



GEOTECHNISCHER BERICHT

Erschließung des Neubaugebiets „Wasen“ in 72636 Frickenhausen-Linsenhofen

Auftraggeber : Bürgermeisteramt Frickenhausen, Ortsbauamt
Mittlere Straße 18, 72636 Frickenhausen

Planung: Ingenieurbüro Blankenhorn
Robert-Mayer-Straße 44/1, 72622 Nürtingen

Melber & Metzger, Vermessung-Planung-Geoinformation
Schlesierstraße 84, 72622 Nürtingen

Projekt-Nr. : 2-16-161

Gutachten-Nr. : 2-16-161-01-ts

_. Ausfertigung

16. Dezember 2016



Dr. Joachim Hönig
von der Industrie- und Handelskammer Stuttgart
öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger
für Erdbau, Grundbau, Bodenmechanik



Verfasser:
Dr. Thomas Schmid
von der Industrie- und Handelskammer Stuttgart
öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger
für Gründungen, Grundwasserfragen

INHALTSVERZEICHNIS

1	Vorgang	4
2	Planunterlagen, Baubeschreibung	4
3	Untersuchungsumfang	6
	3.1 Feldarbeiten.....	6
	3.2 Bodenmechanische Laborversuche.	7
	3.3 Chemische Untersuchung.....	7
4	Baugrund	7
	4.1 Lage, Morphologie und geologischer Überblick.....	7
	4.2 Untergrundaufbau.	8
	4.3 Grundwasser.....	10
	4.4 Homogenbereiche, Boden-/Frostempfindlichkeitsklassen, Bodenkennwerte. . .	12
	4.5 Chemische Untersuchungsergebnisse.....	16
	4.5.1 Oberbodenproben.....	16
	4.5.2 Bodenproben.....	16
	4.5.3 Tonsteinprobe.....	17
5	Erschließung und Bebauung	18
	5.1 Kanal- und Leitungsbau.....	18
	5.2 Wasserhaltung im Bauzustand.....	25
	5.3 Verkehrsflächen.....	27
	5.4 Bebauung.....	33
	5.4.1 Baugruben.....	33
	5.4.2 Gründung.....	35
	5.4.3 Fußbodenauflagerung, Betonböden in Gewerbe- oder Industriehallen... .	36
	5.4.4 Entwässerung und Bauwerksabdichtung.	36
	5.4.5 Erdbebengefährdung.	38
	5.5 Verwertung/Entsorgung von Aushubmaterial.....	39
	5.6 Wasserrechtlicher Hinweis.....	41
6	Zusammenfassung und Schlussbemerkungen	42

VERZEICHNIS DES ANHANGS

Anhang 1: Richtlinien, Vertrags- und Lieferbedingungen, Arbeitsblätter, Rechtsgrundlagen, Normen und sonstige Unterlagen nach dem aktuellen Stand der Geotechnik

VERZEICHNIS DER ANLAGEN

Anlage 1:	Lagepläne	M 1 : 25 000/750
Anlage 2:	Geologische Schnitte	M 1 : 100
Anlage 3:	Schichtenverzeichnisse und Schichtprofile	M 1 : 50
Anlage 4:	Versuchsprotokolle bodenmechanischer Versuche	
Anlage 5:	Analysenprotokolle (Prüfberichte des chem. Labors)	
Anlage 6:	Auswertetabellen VwV und DepV	

1 Vorgang

Die Gemeinde Frickenhausen beabsichtigt die Erschließung des Neubaugebiets „Wasen“ im Ortsteil Linsenhofen. Um Aussagen über die Beschaffenheit des Baugrundes und die Grundwasserhältnisse zu erhalten, wurde unser Haus am 13.09.2016 beauftragt, Baugrunduntersuchungen durchzuführen und einen geotechnischen Bericht zu erstellen. Grundlage des Auftrags war unser Angebot Nr. B 2-16-246 vom 12.09.2016 und 2-16-249 vom 13.09.2016 mit dem darin enthaltenen Leistungsumfang.

2 Planunterlagen, Baubeschreibung

Für die Feldarbeiten und zur Erstellung des Berichts erhielten wir einen Plan „Bebauungsplan Wasen-Erschließungskonzeption“ des IB Blankenhorn M 1 : 500 vom 13.06.2016 sowie einen Plan „Wasen-Bebauungskonzept Variante 3“ des Büros Melber & Metzger M 1 : 1 000 ohne Datum.

Ein uns bereits im Jahr 2004 auszugsweise zur Verfügung gestelltes Baugrundgutachten¹ für die Erschließung des benachbarten Neubaugebiets „Gernäcker“ wurde ebenfalls mit ausgewertet.

Bei den jeweiligen Versorgungsträgern wurden aktuelle Kabel- und Leitungspläne für die im Untersuchungsgebiet vorhandenen Sparten erhoben.

Weiterhin wurden die Topographische und die Geologische Karte M 1 : 25 000, Blatt 7422 Lenningen nebst Erläuterungen, die Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für Baden-Württemberg, M 1 : 350 000 und der Online-Kartenservice der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) mit herangezogen.

Der Baugrunderkundung und Ausarbeitung des geotechnischen Berichts liegen außerdem, soweit zutreffend, die in Anhang 1 genannten Richtlinien, Vertrags- und Lieferbedingungen, Arbeitsblätter, Rechtsgrundlagen, Normen und sonstige Unterlagen in der Geotechnik und im Abfallrecht zugrunde. Im nachfolgenden Text benutzte Kürzel werden dort erläutert.

Bei dem geplanten Neubaugebiet handelt es sich teilweise um ein Wohngebiet und teilweise um ein Mischgebiet. Die Wohnbebauung soll dem Bebauungskonzept zufolge mit freistehenden Einfamilienhäusern erfolgen und im Mischgebiet soll u.a. ein Drogeriemarkt angesiedelt werden.

¹ Geotechnisches Gutachten für das Baugebiet „Gernäcker“ in Frickenhausen-Linsenhofen. Az 00 207 vom 15.03.2001. Prof. Dr.-Ing. E. Veas und Partner Baugrundinstitut GmbH, Echterdingen.

Geotechnischer Bericht*Erschließung des Neubaugebiets „Wasen“ in 72636 Frickenhausen-Linsenhofen*

Seite 5 von 45 Seiten

Die verkehrsmäßige Anbindung erfolgt über einen Kreisverkehr von der Westseite des Neubaugebiets her sowie über eine Verlängerung der Wasenstraße und der Bodelschwinghstraße.

Nach den uns vorliegenden Informationen ist damit von der Errichtung nicht oder einfach unterkellter Hallen und Gebäude mit Baugruben von max. 3-4 m Tiefe und üblicher Tiefenlage der Kanäle und Leitungen von bis zu rund 3-4 m unter Gelände auszugehen. Eine Versickerung von Niederschlagswasser ist nicht geplant. Das Oberflächenwasser soll im Trennsystem in ein bereits bestehendes Retentionsbecken eingeleitet werden.

Weitere Angaben zur geplanten Erschließung und Bebauung liegen uns nicht vor, so dass zu Aspekten der Bebauung (Baugruben, Gründung, Abdichtung) nur in allgemeiner Form Stellung genommen werden kann. Die beauftragten und durchgeführten Untersuchungen haben den Charakter einer Voruntersuchung im Sinne der DIN 4020 und können eine objektspezifische Hauptuntersuchung und Standsicherheitsberechnungen als Grundlage für den Entwurf von Bauwerksgründungen nicht ersetzen.

Geotechnische Kategorie

Für unterkellerte Gebäude werden voraussichtlich >3 m tiefe Baugruben erforderlich, die mit freien Böschungen nach DIN 4124 hergestellt werden können. Leitungsräben bis zu 3 - 4 m Tiefe können ebenfalls frei geböscht oder mit Grabenverbaugeräten oder einem Normverbau nach DIN 4124 gesichert werden.

Nähere Angaben zur geplanten Bebauung liegen uns nicht vor. Bei Errichtung mehrgeschossiger Gebäude oder Hallen mit Einzelstützen in größeren Abständen betragen die charakteristische Linienlasten voraussichtlich $V_{E,k} > 100$ kN/m und die charakteristische Einzellasten $V_{E,k} > 250$ kN. Diese können voraussichtlich mit einer konventionellen Flächengründung (Streifen- und Einzelfundamente) oder mit einer tragenden Gründungsplatte abgetragen werden.

Nach den Ergebnissen der durchgeführten Baugrunderkundung liegt sehr schwach geneigtes Gelände und tragfähiger Baugrund, vor und der Grundwasserstand liegt ≤ 2 m über den voraussichtlichen Aushubsohlen. Die Baumaßnahme ist demzufolge in die Geotechnische Kategorie GK 2 nach DIN 4020 einzustufen.

3 Untersuchungsumfang

3.1 Feldarbeiten

Zur Erkundung des Untergrundaufbaus und der Grundwassersituation wurden am 25. + 26.10.2016 neun Kleinbohrungen nach DIN EN ISO 22475-1 (Rammkernsonde Ø 60/50 mm) bis in Tiefen von 5,8 - 6,0 m u.Gel. abgeteuft.

Die Schichtenfolge wurde nach geologischen und bodenmechanischen Kriterien aufgenommen (Benennung und Beschreibung nach DIN EN ISO 14688/14689, wobei die bisher gebräuchlichen Bezeichnungen der zurückgezogenen DIN 4022 beibehalten wurden) und nach DIN 18 196 und DIN 18 300 klassifiziert. Weiterhin wurden Wasserzutritte/-anstiege dokumentiert und das Bohrgut organoleptisch auf mögliche Verunreinigungen geprüft.

Zur Unterstützung der bodenmechanischen und organoleptischen Beurteilung im Gelände sowie zur abfallrechtlichen Bewertung wurden aus den anstehenden Schichten gestörte Bodenproben entnommen, luftdicht konserviert und zur geotechnischen und chemischen Laboruntersuchung weitergeleitet.

Die Bohrlöcher der Kleinbohrungen B 1, 3, 4, 6 und 8 wurden durch Einstellen von geschlitzten PVC-Rohren zunächst offengehalten und im obersten Meter mit Quellton-Pellets gegen Oberflächenwasser abgedichtet, um Messungen des Grundwasserstands nach Ende der Bohrarbeiten zu ermöglichen. Ruhegrundwasserstandsmessungen erfolgten am 04., 16. und 28.11.2016. Nach Abschluss der Messungen wurden die Rohre gezogen und die Bohrlöcher mit Quellton-Pellets wasserdicht verschlossen. Die übrigen Bohrlöcher wurden bereits nach Bohrende mit Quellton-Pellets verschlossen.

Die Anordnung der Aufschlusspunkte auf dem Gelände ist im Lageplan (Anlage 1.2) dargestellt.

Die Aufschlusspunkte wurden nach Lage und Meereshöhe relativ zu örtlichen Bezugspunkten und einer Kanaldeckelhöhe im bestehenden Kreisverkehr an der Theodor-Heuss-Straße mit 340,56 mNN eingemessen.

In Anlage 2 sind die Schichtprofile der Aufschlusspunkte in drei schematischen geologischen Schnitten dargestellt. Anlage 3 enthält die Schichtenbeschreibungen und Schichtprofile der Aufschlüsse.

