

Büro für angewandte Geowissenschaften – 72074 Tübingen – Nauklerstraße 37A

BDP
Immobilienentwicklung GmbH
Silcherstraße 1

70176 Stuttgart



Baugrunderkundung
Gründungsberatung
Altlastenerkundung
Bodenmechanik
Umweltgeologie
Deponietechnik
Hydrogeologie

10.07.2015
Az 15 062

BAUGRUND- UND GRÜNDUNGSGUTACHTEN

für die geplante Neubebauung zwischen
Römerstraße und Walter-Flex-Straße (Flst. 3040ff)
in Leonberg

INHALT

Seite

1. Allgemeines und Aufgabenstellung	3
2. Lage und allgemeine geologische Verhältnisse.....	3
3. Durchgeführte Untersuchungen	4
4. Ergebnisse der Untersuchungen	5
4.1 Schichtaufbau des Untergrunds.....	5
4.2 Hydrogeologische Verhältnisse	6
4.3 Hinweise zur Verwertung von Aushubmaterial.....	7
5. Tragfähigkeit des Untergrunds	8
6. Gründung	8
7. Schutz der Gebäude gegen Durchfeuchtung.....	9
8. Fußbodenauflagerung	12
9. Baugrubengestaltung	13
10. Verfüllung der Arbeitsräume	14
11. Boden- und Felsklassen nach DIN 18 300 für den Zustand beim Lösen	15
12. Bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen.....	16
13. Schlussbemerkungen	17

ANLAGEN

Anlage 1: Lageplan

Anlagen 2.1 – 2.4: Schichtprofile der Rammkernsondierungen

Anlage 3: Analysenprotokolle von synlab Umweltinstitut GmbH, Stuttgart

Anlage 4: Lageplan des ehemaligen Gipstagebaus, LGRB Baden-Württemberg

1. Allgemeines und Aufgabenstellung

Die BDP Immobilienentwicklung GmbH, Stuttgart plant zwischen der Römerstraße und der Walter-Flex-Straße in Leonberg eine Neubebauung mit vier siebengeschossigen, unterkellerten Wohngebäuden.

Unser Büro wurde von der BDP, Stuttgart beauftragt, die Baugrundverhältnisse auf dem Grundstück zu erkunden und ein Baugrund- und Gründungsgutachten zu erstellen.

Zur Bearbeitung des Auftrags standen uns folgende Planunterlagen zur Verfügung:

- Topografischer Lageplan im Maßstab 1 : 200, gefertigt mit Datum 17.10.2008 vom Vermessungsbüro Henn und Kessler, Schorndorf
- Lageplan zum Bauvorhaben im Maßstab 1 : 500 und Geländeschnitt mit geplantem Gebäude im Maßstab 1 : 100, gefertigt mit Datum 02.07.2013 vom Vermessungsbüro Henn und Kessler, Schorndorf

Anhand dieser Unterlagen und der Ergebnisse der durchgeführten Baugrunderkundung entstand das vorliegende Gutachten.

2. Lage und allgemeine geologische Verhältnisse

Die zur Bebauung vorgesehenen Grundstücke (Flst. 3040ff) liegen zwischen der Römerstraße und der Walter-Flex-Straße in Leonberg. Die an der Walter-Flex-Straße befindlichen alten Wohnhäuser müssen noch abgebrochen werden. Auf der Seite der Römerstraße befindet sich derzeit noch ein Parkplatz.

Südlich der Römerstraße im Bereich des heutigen Stadtparks waren von ca. 1900 bis 1977 die Gipswerke Eltingen-Leonberg angesiedelt (vgl. Anlage 4). Nach Informationen des Stadt- und Bauarchivs Leonberg reichte der Gipsabbau jedoch nicht bis auf das zu untersuchende Gelände. Auf dem Parkplatzgelände befanden sich laut Aussagen von Zeitzeugen verschiedene Bürogebäude des Gipswerkes.

Nach den von uns angetroffenen geologischen Verhältnissen (siehe Kap. 4.1) ist jedoch stark davon auszugehen, dass in dem Bereich zwischen Römerstraße und Walter-Flex-Straße ebenfalls Gipsabbau von privaten Gipsmüllern im 18. und 19. Jahrhundert betrieben wurde.

Der natürliche Untergrund wird unter einem humosen **Oberboden** bzw. einer Asphaltdecke mit Schottertragschicht auf der Parkplatzseite von künstlichen/natürlichen **Auffüllungen** aufgebaut. Darunter folgen die Schichten des **Gipskeupers** (km 1) in unterschiedlichen Verwitterungsstufen. Hierbei handelt es sich um die sog. Grundgipsschichten.

3. Durchgeführte Untersuchungen

Vom 26.06.2015 bis zum 01.07.2015 wurden insgesamt acht Rammkernsondierungen ausgeführt. Die Rammkernsondierungen erreichten Tiefen zwischen 5,8 m (RKS 2) und 9,6 m (RKS 3) unter Gelände.

Die Lage der Untersuchungspunkte ist auf dem Lageplan der Anlage 1 dargestellt. Die Untersuchungspunkte wurden durch unser Büro nach Lage und Höhe eingemessen. Als Bezugsniveau dienten uns die Höhenangaben im Bestandslageplan.

Der erschlossene Schichtaufbau des Untergrunds wurde durch uns geologisch und bodenmechanisch aufgenommen; die Schichtprofile der Rammkernsondierungen sind auf den Anlagen 2.1 – 2.4 nach DIN 4023 graphisch dargestellt.

Aus den Sondierungen wurden charakteristische Bodenproben entnommen, aus denen Mischproben (MP1 bis MP3) von den künstlichen bzw. natürlichen Auffüllungen und des Gipskeupers gebildet worden sind. Diese Mischproben wurden laboranalytisch durch synlab Umweltinstitut GmbH, Stuttgart gemäß der VwV TR-Boden¹, Abschnitt 4.2 (Tabelle 6.1) untersucht. Die Analysergebnisse sind aus der Anlage 3 ersichtlich.

¹

Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden-Württemberg für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial (TR-Boden) vom 14. März 2007. Diese Vorschrift ersetzt in Baden-Württemberg die bisherigen Vorgaben des Merkblatts M 20 der LAGA (Länderarbeitsgemeinschaft Abfall)

4. Ergebnisse der Untersuchungen

4.1 Schichtaufbau des Untergrunds

In den Sondierungen RKS 2, 3, 5 und 7 wurde zuoberst ein humoser **Oberboden** von weicher bis steifer Konsistenz angetroffen. In den Sondierungen RKS 1, 4, 6 und 8, die auf dem Parkplatz lagen, wurde als oberste Schicht eine Asphaltdecke mit einer Schottertragschicht erschlossen.

Darunter folgten künstliche und natürliche (Fließerden und Gipskeuper) **Auffüllungen** in variierender Mächtigkeit. Die künstlichen Auffüllungen setzten sich aus einem tonigen, z.T. sandigen bzw. kiesigen Schluff von steifer Konsistenz zusammen. Darin waren Ziegel- und Betonstücke sowie andere Fremdmaterialien eingelagert.

Die natürlichen Auffüllungen bestanden aus Wechsellagerungen von Fließerden und unterschiedlich stark verwittertem Gipskeupermaterial. Die aufgefüllte Fließerde setzte sich aus tonigem, z.T. sandigem Schluff von weicher bis steifer Konsistenz mit festen Schlufftonstein- und teilweise Kalksteinstücken zusammen. Die Auffüllungen aus Gipskeupermaterial variierten in Konsistenz, Zusammensetzung und Mächtigkeit. Sie waren aber generell aus tonigem Schluff mit Schlufftonstein- und Tonsteinstücken von überwiegend steifer-halbfester Konsistenz aufgebaut. Vermutlich wurden diese hier anstehenden Böden im Zuge des früheren Gipsabbaus wieder eingebaut.

Die an den Sondierendtiefen angetroffenen Schichten aus tonigem Schluff von steifer bis halbfester Konsistenz und mürben Tonsteinstückchen bzw. Schlufftonsteinstücken sind in den Schichtprofilen als „**Gipskeuper, vollständig verwittert**“ bezeichnet (Verwitterungsstufe 4²). Die Schichten des „Gipskeupers, vollständig verwittert“ setzten in den nachfolgend zusammengestellten Tiefen ein.

Die Tabelle zeigt, dass die Obergrenze des anstehenden Gipskeupers deutlich variiert. Dies ist vermutlich durch die unterschiedliche Mächtigkeit der Gipsschicht, die abgebaut wurde, bedingt.

