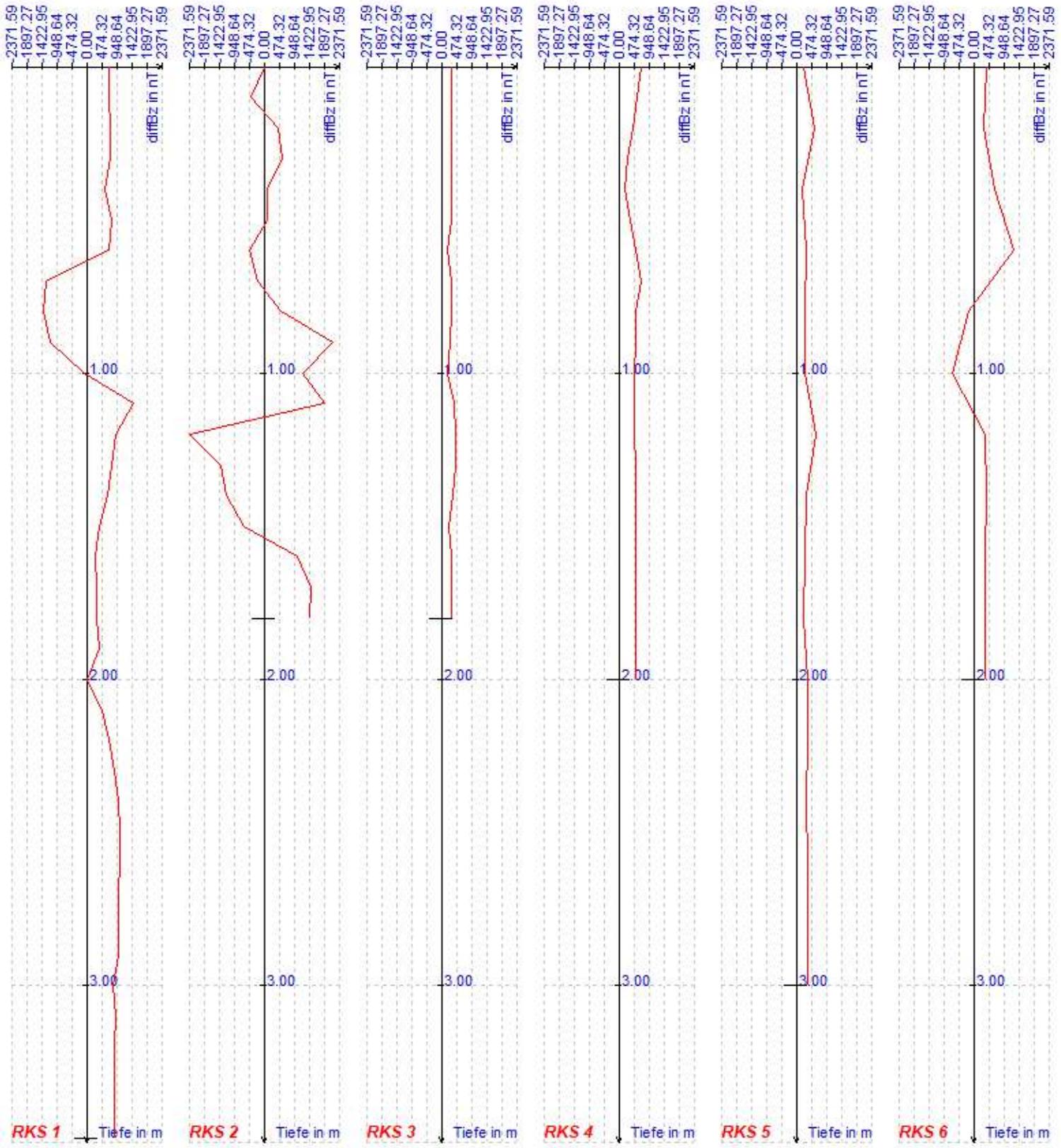
MAGNETO® 3.00 DE 03.00-22/00 - 512787 - WST GmbH

Auftraggeber: Roth und Partner GmbH  
Projekt: TSO Zweibrücken  
WST Proj. - Nr.: 2210P5  
Bearbeiter: F. Karaduman  
Datum: 28.10.2022



# Kampfmittel - Erkundung

Auftraggeber: Roth und Partner GmbH  
Projekt: TSO Zweibrücken  
WST Proj. - Nr.: 2210P5  
Bearbeiter: F. Karaduman  
Datum: 28.10.2022



WST-GmbH, Elly-Beinhorn-Str. 6, D-69214 Eppelheim

## Kurzbericht Kampfmittelerkundung

|                     |                       |                     |            |
|---------------------|-----------------------|---------------------|------------|
| <b>Auftraggeber</b> | Roth und Partner GmbH | <b>Datum</b>        | 28.10.2022 |
| <b>Projekt:</b>     | TSO Zweibrücken       | <b>WST-Proj.-Nr</b> | 2210P5     |
|                     |                       | <b>AG Proj.Nr</b>   | 22P 137    |

|  |  |                |
|--|--|----------------|
| <b>eingesetztes Personal: F.Karaduman</b>                                    |  |                |
| <b>Name</b>  |  | <b>Tel.Nr.</b> |
| Gunzenhauser, Oliver (§20 SprengG. - Befähigschein 04/2018 Stadt Heidelberg) |  | 0151 14644060  |

|                            |  |                      |              |   |
|----------------------------|--|----------------------|--------------|---|
| <b>Bohrlochsondierung:</b> | Tiefenorientierte Messung mittels Magnetometer Typ Ebinger Magnex 120 LW |                      |              |   |
| <b>Sondierpunkt</b>        | <b>Bohrtiefe [m]</b>   | <b>Messtiefe [m]</b> | <b>Datum</b> | <b>Bemerkungen</b>  |
| RKS 1a                     | 1,5  |                      | 28.10.2022   | keine Messung erfolgt   |
| RKS 1b                     | 0,8  |                      | 28.10.2022   | keine Messung erfolgt   |
| RKS 1                      | 3,5  | 3,5                  | 28.10.2022   | keine Hinweise auf im Untergrund verbliebene Kampfmittel; Bohrung freigegeben |
| RKS 2                      | 1,8  | 1,8                  | 28.10.2022   | keine Hinweise auf im Untergrund verbliebene Kampfmittel; Bohrung freigegeben |
| RKS 3                      | 1,8  | 1,8                  | 28.10.2022   | keine Hinweise auf im Untergrund verbliebene Kampfmittel; Bohrung freigegeben |
| RKS 4                      | 2,0  | 2,0                  | 28.10.2022   | keine Hinweise auf im Untergrund verbliebene Kampfmittel; Bohrung freigegeben |
| RKS 5                      | 3,0  | 2,0                  | 28.10.2022   | keine Hinweise auf im Untergrund verbliebene Kampfmittel; Bohrung freigegeben |
| RKS 6a                     | 0,3  |                      | 28.10.2022   | keine Messung erfolgt   |
| RKS 6b                     | 0,3  |                      | 28.10.2022   | keine Messung erfolgt   |
| RKS 6                      | 2,0  | 2,0                  | 28.10.2022   | keine Hinweise auf im Untergrund verbliebene Kampfmittel; Bohrung freigegeben |

|  |
|--|
| <b>Bemerkungen:</b>  |
| Die Lage der Kampfmittelerkundung wurde mit ihrem Auftraggeber festgelegt und von diesem dokumentiert.                       |
| Die Freigabe der Bohrstellen gilt nur für das unmittelbare Umfeld der jeweiligen Kampfmittelsondierung (Radius $\leq$ 0,7m). |
| Die Untersuchung erfolgte nach aktuellem Stand der Technik.  |

|   |
|---|
| <b>Bestätigung der Angaben:</b>   |
| Eppelheim, den 28.10.2022   |
| <br>_____<br>Oliver Gunzenhauser (§ 20 SprengG) |

WST-GmbH, Elly-Beinhorn-Str. 6, D-69214 Eppelheim

## Kurzbericht Kampfmittelerkundung

|                     |                       |                     |            |
|---------------------|-----------------------|---------------------|------------|
| <b>Auftraggeber</b> | Roth und Partner GmbH | <b>Datum</b>        | 28.10.2022 |
| <b>Projekt:</b>     | TSO Zweibrücken       | <b>WST-Proj.-Nr</b> | 2210P5     |
|                     |                       | <b>AG Proj.Nr</b>   | 22P 137    |

|  |  |                |
|--|--|----------------|
| <b>eingesetztes Personal: S.Kaya</b>   |  |                |
| <b>Name</b>  |  | <b>Tel.Nr.</b> |
| Gunzenhauser, Oliver (§20 SprengG. - Befähigschein 04/2018 Stadt Heidelberg) |  | 0151 14644060  |