3.2 Bodenmechanische Laborversuche

Die aus den anstehenden Schichten entnommenen Proben wurden im hauseigenen bodenmechanischen Labor auf natürlichen Wassergehalt (DIN EN ISO 17 892-1), Konsistenzgrenzen (DIN 18 122) und Korngrößenverteilung (DIN 18 123) untersucht. Damit war eine Einstufung nach DIN 18 196 und DIN 18 300 sowie die darauf basierende Abschätzung von Bodenkennwerten möglich. Die Versuche erfolgten an gestörten Bodenproben.

3.3 Chemische Untersuchung

Zur bodenkundlichen Beurteilung wurden zwei Oberboden-Mischproben (MP Oberboden BS 1-5 und MP Oberboden BS 6-9) und zur abfallrechtlichen Beurteilung von Aushubmaterial je eine Mischprobe des Auelehms und des Kieses bis 3 m Tiefe gebildet. Aus dem aufgefüllten Bereich bei BS 4 wurde eine separate Einzelprobe entnommen.

Wegen eines möglichen Sulfatgehalts des festen Tonsteins des Opalinustons wurde im Hinblick auf eine eventuelle Betonaggressivität nach DIN 4030 sowie zur abfallrechtlichen Bewertung auch eine Tonstein-Mischprobe im Bereich der Aufschlussentiefen entnommen.

Die Bodenproben wurden gekühlt und abgedunkelt gelagert, in geschlossener Kühlkette dem chemischen Labor der synlab Umweltinstitut GmbH, Stuttgart, angeliefert und dort im Umfang gemäß BBodSchV Anhang 2, Ziffer 4 (Oberboden-Mischproben), im Umfang gemäß VwV Bodenverwertung (Mischproben Auelehm und Kies sowie Probe BS 4) und auf Sulfat in der Festsubstanz und im Eluat (Mischprobe Tonstein) untersucht (Untersuchungskomponenten im Einzelnen s. Anlage 5).

4 Baugrund

4.1 Lage, Morphologie und geologischer Überblick

Das geplante Neubaugebiet „Wasen“ liegt nördlich des Ortsteils Linsenhofen der Gemeinde Frickenhausen in der Talaue der Steinach in flach nach Nordwesten geneigtem Gelände (vgl. Übersichtslageplan Anlage 1.1). Das aktuell ackerbaulich genutzte Gelände wird im Westen von der Steinach bzw. einem neben der Steinach liegenden Retentionsbecken, im Süden von der

bestehenden Wohnbebauung, im Osten von der Theodor-Heuss-Straße und im Norden von weiteren Ackerflächen begrenzt.

Gemäß der geologischen Karte von Baden-Württemberg, M 1 : 25 000, Blatt 7422 Lenningen, liegt das Baugebiet im Ausstrichbereich von Schichten des Unteren Braunen Jura (Opalinuston, Unter-Aalenium al1, früher Dogger α). Dieser ist jedoch aufgrund der Lage in der Talau von mehrere Meter mächtigen Talablagerungen (Auelehm und Kies) überdeckt. Der Kies führt Grundwasser und bildet einen mäßig wasserdurchlässigen Porengrundwasserleiter

Dem Online-Kartenservice der LUBW zufolge befindet sich das geplante Neubaugebiet außerhalb von Wasserschutzgebieten und Überflutungsgebieten und nach der Erdbebenkarte von Baden-Württemberg in der Erdbebenzone 1.

4.2 Untergrundaufbau

An den Aufschlusspunkten liegt zuoberst eine meist 20 - 30 cm dicke Oberbodendecke vor. Teilweise ist der Oberboden nachträglich aufgebracht und daher als künstliche Auffüllung zu bezeichnen. In aufgefüllten Bereichen erreicht die Oberbodendicke 25 - 70 cm (BS 1, 4, 6). Oberboden ist der Bodengruppe OH nach DIN 18 196 zuzuordnen.

An den o.g. Bohrpunkten folgen unter dem Oberboden weitere künstliche Auffüllungen aus Betonbrocken (BS 1: UK 0,25 m u.Gel.) sowie Kies und Schluff mit Fremd Beimengungen (Schlackestückchen, BS 4: UK 1,70 m und BS 6: UK 1,00 m). Die Auffüllungen sind in die Bodengruppen GU* und TM nach DIN 18 196 einzustufen.

Weitere Hinweise auf Auffüllungen wurden an den Aufschlusspunkten nicht beobachtet. Nach Auskunft eines Anwohners während der Bohrarbeiten sei aber nahe der Steinach flächig eine mächtige Auffüllung geschüttet worden. Nähere Angaben hierzu wurden uns nicht gemacht. Falls diese Auffüllung mit örtlich anstehendem, kiesigem Material ohne Fremd beimengungen erfolgte, ist eine Unterscheidung vom natürlich anstehenden Untergrund im Bohrkern nicht möglich. Hierfür wären ggf. Schürfe und Rammsondierungen zur Ermittlung der Lagerungsdichte und Abgrenzung der aufgefüllten Bereiche erforderlich.

Es ist zu empfehlen, im Zuge der weiteren Planung diesem Sachverhalt nachzugehen.

Der natürlich anstehende Untergrund besteht an den Bohrpunkten BS 1, 5, 7 und 8 bis in 0,5 - 1,05 m Tiefe aus schluffigem Auelehm der Bodengruppe TM nach DIN 18 196 in steifer Konsistenz. Teilweise ist der Auelehm organisch und dann als Bodengruppe TA bzw. Übergangsbereich TM - TA zu klassifizieren.

Zur Tiefe hin und an den übrigen Bohrpunkten bereits unmittelbar unter dem Oberboden steht schwach schluffiger bis schluffiger Kies im Übergangsbereich der Bodengruppen GU und GU* nach DIN 18 196 an. Dieser reicht bis in 4,5 - >6 m Tiefe und ist ab 3,1 - 4,6 m Tiefe infolge Grundwasserzutritt nass. Der schwache Rundungsgrad des Kieses deutet auf einen kurzen Transportweg bis zur Ablagerung hin. In den Kies sind unsystematisch geringmächtige Schlufflagen in wechselnden Tiefen eingeschaltet-

Der Korngrößenverteilung (vgl. Anlage 4) zufolge handelt es sich um sandigen, schwach schluffigen bis schluffigen Fein- bis Mittelkies mit schwachen (5-15 Gew.%) Beimengungen von Grobkies. Bedingt durch das gewählte Aufschlussverfahren (Kleinrammbohrung Ø 60/50 mm) konnten nur Bodenproben bis Grobkies-Korngröße gewonnen werden. Hinweise auf Steine und/oder Blöcke, die sich als Bohrhindernisse bemerkbar machen würden, konnten nicht festgestellt werden. In den Schürfgruben-Aufschlüssen der Untersuchungen von 2001 im benachbarten Baugebiet „Gernäcker“ betrug der Grobkies-Anteil ca. 25 - 30%. Steine und Blöcke sind auch in den damaligen Untersuchungen nicht beschrieben.

In den Aufschlüssen am Ostrand des Neubaugebiets (BS 3, 6, 9) wurde die Kiesbasis bis 6 m Tiefe nicht erreicht. Nach Westen hin zu Steinach dagegen wurde ab 4,5 - 5,5 m Tiefe halbfester Verwitterungston der Bodengruppe TM in einer Mächtigkeit von 0,1 - 0,8 m erbohrt. Örtlich (BS 8) sind Kieskörner im Ton enthalten, so dass dieser als Aufarbeitungshorizont (erosive Vermischung von Verwitterungston und Kies) zu bezeichnen ist.

Der präquartäre Untergrund des Opalinustons steht in den Aufschlüssen entlang der Steinach (BS 1, 4, 8) sowie bei BS 5 ab 5,3 - 5,5 m Tiefe in Form von stark verwittertem, halbfestem-festem Tonstein an. BS 2 und BS 7 endeten bei der planmäßigen Aufschlussendtiefe von 6 m im Verwitterungston, ohne den Tonstein zu erreichen.

Bei BS 1 und BS 4 war ab 5,7 - 5,8 m Tiefe kein Bohrfortschritt mehr zu erzielen. Ab dieser Tiefe dürfte geringer verwitterter, fester Tonstein vorliegen.

Die im Einzelnen an den Aufschlusspunkten angetroffenen Bodenschichten sind als Schichtenbeschreibungen und Schichtprofile in Anlage 3 dargestellt.

Aus den zwangsläufig punktuellen Aufschlüssen wurden durch Interpolation unter Berücksichtigung der geologischen Zusammenhänge drei schematische geologische Schnitte gefertigt, die das beschriebene Baugrundmodell darstellen (Anlage 2). Zwischen den Aufschlusspunkten wurde hierbei linear interpoliert. Es kann daher sein, dass der tatsächliche Schichtenverlauf in der Schnittebene von der schematischen Darstellung abweicht.

4.3 Grundwasser

In allen Geländeaufschlüssen waren Grundwasserzutritte festzustellen. Der Grundwasserstand stieg auch nach Bohrende nicht nennenswert gegenüber den Grundwasserzutritten an, so dass von freien Grundwasserverhältnissen ausgegangen werden kann. Grundwasserleiter ist der Kies, der einen mäßig wasserdurchlässigen Porengrundwasserleiter bildet. Nach den Ergebnissen von Sickersversuchen im benachbarten Gebiet „Gernäcker“ ist der Kies, v.a. bei stärkeren bindigen Anteilen, gering bis sehr gering wasserdurchlässig.

Um eine spätere Messung von Ruhe-Grundwasserständen zu ermöglichen, wurden einige Bohrlöcher durch Einstellen von geschlitzten PVC-Rohren vorläufig offen gehalten. Die Rohre wurden nach Abschluss der Messungen entfernt und die Bohrlöcher mit Quellton-Pellets wasserdicht verschlossen. Folgende Grundwasserstände wurden in den Bohrlöchern gemessen:

Aufschluss		Geländehöhe [mNN]	Wasserstand [m u. Gel.]	Wasserstand [mNN]	Bemerkung
BS 1	25.10.16	338,69	3,40	335,29	GW angebohrt
	03.11.16		3,44	335,25	GW Ruhe
	16.11.16		3,27	335,42	GW Ruhe
	28.11.16		3,28	355,41	GW Ruhe
BS 2	25.10.16	339,86	-	-	kein GW beim Bohren
			4,15	335,71	GW nach Bohrende
BS 3	25.10.16	340,46	4,60	335,86	kein GW beim Bohren
			4,61	335,85	GW nach Bohrende
	03.11.16		4,58	335,88	GW Ruhe
	16.11.16		4,29	336,17	GW Ruhe
	28.11.16		4,34	336,12	GW Ruhe
BS 4	25.10.16	337,79	5,30	332,49	GW angebohrt
	03.11.16		3,97	333,82	GW Ruhe
	16.11.16		4,45	333,34	GW Ruhe
	28.11.16		4,52	333,27	GW Ruhe
BS 5	25.10.16	338,32	3,30	335,02	GW angebohrt
	26.10.16		3,10	335,22	GW Ruhe

Aufschluss		Geländehöhe [mNN]	Wasserstand [m u. Gel.]	Wasserstand [mNN]	Bemerkung
BS 6	26.10.16	339,70	3,95	335,75	GW angebohrt
	03.11.16		4,32	335,38	GW Ruhe
	16.11.16		3,89	335,81	GW Ruhe
	28.11.16		4,02	335,68	GW Ruhe
BS 7	26.10.16	338,40	3,80	334,60	GW angebohrt
			3,70	334,70	GW nach Bohrende
BS 8	25.10.16	337,48	3,50	333,98	GW angebohrt
	03.11.16		3,74	333,74	GW Ruhe
	16.11.16		3,33	334,15	GW Ruhe
	28.11.16		3,58	333,90	GW Ruhe
BS 9	26.10.16	339,02	3,60	335,42	GW angebohrt
			3,55	335,47	GW nach Bohrende

Eine Abfrage der Hochwassergefahrenkarte beim Online-Dienst der LUBW erbrachte auf Höhe des Baugebiets Hochwasserspiegellagen der Steinach (HQ_{100} , HQ_{Extrem}), die unter den im angrenzenden Baugebiet gemessenen Grundwasserständen liegen. Es ist demnach nicht zu befürchten, dass eine in der Steinach durchlaufende Hochwasserwelle maßgeblichen Einfluss auf den Grundwasserstand im geplanten Neubaugebiet hat und bei der Festlegung des Bemessungswasserstands zu berücksichtigen ist.