² DIN EN ISO 14689-1: Benennung und Klassifizierung von Fels, Teil 1, Anhang A, Fassung 2003

Aufschluss Nr.	Obergrenze „Gipskeupers, vollständig verwittert“	
	in m unter Gelände	in m NN
RKS 1	6,3	374,1
RKS 2	5,2	374,2
RKS 3	7,0	372,8
RKS 4	> 7,0	< 374,6
RKS 5	5,4	374,5
RKS 6	7,8	372,9
RKS 7	5,1	375,2
RKS 8	5,5	376,4

Erfahrungsgemäß setzen sich die Gipskeuperschichten mit abnehmendem Verwitterungsgrad über die Sondierendtiefen hinaus fort. Die darunter folgenden Schichten des **Lettenkeupers** wurden in den Sondierungen nicht mehr erschlossen.

Nach an vergleichbaren Böden durchgeführten Laboruntersuchungen sind die bindig verwitterten Schichten des Gipskeupers entsprechend den Kriterien der DIN 18 196 in die Bodengruppe TM (mittelplastische Tone) einzustufen.

Anmerkungen zu den Bodengruppen nach DIN 18 196

TM = mittelplastische Tone (Fließgrenze w_L 35 bis 50 Gew.-%)

4.2 Hydrogeologische Verhältnisse

In den Aufschlüssen wurden bis auf RKS 3 keine direkten Wasserzutritte festgestellt. Dieser Wasserzutritt im Gipskeuper ist aus dem Schichtprofil der Anlage 2.2 ersichtlich. Dies zeigt, dass die Grundwasserführung in den besser durchlässigen Bereichen des Gipskeupers stattfindet.

Die Höhenlage des Grundwasserspiegels unterliegt jahreszeitlichen und witterungsbedingten Schwankungen. Der höchstmögliche Grundwasserstand ist uns nicht bekannt; er könnte nur anhand langfristiger Pegelmessungen ermittelt werden.

In Abhängigkeit von Jahreszeit und Witterungsverlauf muss auch in den höher anstehenden Schichten mit gelegentlicher Schicht- und Sickerwasserführung auf verschiedenen Niveaus gerechnet werden, worauf die bereichsweise festgestellt weiche Konsistenz hinweist.

4.3 Hinweise zur Verwertung von Aushubmaterial

Aus den Sondierungen wurden charakteristische Bodenproben entnommen, aus denen die folgenden Mischproben gebildet wurden:

- MP 1: künstliche Auffüllungen
- MP 2: natürliche Auffüllungen
- MP 3: anstehender Gipskeuper

Diese Mischproben MP1 bis MP3 wurden laboranalytisch durch synlab Umweltinstitut GmbH, Stuttgart gemäß der VwV TR-Boden, Abschnitt 4.2 (Tabelle 6.1) untersucht. Die Analyseergebnisse sind aus der Anlage 3 ersichtlich.

In den Mischproben der künstlichen Auffüllungen (MP 1) und im anstehenden Gipskeuper (MP 3) lagen die Konzentrationen sämtlicher Parameter unter den jeweiligen Z 0 Grenzwerten. Somit kann dieses Material als Z 0-Material eingestuft werden.

In der Mischprobe der natürlichen Auffüllungen (MP 2) lagen lediglich der pH-Wert, die Leitfähigkeit und die Sulfatkonzentration über dem Z 0-Wert. Dieser Bereich der natürlichen Auffüllung muss daher als Z 1.2-Material eingestuft werden.

5. Tragfähigkeit des Untergrunds

Die zuoberst erschlossenen **künstlichen Auffüllungen** sind, bedingt durch ihre inhomogene Zusammensetzung, in unterschiedlichem Maße zusammendrückbar. Auch unabhängig von äußeren Lasten können in künstlichen Auffüllmassen sog. Eigensetzungen auftreten, deren Ursachen in folgenden Vorgängen liegen können: Eigengewicht, Kornumlagerungsvorgänge, Veränderungen der Lagerungsdichte bei Erschütterungen bzw. Erdbeben und Schrumpfungen durch Austrocknung. Die künstlichen Auffüllungen können deshalb nicht als Lastabtragungshorizont herangezogen werden.

Für die darunter folgenden, mächtigen, **natürlichen Auffüllungen** aus Fließerden und Gipskeupermaterial gelten dieselben Überlegungen wie für die künstlichen Auffüllungen. Da diese vor langer Zeit eingebracht worden sind, sind die o.g. Eigensetzungen überwiegend abgeschlossen. In den mindestens steifen Böden können geringe Lasten von setzungsunempfindlichen, kleineren Gebäuden abgetragen werden, weiche Bereiche sind in hohem Maße kompressibel und daher als Lastabtragungshorizont nicht geeignet.

Die Böden des „**Gipskeupers, vollständig verwittert**“ sind als tragfähiger, jedoch relativ stark kompressibler Untergrund einzustufen. Allgemein ist die Kompressibilität eines bindigen Bodens umso größer, je höher seine Plastizitätszahl (I_p) und sein natürlicher Wassergehalt (w_n) bzw. je geringer seine Konsistenzzahl (I_c) ist.

Die nur untergeordnet angetroffenen halbfesten bis festen Schichten des „**Gipskeupers, mäßig verwittert**“ besitzen eine deutlich geringere Zusammendrückbarkeit, diese Schichten sind als gut tragfähiger Baugrund einzustufen. Allgemein verbessern sich die Tragfähigkeitseigenschaften mit zunehmender Tiefe weiter.

6. Gründung

Nach den uns vorliegenden Planungskonzepten sind auf dem Gelände vier siebengeschossige Wohngebäude mit einer eingeschossigen Unterkellerung derzeit geplant. Nach diesen Unterlagen liegen die Niveaus der Untergeschosse einheitlich auf 378,40 m NN. Dieses Niveau wurde in die Schichtprofile der Anlagen 2.1 – 2.4 eingetragen.

Diese Darstellungen zeigen, dass bei einer normalen Flachgründung der Gebäude die Fundamente in den stark kompressiblen Auffüllungen verlaufen würden. Wie im Abschnitt 5 beschrieben, können in diesen Böden die hohen Lasten von den geplanten Gebäuden nicht mehr schadlos abgetragen werden.

Daher ist im vorliegenden Fall eine Pfahlgründung zwingend erforderlich. Hierbei ist in erster Linie an **Bohrpfähle** nach DIN 1054 und DIN EN 1997, Abschnitt 7 sowie DIN EN 1536 zu denken, wobei die Pfahlaufstandsflächen in den festen Schichten des „Gipskeupers, mäßig verwittert“, bzw. im darunter folgenden „Lettenkeupers, mäßig verwittert“ liegen. Da diese Schichten mit den Rammkernsondierungen nicht erkundet werden konnten, müssen zur Pfahlbemessung noch mehrere Kernbohrungen auf dem Gelände ausgeführt werden.

7. Schutz der Gebäude gegen Durchfeuchtung

Wie in Abschnitt 4.2 beschrieben, liegt das Bauvorhaben weit oberhalb des Grundwasserspiegels. Da aber mit temporärer Sickerwasserführung gerechnet werden muss, ist es aus bautechnischer Sicht erforderlich, für ins Gelände einschneidende Bauteile Dränierungsmaßnahmen nach DIN 4095 zu ergreifen. Dränierungsmaßnahmen können Abdichtungen nach DIN 18 195 keinesfalls ersetzen, sondern müssen stets zusammen geplant und ausgeführt werden. Maßgebend ist im vorliegenden Fall der Teil 4 der DIN 18 195 (Abdichtung gegen Bodenfeuchte und nichtstauendes Sickerwasser).

Im Folgenden sind die wichtigsten Punkte für den Entwurf des Dränsystems zusammengestellt:

- Unter den erdberührten Fußböden ist eine mindestens 20 cm dicke, kapillarbrechende Filterschicht aus Kies (8/32) vorzusehen (Flächenfilter), die an die Ringdränage angeschlossen wird. Die Filterschicht muss durch Dränleitungen oder Durchflussöffnungen so entwässert werden, dass jedes von Fundamenten umschlossene Feld mindestens einmal erfasst wird.