|                         |  |                      |              |   |
|-------------------------|--|----------------------|--------------|---|
| <b>Georadarmessung:</b> | Oberflächensondierung mittels Georadar SPC Modell RD 1100+ (250 MHz) - Projekt 1 |                      |              |   |
| <b>Sondierpunkt</b>     | <b>Radargramm</b>  | <b>Messtiefe [m]</b> | <b>Datum</b> | <b>Bemerkungen</b>  |
| BS 7                    | 22   | 4,0                  | 28.10.2022   | keine Hinweise auf im Untergrund verbliebene Kampfmittel; Bohrung freigegeben |
| BS 8                    | 20   | 4,0                  | 28.10.2022   | keine Hinweise auf im Untergrund verbliebene Kampfmittel; Bohrung freigegeben |
| BS 9                    | 21   | 4,0                  | 28.10.2022   | keine Hinweise auf im Untergrund verbliebene Kampfmittel; Bohrung freigegeben |
| BS 10                   | 23   | 4,0                  | 28.10.2022   | keine Hinweise auf im Untergrund verbliebene Kampfmittel; Bohrung freigegeben |
| BS 11                   | 26   | 4,0                  | 28.10.2022   | keine Hinweise auf im Untergrund verbliebene Kampfmittel; Bohrung freigegeben |
| BS 12                   | 24   | 4,0                  | 28.10.2022   | keine Hinweise auf im Untergrund verbliebene Kampfmittel; Bohrung freigegeben |
| BS 13                   | 25   | 4,0                  | 28.10.2022   | keine Hinweise auf im Untergrund verbliebene Kampfmittel; Bohrung freigegeben |
| BS 14                   | 19   | 4,0                  | 28.10.2022   | keine Hinweise auf im Untergrund verbliebene Kampfmittel; Bohrung freigegeben |
| BS 15                   | 18   | 4,0                  | 28.10.2022   | keine Hinweise auf im Untergrund verbliebene Kampfmittel; Bohrung freigegeben |
| BS 16                   | 17   | 4,0                  | 28.10.2022   | keine Hinweise auf im Untergrund verbliebene Kampfmittel; Bohrung freigegeben |

|   |
|---|
| <b>Bemerkungen:</b>   |
| Achtung: Kampfmittel sind unterhalb von bestehenden Leitungen, Kanälen, Schachtdeckeln, Gehsteigen, Hausanschlüssen, etc. nicht zu orten. |
| Die Untersuchung erfolgte nach aktuellem Stand der Technik.   |

|  |
|--|
| <b>Bestätigung der Angaben:</b>  |
| Eppelheim, den 09.11.2022  |
| <br><hr/> Oliver Gunzenhauser (§ 20 SprengG) |



## **Anlage 5**

### **Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche**

- 5.1 Korngrößenverteilungen nach DIN EN ISO 17892-4**
- 5.2 Fließ- und Ausrollgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12**



## **Anlage 5.1**

### **Korngrößenverteilungen nach DIN EN ISO 17892-4**

Ingenieurbüro Roth & Partner GmbH  
 Messplatz 14  
 76855 Annweiler am Trifels

Bearbeiter: cu/el

Datum: 05.12.2022

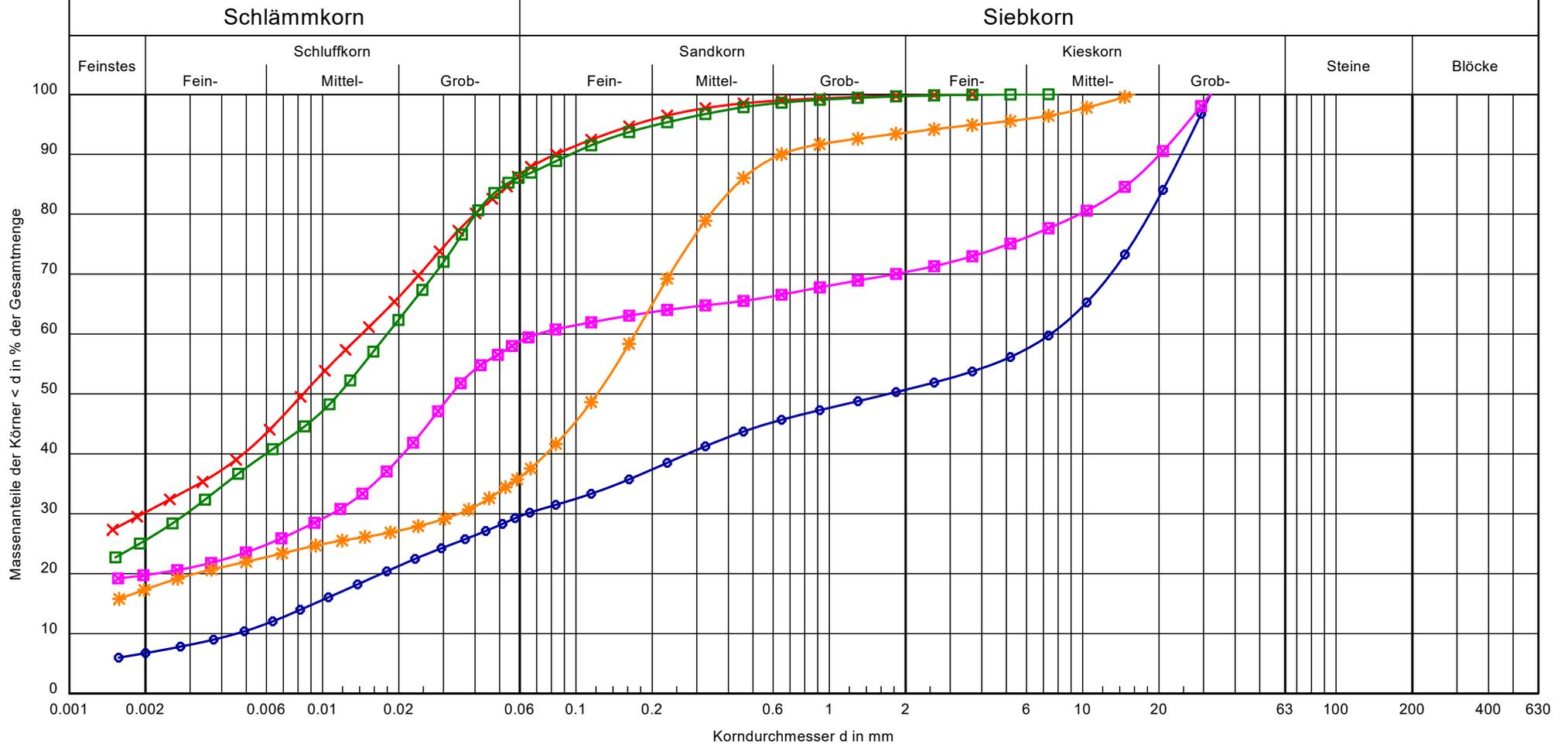
Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4  
 Erweiterung Zweibrücken Fashion Outlet  
 Londoner Bogen 10-90, 66842 Zweibrücken

Projektnummer: 22P 137

Probe entnommen am: 05.12.2022

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: RKS



| Signatur              |                    |                    |                    |                     |                    |
|-----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
| Entnahmestelle:       | RKS 1              | RKS 3              | RKS 4              | RKS 6               | BS 8               |
| Tiefe:                | 0,0 - 1,7 m        | 1,3 - 1,5 m        | 0,4 - 1,1 m        | 0,8 - 1,7 m         | 0,9 - 1,4 m        |
| Bodenart:             | cl'sasiGr          | sa'cl*Si           | sa'clSi            | clsagrSi            | gr'clsiSa          |
| Bodengruppe:          | [GU*]              | TM                 | TM                 | TM                  | SU*                |
| T/U/S/G [%]:          | 6.8/23.2/20.8/49.3 | 30.2/57.0/12.5/0.3 | 25.6/60.9/13.2/0.3 | 19.8/39.4/11.1/29.7 | 17.4/19.4/56.8/6.4 |
| U/Cc:                 | 1634.0/0.1         | -/-                | -/-                | -/-                 | -/-                |
| Wassergehalt [%]:     | 12,5               | 24,8               | 20,0               | 9,6                 | 10,8               |
| Frostempfindlichkeit: | F3                 | F3                 | F3                 | F3                  | F3                 |

Anlage:  
5.1



## **Anlage 5.2**

**Fließ- und Ausrollgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12**

Zustandsgrenzen DIN EN ISO 17892-12

Erweiterung Zweibrücken Fashion Outlet

Londoner Bogen 10-90, 66842 Zweibrücken

Bearbeiter: cu/el

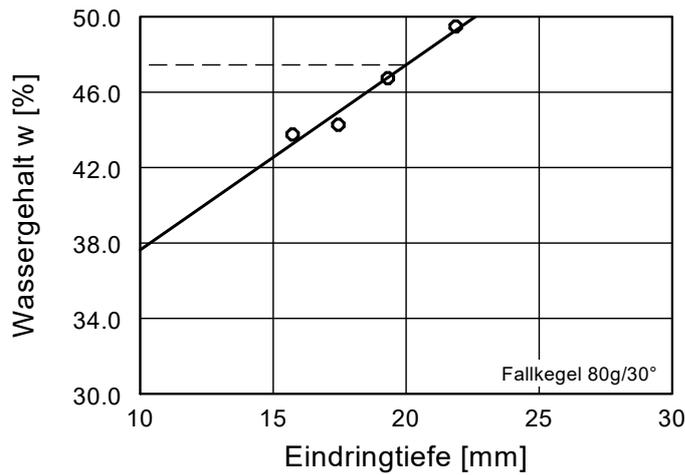
Datum: 05.12.2022

Entnahmestelle: RKS 3

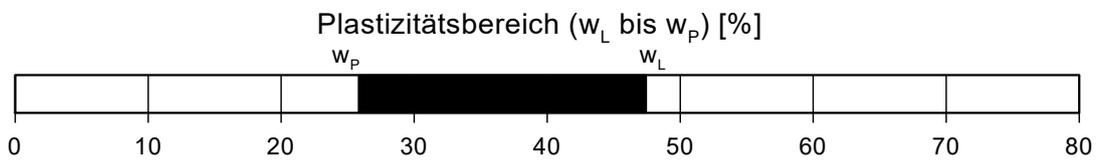
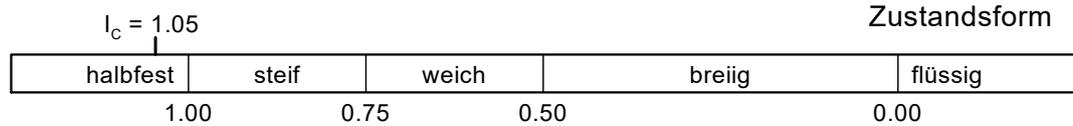
Tiefe: 0,6 - 1,3 m