Der höchstmögliche Grundwasserstand bzw. die jahreszeitliche und witterungsabhängige Schwankungsbreite des Grundwasserstands ist nicht bekannt, da keine längerfristigen Messreihen, sondern nur wenige Stichtagsmessungen vorliegen. Im Messzeitraum traten Schwankungen von ca. 0,2 - 0,6 m auf (erste Messung/Grundwasserzutritt nicht berücksichtigt). Mögliche Grundwasserhöchststände traten jahreszeitlich und witterungsbedingt jedoch nicht auf.

Die Ergebnisse der Grundwasserstands-Stichtagsmessung vom 16.11.2016 (bisheriger Grundwasser-Höchststand) sind in Form eines Grundwassergleichenplans in Lageplan Anlage 1.2 mit dargestellt. Danach liegt ein nach Nordwesten bis Westen gerichtetes Grundwassergefälle zur Steinach hin vor, die die lokale Grundwasservorflut bildet. Der Wasserstand in der Steinach ist nicht bekannt, dürfte nach der Höhenlinien-Darstellung im Bebauungskonzept jedoch deutlich unter den Grundwasserständen in den Aufschlüssen nahe der Steinach (BS 1, BS 4) liegen. Für eine grobe Abschätzung wurde der Wasserstand der Steinach auf Höhe der Bohrungen BS 1, BS 4 und BS 8 jeweils im Niveau der untersten dargestellten Höhenlinie im Bachbett angesetzt.

Aufgrund des geneigten Geländes und Grundwasserstands ist die Festsetzungen eines einheitlichen Bemessungswasserstands bezogen auf mNN für das gesamte Baugebiet nicht zielführend.

Zur Festsetzung des Bemessungswasserstand wird ein Sicherheitszuschlag von ≈ 1 m über dem höchsten gemessenen Grundwasserstand vorgeschlagen. Dieses Niveau ist in den Geologischen Schnitten eingetragen und kann dem Grundwassergleichenplan unter Berücksichtigung des Sicherheitszuschlags entnommen werden.

Die grundstücksgenaue Festlegung des Bemessungswasserstands sollte auf Grundlage weiterer, objektbezogener Untersuchungen im jeweiligen Baufenster auf Grundlage eines für jedes Einzelbauvorhaben im Bebauungsplan verbindlich vorgeschriebenen geotechnischen und hydrogeologischen Gutachtens erfolgen. Hierbei ist insbesondere auf eine ausreichend lange Beobachtungsdauer des Grundwasserstands Wert zu legen, da die jetzigen Untersuchungen gezeigt haben, dass sich am Tag der Bohrarbeiten noch kein Ruhegrundwasserstand einstellt.

Im Zusammenhang mit dem Schutz künftiger Gebäude gegen Grundwasser und dem Schutz des Grundwassers selbst ist unbedingt anzustreben, die bestehenden Grundwasserverhältnisse innerhalb und außerhalb des Baugebiets nicht dauerhaft zu verändern. Gebäude, die bis ins Grundwasser reichen, dürfen nicht als Hindernis und Staukörper für den Grundwasserstrom wirken. Es sind daher Maßnahmen zur dauerhaften Gewährleistung der Grundwasserumlaufigkeit² vorzusehen. Bei Erfordernis einer wasserdichten Baugrubenumschließung (Verbau) müssen auch Umlaufigkeitsmaßnahmen außerhalb der Umschließung vorgesehen werden³.

In niederschlagsreichen Perioden kann oberflächennah Schicht- und Sickerwasser mit Staunässebildung über geringer wasserdurchlässigen Bereichen auftreten. Aufgrund der insgesamt geringen Wasserdurchlässigkeit des Untergrunds kann einsickerndes Niederschlagswasser nicht bzw. nur mit größerer Verzögerung zur Tiefe hin versickern. Das Tiefenniveau und die Intensität der Sickerwasserführung unterliegt jahreszeitlichen und witterungsabhängigen Schwankungen.

4.4 Homogenbereiche, Boden-/Frostempfindlichkeitsklassen, Bodenkennwerte

Homogenbereiche nach DIN 18 300 Ausgabe 2015, Bodenklassen nach DIN 18 300 Ausgabe 2012 und Frostempfindlichkeitsklassen nach ZTV E-StB 09

Die DIN 18 300 Ausgabe 2012 fasste Boden- und Felsarten nach dem Schwierigkeitsgrad beim Bearbeiten (Lösen, Laden, Fördern, Einbauen und Verdichten) in sieben Klassen zusammen. Im

² In der Regel Kiesfilterschicht unter der Bodenplatte und wasserdurchlässige Verfüllung der Arbeitsräume bis auf Höhe des Bemessungswasserstands

³ z.B. außenliegenden Ringleitung oder Dükerleitung

August 2015 wurde eine Neufassung der DIN 18 300 veröffentlicht und mit Aktualisierung der VOB im September 2015 als ATV eingeführt, nach der Boden- und Felsarten in Homogenbereiche einzuteilen sind und die bisherigen Bodenklassen entfallen.

Ein Homogenbereich umfasst einen begrenzten Bereich mit einer oder mehreren Boden- und/oder Felsarten, die entsprechend ihrem Zustand vor dem Lösen für einsetzbare Erdbaugeräte vergleichbare Eigenschaften aufweisen. Umweltrelevante Inhaltsstoffe sind bei der Einteilung in Homogenbereiche ggf. zu berücksichtigen.

Die aktuelle DIN 18 300 fordert die Angabe bestimmter Eigenschaften und Kennwerte sowie deren ermittelte Bandbreite. Um diese Anforderungen zu erfüllen, ist die Durchführung eines umfangreicheren bodenmechanischen Versuchsprogramms nötig, als dies nach der alten Norm erforderlich, von uns angeboten und beauftragt war. Das tatsächlich durchgeführte Untersuchungsprogramm genügt nicht in allen Punkten den aktuellen normativen Anforderungen.

Nachfolgend werden die geforderten Eigenschaften und Kennwerte als Schätzwerte angegeben, soweit dies auf Grundlage der durchgeführten Untersuchungen möglich ist. Eine Überprüfung der Eigenschaften und Kennwerte, insbesondere deren Bandbreite, wie dies in der aktuellen DIN 18 300 enthalten ist, konnte nicht erfolgen. Falls dies für die Ausschreibung der Erdarbeiten erforderlich ist, sind weitere Erkundungsmaßnahmen durchzuführen.

Die Einstufung von Böden in Frostempfindlichkeitsklassen nach ZTV E-StB 09 erfolgt auf Grundlage ihrer Zusammensetzung (Feinkornanteil, Kornverteilung, Mineralart) und der Einteilung in Bodengruppen nach DIN 18 196.

Die Zuordnung der angetroffenen Bodenarten zu Homogenbereichen nach den Richtlinien der DIN 18 300 ist nachfolgend mit deren Eigenschaften und der geschätzten Bandbreite der geotechnischen Kennwerte tabellarisch aufgelistet. Die Frostempfindlichkeitsklassen nach ZTV E-StB sowie die bisherigen Bodenklassen nach DIN 18 300 Ausgabe 2012 (zurückgezogen) sind zum Vergleich ebenfalls mit angegeben.

Die angegebenen Kennwerte sind nur für den Baubetrieb bzw. zur Beurteilung der erforderlichen Erdbauleistung maßgeblich und dürfen nicht für geotechnische/erdstatische Berechnungen herangezogen werden. Es handelt sich um geschätzte obere und untere Grenzwerte und nicht um charakteristische Werte im Sinne der DIN EN 1997 (EC 7) bzw. DIN 4020.

Homogenbereich nach DIN 18 300:2015-08				A	B	C	D	E	F	
Kurzeichen	Einheit	Ortsübliche Bezeichnung		Oberboden	Auffüllung	Auelehm	Kies	Verwitterungston	Tonstein, stark verwittert	
		Bestimmungsmethode								
Obere Schichtgrenze		[m u. GOK]		0	0,25 - 0,7	0,2 - 0,35	0,3 - 1,7	4,5 - >6	5,3 - >6	
Untere Schichtgrenze		[m u. GOK]		0,2 - 0,7	0,35 - 0,7	0,35-1,05	4,5 - >6	5,3 - >6	>6	
Umweltrelevante Einstufung				unauffällig	Fremdbeimengungen, Z 0	unauffällig, Z 1.1	unauffällig, Z 0	unauffällig	unauffällig, >Z 2 (Sulfat)	
Bodengruppe(n)				OU	TM, GU*	TM, TM-TA, TA	GU-GU*	TM	TM	
Bodenklasse(n)				1	4	4, 5	3, 4	4	4-6	
Frostempfindlichkeitsklasse(n)				F 2	F 3	F 3, F 2	F 2, F 3	F 3	F 3	
Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke		[M-%]	Aussortieren, Vermessen bzw. Sieben, Wiegen, auf Aushubmasse bezogen	Steine (Co)						
				Blöcke (Bo)						
				gr. Blöcke (LBo)						
				Schätzung nach Feldansprache	Steine (Co)	0	0	0	0 - 15	0
			Blöcke (Bo)	0	0	0	0	0	0	
			gr. Blöcke (LBo)	0	0	0	0	0	0	
Plastizität				Nach Feldansprache	mittel	mittel	mittel, mittel-ausgeprägt, ausgeprägt	mittel	mittel	
Konsistenz				Nach Feldansprache	steif, halbfest	steif, steif-halbfest	steif	steif, weich	halbfest	halbfest-fest
Lagerungsdichte	ID	[-]	Lockerste/dichteste Lagerung (DIN 18 126)							
			Sondierungen (DIN EN ISO 22 476)							
			Schätzung nach Feldansprache	n.z.	n.z.	n.z.	mitteldicht	n.z.	n.z.	
Korngrößenverteilung		[mm]	Korngrößenanalyse (DIN 18 123)				0 - 80			
			Schätzung nach Feldansprache	0 - 100	0 - 100	0 - 100	0 - 100	0 - 0,2	0 - 0,2	
Dichte	ρ	[g/cm ³]	Dichtebestimmung (DIN EN ISO 17 892-2 oder DIN 18 125-2)							
			Schätzung nach Feldansprache	1,6 - 1,9	1,6 - 2,0	1,8 - 2,2	1,8 - 2,2	2,0 - 2,2	2,2 - 2,4	
Undränirte Scherfestigkeit	c_u	[kN/m ²]	Flügelscherversuch (DIN 4094-4)							
			Einaxialer Druckversuch (DIN 18 136)							
			Triaxialversuch (DIN 18 137-2)							
			Taschenpenetrometer							
			Schätzung nach Feldansprache	0 - 20	15 - 60	20 - 80	0 - 40	50 - 150	80 - 200	
Wassergehalt	w_n	[M-%]	Wassergehalt (DIN EN ISO 17 892-1)			22 - 28		20 - 21	12 - 13	
			Schätzung nach Feldansprache	10 - 30	10 - 30	20 - 30	10 - 20	18 - 25	10 - 15	
Plastizitätszahl	I_p	[%]	Konsistenzgrenzen (DIN 18 122-1)			18 - 33		13 - 18	5 - 6	
			Schätzung nach Feldansprache	5 - 20	10 - 35	10 - 35	10 - 35	10 - 35	5 - 25	
Konsistenzzahl	I_c	[-]	Konsistenzgrenzen (DIN 18 122-1)							
			Schätzung nach Feldansprache	0,75 - 1,5	0,75- 1,25	0,75 - 1,0	0 - 1,0	1,0 - 2,0	1,5 - >2	
Organischer Anteil	V_{gl}	[M-%]	Glühverlust (DIN 18 128)							
			Schätzung nach Feldansprache	2 - 5	2 - 5	0 - 2	0 - 5	0	0	
n.z.	nicht zutreffend									

Sollte es zu Unstimmigkeiten bezüglich der Einteilung der anstehenden Boden- und Felsarten kommen, so kann der Baugrundgutachter beim Baugrubenaushub hinzugezogen werden.