- Um eine Vermengung von Filterschichtmaterial mit an der Baugrubensohle anstehenden Böden zu vermeiden, ist ein Filtervlies zu verlegen. Beim Betonieren der Bodenplatte ist durch die Anordnung einer Folie dafür zu sorgen, dass die Filterschicht nicht zugeschlämmt wird.
- Vor sämtlichen erdberührten Außenwänden ist eine Sickerschicht aus Betonfiltersteinen, druckfesten Dränmatten (Typ Enkadrän oder gleichwertiges), Dränelementen o.ä. (keine Wellplatten oder Noppenbahnen) vorzusehen. Hierunter ist eine Außendränage (Ringdränage, Mindestnennweite DN 125) anzuordnen, die mit Kies (8/32) in einer Mindestdicke von 20 cm ummantelt werden muss. Zur Erhaltung der Filterstabilität muss zwischen Rohrummantelung und natürlichem Boden ein Filtervlies angeordnet werden.
- Die Kiesummantelung der Dränrohre sollte sofort nach dem Verlegen der Rohre vorgenommen werden, um eine Verschlammung der Dränrohre durch Erdanspülungen bei Regenfällen zu vermeiden.
- Die Ringdränage muss sämtliche beanspruchten Bauteile einschließlich aller Gebäudevor- und -rücksprünge erfassen und in einem möglichst gleichmäßigen Gefälle von mindestens 0,5 % ohne Unterbrechungen vom Hoch- bis zum Tiefpunkt verlaufen.
- Auf eine ausreichende Tiefenlage der Dränagen ist zu achten (OK Dränrohr mindestens 5 cm unter UK Bodenplatte). Die Rohrsohlen dürfen die Fundamentunterkanten nicht unterschneiden, gegebenenfalls sind die Fundamente zu vertiefen.
- Aufgrund der Größe der überbauten Fläche des Gebäudes sollten unter der Bodenplatte im Kiesfilter noch zusätzliche Dränstränge (DN 100) im Abstand von ca. 10 m verlegt werden.
- Für die Dränleitungen müssen druckfeste Rohre verwendet werden (z.B. Optidrän). Die gelben, flexiblen Dränrohre aus dem Landschaftsbau dürfen nicht verlegt werden, da mit diesen keine einwandfreie Gefälleverlegung möglich ist, diese nicht ausreichend druckfest sind und eine Spülung mit einem Hochdruckspülgerät, aufgrund der nicht ausreichenden mechanischen Festigkeit, zur Zerstörung der Rohre führen kann.

- An Gebäudesprüngen ist jeweils auf dem tieferen Niveau ein zusätzlicher Dränstrang zu verlegen.
- Der Übergang zwischen der vertikalen Sickerschicht und der Ringdränage ist so zu gestalten, dass das senkrecht in der Sickerschicht abfließende Wasser auf Dauer das Dränrohr erreicht.
- Um eine dauerhafte Funktion der Dränagen zu gewährleisten, ist die Anordnung von Spülmöglichkeiten bzw. Kontrollschächten ($DN \geq 300$) erforderlich, die jederzeit zugänglich sind. Die Dränsysteme müssen eine rückstausichere Ableitung erhalten.
- Sämtliche Bauteile unter den tiefsten Dränniveaus (z. B. Aufzugsunterfahrten, Doppelparkgruben o.ä.) sind druckwasserdicht auszubilden.
- Die Funktionsfähigkeit des Dränsystems ist durch eine Probespülung zu überprüfen.

Bei der Bepflanzung der Außenanlagen ist zu beachten, dass eine Durchwurzelung der Dränleitungen auf jeden Fall vermieden wird. Nach dem Kommentar zur DIN 4095³ sollten Bäume deshalb mindestens 6 - 8 m von den Dränleitungen entfernt sein und Sträucher im Abstand von mindestens 3 m gepflanzt werden. Der Abstand wird als waagrechte Entfernung von Rohrachse zur Pflanzenmitte verstanden.

Bei der Geländegestaltung (Neigung, Arbeitsraumverfüllung) ist weiterhin zu beachten, dass die Dränage des Gebäudes durch zulaufendes Oberflächenwasser nicht zusätzlich belastet wird. Auf befestigten Flächen anfallendes Oberflächenwasser muss in geeigneter Weise gefasst (z.B. Hofeinläufe, Rinnen) und abgeleitet werden.

³ HILMER, K.: Dränung zum Schutz baulicher Anlagen. Planung, Bemessung und Ausführung; Kommentar zur DIN 4095 (Ausgabe Juni 1990). Geotechnik 1990 Heft 4, S. 196 - 210; hrsg. von der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V., Essen 1990.

8. Fußbodenauf Lagerung

Sofern die Fußbodenbelastungen nicht über 5 kN/m^2 liegen und in der Tiefgarage nur PKW-Befahrung vorgesehen ist, können die erdberührten Bodenplatten unter Zwischenschaltung der in Abschnitt 7 beschriebenen Filterschicht direkt auf Böden von mindestens steifer Konsistenz aufgelagert werden. Eventuell vorhandene Weichzonen, Auffüllungen ungünstiger Zusammensetzung, Bauwerksreste oder Bereiche an der Baugrubensohle, die durch Aushub, Befahrung und Witterungseinflüsse aufgelockert oder durchnässt sind, müssen ausgeräumt und durch das Material der Filterschicht oder anderes körniges Fremdmaterial ersetzt werden.

Über Arbeitsräumen innerhalb der Gebäude empfiehlt es sich, die Bodenplatte freitragend, in Art einer Decke auszubilden. Auf die Anordnung der in Abschnitt 7 beschriebenen Filterschicht darf auch bei freitragendem Fußboden nicht verzichtet werden.

Wenn in der Garage Minustemperaturen auftreten und über längere Zeit anhalten können, sollte die Dicke des frostsicheren Aufbaus (einschließlich Bodenplatte) in den frostgefährdeten Bereichen so gewählt werden, dass kein Unterfrieren stattfinden kann. In der Regel werden hierfür 50 cm als ausreichend angesehen.

Ist in der Tiefgarage ein Belag aus Verbundsteinpflaster vorgesehen, so muss hierfür eine ausreichende Tragfähigkeit vorhanden sein. Nach der RStO 12⁴ fallen PKW-Parkflächen in die Belastungsklasse Bk0,3. Um eine ausreichende Tragfähigkeit zu erzielen, sollte hier eine Tragschicht mit mindestens 40 cm Dicke ausgeführt werden. Anstatt der in Abschnitt 7 beschriebenen kapillarbrechenden Filterschicht sollte für die obersten 20 cm eine Schottertragschicht der Abstufung 2/45 vorgesehen werden. Für den unteren Abschnitt sollte dann eine Schottertragschicht der Abstufung 0/45 nach ZTV SoB-StB 04⁵ verwendet werden. Bei diesem Aufbau ist auch eine ausreichende Frostsicherheit gemäß der RStO 12 gegeben.

⁴ RStO 12: Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, 2012

⁵ ZTV SoB-StB 04: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau, hrsg. von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln, 2004

Um geringfügige Eigensetzungen der Auffüllungen auszugleichen und die Belastbarkeit der Tragschicht zu erhöhen, empfiehlt es sich an der Unterkante der Tragschicht ein Geogitter zu verlegen. Geogitter sind hochzugfeste, monolithisch gestreckte Polymergitter, die speziell für das Bewehren von Böden ungünstiger Tragfähigkeitseigenschaften entwickelt wurden. Durch die hohe Boden-Gitter-Verzahnung mit dem Schüttmaterial wird eine gleichmäßige Verteilung der Kräfte bewirkt.

Da im Erdplanum bindige Böden anstehen, sollte ein Produkt verwendet werden, das zusätzlich mit Vlies kaschiert ist. Hierdurch wird verhindert, dass bindiger Boden in die Tragschicht eindringt, was mittelfristig die Tragfähigkeit der Tragschicht deutlich reduzieren würde.

Wir schlagen daher im vorliegenden Fall eine Geogitter-Vliesstoff-Kombination (z.B. Combigrid 40/40 Q 1 GRK 3 der Fa. Naue) vor. Dieses muss entsprechend den Herstellerangaben überlappend, mit möglichst wenigen Schnittstellen verlegt werden.

9. Baugrubengestaltung

Freie Baugrubenböschungen können unter Beachtung der Richtlinien der DIN 4124 bis zu einer Böschungshöhe von maximal 5 m mit einer Neigung von $\beta \leq 45^\circ$ (Auffüllungen) angelegt werden.

Bei Böschungshöhen über 5 m ist nach DIN 4124 ein Standsicherheitsnachweis erforderlich. Auf die übrigen Hinweise der genannten Norm (z.B. unbelastete Böschungskronen) wird hingewiesen. Eine Abdeckung der Baugrubenböschungen mit einer Folie zum Schutz gegen Witterungseinflüsse, die über die Böschungskrone geführt werden muss, wird empfohlen.