Art der Entnahme: gestört, RKS

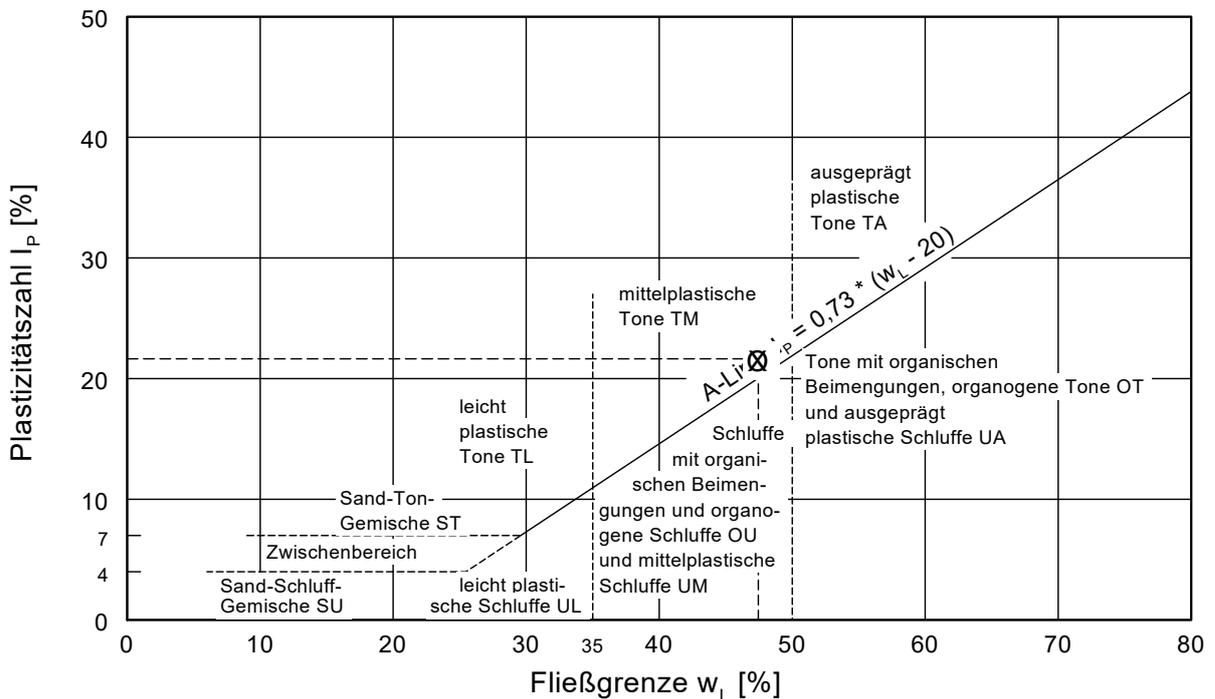
Probe entnommen am: 28.10.2022



Wassergehalt  $w = 24.8 \%$   
 Fließgrenze  $w_L = 47.5 \%$   
 Ausrollgrenze  $w_p = 25.8 \%$   
 Plastizitätszahl  $I_p = 21.7 \%$   
 Konsistenzzahl  $I_c = 1.05$



Plastizitätsdiagramm



Zustandsgrenzen DIN EN ISO 17892-12

Erweiterung Zweibrücken Fashion Outlet

Londoner Bogen 10-90, 66842 Zweibrücken

Bearbeiter: cu/el

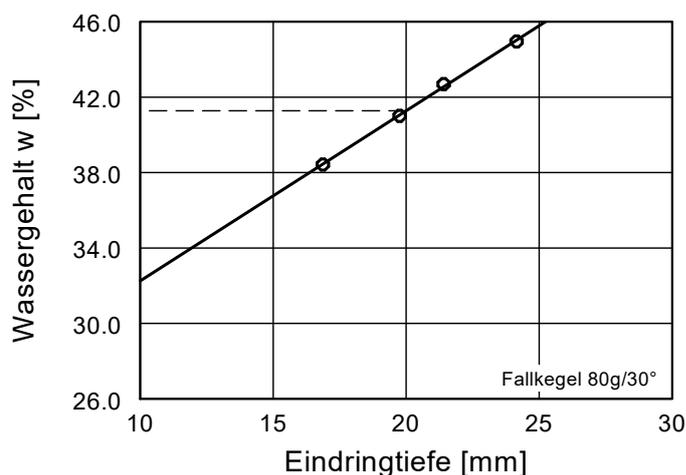
Datum: 05.12.2022

Entnahmestelle: RKS 4

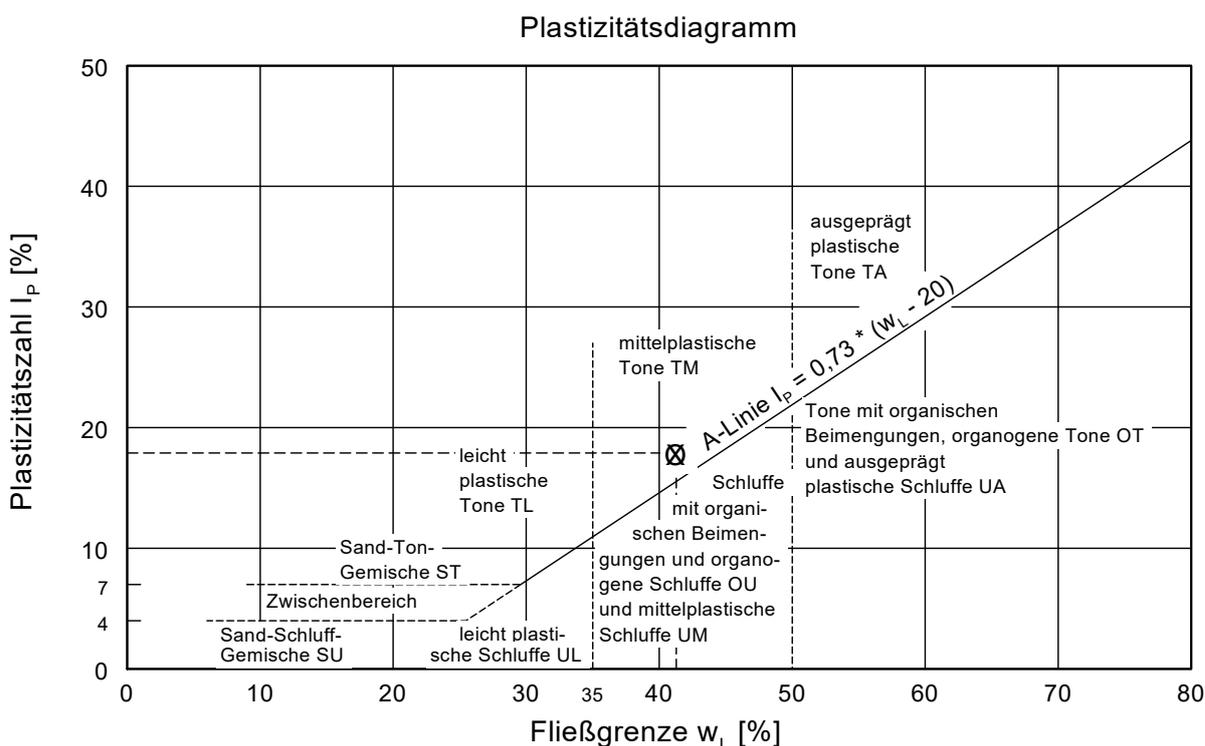
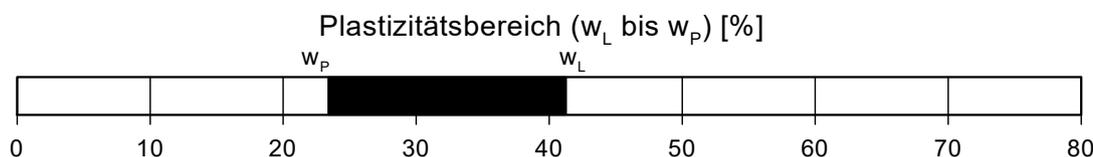
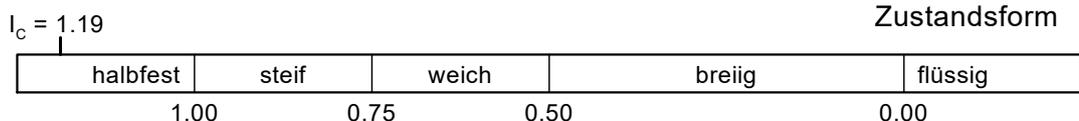
Tiefe: 0,4 - 1,1 m