Bodenkennwerte

Die Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche können Anlage 4 entnommen werden. Die im Folgenden für die an den Untersuchungspunkten aufgeschlossenen Bodenschichten angegebenen charakteristischen Boden- bzw. Berechnungskennwerte wurden nicht direkt durch bodenmechanische Laborversuche bestimmt. Sie wurden unter Berücksichtigung der Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche und dem Geländebefund in Anlehnung an DIN 1055, Laborversuchsergebnissen vergleichbarer Böden, dem Grundbautaschenbuch Teil 1 und weiteren Literaturangaben eingeschätzt. In Klammern ist die geschätzte Schwankungsbreite angegeben, die bei Grenzwertbetrachtungen ggf. anzusetzen ist.

Bodenschicht	Bodengruppe nach DIN 18 196	Wichte		Reibungswinkel	Kohäsion	Steifemodul	Wasserdurchlässigkeitsbeiwert
		über Wasser	unter Auftrieb				
		γ_k [kN/m ³]	γ_k' [kN/m ³]	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	$E_{s,k}$ [MN/m ²]	$k_{t,k}$ [m/s]
Auelehm, steif	TM-TA	19,5 (19-20,5)	9,5 (9-10,5)	20 (17,5-22,5)	10 (5-20)	4 (3-6)	10 ⁻⁷ (10 ⁻⁶ -10 ⁻⁸)
Kies	GU-GU*	20,5 (19-22)	10,5 (9-12)	30 (27,5-35)	2 (0-15)	20 (15-40)	10 ⁻⁶ (10 ⁻⁵ -10 ⁻⁷)
Verwitterungston, halbfest	TM	21 (20-22)	11 (10-12)	22,5 (20-27,5)	10 (5-25)	12 (8-20)	10 ⁻⁸ (10 ⁻⁸ -10 ⁻¹⁰)
Tonstein, st. verwittert, halbfest-fest	-	22 (21-24)	12 (11-14)	27,5 (25-32,5)	20 (15-30)	25 (20-40)	10 ⁻⁸ (10 ⁻⁸ -10 ⁻¹⁰)

Zur Erddruckermittlung im Bereich verfüllter, geböschter Arbeitsräume sind in der Regel die Kennwerte des Verfüllmaterials anzusetzen. Für verdichtet eingebautes Material gelten folgende Kennwerte:

Material	Reibungswinkel φ [°]	Wichte γ [kN/m ³]
Schotter, Splittgemische	35	20/12
Kiesgemische und Siebschutt	32,5	20/12
bindige und kiesig-steinige Böden (Aushub)	20-25	19/9

Werden Schichten in der offenen Baugrube längere Zeit der Witterung ausgesetzt, können sich die Kennwerte rapide verschlechtern. Dies gilt auch für Profilabschnitte, in denen Schichtwasser austritt und zu einem Aufweichen der Bodenschicht führt.

4.5 Chemische Untersuchungsergebnisse

Die Probenahme bzw. Mischprobenbildung ist in Abschnitt 3.3 beschrieben.

Bei den nachfolgend beschriebenen Untersuchungsergebnissen handelt es sich um stichprobenartige Untersuchungen. Die Untersuchungsergebnisse gelten nur für die jeweiligen Bodenproben und vermitteln einen Eindruck, ob und mit welchen Größenordnungen von Schadstoffbelastungen ggf. zu rechnen ist.

4.5.1 Oberbodenproben

Die Analysenwerte der Oberboden „MP Oberboden BS 1-5“ sind unauffällig und halten die Vorsorgewerte der BBodSchV ein.

Die Bodenprobe „MP Oberboden BS 6-9“ zeigt bei den polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) eine deutliche anthropogen bedingte Belastung. Sowohl die PAK-Summenkonzentration (5,9 mg/kg TS) als auch Benzo(a)pyren (0,4 mg/kg TS) überschreitet die Vorsorgewerte nach Anhang 2 Ziffer 4 der BBodSchV für Böden mit einem Humusgehalt <8%. Gemäß VwV Boden ist Oberboden derartiger Beschaffenheit mit dem Zuordnungswert Z 1.2 zu klassifizieren (Einstufung vorläufig, nicht alle Parameter nach VwV untersucht).

4.5.2 Bodenproben

In der Auelehm-Mischprobe wurde ein geringfügig erhöhter Arsengehalt von 16 mg/kg TS im Feststoff festgestellt, aufgrund dessen eine Einstufung derartigen Bodens mit dem Zuordnungswert Z 1.1 nach VwV vorzunehmen ist. Der Arsengehalt ist allerdings geogen und nicht anthropogen bedingt. Die übrigen Untersuchungsparameter waren unauffällig.

Die Kies-Mischprobe und die Probe aus dem aufgefüllten Tiefenbereich in BS 4 zeigen keine auffälligen Analyseergebnisse und können mit dem Zuordnungswert Z 0 nach VwV eingestuft werden.

Die Untersuchungsergebnisse im Einzelnen finden sich in Anlage 5. In Anlage 6 sind die Untersuchungsergebnisse tabellarisch aufgelistet und den Zuordnungswerten der VwV gegenübergestellt. Die sich jeweils ergebende Einstufung ist in der Tabelle farblich hervorgehoben.

4.5.3 Tonsteinprobe

In der aus dem Festgestein des Opalinustons zusammengestellten Bodenmischprobe wurden folgende Sulfatgehalte festgestellt:

Probe	MP Opalinuston
Sulfat im Feststoff [mg/kg TS]	27 000
Sulfat im Eluat [mg/l]	101

Der Sulfatgehalt im festen Opalinuston von 27 000 mg/kg TS überschreitet den oberen Grenzwert der Expositionsklasse XA 3 nach DIN 4030 (= 24 000 mg/kg TS). Die DIN 4030 beinhaltet jedoch die Festlegung, dass gering wasserdurchlässige Tonböden (Durchlässigkeitsbeiwert $k_f < 10^{-5}$ m/s, hier der Fall) in die nächst niedrigere Expositionsklasse eingestuft werden dürfen. Im vorliegenden Fall gilt daher die Expositionsklasse XA 3 für den Tonstein.

In den bindigen Deckschichten (Auelemm, Verwitterungston) besteht kein Verdacht hinsichtlich einer eventuellen Betonaggressivität.

Der Sulfatgehalt im Eluat ist geogen bedingt ebenfalls stark erhöht und überschreitet in abfallrechtlicher Hinsicht den Zuordnungswert Z 2 der VwV, so dass eine Einstufung mit $>Z 2$ nach VwV vorzunehmen ist. Bei der Bewertung nach Deponieverordnung ist derartige Material aufgrund des erhöhten Sulfatgehalts der Deponieklasse DK I zuzuordnen. Die Einstufung nach VwV und DepV ist allerdings vorläufig, da der Untersuchungsumfang unvollständig ist und die Bewertung nur auf dem Einzelparameter Sulfat beruht. Bei Untersuchung aller erforderlichen Parameter kann sich die Einstufung noch ändern.

Die Untersuchungsergebnisse im Einzelnen finden sich in Anlage 5.

5 Erschließung und Bebauung

5.1 Kanal- und Leitungsbau

Herstellung von Kanal- und Leitungsgräben

Bei der Herstellung und Sicherung von Kanal- und Leitungsgräben sind die Richtlinien der DIN 4124, DIN EN 1610 (Abwasserleitungen und -kanäle) und DIN EN 805 (Trinkwasserleitungen) zu beachten. Wenn das anschließende Gelände höchstens flach geneigt ist ($\leq 1 : 2$ bei mindestens steifen bindigen Böden bzw. $\leq 1 : 10$ bei nichtbindigen oder weichen bindigen Böden), können nicht verbaute Gräben in bindigem oder gemischtkörnigem Baugrund von mindestens steifer Konsistenz bis zu einer Höhe von 1,25 m senkrecht abgegraben werden bzw. bis zu 1,75 m, wenn der oberste halbe Meter unter 45° abgebösch wird.

Tiefere Gräben sind zu böschten oder zu verbauen. Wird frei gebösch, so sind bei Böschungen bis 5 m Höhe ohne rechnerischen Standsicherheitsnachweis nach DIN 4084 folgende Böschungswinkel einzuhalten:

- | | |
|--|-----------------------|
| a) nichtbindige oder weiche, bindige Böden | $\beta \leq 45^\circ$ |
| b) steife bis halbfeste bindige Böden | $\beta \leq 60^\circ$ |
| c) Fels | $\beta \leq 80^\circ$ |

Mit mindestens steifem bindigem Boden, der einen Böschungswinkel von $\beta \leq 60^\circ$ zulässt, kann nur lokal und oberflächennah bis in max. ca. 1 m Tiefe gerechnet werden. Darunter und bereichsweise auch oberflächennah in <1 m Tiefe steht schwach bindiger Kies im Übergangsbereich der Boden- gruppen GU und GU* an, in dem standsichere Grabenwände voraussichtlich nur unter $\beta \leq 45^\circ$ frei gebösch hergestellt werden können.

Von frei geböschten Gräben ist aufgrund des großen Platzbedarfs bei flachem Böschungswinkel im vorliegenden Fall abzuraten. Um die Massen für Aushub und Verfüllung möglichst gering zu halten, werden Kanal- und Leitungsgräben ohnehin meist mit senkrechten Wänden hergestellt und mit einem Verbau gesichert, was bei Gräben über 2 m Tiefe generell zu empfehlen ist. Dabei gelten ebenfalls die Vorgaben der DIN 4124, DIN EN 1610 und DIN EN 805.

Verbausysteme, bei denen die Verbauelemente kontinuierlich mit dem Aushub abgesenkt werden, sind zu bevorzugen. Verbaukörbe, die nach dem Aushub in die Gräben eingestellt werden, können nur bei ausreichend standfesten Grabenwänden eingesetzt werden, wenn nicht mit Nachbrüchen zu rechnen ist. Die Wahl des Verbausystems ist daher den Baugrundverhältnissen anzupassen. Sie fällt im Einzelnen in den Verantwortungsbereich der beauftragten Tiefbauunternehmung.