Sofern die Baukörper näher an die Straßen verschoben werden, könnten Verbaumaßnahmen erforderlich werden. Als Verbauart käme aus wirtschaftlichen Überlegungen in erster Linie ein Trägerverbau in Betracht.

Da die Baugrubensohle in Böden verläuft, die bei einer Durchfeuchtung durch Niederschlags- oder Sickerwasser rasch aufweichen bzw. auflockern, empfiehlt es sich, den Aushub mit einem Tieflöffelbagger von oben her vorzunehmen bzw. Maßnahmen zur Stabilisierung vorzusehen.

Des Weiteren empfehlen wir, auf dem planmäßigen Aushubniveau eine Schutzschicht von ca. 20 cm zu belassen, die erst unmittelbar vor dem Einbringen der Filterschicht (siehe Abschnitt 7) ausgehoben wird.

Die Tiefgaragenzufahrt zum Gebäude Eltinger Straße 61 verläuft auf dem Grundstück. Diese muss im Vorfeld verlegt und dann rückgebaut werden.

10. Verfüllung der Arbeitsräume

Die beim Aushub anfallenden Böden sind für einen setzungsarmen Wiedereinbau unter befestigten Flächen (Zugangs- und Eingangsbereich, Terrassen, Stellplätze u.ä.) nicht geeignet. Unter befestigten Flächen, wo nur geringe Setzungen in Kauf genommen werden können, empfehlen wir körnige, gut verdichtbare Fremdmaterialien (Schotter-Splitt-Gemische, Siebschutt) einzubauen.

Über körnigen Arbeitsraumverfüllungen sollten auf dem Gelände wasserundurchlässige Beläge angeordnet werden, um das direkte Eindringen von Oberflächenwasser in die Arbeitsräume zu verhindern.

Anstatt natürlicher Schotter-Splitt-Gemische könnte auch güteüberwachtes Recyclingmaterial verwendet werden. An die Beschaffenheit des Materials sind die folgenden Anforderungen zu stellen:

- körniges, frost- und raumbeständiges Material (z.B. zerkleinerter Beton)
- Kornabstufung entsprechend Schottertragschichtmaterial 0/56 (nach ZTVT-StB 95⁶)
- Überkornanteil bis 80 mm: < 5 %
- Anforderungen der TL MIN-StB 2000⁷ müssen erfüllt sein

⁶ ZTVT-StB 95: **Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen** und Richtlinien für Tragschichten im **Straßenbau**, hrsg. von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln 1995, Fassung 2002

⁷ TL Min-StB 2000: **Technische Lieferbedingungen** für **Mineralstoffe** im Straßenbau, Ausgabe **2000**, hrsg. von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln

- keine Verunreinigungen wie teerhaltige oder bituminöse Materialien, Farben usw.
- kein Gips, Anhydrit sowie keine Baustoffe, die Gips oder Anhydrit enthalten, da es hierdurch zu Volumenexpansion mit deutlichen Quelldrücken kommen kann
- keine Baustellenabfälle wie Dämmstoffe, Kunststoffe, Styropor, Holz, Metall, Papier o.ä.
- kein bindiges Aushubmaterial
- kein Ziegelschutt, da es hier bei verdichtetem Einbau zu Kornzertrümmerungen kommt und Ziegelmehl entsteht

Vor der Lieferung und dem Einbau von güteüberwachtem Recyclingmaterial sind die Ergebnisse der Güteüberwachung (Eigen- und Fremdüberwachung) vorzulegen.

Für sämtliche Erdarbeiten gelten die einschlägigen Richtlinien des Erdbaus (ZTVE-StB 09⁸, ZTVT-StB 95 und ZTV SoB-StB 04).

11. Boden- und Felsklassen nach DIN 18 300 für den Zustand beim Lösen

Schichtkomplex	Boden- bzw. Felsklasse
Auffüllungen*	3, 4 und 5
Gipskeuper, vollständig verwittert	5
Gipskeuper, mäßig verwittert**	6 und 7

* in der in den Aufschlüssen angetroffenen Zusammensetzung

** unterhalb der Sondierertiefen

ANMERKUNGEN zu den Bodenklassen nach DIN 18 300

Klasse 1: Humoser, belebter Oberboden

Klasse 2: Bodenarten, die von flüssiger bis breiiger Beschaffenheit sind und die das Wasser schwer abgeben

Klasse 3: Sande, Kiese und Sand-Kies-Gemische mit bis zu 15 Gew.-% an Schluff und Ton (< 0,063 mm Korndurchmesser) und mit höchstens 30 Gew.-% Steinen von über 63 mm Korngröße bis zu 0,01 m³ Rauminhalt

⁸ ZTVE-StB 09: **Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau.** Hrsg. von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln, Fassung 2009

Klasse 4: bindige Bodenarten von leichter bis mittlerer Plastizität (Gruppen TL und TM nach DIN 18 196), die höchstens 30 Gew.-% Steine von über 63 mm Korngröße bis zu 0,01 m³ Rauminhalt enthalten sowie Gemische von Sand, Kies, Schluff und Ton mit einem Anteil von mehr als 15 Gew.-% Korngröße kleiner 0,063 mm

Klasse 5: hierzu gehören Bodenarten mit mehr als 30 Gew.-% Steinen von über 63 mm Korngröße bis zu 0,01 m³ Rauminhalt und höchstens 30 Gew.-% Steinen von über 0,01 m³ bis 0,1 m³ Rauminhalt sowie ausgeprägt plastische Tonböden (Gruppe TA nach DIN 18 196)

Klasse 6: Felsarten, die einen inneren, mineralisch gebundenen Zusammenhalt haben, jedoch stark klüftig, brüchig, bröckelig, schiefrig, weich oder verwittert sind sowie vergleichbare feste oder verfestigte bindige oder nicht-bindige Bodenarten, sowie Böden mit mehr als 30 Gew.-% Steinen von über 0,01 m³ bis 0,1 m³ Rauminhalt

Klasse 7: Felsarten, die einen inneren, mineralisch gebundenen Zusammenhalt und hohe Gefügefestigkeit haben und die nur wenig klüftig oder verwittert sind sowie Steine von über 0,1 m³ Rauminhalt

Sollte es bei der Einstufung in Boden- und Felsklassen zu Unstimmigkeiten zwischen der Bauherrschaft und den ausführenden Firmen kommen, sind wir gerne zur Klärung der diesbezüglich auftretenden Fragen bereit.

12. Bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen

Schichtkomplex	Wichte (kN/m ³) γ	Reibungs- winkel (°) φ'	Kohäsion (kN/m ²) c'	Steifemodul (MN/m ²) E_s
Auffüllungen	19 - 20	25 - 27,5	4 - 8	-
Gipskeuper, vollständig verwittert	20	27,5	8 - 10	8 - 15

Für Erddruckermittlungen im Bereich verfüllter, geböschter Arbeitsräume sind in der Regel die Kennwerte des Verfüllmaterials maßgebend. Im Einzelnen werden für verdichtet eingebautes Material folgende Ansätze vorgeschlagen:

- Schottergemische (auch Siebschutt): $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$ $\varphi = 35^\circ$
- Kiesgemische: $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$ $\varphi = 32,5^\circ$
- Bindige Böden (auch Aushubmaterial): $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$ $\varphi = 25^\circ$

Nach DIN 4149 (2005-04) „Bauten in deutschen Erdbebengebieten“ und der Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen liegt Leonberg in der Erdbebenzone 1. Für einen rechnerischen Nachweis der Erdbebensicherheit kann nach Tabelle 2 der genannten Norm ein Bemessungswert der Bodenbeschleunigung von $\alpha_g = 0,4 \text{ m/s}^2$ angesetzt werden. Gemäß Abschnitt 5.2 sind die Untergrundverhältnisse (Baugrundklasse/Untergrundklasse) als **A-R** zu beschreiben. Somit ergeben sich nach den Tabellen 4 und 5 der Norm folgende Werte:

Parameter zur Beschreibung des elastischen horizontalen Antwortspektrums:				
Untergrundverhältnisse	S	T_B (s)	T_C (s)	T_D (s)
A-R	1,00	0,05	0,20	2,0
Parameter zur Beschreibung des elastischen vertikalen Antwortspektrums:				
A-R	1,00	0,05	0,20	2,0

13. Schlussbemerkungen

Die Untergrundverhältnisse wurden anhand von acht Rammkernsondierungen beschrieben und beurteilt. Die im Gutachten enthaltenen Angaben beziehen sich auf diese Untersuchungsstellen. Abweichungen von den im vorliegenden Gutachten enthaltenen Angaben können nicht ausgeschlossen werden. Es ist daher eine sorgfältige Überwachung der Erdarbeiten und eine laufende Überprüfung der während der Aushub- und Gründungsarbeiten angetroffenen Boden- und Grundwasserverhältnisse im Vergleich zu den Untersuchungsergebnissen und Folgerungen im Gutachten erforderlich.