Art der Entnahme: gestört, RKS

Probe entnommen am: 28.10.2022



Wassergehalt  $w = 20.0 \%$   
 Fließgrenze  $w_L = 41.3 \%$   
 Ausrollgrenze  $w_p = 23.4 \%$   
 Plastizitätszahl  $I_p = 17.9 \%$   
 Konsistenzzahl  $I_c = 1.19$



Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Erweiterung Zweibrücken Fashion Outlet

Londoner Bogen 10-90, 66842 Zweibrücken

Bearbeiter: cu/el

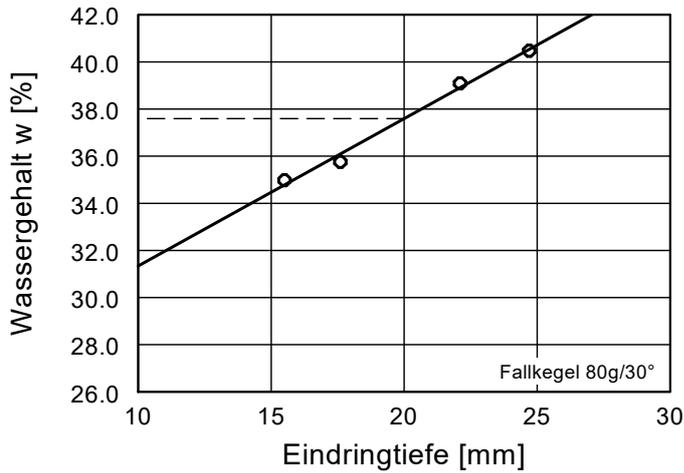
Datum: 05.12.2022

Entnahmestelle: RKS 5

Tiefe: 0,3 - 1,6 m

Art der Entnahme: gestört, RKS

Probe entnommen am: 28.10.2022



Wassergehalt  $w = 12.7 \%$   
 Fließgrenze  $w_L = 37.6 \%$   
 Ausrollgrenze  $w_p = 20.3 \%$   
 Plastizitätszahl  $I_p = 17.3 \%$   
 Konsistenzzahl  $I_c = 1.44$

$I_c = 1.44$

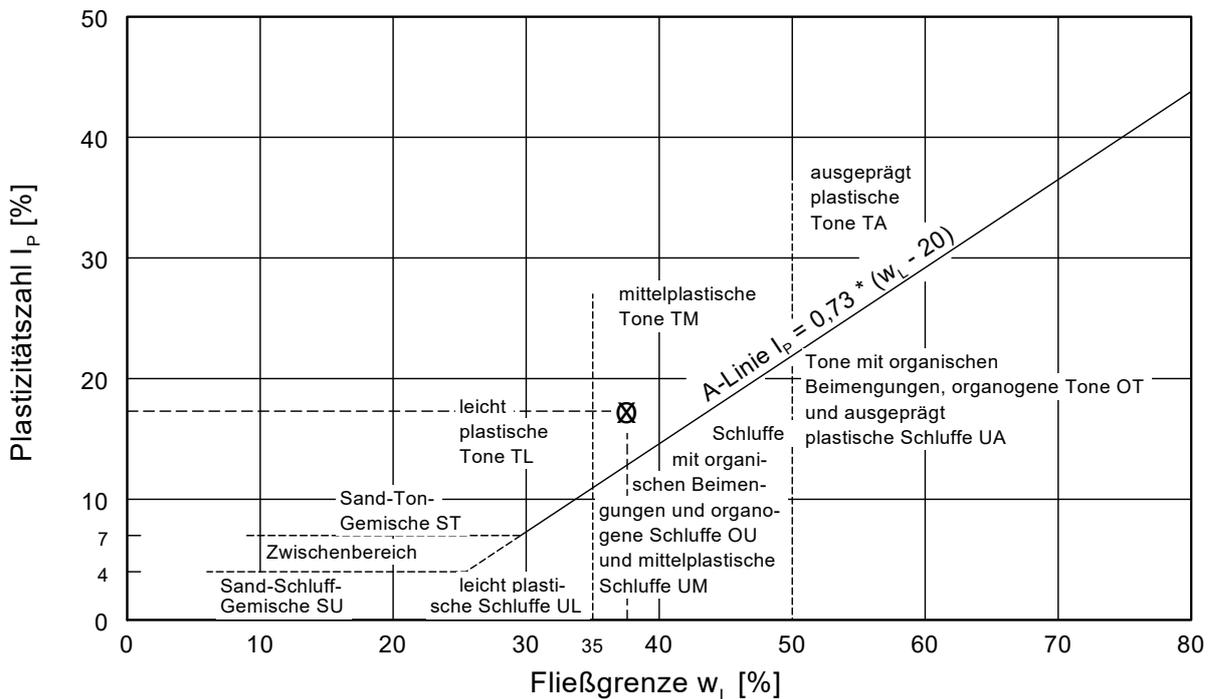
Zustandsform



Plastizitätsbereich ( $w_L$  bis  $w_p$ ) [%]



Plastizitätsdiagramm



Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Erweiterung Zweibrücken Fashion Outlet

Londoner Bogen 10-90, 66842 Zweibrücken

Bearbeiter: cu/el

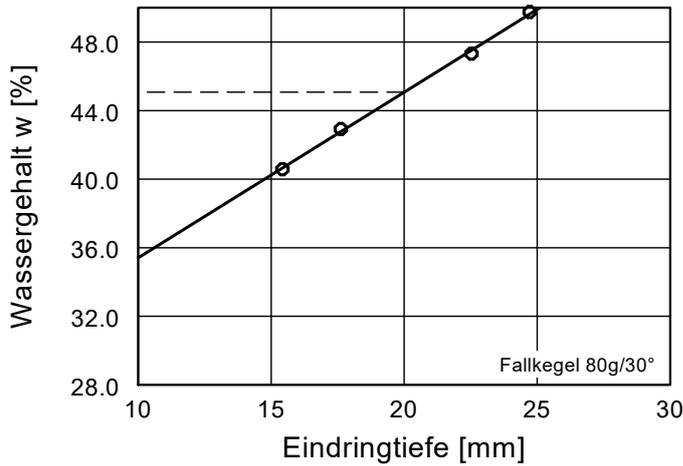
Datum: 05.12.2022

Entnahmestelle: RKS 5

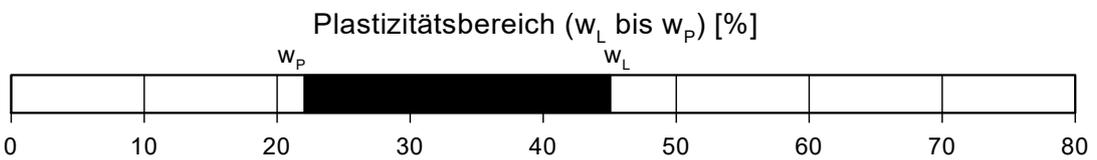
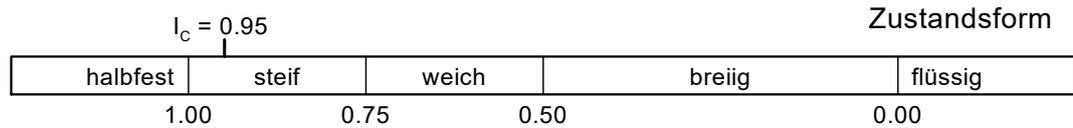
Tiefe: 1,6 - 2,6 m

Art der Entnahme: gestört, RKS

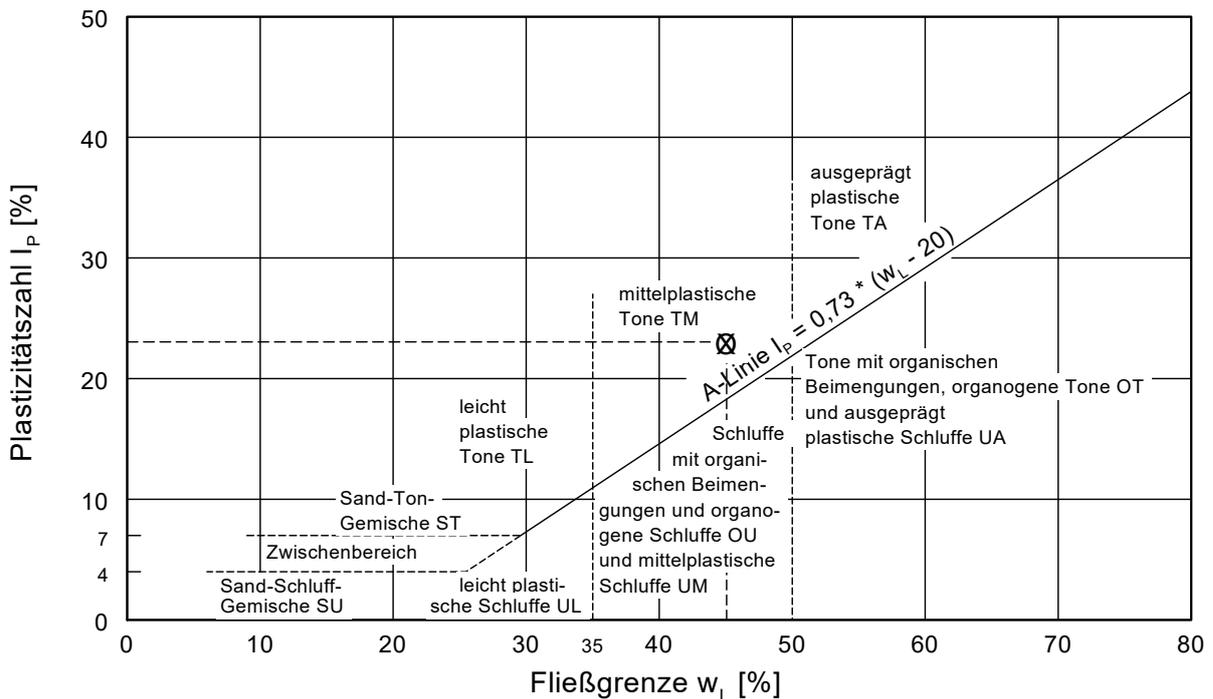
Probe entnommen am: 28.10.2022



Wassergehalt  $w = 23.2 \%$   
 Fließgrenze  $w_L = 45.1 \%$   
 Ausrollgrenze  $w_p = 22.0 \%$   
 Plastizitätszahl  $I_p = 23.1 \%$   
 Konsistenzzahl  $I_c = 0.95$