Sofern z.B. aufgrund begrenzter Reichweite von Hebefahrzeugen oder aufrecht zu erhaltendem Verkehr keine ausreichenden Abstände eingehalten werden können, müssen die Verkehrslasten bei der statischen Bemessung des Verbaus berücksichtigt werden.

Es ist zu beachten, dass ein Verbau mit vorauseilendem Erdaushub und anschließender Sicherung des Grabens mit einem nicht kraftschlüssigen Verbau (z. B. durch Verbauplatten) Spannungsumlagerungen im benachbarten Untergrund bewirkt, welche Setzungen oder Sackungen bis hin zur Geländeoberkante verursachen können. Es muss daher sichergestellt sein, dass bereits bestehende Bauteile (z. B. Wasserleitungen, Strom- oder Telefonkabel) insbesondere in den Anschlussbereichen zu den bestehenden Kanälen nicht setzungsempfindlich sind bzw. keine unzulässigen Verformungen erfahren.

Der Untergrund besteht aus mittelschwer lösbarem, bindigem und gemischtkörnigem Boden, in dem ein maßhaltiger Aushub ohne besondere Erschwernisse zu erwarten ist. In kohäsionsarmem, schwach bindigem Kies kann es allerdings zu Ausbrüchen an den Grabenwänden kommen.

Verbauten von Gräben außerhalb des Straßenraumes bzw. ohne Nachbarbebauung können auf den aktiven Erddruck bemessen werden. Im Straßenraum und besonders im Anschlussbereich an den Bestand empfehlen wir eine Bemessung des Verbaus auf den erhöhten aktiven Erddruck $E = 0,5 \cdot (E_a + E_0)$. Sofern Bauwerke, unterirdische Einbauten oder Verkehrslasten in einer geringeren Entfernung als der einfachen Baugrubentiefe (Lastausbreitungswinkel 45°) vorhanden sind, sind diese bei der Ermittlung des Erddrucks auf den Verbau ebenfalls zu berücksichtigen. Im Bereich naheliegender sehr schlanker, verformungsempfindlicher Bauteile (z.B. Strom-, Leitungs-, Straßenbeleuchtungsmasten) sollte der Verbau auf den Erdruchdruck ausgelegt werden.

In weiten Teilen des Baugebiets ist bei Witterungs- und Grundwasserverhältnissen wie zum Zeitpunkt der Baugrunderkundung ab Grabentiefen von 3 - 3,5 m mit Grundwasserzutritt zu rechnen. Da der bei der Baugrunderkundung festgestellt Grundwasserstand jahreszeitlich und witterungsbedingt eher tief lag, kann es bei entsprechenden Witterungs-/Grundwasserverhältnissen auch bereits in einem höheren Niveau zu Grundwasserzutritten kommen.

Nach dem Baugrubenaushub ist während der Bauzeit eine erhöhte Gefährdung des Grundwassers gegeben, weil schützende Deckschichten abgetragen wurden und der Untergrund bzw. grundwasserführende Schichten ungeschützt frei liegen. Es muss deswegen während der Bauzeit erhöhter Wert auf den Schutz des Grundwassers gelegt werden. Wir empfehlen daher, die Hinweise der RiStWag sinngemäß zu beachten (z.B. Abstellen, Betanken und Warten von Baugeräten nur auf befestigten Flächen außerhalb der Baugrube).

Leitungszone

Die Leitungszone (Bettung, Seitenverfüllung und Rohrabdeckung) ist gemäß DIN EN 1610 (Abwasserleitungen und -kanäle), DIN EN 805 (Trinkwasserleitungen) bzw. den einschlägigen DVGW- Arbeitsblättern (z.B. G 459, G 462 für Gasleitungen) auszuführen.

Den Untersuchungsergebnissen zufolge kann im natürlich anstehenden Untergrund von ausreichender bis guter Tragfähigkeit im Auflagerbereich ausgegangen werden.

Rohre von Abwasserkanälen können auf einer Bettung Typ 1 (Regelausführung) nach DIN EN 1610, Abschnitt 7.2.1 verlegt werden. Bettungen des Typs 2 und 3 sind i.d.R. schwierig auszuführen und daher nicht zu empfehlen. Die in DIN EN 1610 angegebene Mindestdicke der unteren Bettungsschicht a sollte aufgrund langjähriger Erfahrungen gemäß DWA A-139 „Einbau und Prüfung von Abwasserkanälen und -leitungen“ erhöht werden und bei normalen Böden mindestens $100 \text{ mm} + 1/10 \text{ DN}$ in mm betragen.

Die Grabensohlen für Gas- und Trinkwasserleitungen sind so auszuheben, dass die Rohre auf ihrer gesamten Länge satt aufliegen und die Grabensohle zur Bettung wird. Punkt- oder Linienlagerung ist nicht zulässig. Wenn die Grabensohle für die Bettung der Rohrleitung nicht geeignet ist (z.B. felsiger oder steiniger Untergrund, nicht tragfähiger oder gelöster Boden), ist mindestens 0,15 m tiefer auszuheben und der Aushub durch ein geeignetes Bettungsmaterial zu ersetzen, dessen Korngrößenzusammensetzung keine Beschädigungen der Rohre verursacht. Wenn nötig sind im Verbindungsbereich gesonderte Vertiefungen im Auflager vorzunehmen.

Die Aushubsohle ist von eventuell vorhandenen gelockerten Steinen/Blöcken zu räumen. Größere Unebenheiten sind durch den Einbau von Bettungsmaterial oder Magerbeton auszugleichen.

Um Linien- und Punktlagerungen in steinigen oder festgelagerten Böden zu vermeiden ist die Dicke der unteren Bettungsschicht a von Abwasserkanälen bei derartigem Untergrund auf $100 \text{ mm} + 1/5 \text{ DN}$ in mm, mindestens jedoch 150 mm zu erhöhen. Das Material für die Bettungsschicht muss die Anforderungen nach Abschnitt 5.3 der DIN EN 1610 erfüllen. Das Größtkorn darf bei Rohren $\leq \text{DN } 200$ maximal 22 mm und bei Rohren $\leq \text{DN } 600$ maximal 40 mm betragen. Bei größeren Nennweiten gibt es nach DIN EN 1610 keine Korngrößenbeschränkung. Für FBS-Beton- und -Stahlbetonrohre kann das Größtkorn im Auflagerbereich bis zur halben Wanddicke, höchstens jedoch 64 mm betragen. Wir empfehlen, als Bettungsmaterial Fremdmaterial zu verwenden (z. B. Schotter-Splitt-Gemisch 0/32).

Eventuelle weiche oder breiige, nicht tragfähige Bodenschichten im Sohlbereich sind auszuräumen und durch das Material der Bettung zu ersetzen. Ein Bodenaustausch muss über die gesamte Grabenbreite ausgeführt werden. Bei Wasserzutritten ist auch bei Böden mit steifer oder besserer Konsistenz damit zu rechnen, dass die Grabensohle bei der Bearbeitung aufweicht.

Die Aushubsohlen/Auflagerflächen sind zu verdichten, um eventuelle Auflockerungen durch den vorangegangenen Aushub rückzustellen. Die Grabensohle und die untere Bettungsschicht dürfen jedoch nicht stärker verdichtet werden als die obere Bettungsschicht, um eine gleichmäßige Spannungsverteilung im Bettungsbereich zu gewährleisten.

Um eine gleichmäßige Druckverteilung sicher zu stellen, müssen die Rohre über die gesamte Länge des Rohrschafts gleichmäßig aufliegen. Für Rohre mit Glockenmuffen sind ausreichend dimensionierte Muffenlöcher auszuheben, um Punktlagerung im Muffenbereich zu vermeiden.

In der Leitungszone ist Material nach den Anforderungen der DIN EN 1610 bzw. DIN EN 805 und der einschlägigen DVGW-Arbeitsblätter bzw. Herstelleranforderungen einzubauen. Das Größtkorn ist in Abhängigkeit vom verwendeten Rohrtyp festzulegen. Ein Größtkorn von 32 mm ist bei den meisten Abwasser-Rohrtypen verträglich. In den ZTV E-StB 09 wird ein Größtkorn von 22 mm empfohlen. Schüttmaterial, Schütthöhe und Verdichtungsgerät müssen aufeinander abgestimmt sein. In der Leitungszone darf nur mit leichten Verdichtungsgeräten verdichtet werden. Der Einbau ist in Lagen von maximal 0,2 m - 0,3 m auszuführen. Die Anforderung an das 10%Mindestquantil des Verdichtungsgrads D_{pr} beträgt 97%.

Die Dicke der Abdeckung über der Rohrleitung sollte i.d.R. 300 mm betragen. Eine Mindestdicke von 150 mm über dem Rohrschaft und 100 mm über der Rohrverbindung darf nicht unterschritten werden.

Wegen der Grundwasserverhältnisse ist darauf zu achten, dass unterhalb des Bemessungswasserstands kein suffusions- oder erosionsgefährdetes Bettungsmaterial zum Einsatz kommt (z.B. Sand), um einen Volumenverlust in Folge Ausspülen der Feinpartikel und dadurch bedingte Sackungen/Setzungen zu vermeiden. Gegebenenfalls kann ein umhüllendes Geotextil als Filter- und Trennschicht eine geeignete Lösung darstellen. Wenn erforderlich, sind geeignete Vorkehrungen zur Vermeidung des Aufschwimmens zu treffen

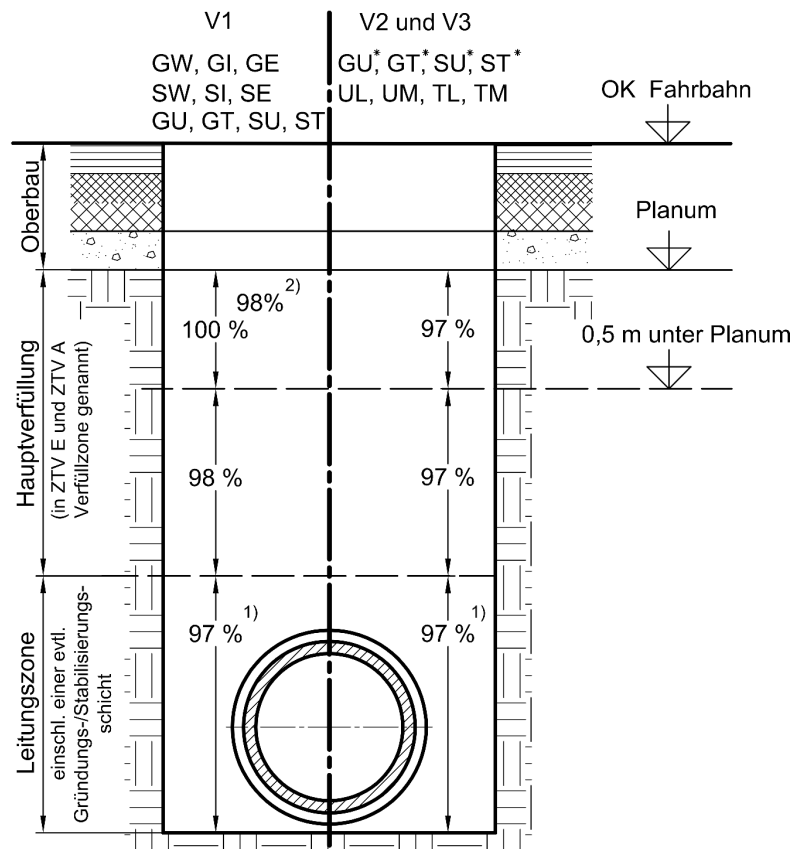
Hauptverfüllung von Kanal- und Leitungsgräben

Die Hauptverfüllung ist gemäß den Planungsanforderungen auszuführen und lagenweise verdichtet einzubauen. Über den Rohren darf eine mechanische Verdichtung erst ab einer Schichtdicke von ≥ 300 mm erfolgen. Mittlere und schwere Verdichtungsgeräte dürfen erst ab einer Überdeckungshöhe von 1,00 m zum Einsatz kommen.