Die Angaben der zu erwartenden Bodenklassen nach DIN 18 300 oder der Schichtgrenzen können nicht für eine verbindliche Kostenermittlung herangezogen werden oder ein Aufmaß bei der Bauausführung ersetzen, da erfahrungsgemäß diese auch auf kurze Entfernung variieren können, insbesondere dann, wenn im Baufeld eine geologische Störzone verläuft.

Zur Pfahlbemessung müssen noch mehrere Kernbohrungen auf dem Gelände ausgeführt werden.

Das Gutachten wurde anhand der uns vorliegenden Pläne und Informationen ausgearbeitet. Das Gutachten muss anhand der endgültigen Planung überarbeitet werden.

Die im Gutachten enthaltenen Angaben beziehen sich auf das untersuchte Grundstück, eine Übertragung auf benachbarte Grundstücke ist nicht möglich.

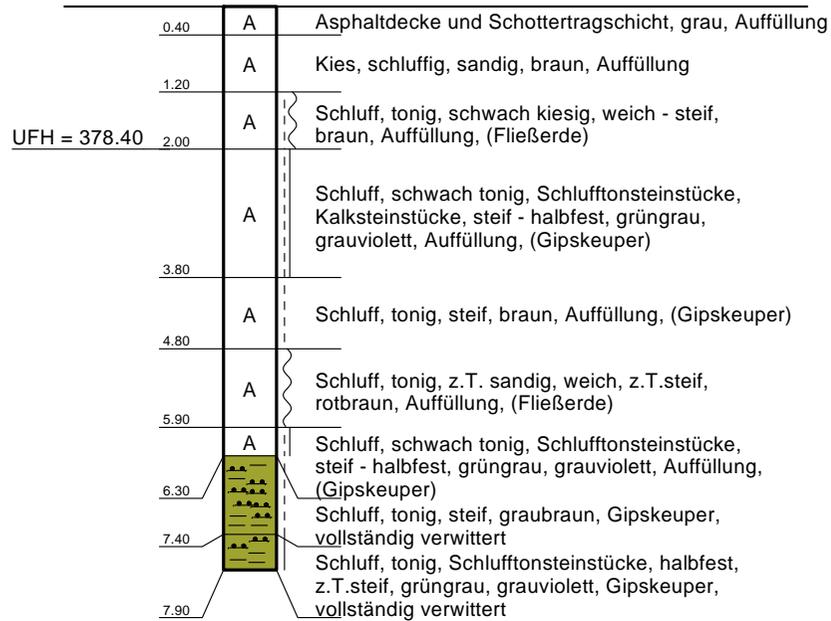
In Zweifelsfällen sollten wir verständigt werden. Für die Beantwortung von Fragen, die im Zuge der weiteren Planung und Ausführung auftreten, stehen wir gerne zur Verfügung.