Plastizitätsdiagramm



Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Erweiterung Zweibrücken Fashion Outlet

Londoner Bogen 10-90, 66842 Zweibrücken

Bearbeiter: cu/el

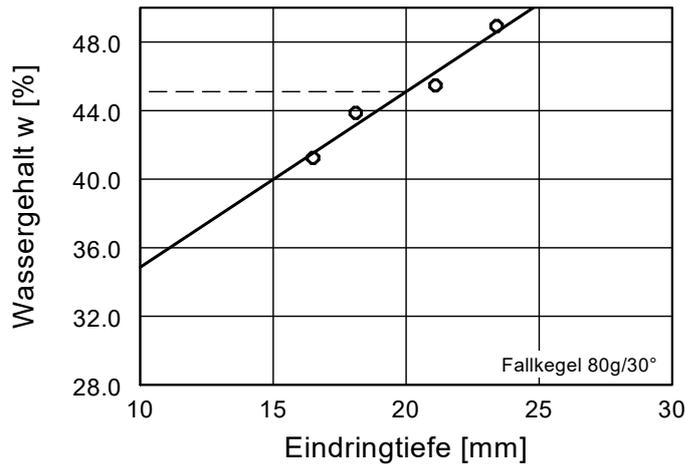
Datum: 05.12.2022

Entnahmestelle: RKS 6

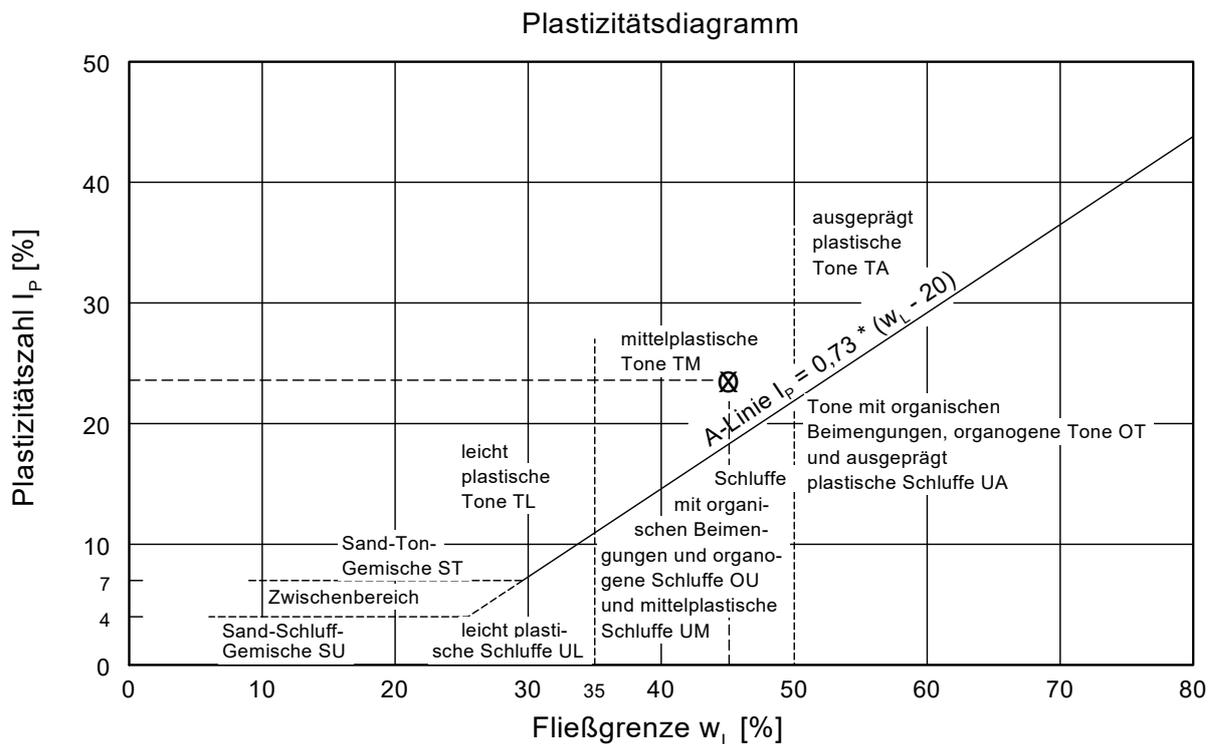
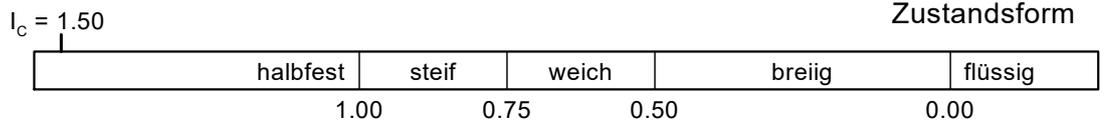
Tiefe: 0,8 - 1,7 m

Art der Entnahme: gestört, RKS

Probe entnommen am: 28.10.2022



Wassergehalt  $w = 9.6 \%$   
 Fließgrenze  $w_L = 45.1 \%$   
 Ausrollgrenze  $w_p = 21.5 \%$   
 Plastizitätszahl  $I_p = 23.6 \%$   
 Konsistenzzahl  $I_c = 1.50$





## **Anlage 6**

### **Geotechnische Vordimensionierungen zur Bauwerksgründung**

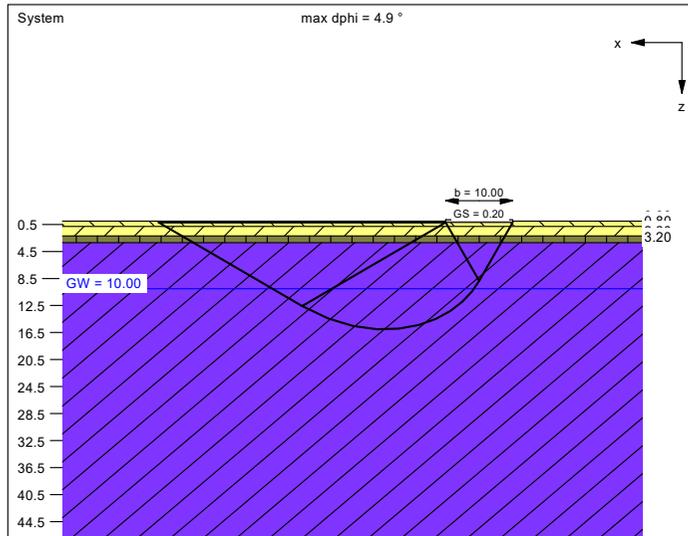
# Erweiterung TSO Zweibrücken

## Bodenplatte Gebäude

UK Bodenplatte = 0,20 m u. GOK

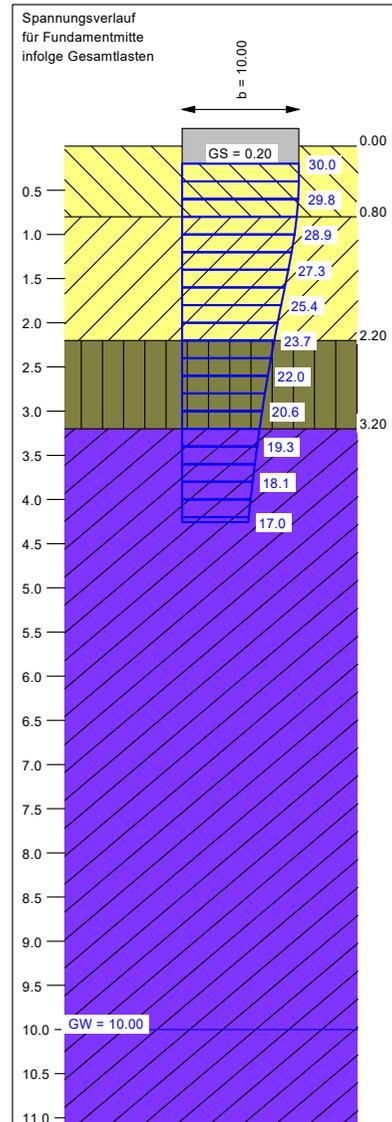
KBS auf Schüttung

| Boden | $\gamma/\gamma'$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | $\varphi$<br>[°] | c<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | v<br>[-] | $E_s$<br>[MN/m <sup>2</sup> ] | Bezeichnung         |
|-------|--|------------------|---------------------------|----------|-------------------------------|---------------------|
|       | 21.0/12.0                                | 37.5             | 0.0                       | 0.00     | 80.0                          | KBS                 |
|       | 20.0/10.0                                | 30.0             | 2.5                       | 0.00     | 50.0                          | Anschüttung         |
|       | 19.0/9.0                                 | 25.0             | 7.5                       | 0.00     | 7.5                           | bind. Deckschichten |
|       | 20.0/11.0                                | 35.0             | 0.0                       | 0.00     | 50.0                          | verw. Wellenkalk    |