Bei der Wiederverfüllung und Verdichtung von Leitungsgräben sind die Richtlinien der ZTV E-StB 09 und der ZTV A-StB 12 sowie DIN EN 1610 einzuhalten. In den (zurückgezogenen) ZTV A-StB 97/06 wurden die für die Verfüllzone geeigneten Bodenarten in drei Verdichtbarkeitsklassen eingeteilt. Wir empfehlen, trotz der in den aktuell gültigen ZTV A-StB nicht mehr enthaltenen Regelungen, für die Verfüllzone Böden der Verdichtbarkeitsklasse V 1 zu verwenden, da sie wegen ihrer geringeren Wasser- und damit Witterungsempfindlichkeit in der Regel leichter zu verdichten sind als Böden der Klassen V 2 und V 3. Werden Böden der Klassen V 2 und V 3 verwendet, so muss der Wassergehalt dem optimalen Wassergehalt beim Proctorversuch entsprechen.

Gemäß ZTV E-StB 09 und ZTV A-StB 12 sind folgende Verdichtungsanforderungen einzuhalten:

Verdichtbarkeitsklasse nach DWA-A 139
 und ZTV A-StB 97
 Bodengruppen nach DIN 18196



1) Böden GU, GT, SU, ST sowie Böden der Verdichtbarkeitsklassen V2 und V3 sind im Regelblatt 15 für die Leitungszone nicht zugelassen.

2) In Geh- und Radwegen

Bei Baugruben und Gräben außerhalb von Verkehrsflächen ist mindestens die Lagerungsdichte des umgebenden Bodens einzuhalten, gemäß ZTV E-StB 09 jedoch mindestens 97% $D_{p,r}$.

Das anfallende Aushubmaterial hält den Untersuchungsergebnissen zufolge die Zuordnungswerte Z 0 (Kies) bzw. Z 1.1 (Auelehm) nach VwV ein. Derartiges Material kann daher unter abfallrechtlichen Aspekten als Kanalgrabenverfüllung verwertet werden. Da der Arsengehalt geogen bedingt ist, kann ggf. auch Auelehm uneingeschränkt (wie Z 0) verwertet werden.

Die anstehenden und beim Aushub anfallenden Böden sind den Verdichtbarkeitsklasse V 1 (schwach schluffiger Kies, Bodengruppe GU), V 2 (schluffiger Kies, Bodengruppe GU*) und V 3 (Auelehm, Bodengruppe TM) zuzuordnen.

Bindiges und gemischtkörniges Aushubmaterial der Verdichtbarkeitsklassen V 2 und V 3 in steifer Konsistenz ist unter geotechnischen Aspekten (Verdichtbarkeit beim Einbau, Tragfähigkeit) nach den o.g. Kriterien zum Wiedereinbau nur bedingt geeignet (evtl. nach Bodenverbesserung/Bindemittelbehandlung).

Höchstens erdfeuchter schluffiger Kies oder bindiges Aushubmaterial in annähernd halbfester Konsistenz kann eventuell wiederverwendet werden, wenn eine witterungsgeschützte Zwischenlagerung möglich ist. Zum Schutz vor Durchfeuchtung kann eine Miete mit geneigter (Quergefälle $\geq 5\%$) und glatt abgewalzter Oberfläche hergestellt oder eine Abdeckung mit sturmsicher angebrachter Folie vorgenommen werden.

Mit geeignetem, nicht bindemittelbehandelt eingebautem Material (s.o.) kann ein ausreichender Verdichtungsgrad wahrscheinlich erreicht werden, eine ausreichende Tragfähigkeit (Verformungsmodul) kann allerdings voraussichtlich nicht erwartet werden. Eine Bindemittelbehandlung/Bodenverbesserung wird daher beim Wiedereinbau von Aushubmaterial auf jeden Fall empfohlen. Hinweise hierzu können Abschnitt 5.3 entnommen werden.

Gut für Verfüllzwecke geeignet sind Tragschichtmaterial nach ZTV SoB-StB 04 oder gleichwertige Schotter-Splitt-Gemische. Bei nicht güteüberwachtem Material ist dessen Eignung vor dem Einbau ggf. nachzuweisen, sofern nicht örtliche Erfahrungen hinsichtlich der Eignung vorliegen. Der Einbau von RC-Baustoffen ist frühestens ab einem Niveau ≥ 1 m über dem höchsten Grundwasserstand (Δ Bemessungswasserstand) zulässig.

Das Verfüllgut ist lagenweise einzubauen und optimal zu verdichten. Die Mächtigkeit der einzelnen Lagen sollte 30-40 cm nicht überschreiten. Die Anforderung an das 10%-Mindestquantil des

Verdichtungsgrades D_{pr} in der Verfüllzone beträgt in Abhängigkeit vom eingebauten Erdstoff zwischen $\geq 97\%$ und $\geq 100\%$. Im übrigen wird auf die Vorgaben der ZTV E-StB 09 und ZTV A-StB 12 für die Verfüllung in Straßenbereichen verwiesen.

Die Verdichtung der Grabenverfüllung ist im geforderten Umfang gemäß ZTV E-StB 09, Abschnitt 14 je nach gewählter Prüfmethode im Zuge der Eigenüberwachung durch den Auftragnehmer nachzuweisen. Unabhängige Kontrollprüfungen durch den Auftraggeber werden empfohlen.

Unverändertes Aushubmaterial kann eventuell in nicht setzungsempfindlichen Bereichen (z.B. unter Grünflächen, in Lärmschutzwällen, zur Geländemodellierung) wieder eingebaut werden, wo keine besonderen Anforderungen hinsichtlich optimaler Verdichtbarkeit zu stellen sind und im Lauf der Zeit auftretende Konsolidationssetzungen der Grabenverfüllung ggf. im Zuge der gärtnerischen Pflege ausgeglichen werden können.

Der Rückbau eines Grabenverbau muss unter abwechselndem schrittweisem Ziehen und unmittelbar anschließendem Nachverdichten erfolgen. Es muss eine kraftschlüssige und vollflächige Verbindung des Verfüllmaterials mit dem gewachsenen Boden der Grabenwand entstehen. Ist ein Rückbau erst nach dem Verfüllen möglich, so ist dies in der Rohrstatik zu berücksichtigen. In besonderen Fällen ist der Verbau im Untergrund zu belassen.

Aufgrund der hydrogeologischen Situation (hoch anstehendes Grundwasser) sind an jedem Schacht und ggf. in Abständen von ca. 50 m Grundwassersperrern (z.B. Lehmschlag oder Betonriegel) einzubauen, um eine Grundwasserableitung entlang der Leitungsgräben zu verhindern. Diese müssen sämtliche hydraulisch leitfähigen Schichten (Rohrauflager, Leitungszone, eventuelle bauzeitlichen Dränagen) wirksam unterbrechen. Sie sind seitlich und nach unten 0,5 m in den ungestörten Baugrund einzubinden und bis auf Höhe des Bemessungswasserstands bzw. bis 1 m über den höchsten Grundwasserzutritt, aber bis höchstens 1 m unter Gelände zu führen. Derartige Maßnahmen sind frühzeitig mit der unteren Wasserbehörde abzustimmen.

Werden Grundwassersperrern nicht ausgeführt, so kann es aufgrund des dauerhaften Ableitens von Grundwasser (wasserrechtlich nicht zulässig!) zu einer weitreichenden Dränierung der Hangbereiche kommen. Hierdurch können infolge Schrumpfung durch Austrocknung Setzungen und damit verbundene Gebäudeschäden auch noch nach Jahrzehnten auftreten.

Gründung, Bauwerkshinterfüllung/Erddruck auf Bauwerke

Im Gründungsbereich der Schachtbauwerke kann überwiegend mit ausreichend tragfähigem Baugrund gerechnet werden. Lokal können Lehmlagen auftreten. In derartigen Bereichen empfehlen wir einen Bodenaustausch bis auf kiesigen Untergrund vorzunehmen, um Setzungen der Schachtbauwerke zu verhindern. Als Ersatzbaustoffe sind körnige, gut verdichtbare Mineralstoffgemische der Verdichtbarkeitsklasse V 1 bei lagenweise optimaler Verdichtung einzubauen.

Der Erddruck auf erdeinbindende Bauwerke für deren statische Bemessung ist u. a. vom für die Verfüllung verwendeten Material (Kennwerte s. Abschnitt 4.4), von dessen Verdichtung und von der Arbeitsraumbreite abhängig. Hier ist der Erdruchdruck E_0 , mindestens jedoch:

- bei einer Arbeitsraumbreite $\leq 1,0$ m ein Verdichtungserddruck von 40 kN/m^2
- bei einer Arbeitsraumbreite $\geq 2,5$ m ein Verdichtungserddruck von 25 kN/m^2

anzusetzen. Zwischenwerte können linear interpoliert werden.

5.2 Wasserhaltung im Bauzustand

In den Kanalgräben kann es zu Grundwasserzutritten kommen, die eventuell eine Wasserhaltung erforderlich werden lassen können. Bei nur geringen Grundwasserzutritten ist dies in Form einer offenen Wasserhaltung möglich.

Für eine belastbare Abschätzung des Grundwasserandrangs in den Gräben liegt keine ausreichende Datengrundlage vor, da der Wasserdurchlässigkeitsbeiwert der anstehenden Böden nur anhand der Bodenansprache grob geschätzt werden kann. Dieser wird nachfolgend an der ungünstigen Seite des zu erwartenden Wertespektrums mit $k_f = 1 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$ angenommen.

Nach SICHARDT (Reichweite der Grundwasserabsenkung) und DUPUIT & THIEM bzw. CHAPMANN⁴ (Abschätzung des Grundwasserandrangs zu einem Graben bei offener Wasserhaltung) ergeben sich folgende Rechengrößen:

Grundwasserabsenkung s [m]	Reichweite der Grundwasserabsenkung R [m]	Grundwasserandrang im Graben Q [l/s/lfm]
1	6	≈ 0,008
2	11	≈ 0,010

⁴ zit. z.B. in: Herth, W., Arndts, E. (1994): Theorie und Praxis der Grundwasserabsenkung. 3. Aufl. Berlin (Ernst).

Dies ergibt bei einer Abschlagslänge von 50 m einen gesamten Wasserandrang von ca. $Q \approx 0,4 - 0,5$ l/s, was ggf. in Form einer offenen Wasserhaltung beherrscht werden kann (wenn der Grundwasserstand während der Baumaßnahme überhaupt über Aushubniveau ansteigt). Bei günstigen Witterungsverhältnissen können die Gräben auch trocken bleiben.