Tübingen, den 10. Juli 2015

S. Potthoff
Dipl.-Geol.

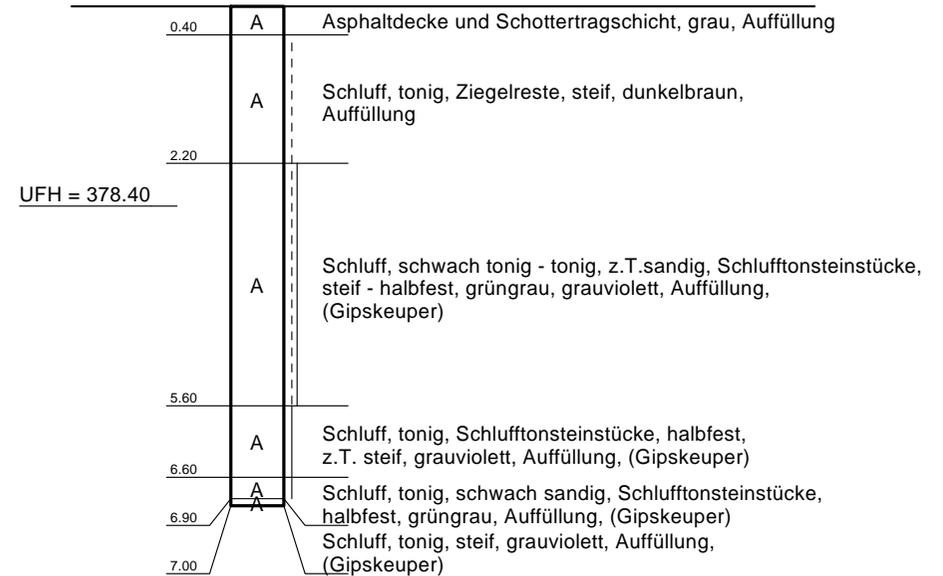
RKS 1

380.4 m NN



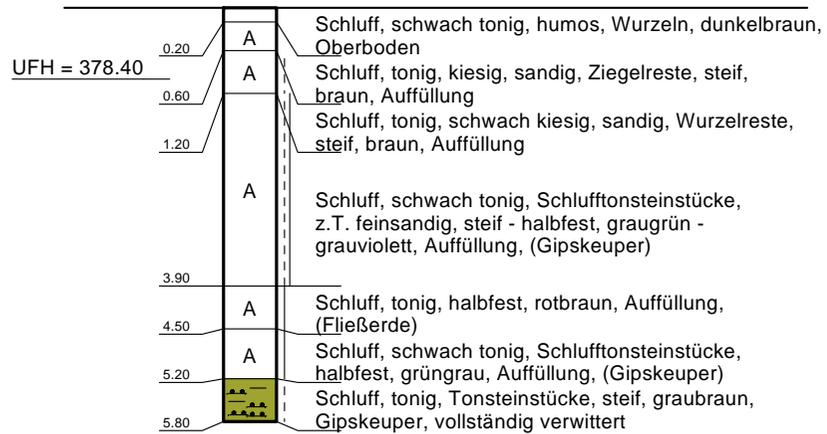
RKS 4

381.2 m NN



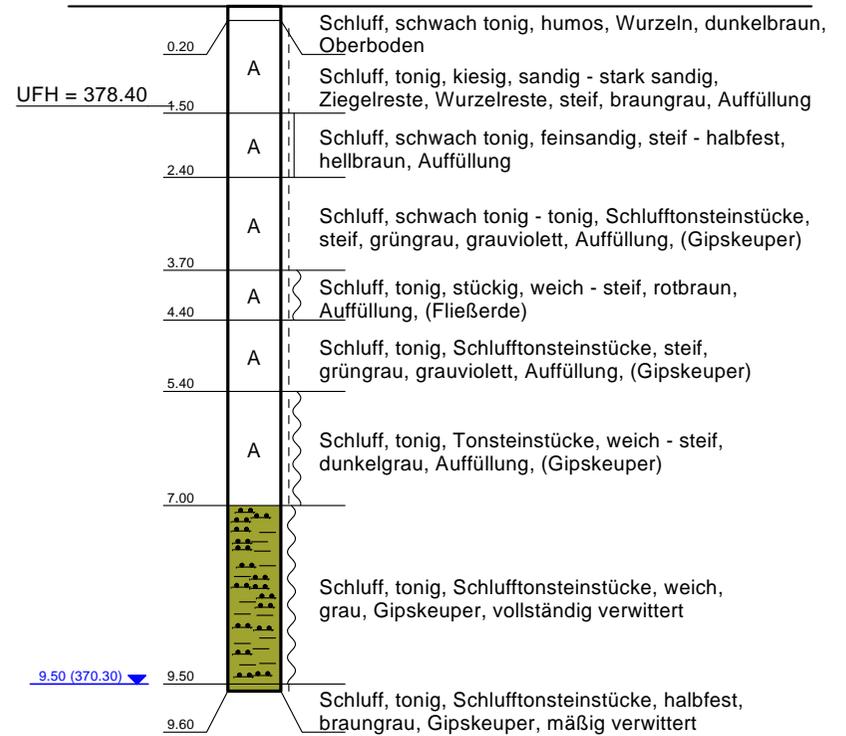
RKS 2

379.4 m NN



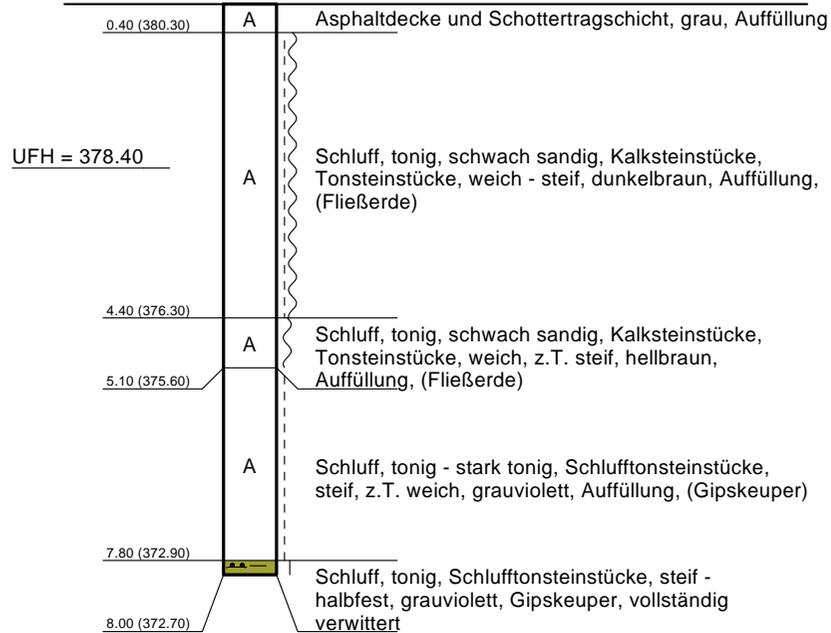
RKS 3

379.8 m NN



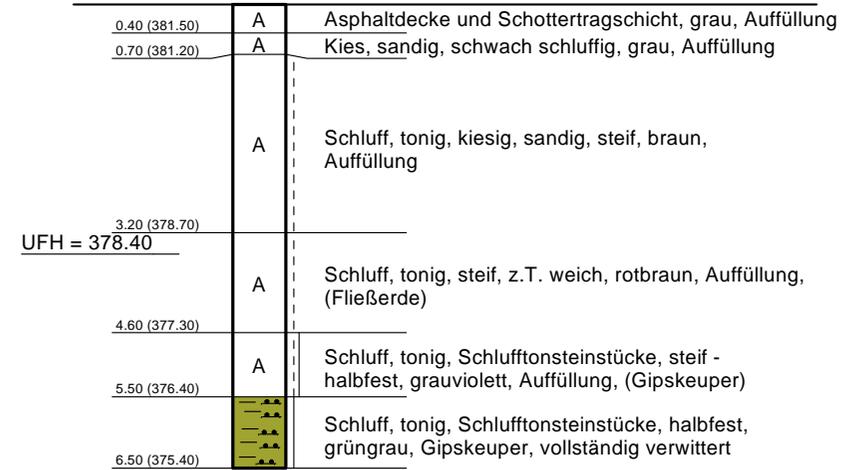
RKS 6

380.7 m NN



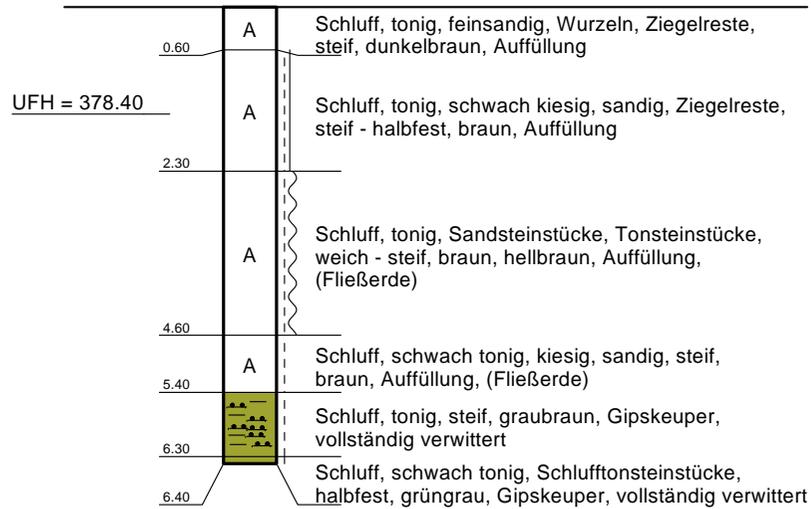
RKS 8

381.9 m NN



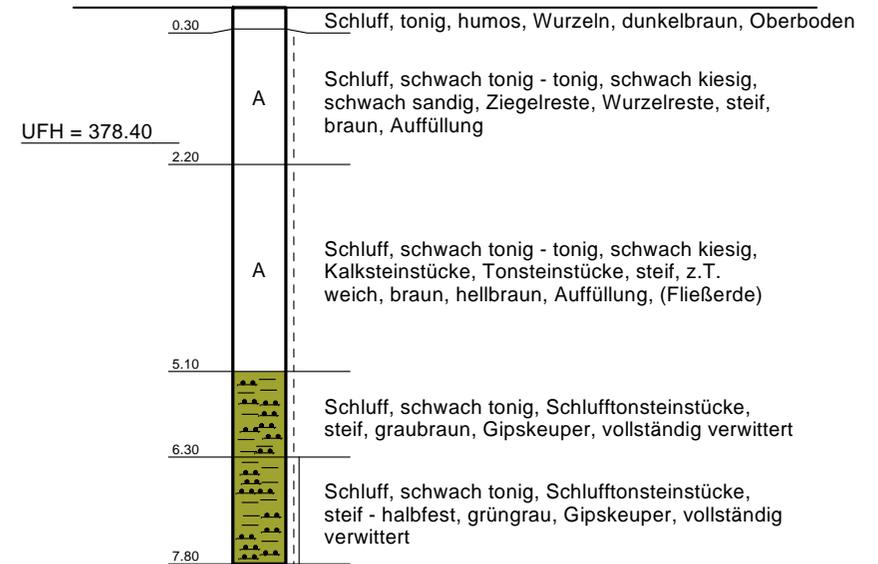
RKS 5

379.9 m NN



RKS 7

380.3 m NN



Anlage 3
zum Gutachten
vom 10.07.2015

Analysenprotokolle

von synlab Umweltinstitut GmbH, Stuttgart

synlab Umweltinstitut GmbH - Hohnerstraße 23 - 70469 Stuttgart

Büro für angewandte Geowissenschaften
Dr. H. Gerweck
S. Potthoff
Nauklerstrasse 37 A
72074 Tübingen

Niederlassung Stuttgart

Telefon: +49 (0)711 16272-0
Telefax: +49 (0)711 16272-51
E-Mail: sui-stuttgart@synlab.com
Internet: www.synlab.com

Seite 1 von 10

Datum: 10.07.2015

Prüfbericht Nr.: UST-15-0058695/01-1
Auftrag-Nr.: UST-15-0058695
Ihr Auftrag: schriftlich vom 02.07.2015
Projekt: Römerstraße, Leonberg
Eingangsdatum: 02.07.2015
Probenahme durch: Auftraggeber
Probenahmedatum: 01.07.2015
Prüfzeitraum: 02.07.2015 - 10.07.2015
Probenart: Boden



Probenbezeichnung:
MP 1

Probe Nr.

UST-15-0058695-01

Original

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Trockenmasse	%	85,7	DIN EN 14346
Cyanid, gesamt	mg/kg TS	<0,3	E DIN ISO 11262 (UAU)
EOX	mg/kg TS	<0,5	DIN 38414-S 17 (UAU)
Kohlenwasserstoffe C10 - C22	mg/kg TS	<50	DIN EN 14039/LAGA KW 04 (UAU)
Kohlenwasserstoffe C10 - C40	mg/kg TS	<50	DIN EN 14039/LAGA KW 04 (UAU)

Aromatische Kohlenwasserstoffe

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Benzol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9
Ethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9
Toluol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9
o-Xylol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9
m,p-Xylol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9
Styrol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9
Isopropylbenzol (Cumol)	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9
n-Propylbenzol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9
1,3,5-Trimethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9
1,2,4-Trimethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9
1,2,3-Trimethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9
1,2,3,5-Tetramethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9
Summe AKW	mg/kg TS	--	DIN 38 407-F 9
Summe BTXE	mg/kg TS	--	DIN 38 407-F 9

Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Trichlorfluormethan	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
1,1,2-Trichlorfluorethan (R113)	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
Dichlormethan	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
1,1-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
1,1-Dichlorethan	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
Trichlormethan	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
Tetrachlormethan	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
1,2-Dichlorethan	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
Trichlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
Tetrachlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
Summe LHKW	mg/kg TS	--	DIN ISO 22155