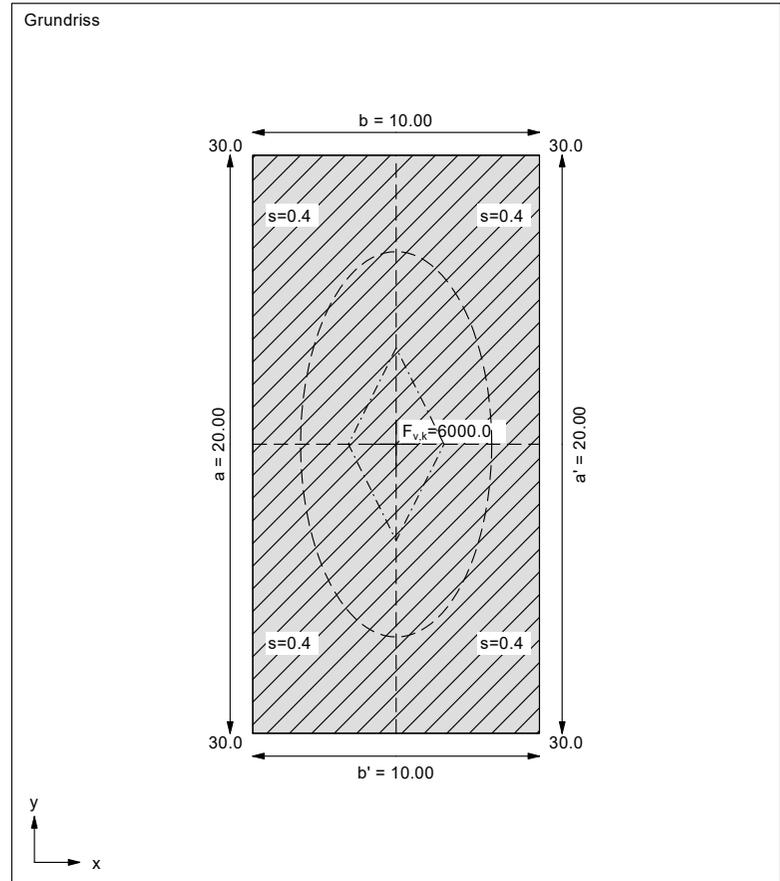


**Ergebnisse Einzelfundament:**  
 Lasten = ständig / veränderlich  
 Vertikallast  $F_{v,k} = 4000.00 / 2000.00$  kN  
 Horizontalkraft  $F_{h,x,k} = 0.00 / 0.00$  kN  
 Horizontalkraft  $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$  kN  
 Moment  $M_{x,k} = 0.00 / 0.00$  kN·m  
 Moment  $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$  kN·m  
 Länge  $a = 20.000$  m  
 Breite  $b = 10.000$  m  
 Unter ständigen Lasten:  
 Exzentrizität  $e_x = 0.000$  m  
 Exzentrizität  $e_y = 0.000$  m  
 Resultierende im 1. Kern  
 Länge  $a' = 20.000$  m  
 Breite  $b' = 10.000$  m  
 Unter Gesamtlasten:  
 Exzentrizität  $e_x = 0.000$  m  
 Exzentrizität  $e_y = 0.000$  m  
 Resultierende im 1. Kern  
 Länge  $a' = 20.000$  m  
 Breite  $b' = 10.000$  m  
 Grundbruch:  
 Durchstanzen untersucht,  
 aber nicht maßgebend.  
 Teilsicherheit (Grundbruch)  $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\sigma_{R,k} / \sigma_{R,d} = 1627.1 / 1162.19$  kN/m<sup>2</sup>  
 $R_{n,k} = 325413.98$  kN  
 $R_{n,d} = 232438.56$  kN  
 $V_d = 1.35 \cdot 4000.00 + 1.50 \cdot 2000.00$  kN  
 $V_d = 8400.00$  kN  
 $\mu$  (parallel zu x) = 0.036  
 cal  $\varphi = 29.9^\circ$   
 $\varphi$  wegen  $5^\circ$  Bedingung abgemindert  
 cal c = 0.54 kN/m<sup>2</sup>

cal  $\gamma_2 = 17.89$  kN/m<sup>3</sup>  
 cal  $\sigma_d = 4.20$  kN/m<sup>2</sup>  
 UK log. Spirale = 16.01 m u. GOK  
 Länge log. Spirale = 64.19 m  
 Fläche log. Spirale = 528.97 m<sup>2</sup>  
 Tragfähigkeitsbeiwerte (x):  
 $N_{d0} = 29.97$ ;  $N_{d0} = 18.26$ ;  $N_{b0} = 9.93$   
 Formbeiwerte (x):  
 $v_c = 1.264$ ;  $v_d = 1.249$ ;  $v_b = 0.850$   
 Setzung infolge Gesamtlasten:  
 Grenztiefe  $t_g = 4.26$  m u. GOK  
 Setzung (Mittel aller KPs) = 0.43 cm  
 Setzungen der KPs:  
 links oben = 0.43 cm  
 rechts oben = 0.43 cm  
 links unten = 0.43 cm  
 rechts unten = 0.43 cm  
 Verdrehung(x) (KP) = 0.0  
 Verdrehung(y) (KP) = 0.0  
 Nachweis EQU:  
 Maßgebend: Fundamentbreite  
 $M_{stb} = 4000.0 \cdot 10.00 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 18000.0$   
 $M_{dst} = 0.0$   
 $\mu_{EQU} = 0.0 / 18000.0 = 0.000$



**Berechnungsgrundlagen:**  
 Norm: EC 7  
 BS: DIN 1054: BS-P  
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 Grenzzustand EQU:  
 $\gamma_{G,dst} = 1.10$   
 $\gamma_{G,stab} = 0.90$   
 $\gamma_{Q,dst} = 1.50$   
 Gründungssohle = 0.20 m  
 Grundwasser = 10.00 m  
 Grenztiefe mit  $p = 20.0\%$   
 Datei: 22p137-01-bpl.gdg  
 - - - - - 1. Kernweite  
 - - - - - 2. Kernweite



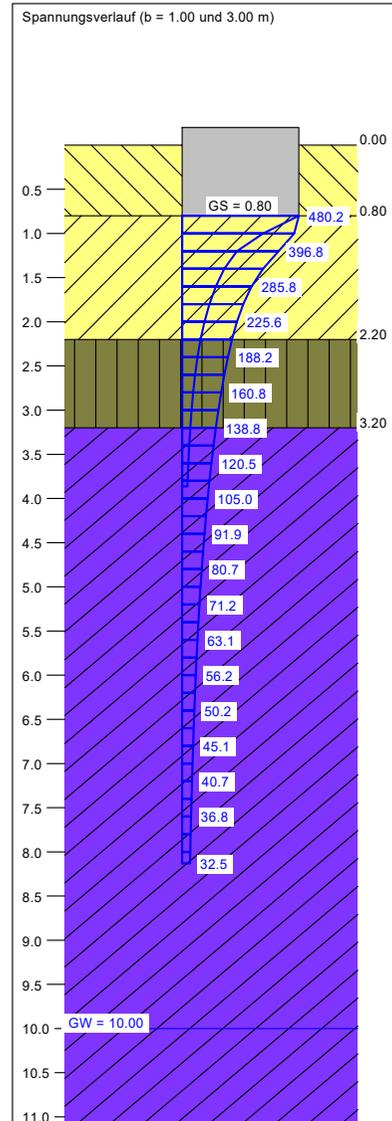
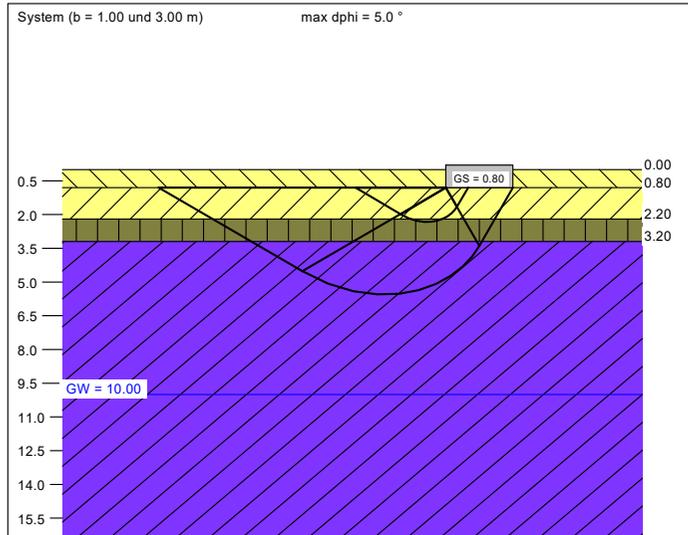
# Erweiterung TSO Zweibrücken