Bei der Einleitung von Grundwasser in die Kanalisation oder in ein Gewässer sind nach unserer Kenntnis i.d.R. folgende Grenzwerte einzuhalten:

Parameter	Kanalisation*	Gewässer
pH-Wert	6,5 - 10,0	6,5- 8,5
absetzbare Stoffe nach ½ Std.	1,0 ml/l	0,3 ml/l
abfiltrierbare Stoffe nach DIN EN 872	-.-	100 mg/l
Kohlenwasserstoffe ges. nach DEV V H53	20 mg/l	5,0 mg/l
chlorierte Kohlenwasserstoffe (CKW)	0,05 mg/l	0,01 mg/l

*Vorgaben der örtlichen Entwässerungssatzung bleiben hiervon unberührt

Zur Einhaltung der Grenzwerte ist gegebenenfalls die Zwischenschaltung eines Absetzbeckens und bei Ableitung von durch Beton verdrängtem oder mit frischem Beton in Berührung gekommenem Wasser einer Neutralisation erforderlich.

Sollte eine Grundwasserableitung/-absenkung erforderlich werden, so ist zu Beginn eine Grundwasserproben zu entnehmen und nach den in Abschnitt 5.6 (Wasserrechtlicher Hinweis) genannten Vorgaben zu untersuchen. Zum Ende der Wasserhaltung vor der Grabenverfüllung wird die Entnahme und Untersuchung einer weiteren Grundwasserprobe gefordert.

Bei einer zeitweiligen Grundwasserabsenkung bzw. -ableitung während der Bauzeit sind keine schädlichen Auswirkungen auf die Nachbargrundstücke bzw. die Nachbarbebauung zu erwarten. Da der Grundwasserstand im Kies liegt und die überlagernden bindigen Deckschichten nicht berührt, ist mit Austrocknungserscheinungen und dadurch induzierten Schrumpfsetzungen infolge einer Grundwasserabsenkung auch in Anbetracht der begrenzten Zeitdauer und der durch eine reine Schwerkraft-Grundwasserabsenkung nicht möglichen völligen Entwässerung bindiger Böden nicht zu rechnen. Im Kies selber ist aufgrund dessen hohen Verformungsmoduls nur mit vernachlässigbaren Setzungen (wenige Millimeter) infolge Wegfalls von Auftrieb zu rechnen.

5.3 Verkehrsflächen

Bei der Bemessung und Ausführung von Verkehrsflächen empfehlen wir, die Richtlinien der RStO 12, der ZTV E-StB 09 und der ZTV T-StB 95 bzw. ZTV SoB-StB 04 und ZTV Beton-StB 07 zu beachten.

Gemäß RStO 12 sind die Erschließungsstraßen unter Berücksichtigung des Baustellenverkehrs wahrscheinlich der Belastungsklasse Bk1,0 zuzuordnen. Eine diesbezüglich verbindliche Festlegung kann jedoch nicht durch unser Haus erfolgen und ist noch vorzunehmen.

Auf dem Erdplanum frostempfindlicher Böden wird bei Regelbauweisen nach RStO 12 ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ verlangt. An der Oberkante des Oberbaus (ungebundene Tragschicht) werden in Abhängigkeit von der Bauweise bestimmte 10%-Quantile des E_{v2} -Werts gefordert. Die Anforderungen bei Wegen betragen $E_{v2} \geq 80 \text{ MN/m}^2$ bzw. $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ (bei einer Decke ohne Bindemittel) und bei Straßen je nach Bauweise $E_{v2} \geq 120\text{-}150 \text{ MN/m}^2$ (Belastungsklassen Bk100 - Bk1,0) bzw. $E_{v2} \geq 100\text{-}120 \text{ MN/m}^2$ (Belastungsklasse Bk0,3). Die auf dem Erdplanum und der Tragschicht geforderten Verformungsmoduln sind durch Plattendruckversuche nach DIN 18 134 nachzuweisen.

Die im Bereich des voraussichtlichen Erdplanums anstehenden Bodenschichten sind dem Übergangsbereich der Frostempfindlichkeitsklassen F 3 (sehr frostempfindlich) und F 2 (mittel frostempfindlich) nach ZTV E-StB 09 zuzuordnen. Da eine Abgrenzung unterschiedlich frostempfindlicher Bereiche nicht möglich ist, empfehlen wir, sämtliche Verkehrsflächen für sehr frostempfindlichen Untergrund (F 3) zu dimensionieren.

Demnach sind nach RStO 12 dimensionierte Frostschutz- und Tragschichten aufzubringen. Sofern nicht örtliche Erfahrungen oder spezielle Untersuchungen zur Bestimmung der Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus vorliegen, kann diese Dicke unter Berücksichtigung der Frostempfindlichkeit des Bodens aus den „Ausgangswerten für die Bestimmung der Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus“ in cm (RStO 12, Abschnitt 3.2.2, Tabelle 6) und den „Mehr- oder Minderdicken infolge örtlicher Verhältnisse“ (RStO 12, Abschnitt 3.2.3, Tabelle 7) errechnet werden.

Der Standort liegt in der Frosteinwirkungszone I nach Bild 6 RStO 12. Die Wasserverhältnisse sind als unkritisch⁵ zu beurteilen. Bei etwa geländegleich verlaufenden und über Rinnen bzw. Abläufe und Rohrleitungen entwässerten Verkehrsflächen ist gemäß RStO 12, Abschnitt 3.2 unter Berück-

⁵ Grund- oder Schichtwasser kann dauernd oder zeitweise höher als 1,5 m unter Planum vorkommen

sichtigung der entsprechenden Zu- und Abschläge eine Mindestdicke des frostsicheren Straßenbaus von 0,50 m (Belastungsklassen Bk3,2 - Bk1,0) erforderlich.

Die angegebene Mindestdicke ist auf einem Untergrund mit einem Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ vorgesehen. Wird dieser Wert nach Verdichtung des Planums nicht erreicht (im vorliegenden Fall sehr wahrscheinlich), so sind besondere Maßnahmen vorzusehen. Hierzu gehören z.B. Maßnahmen zur Bodenverbesserung (z.B. Bindemittelzugabe oder Bodenaustausch) oder Bodenverfestigung gemäß ZTV E-StB 09 bzw. ZTV Beton-StB 07 oder eine Erhöhung der Tragschichtdicke. Außerdem kann die Tragschicht durch Einbau von geeigneten Geogittern als Bewehrung oder durch Zugabe von Tragschichtbinder verbessert werden.

Die bei Bodenverbesserungsmaßnahmen erreichbare Qualität ist stark von der möglichst homogenen Einmischung des hydraulischen Bindemittels in den Boden abhängig. Optimale Ergebnisse werden mit Bodenfräsen erzielt. Bei Einsatz von Raupen mit Reißzähnen o.ä. wird oft nicht die erwartete Verbesserung erreicht. Bei der Wahl des Bindemittels ist eine eventuell bestehende Nachbarbebauung zu berücksichtigen, da z.B. ungelöschter Kalk ätzend wirkt. Bei innerörtlicher Lage wird die Eignung von Bodenverbesserungsmaßnahmen aufgrund möglicher Verwehungen von Bindemittel generell eingeschränkt sein.

Die angetroffenen Böden der Bodengruppen GU-GU* und TM-TA liegen im Eignungsbereich für Feinkalk oder Kalkhydrat. Neben einer Kalkstabilisierung kommen auch Kalk-Zement-Gemische (z.B. Dorosol) zur Bodenverbesserung bzw. -verfestigung in Frage. Überschlägig kann in bindigen Böden von einer Verringerung des Wassergehalts von 1-2 % bei Zugabe von 1 M-% Bindemittel ausgegangen werden. 2-6 M-% Bindemittelzugabe sollten nicht überschritten werden.

Wird eine qualifizierte Bodenverbesserung nach ZTV E-StB 09 durchgeführt (Anforderung u.a. Bindemittelzugabe $>3\%$, $E_{v2} \geq 70 \text{ MN/m}^2$, Dicke $\geq 25 \text{ cm}$) durchgeführt, so kann ein F 3-Boden in einen F 2-Boden überführt werden, wodurch sich die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus um 10 cm reduziert.

Durch Zugabe von Bindemittel verändern sich neben dem Wassergehalt auch die plastischen Eigenschaften, die Konsistenz sowie die Verdichtungseigenschaften. Die tatsächlich erforderliche Bindemittelmenge ist u.a. auch witterungsabhängig und kann daher nicht zuverlässig vom aktuellen Wassergehalt der zu bearbeitenden Böden abgeleitet werden. Bei anhaltend niederschlagsreicher Witterung muss mit starker Behinderung oder sogar vollständiger Einstellung der Erdarbeiten gerechnet werden.

Die Wassergehalte der oberflächennah anstehenden bindigen Böden schwanken relativ stark und liegen bei ca. 22 - 28 %. Der optimale Wassergehalt dieser Böden kann grob mit ca. 20 - 25% abgeschätzt werden, so dass meist eine Bindemittelzugabe erforderlich werden wird. Diese kann bis zu 5 - 6% (80-120 kg/m³) bezogen auf die Trockendichte des Bodens betragen. Im Mittel wird jedoch eine Bindemittelmenge von schätzungsweise 2-4% (30-65 kg/m³) wahrscheinlich ausreichend sein.

Gemischtkörnige Böden (Bodengruppen GU und GU*) werden bereits mit deutlich geringeren Bindemittelzugaben (geschätzt ca. 1-2%) den optimalen Wassergehalt erreichen. Falls eine qualifizierte Bodenverbesserung erwogen wird, ist die Erfordernis einer Wasserzugabe absehbar, um eine optimale hydraulische Reaktion des Bindemittels zu ermöglichen.

Wenn trockene Böden bei trockener Witterung bearbeitet werden können, so ist ein ausreichender Verdichtungsgrad voraussichtlich auch ohne Bindemittelzugabe erreichbar. Allerdings kann ein ausreichender Verformungsmodul ($E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$) ohne Bindemittelzugabe kaum erwartet werden. Bei Böden mit einer Konsistenz schlechter als halbfest und bei niederschlagsreicher Witterung wird eine Bindemittelzugabe jedoch ohnehin notwendig werden.

Im Bedarfsfall sind Testfelder zur Ermittlung der optimalen Bindemittelzugabemenge und Dicke der Bodenverbesserung anzulegen oder Eignungsprüfungen durchzuführen (v.a. bei Bodengruppe TA, die im Grenzbereich der Anwendbarkeit von Bodenverbesserungsmaßnahmen liegt). Die Bodenverbesserung ist so zu dimensionieren, dass auf dem Planum der geforderte Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ erreicht wird und darauf ein Regelaufbau nach RStO 12 hergestellt werden kann.

Im Fall eines Bodenaustauschs werden nicht ausreichend tragfähige Schichten unterhalb des Erdplanums ausgeräumt und durch gut verdichtbares, lagenweise bei optimaler Verdichtung eingebautes, körniges Fremdmaterial ersetzt. Die Mächtigkeit des Bodenaustauschs richtet sich nach dem Verformungsmodul des Untergrunds und den Verdichtungseigenschaften des Austauschmaterials und sollte auf Testfeldern bestimmt werden. Der Bodenaustausch ist so zu bemessen, dass an dessen Oberkante ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ erreicht wird und darauf ein Regelaufbau nach RStO 12 hergestellt werden kann.