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Naphthalin	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287 (UAU)
Acenaphthylen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287 (UAU)
Acenaphthen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287 (UAU)
Fluoren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287 (UAU)
Phenanthren	mg/kg TS	0,18	DIN ISO 18287 (UAU)
Anthracen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287 (UAU)
Fluoranthen	mg/kg TS	0,27	DIN ISO 18287 (UAU)
Pyren	mg/kg TS	0,23	DIN ISO 18287 (UAU)
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	0,16	DIN ISO 18287 (UAU)
Chrysen	mg/kg TS	0,14	DIN ISO 18287 (UAU)
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg TS	0,29	DIN ISO 18287 (UAU)
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg TS	0,089	DIN ISO 18287 (UAU)
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,18	DIN ISO 18287 (UAU)
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287 (UAU)
Benzo(ghi)perylen	mg/kg TS	0,2	DIN ISO 18287 (UAU)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	0,094	DIN ISO 18287 (UAU)
Summe PAK EPA	mg/kg TS	1,8	DIN ISO 18287 (UAU)

Polychlorierte Biphenyle

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
PCB Nr. 28	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308 (UAU)
PCB Nr. 52	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308 (UAU)
PCB Nr. 101	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308 (UAU)
PCB Nr. 118	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308 (UAU)
PCB Nr. 138	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308 (UAU)
PCB Nr. 153	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308 (UAU)
PCB Nr. 180	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308 (UAU)
Summe PCB	mg/kg TS	--	DIN EN 15308 (UAU)
Summe PCB (7 Verbindungen)	mg/kg TS	--	DIN EN 15308 (UAU)

Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Königswasseraufschluss	--	-	DIN EN 13657
Arsen	mg/kg TS	9,3	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Blei	mg/kg TS	20	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Cadmium	mg/kg TS	0,3	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Chrom (Gesamt)	mg/kg TS	41	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Kupfer	mg/kg TS	28	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Nickel	mg/kg TS	35	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Quecksilber	mg/kg TS	0,052	DIN EN ISO 12846
Thallium	mg/kg TS	<0,25	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Zink	mg/kg TS	53	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)

Eluat

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Eluat	--	Filtrat	DIN EN 12457-4
pH-Wert	--	8,34 bei 22,4 °C	DIN 38 404-C 5
elektrische Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	162	DIN EN 27888
Chlorid	mg/l	2,9	DIN EN ISO 10304-1
Sulfat	mg/l	18,8	DIN EN ISO 10304-1
Cyanid, gesamt	mg/l	<0,005	DIN EN ISO 14403 (UAU)
Phenol-Index	mg/l	<0,01	DIN EN ISO 14402 (H 37) (UAU)

Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Arsen	mg/l	<0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Blei	mg/l	<0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Cadmium	mg/l	<0,0001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Chrom (Gesamt)	mg/l	<0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Kupfer	mg/l	<0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Nickel	mg/l	0,002	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Quecksilber	mg/l	<0,0001	DIN EN ISO 12846
Zink	mg/l	0,013	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)

Probenbezeichnung:
MP 2

Probe Nr.

UST-15-0058695-02

Original

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Trockenmasse	%	88,5	DIN EN 14346
Cyanid, gesamt	mg/kg TS	<0,3	E DIN ISO 11262 (UAU)
EOX	mg/kg TS	<0,5	DIN 38414-S 17 (UAU)
Kohlenwasserstoffe C10 - C22	mg/kg TS	<50	DIN EN 14039/LAGA KW 04 (UAU)
Kohlenwasserstoffe C10 - C40	mg/kg TS	<50	DIN EN 14039/LAGA KW 04 (UAU)

Aromatische Kohlenwasserstoffe

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Benzol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9
Ethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9
Toluol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9
o-Xylol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9
m,p-Xylol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9
Styrol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9
Isopropylbenzol (Cumol)	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9
n-Propylbenzol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9
1,3,5-Trimethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9
1,2,4-Trimethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9
1,2,3-Trimethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9
1,2,3,5-Tetramethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9
Summe AKW	mg/kg TS	--	DIN 38 407-F 9
Summe BTXE	mg/kg TS	--	DIN 38 407-F 9

Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Trichlorfluormethan	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
1,1,2-Trichlorfluorethan (R113)	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
Dichlormethan	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
1,1-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
1,1-Dichlorethan	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
Trichlormethan	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
Tetrachlormethan	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
1,2-Dichlorethan	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
Trichlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
Tetrachlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
Summe LHKW	mg/kg TS	--	DIN ISO 22155

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Naphthalin	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287 (UAU)
Acenaphthylen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287 (UAU)
Acenaphthen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287 (UAU)
Fluoren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287 (UAU)
Phenanthren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287 (UAU)
Anthracen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287 (UAU)
Fluoranthren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287 (UAU)
Pyren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287 (UAU)
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287 (UAU)
Chrysen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287 (UAU)
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287 (UAU)
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287 (UAU)
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287 (UAU)
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287 (UAU)
Benzo(ghi)perylen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287 (UAU)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287 (UAU)
Summe PAK EPA	mg/kg TS	--	DIN ISO 18287 (UAU)

Polychlorierte Biphenyle

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
PCB Nr. 28	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308 (UAU)
PCB Nr. 52	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308 (UAU)
PCB Nr. 101	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308 (UAU)
PCB Nr. 118	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308 (UAU)
PCB Nr. 138	mg/kg TS	0,007	DIN EN 15308 (UAU)
PCB Nr. 153	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308 (UAU)
PCB Nr. 180	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308 (UAU)
Summe PCB	mg/kg TS	0,007	DIN EN 15308 (UAU)
Summe PCB (7 Verbindungen)	mg/kg TS	0,007	DIN EN 15308 (UAU)

Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Königswasseraufschluss	--	-	DIN EN 13657
Arsen	mg/kg TS	8,1	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Blei	mg/kg TS	15	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Cadmium	mg/kg TS	0,4	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Chrom (Gesamt)	mg/kg TS	38	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Kupfer	mg/kg TS	16	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Nickel	mg/kg TS	35	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Quecksilber	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 12846
Thallium	mg/kg TS	<0,25	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Zink	mg/kg TS	45	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)

Eluat

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Eluat	--	Filtrat	DIN EN 12457-4
pH-Wert	--	10,46 bei 22,4 °C	DIN 38 404-C 5
elektrische Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	413	DIN EN 27888
Chlorid	mg/l	3,86	DIN EN ISO 10304-1
Sulfat	mg/l	53,9	DIN EN ISO 10304-1
Cyanid, gesamt	mg/l	<0,005	DIN EN ISO 14403 (UAU)
Phenol-Index	mg/l	<0,01	DIN EN ISO 14402 (H 37) (UAU)

Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Arsen	mg/l	<0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Blei	mg/l	<0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Cadmium	mg/l	<0,0001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Chrom (Gesamt)	mg/l	0,007	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Kupfer	mg/l	0,008	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Nickel	mg/l	0,002	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Quecksilber	mg/l	0,0001	DIN EN ISO 12846
Zink	mg/l	0,036	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)

Probenbezeichnung:
MP 3

Probe Nr.

UST-15-0058695-03

Original

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Trockenmasse	%	90,9	DIN EN 14346
Cyanid, gesamt	mg/kg TS	<0,3	E DIN ISO 11262 (UAU)
EOX	mg/kg TS	<0,5	DIN 38414-S 17 (UAU)
Kohlenwasserstoffe C10 - C22	mg/kg TS	<50	DIN EN 14039/LAGA KW 04 (UAU)
Kohlenwasserstoffe C10 - C40	mg/kg TS	<50	DIN EN 14039/LAGA KW 04 (UAU)

Aromatische Kohlenwasserstoffe

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Benzol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9
Ethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9
Toluol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9
o-Xylol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9
m,p-Xylol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9
Styrol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9
Isopropylbenzol (Cumol)	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9
n-Propylbenzol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9
1,3,5-Trimethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9
1,2,4-Trimethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9
1,2,3-Trimethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9
1,2,3,5-Tetramethylbenzol	mg/kg TS	<0,05	DIN 38 407-F 9
Summe AKW	mg/kg TS	--	DIN 38 407-F 9
Summe BTXE	mg/kg TS	--	DIN 38 407-F 9

Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Trichlorfluormethan	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
1,1,2-Trichlorfluorethan (R113)	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
Dichlormethan	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
1,1-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
1,1-Dichlorethan	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
Trichlormethan	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
Tetrachlormethan	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
1,2-Dichlorethan	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
Trichlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
Tetrachlorethen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
Summe LHKW	mg/kg TS	--	DIN ISO 22155