## Einzelfundamente Gebäude

UK Fundament = 0,80 m u. GOK

KBS auf Schüttung

| Boden | $\gamma/\gamma'$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | $\varphi$<br>[°] | c<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | v<br>[-] | $E_s$<br>[MN/m <sup>2</sup> ] | Bezeichnung         |
|-------|--|------------------|---------------------------|----------|-------------------------------|---------------------|
|       | 21.0/12.0                                | 37.5             | 0.0                       | 0.00     | 80.0                          | KBS                 |
|       | 20.0/10.0                                | 30.0             | 2.5                       | 0.00     | 50.0                          | Anschüttung         |
|       | 19.0/9.0                                 | 25.0             | 7.5                       | 0.00     | 7.5                           | bind. Deckschichten |
|       | 20.0/11.0                                | 35.0             | 0.0                       | 0.00     | 50.0                          | verw. Wellenkalk    |



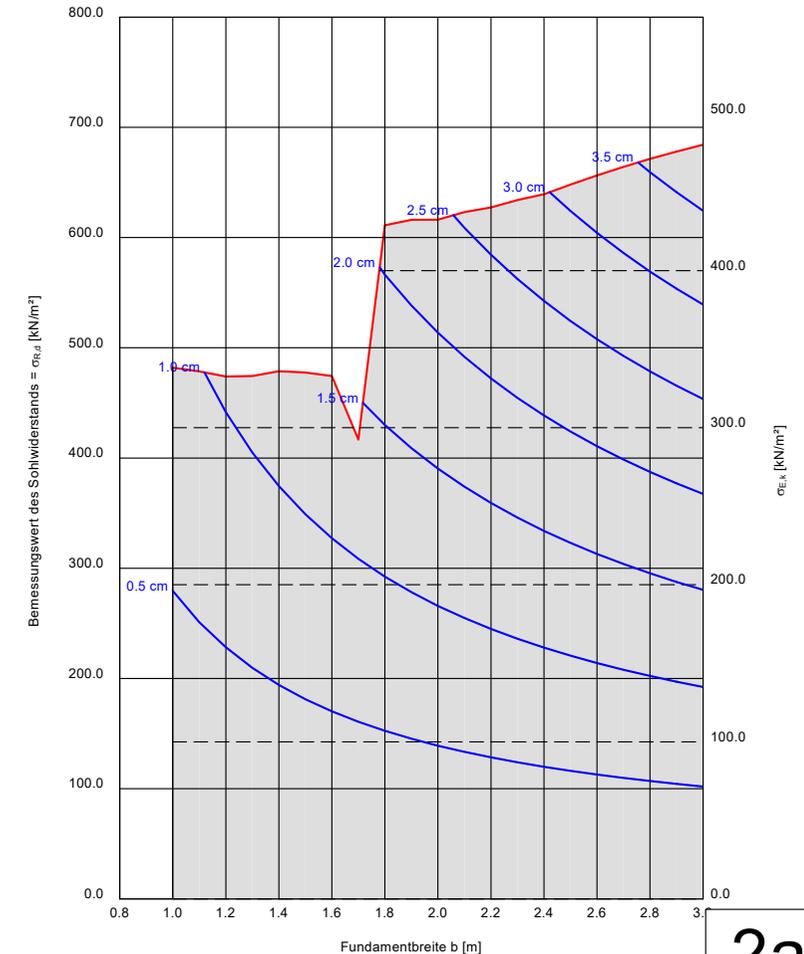
| a    | b    | $\sigma_{R,d}$       | $R_{n,d}$ | $\sigma_{E,k}$       | s    | cal $\varphi$ | cal c                | $\gamma_2$           | $\sigma_0$           | $t_g$ | UK   | LS  |
|------|------|----------------------|-----------|----------------------|------|---------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------|------|-----|
| [m]  | [m]  | [kN/m <sup>2</sup> ] | [kN]      | [kN/m <sup>2</sup> ] | [cm] | [°]           | [kN/m <sup>2</sup> ] | [kN/m <sup>3</sup> ] | [kN/m <sup>2</sup> ] | [m]   |      | [m] |
| 1.00 | 1.00 | 482.0                | 482.0     | 338.3                | 0.88 | 28.9          | 3.66                 | 19.98                | 16.80                | 3.86  | 2.33 |     |
| 1.10 | 1.10 | 478.6                | 579.1     | 335.8                | 0.98 | 28.5          | 4.08                 | 19.94                | 16.80                | 4.06  | 2.45 |     |
| 1.20 | 1.20 | 473.9                | 682.4     | 332.5                | 1.08 | 28.1*         | 4.39                 | 19.90                | 16.80                | 4.25  | 2.58 |     |
| 1.30 | 1.30 | 474.4                | 801.8     | 332.9                | 1.18 | 27.9*         | 4.63                 | 19.86                | 16.80                | 4.45  | 2.72 |     |
| 1.40 | 1.40 | 478.7                | 938.2     | 335.9                | 1.29 | 27.7*         | 4.84                 | 19.82                | 16.80                | 4.65  | 2.85 |     |
| 1.50 | 1.50 | 477.5                | 1074.4    | 335.1                | 1.39 | 27.5*         | 5.00                 | 19.79                | 16.80                | 4.83  | 2.98 |     |
| 1.60 | 1.60 | 474.3                | 1214.2    | 332.9                | 1.48 | 27.3*         | 5.14                 | 19.76                | 16.80                | 5.00  | 3.11 |     |
| 1.70 | 1.70 | 416.7                | 1204.4    | 292.4                | 1.37 | 26.0*         | 5.19                 | 19.74                | 16.80                | 4.95  | 3.16 |     |
| 1.80 | 1.80 | 611.1                | 1980.1    | 428.9                | 2.16 | 30.0*         | 3.18                 | 19.71                | 16.80                | 5.81  | 3.65 |     |
| 1.90 | 1.90 | 616.0                | 2223.9    | 432.3                | 2.30 | 30.0*         | 2.94                 | 19.71                | 16.80                | 6.01  | 3.82 |     |
| 2.00 | 2.00 | 616.3                | 2465.1    | 432.5                | 2.42 | 30.0*         | 2.76                 | 19.71                | 16.80                | 6.19  | 3.97 |     |
| 2.10 | 2.10 | 623.1                | 2747.9    | 437.3                | 2.56 | 30.0*         | 2.61                 | 19.71                | 16.80                | 6.39  | 4.13 |     |
| 2.20 | 2.20 | 627.3                | 3036.2    | 440.2                | 2.69 | 30.0*         | 2.48                 | 19.72                | 16.80                | 6.58  | 4.29 |     |
| 2.30 | 2.30 | 634.0                | 3354.1    | 444.9                | 2.83 | 30.0*         | 2.36                 | 19.72                | 16.80                | 6.78  | 4.45 |     |
| 2.40 | 2.40 | 639.3                | 3682.4    | 448.6                | 2.97 | 30.0*         | 2.25                 | 19.73                | 16.80                | 6.97  | 4.61 |     |
| 2.50 | 2.50 | 648.0                | 4050.1    | 454.8                | 3.12 | 30.0*         | 2.16                 | 19.73                | 16.80                | 7.17  | 4.76 |     |
| 2.60 | 2.60 | 656.3                | 4436.8    | 460.6                | 3.27 | 30.0*         | 2.08                 | 19.74                | 16.80                | 7.37  | 4.92 |     |
| 2.70 | 2.70 | 664.1                | 4841.2    | 466.0                | 3.42 | 30.0*         | 2.00                 | 19.74                | 16.80                | 7.56  | 5.08 |     |
| 2.80 | 2.80 | 671.3                | 5263.1    | 471.1                | 3.57 | 30.0*         | 1.93                 | 19.75                | 16.80                | 7.76  | 5.24 |     |
| 2.90 | 2.90 | 678.0                | 5702.0    | 475.8                | 3.71 | 30.0*         | 1.86                 | 19.75                | 16.80                | 7.94  | 5.39 |     |
| 3.00 | 3.00 | 684.2                | 6158.1    | 480.2                | 3.85 | 30.0*         | 1.80                 | 19.76                | 16.80                | 8.13  | 5.55 |     |

\* phi wegen 5° Bedingung abgemindert  
 $\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (f_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{R,k} / 1.99$  (für Setzungen)  
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+Q) [-] = 0.50

Berechnungsgrundlagen:  
 Norm: EC 7  
 BS: DIN 1054: BS-P  
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
 Einzelfundament (a/b = 1.00)  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500

$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$   
 BS: DIN 1054: BS-P  
 Grundrissweite = 10.00 m  
 Gründungssohle = 0.80 m  
 Grundwasser = 10.00 m  
 Grenztiefe mit p = 20.0 %  
 Grenziefen spannungsvariabel bestimmt  
 Datei: 22p137-02a-ef.gdg