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Naphthalin	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287 (UAU)
Acenaphthylen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287 (UAU)
Acenaphthen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287 (UAU)
Fluoren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287 (UAU)
Phenanthren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287 (UAU)
Anthracen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287 (UAU)
Fluoranthren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287 (UAU)
Pyren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287 (UAU)
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287 (UAU)
Chrysen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287 (UAU)
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287 (UAU)
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287 (UAU)
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287 (UAU)
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287 (UAU)
Benzo(ghi)perylen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287 (UAU)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287 (UAU)
Summe PAK EPA	mg/kg TS	--	DIN ISO 18287 (UAU)

Polychlorierte Biphenyle

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
PCB Nr. 28	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308 (UAU)
PCB Nr. 52	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308 (UAU)
PCB Nr. 101	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308 (UAU)
PCB Nr. 118	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308 (UAU)
PCB Nr. 138	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308 (UAU)
PCB Nr. 153	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308 (UAU)
PCB Nr. 180	mg/kg TS	<0,005	DIN EN 15308 (UAU)
Summe PCB	mg/kg TS	--	DIN EN 15308 (UAU)
Summe PCB (7 Verbindungen)	mg/kg TS	--	DIN EN 15308 (UAU)

Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Königswasseraufschluss	--	-	DIN EN 13657
Arsen	mg/kg TS	7	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Blei	mg/kg TS	8,3	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Cadmium	mg/kg TS	0,3	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Chrom (Gesamt)	mg/kg TS	41	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Kupfer	mg/kg TS	24	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Nickel	mg/kg TS	36	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Quecksilber	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 12846
Thallium	mg/kg TS	<0,25	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Zink	mg/kg TS	32	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)

Eluat

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Eluat	--	Filtrat	DIN EN 12457-4
pH-Wert	--	9,03 bei 22,4 °C	DIN 38 404-C 5
elektrische Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	98	DIN EN 27888
Chlorid	mg/l	1,34	DIN EN ISO 10304-1
Sulfat	mg/l	9,97	DIN EN ISO 10304-1
Cyanid, gesamt	mg/l	<0,005	DIN EN ISO 14403 (UAU)
Phenol-Index	mg/l	<0,01	DIN EN ISO 14402 (H 37) (UAU)

Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Arsen	mg/l	<0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Blei	mg/l	<0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Cadmium	mg/l	<0,0001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Chrom (Gesamt)	mg/l	<0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Kupfer	mg/l	<0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Nickel	mg/l	<0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Quecksilber	mg/l	<0,0001	DIN EN ISO 12846
Zink	mg/l	0,005	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)

(UAU) - Niederlassung Augsburg

Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der Zustimmung der Synlab Umweltinstitut GmbH.

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände. (DIN EN ISO 17025).

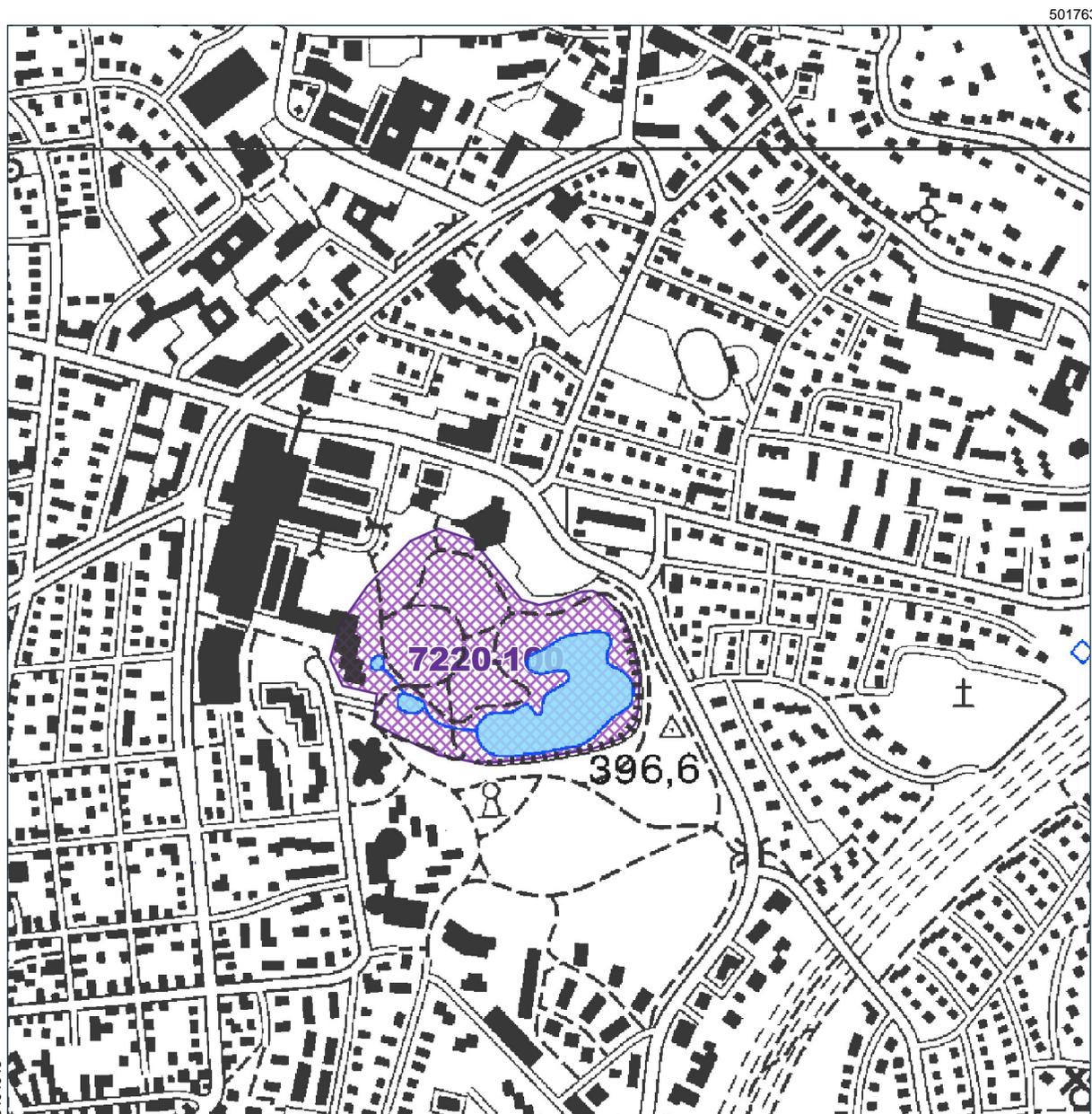


Karl-Heinz Vogt
stellv. Laborleiter

Anlage 4
zum Gutachten
vom 10.07.2015

Lageplan des ehemaligen Gipstagebaus

LGRB Baden-Württemberg



Maßstab

1 : 7500

Ebenen

- ROH: Rohstoffgewinnung im Tagebau (LGRB-Datenbank)
- BRS: Kohlenwasserstoff-Konzessionen
- BRS: Konzessionen für Salze
- BRS: Konzessionen für Erze
- BRS: Konzessionen für sonstige Bodenschätze
- BRS: Erdwärme (Geothermie)-konzessionen
- Topographie (Rasterdaten des LGL)



Baden-Württemberg
REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG

Legende

ROH: Rohstoffgewinnung im Tagebau (LGRB-Datenbank)

Rohstoffgewinnung im Tagebau

 genehmigtes Abbaugelände incl. Rekultivierungsgebiet genehmigtes Erweiterungsgebiet beantragtes Gebiet ehemaliges Abbaugelände

BRS: Kohlenwasserstoff-Konzessionen

Kohlenwasserstoff-Konzessionen

 Altes Recht - erloschen Aufsuchungsrecht Gewinnungsrecht Gewinnungsrecht - erloschen

BRS: Konzessionen für Salze

Konzessionen für Salze

 Altes Recht - erloschen Aufsuchungsrecht Gewinnungsrecht Gewinnungsrecht - erloschen

BRS: Konzessionen für Erze

Konzessionen für Erze

 Altes Recht - erloschen Aufsuchungsrecht Gewinnungsrecht Gewinnungsrecht - erloschen

BRS: Konzessionen für sonstige Bodenschätze

Konzessionen für sonstige Bodenschätze

 Altes Recht - erloschen Gewinnungsrecht

BRS: Erdwärme (Geothermie)-Konzessionen

Geothermie-Konzessionen

 Aufsuchungsrecht Gewinnungsrecht Gewinnungsrecht - erloschen