— Sohldruck  
 — Setzungen



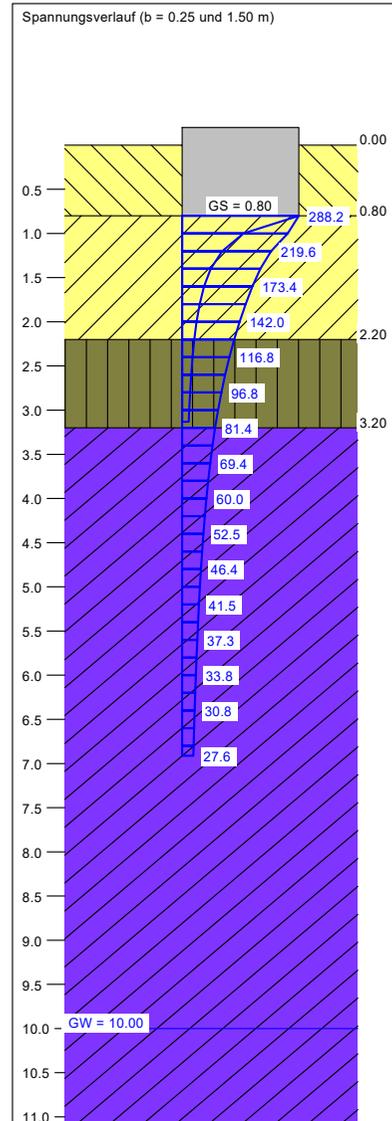
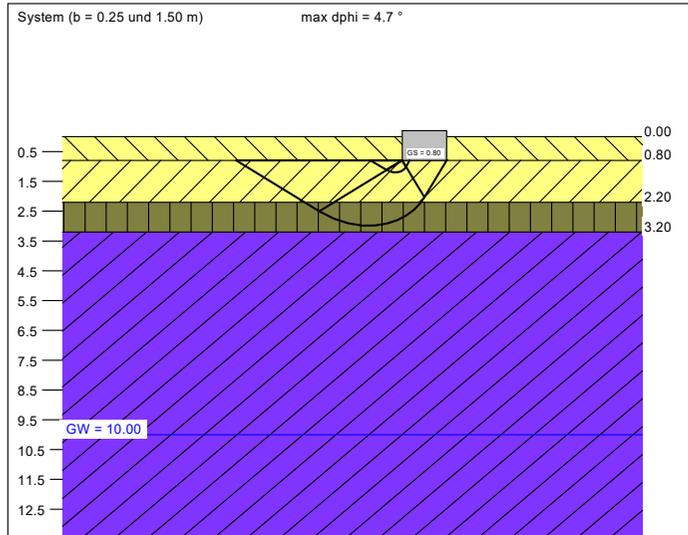
# Erweiterung TSO Zweibrücken

## Streifenfundamente Gebäude

UK Fundament = 0,80 m u. GOK

KBS auf Schüttung

| Boden | $\gamma/\gamma'$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | $\varphi$<br>[°] | c<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | v<br>[-] | $E_s$<br>[MN/m <sup>2</sup> ] | Bezeichnung         |
|-------|--|------------------|---------------------------|----------|-------------------------------|---------------------|
|       | 21.0/12.0                                | 37.5             | 0.0                       | 0.00     | 80.0                          | KBS                 |
|       | 20.0/10.0                                | 30.0             | 2.5                       | 0.00     | 50.0                          | Anschüttung         |
|       | 19.0/9.0                                 | 25.0             | 7.5                       | 0.00     | 7.5                           | bind. Deckschichten |
|       | 20.0/11.0                                | 35.0             | 0.0                       | 0.00     | 50.0                          | verw. Wellenkalk    |



| a     | b    | $\sigma_{R,d}$       | $R_{n,d}$ | $\sigma_{E,k}$       | s    | cal $\varphi$ | cal c                | $\gamma_2$           | $\sigma_0$           | $t_g$ | UK   | LS  |
|-------|------|----------------------|-----------|----------------------|------|---------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------|------|-----|
| [m]   | [m]  | [kN/m <sup>2</sup> ] | [kN/m]    | [kN/m <sup>2</sup> ] | [cm] | [°]           | [kN/m <sup>2</sup> ] | [kN/m <sup>2</sup> ] | [kN/m <sup>2</sup> ] | [m]   | [m]  | [m] |
| 10.00 | 0.25 | 313.7                | 78.4      | 220.2                | 0.39 | 30.0          | 2.50                 | 20.00                | 16.80                | 3.13  | 1.20 |     |
| 10.00 | 0.30 | 321.5                | 96.4      | 225.6                | 0.48 | 30.0          | 2.50                 | 20.00                | 16.80                | 3.38  | 1.28 |     |
| 10.00 | 0.35 | 329.2                | 115.2     | 231.0                | 0.57 | 30.0          | 2.50                 | 20.00                | 16.80                | 3.61  | 1.35 |     |
| 10.00 | 0.40 | 336.9                | 134.8     | 236.4                | 0.65 | 30.0          | 2.50                 | 20.00                | 16.80                | 3.84  | 1.43 |     |
| 10.00 | 0.45 | 344.6                | 155.1     | 241.8                | 0.74 | 30.0          | 2.50                 | 20.00                | 16.80                | 4.05  | 1.51 |     |
| 10.00 | 0.50 | 352.3                | 176.1     | 247.2                | 0.83 | 30.0          | 2.50                 | 20.00                | 16.80                | 4.25  | 1.59 |     |
| 10.00 | 0.55 | 359.9                | 197.9     | 252.6                | 0.92 | 30.0          | 2.50                 | 20.00                | 16.80                | 4.44  | 1.67 |     |
| 10.00 | 0.60 | 367.5                | 220.5     | 257.9                | 1.01 | 30.0          | 2.50                 | 20.00                | 16.80                | 4.63  | 1.75 |     |
| 10.00 | 0.65 | 375.1                | 243.8     | 263.2                | 1.10 | 30.0          | 2.50                 | 20.00                | 16.80                | 4.82  | 1.83 |     |
| 10.00 | 0.70 | 382.7                | 267.9     | 268.6                | 1.20 | 30.0          | 2.50                 | 20.00                | 16.80                | 5.00  | 1.91 |     |
| 10.00 | 0.75 | 390.3                | 292.7     | 273.9                | 1.29 | 30.0          | 2.50                 | 20.00                | 16.80                | 5.17  | 1.99 |     |
| 10.00 | 0.80 | 397.8                | 318.2     | 279.2                | 1.39 | 30.0          | 2.50                 | 20.00                | 16.80                | 5.34  | 2.07 |     |
| 10.00 | 0.85 | 405.3                | 344.5     | 284.4                | 1.48 | 30.0          | 2.50                 | 20.00                | 16.80                | 5.51  | 2.15 |     |
| 10.00 | 0.90 | 404.3                | 363.9     | 283.7                | 1.55 | 29.7          | 2.83                 | 20.00                | 16.80                | 5.63  | 2.21 |     |
| 10.00 | 0.95 | 398.1                | 378.2     | 279.4                | 1.58 | 29.2          | 3.34                 | 19.99                | 16.80                | 5.72  | 2.26 |     |
| 10.00 | 1.00 | 396.3                | 396.3     | 278.1                | 1.64 | 28.9          | 3.66                 | 19.98                | 16.80                | 5.82  | 2.33 |     |
| 10.00 | 1.05 | 396.4                | 416.2     | 278.2                | 1.70 | 28.7          | 3.89                 | 19.96                | 16.80                | 5.93  | 2.39 |     |
| 10.00 | 1.10 | 397.2                | 436.9     | 278.7                | 1.76 | 28.5          | 4.08                 | 19.94                | 16.80                | 6.05  | 2.45 |     |
| 10.00 | 1.15 | 395.3                | 454.6     | 277.4                | 1.81 | 28.2 *        | 4.24                 | 19.92                | 16.80                | 6.14  | 2.52 |     |
| 10.00 | 1.20 | 397.0                | 476.4     | 278.6                | 1.87 | 28.1 *        | 4.39                 | 19.90                | 16.80                | 6.25  | 2.58 |     |
| 10.00 | 1.25 | 398.9                | 498.6     | 279.9                | 1.94 | 28.0 *        | 4.52                 | 19.88                | 16.80                | 6.36  | 2.65 |     |
| 10.00 | 1.30 | 401.1                | 521.4     | 281.5                | 2.00 | 27.9 *        | 4.63                 | 19.86                | 16.80                | 6.48  | 2.72 |     |
| 10.00 | 1.35 | 406.0                | 548.1     | 284.9                | 2.08 | 27.8 *        | 4.74                 | 19.84                | 16.80                | 6.61  | 2.79 |     |
| 10.00 | 1.40 | 408.3                | 571.6     | 286.5                | 2.14 | 27.7 *        | 4.84                 | 19.82                | 16.80                | 6.71  | 2.85 |     |
| 10.00 | 1.45 | 410.6                | 595.4     | 288.2                | 2.21 | 27.6 *        | 4.93                 | 19.80                | 16.80                | 6.82  | 2.92 |     |
| 10.00 | 1.50 | 410.7                | 616.1     | 288.2                | 2.26 | 27.5 *        | 5.00                 | 19.79                | 16.80                | 6.91  | 2.98 |     |

\* phi wegen 5° Bedingung abgemindert  
 $\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (t_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{R,k} / 1.99$  (für Setzungen)  
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50

Berechnungsgrundlagen:  
 Norm: EC 7  
 BS: DIN 1054: BS-P  
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
 Streifenfundament (a = 10.00 m)  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.50

$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$   
 BS: DIN 1054: BS-P  
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
 Streifenfundament (a = 10.00 m)  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.50

Gründungssohle = 0.80 m  
 Grundwasser = 10.00 m  
 Grenztiefe mit p = 20.0 %  
 Grenztiefe spannungsvariabel bestimmt  
 Datei: 22p137-02b-sf.gdg

— Sohldruck  
 — Setzungen