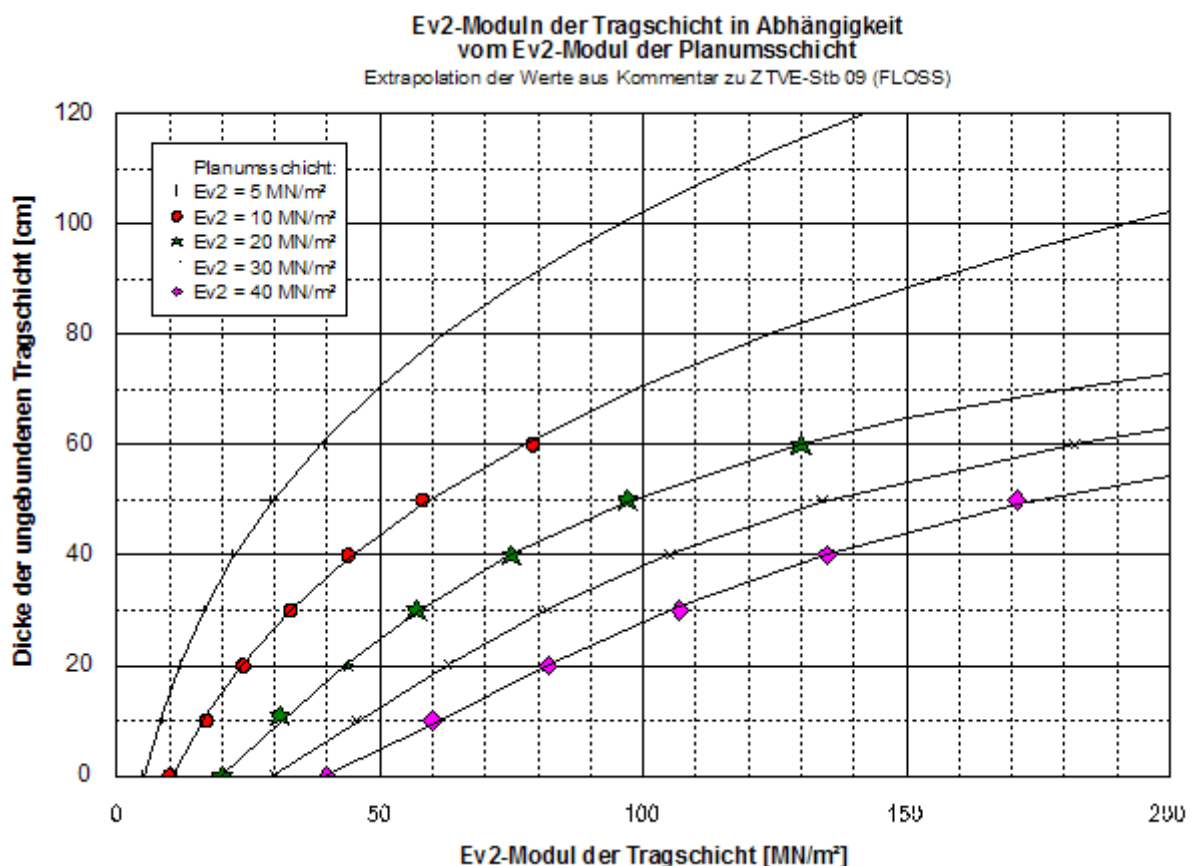
Der auf dem verdichteten Erdplanum bei kiesigem Untergrund und guter Witterung erreichbare Verformungsmodul wird auf ca. $E_{v2} \approx 20\text{-}30 \text{ MN/m}^2$ geschätzt. Bei einem Bodenaustausch auf derartigem Untergrund sind materialabhängig in etwa folgende Austauschdicken absehbar, um einen Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ auf dem Erdplanum zu erreichen:

Siebschutt: $D \approx 25 - 45$ cm (nicht oder wenig bindig)
 STS FSS 0/45: $D \approx 20 - 30$ cm
 Beton-RC: $D \approx 15 - 25$ cm

Die Erhöhung der Mächtigkeit der ungebundenen Tragschicht ist als Variante des Bodenaustausches zu betrachten. Hierbei wird die Tragschichtmächtigkeit soweit erhöht, dass der an Oberkante Tragschicht geforderte Verformungsmodul trotz zu geringem Verformungsmodul auf dem Erdplanum erreicht werden kann.

Ein Bodenaustausch mit körnigem, nichtbindigem Fremdmaterial oder eine Erhöhung der Tragschichtmächtigkeit kann auch bei niederschlagsreicher Witterung ausgeführt werden. Gegebenenfalls kann auf dem Erdplanum als unterste Lage der Einbau einer Lage Grobschotter („Schroppen“, z.B. 0/100 oder 0/150, $D \approx 15 - 20$ cm) oder eines zug- und reißfesten Geotextils mindestens der Georobustheitsklasse GRK 4 erwogen werden, um ein Einarbeiten des Austausch- bzw. Tragschichtmaterials in den Untergrund zu verhindern.

Folgendes Diagramm, angelehnt an den Kommentar zu den ZTV E-StB 09, Abschnitt 4.5, gibt den Zusammenhang zwischen der Dicke des Oberbaus (ungebundene Tragschicht) und dem E_{v2} -Modul des Planums (OK Tragschicht) für verschiedene E_{v2} -Moduln des Rohplanums wieder:



Ohne Bodenverbesserung/Bodenaustausch lassen sich bei kiesigem Erdplanum etwa folgende Dicken der Schottertragschicht (ggf. einschl Frostschutzschicht) abschätzen, um einen den Anforderungen der RStO 12 je nach Bauweise genügenden Verformungsmodul an deren Oberkante zu erreichen:

Anforderung:	erf. Dicke der Schottertragschicht
$Ev_2 \geq 100 \text{ MN/m}^2$:	$D \approx 40 - 50 \text{ cm}$
$Ev_2 \geq 120 \text{ MN/m}^2$:	$D \approx 45 - 60 \text{ cm}$
$Ev_2 \geq 150 \text{ MN/m}^2$:	$D \approx 55 - 70 \text{ cm}$

Vor der Herstellung des Oberbaus empfehlen wir jedoch, die tatsächliche Festigkeit des verdichteten Planums mittels Plattendruckversuchen nach DIN 18 134 zu überprüfen (können ggf. durch unser Haus durchgeführt werden), um eine Tragschichtdimensionierung anhand tatsächlich gemessener Werte zu ermöglichen.

Das obige Diagramm liefert nur für die auf Tragschichten bis 0,60 m Dicke erreichbaren Verformungsmoduln abgesicherte Angaben. Da im vorliegenden Fall voraussichtlich eine größere Tragschichtdicke erforderlich wird, stellen die obigen Angaben nur eine Schätzung auf Grundlage einer Extrapolation dar und es ist die Anlage von Testfeldern zur Überprüfung des tatsächlich erreichbaren Verformungsmoduls auf der vorgeschlagenen Tragschicht erforderlich.

Zur Schaffung des Erdplanums ist der humose Oberboden abzutragen.

Bei bindigen und gemischtkörnigen Böden spielt der aktuelle Wassergehalt eine große Rolle. Sollte es während der Erdarbeiten zu Niederschlägen kommen, darf das ungeschützte Erdplanum nicht befahren werden, um Aufweichungen durch Walkbeanspruchung zu vermeiden. Während der Bauarbeiten ist das Erdplanum wasserfrei zu halten. Hierzu ist ein ausreichendes Quergefälle zur Ableitung von Niederschlagswasser während der Bauphase bzw. von Sickerwasser nach Fertigstellung des Oberbaus vorzusehen. Das erforderliche Querneigungsgefälle ist u.a. von der Ausführung der Randbereiche abhängig, muss bei bindemittelstabilisiertem Erdplanum jedoch mindestens 2,5% und bei nicht bindemittelstabilisiertem Erdplanum mindestens 4% betragen.

Insbesondere bei für längere Zeit unmittelbar befahrenen Flächen und bei Winterbaustellen sind besondere Maßnahmen zur Sicherung der Planumsflächen vorzusehen. Ein Einbau auf gefrorener Unterlage ist nicht zulässig.

Für den Wiedereinbau bestimmte Massen sind witterungsgeschützt zwischenzulagern (Mieten mit glatt abgewalzter Oberfläche und Quergefälle oder sturmsicher angebrachte Folienabdeckung),

um die Einbaufähigkeit zu erhalten (Wassergehalt!). Aufgeweichtes Aushubmaterial lässt sich beim Einbau nicht ausreichend verdichten.

Der Einbau von Massen ist lagenweise (0,2 bis 0,4 m Lagenstärke) mit geeigneten Verdichtungsgeräten vorzunehmen. Der Verdichtungserfolg ist durch Eigenüberwachungsprüfungen des Auftragnehmers im Umfang gemäß ZTV E-StB 09 Abschnitt 14 sowie durch Kontrollprüfungen des Auftraggebers nachzuweisen (können ggf. durch unser Haus ausgeführt werden).

Sämtliche Böden und Baustoffgemische für Tragschichten sollen die Anforderungen der TL SoB-StB 04 erfüllen und nach TL G SoB-StB 04 güteüberwacht sein. Baustoffe aus industriell hergestellten Gesteinskörnungen und RC-Baustoffe sind zudem auf Eignung und Reinheit gemäß TL Gestein-StB 04 bzw. TL G SoB-StB 04 und UVM-Erlass zu prüfen.

Bei Erdarbeiten für Planumsschichten, Dämme, Baugruben und Gräben sowie für das Hinterfüllen von Bauwerken nehmen Verdichtungsprüfungen einen vorrangigen Stellenwert bei der Qualitätssicherung ein. Bereits bei der Ausschreibung ist in der Leistungsbeschreibung die Prüfmethode gem. Abschn. 14.2 ZTV E-StB 09, das geeignete Verdichtungskriterium und die geeigneten Prüfverfahren gem. Abschn. 14.3 ZTV E-StB 09 ggf. mit den erforderlichen Kalibrierungen im Rahmen der Probeverdichtung gem. Abschnitt 4.3.1.1 ZTV E-StB 09 festzulegen. Der Einsatz indirekter Prüfverfahren bedarf der vorherigen Vereinbarung zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer.

Kontrollprüfungen durch den Auftraggeber sind ggf. je nach gewählter Prüfmethode im Umfang der Eigenüberwachungsprüfungen des Unternehmers zusätzlich durchzuführen und sollten zweckmäßigerweise zusammen mit der Eigenüberwachung erfolgen. Eigenüberwachungsprüfungen im Beisein des Auftraggebers können als Kontrollprüfungen gewertet werden.

Aus der Erfordernis von Eigenüberwachungsprüfungen durch den Auftragnehmer sowie von Kontrollprüfungen durch den Auftraggeber können sich doppelte und an der gleichen Stelle durchgeführte Verdichtungskontrollen ergeben. Im Hinblick auf eine sinnvolle und vom Umfang her wirtschaftliche Verdichtungsprüfung kann dem Auftragnehmer vorgegeben werden, ein unabhängiges, vorzugsweise dem Auftraggeber bekanntes und als vertrauenswürdig eingestuftes Institut für die baubegleitenden Eignungs-, Eigenüberwachungs- und Kontrollprüfungen zu beauftragen. Die Kosten teilen sich dann Auftragnehmer und Auftraggeber. Dies ist im Leistungsverzeichnis detailliert festzulegen und zu beschreiben. Hierbei können wir im Bedarfsfall behilflich sein.

Verdichtungskontrollen sowohl im Zuge der Eigenüberwachung als auch Kontrollprüfungen können im Bedarfsfall durch unser Institut ausgeführt werden.

5.4 Bebauung

Nähere Angaben zur geplanten Bebauung liegen uns nicht vor. Da es sich teilweise um ein Mischgebiet und teilweise um ein allgemeines Wohngebiet handelt, ist von der Errichtung nicht unterkellerten Gewerbehallen und nicht oder einfach unterkellerten Büro-, Verwaltungs- und Wohngebäude mit EFH-Niveaus etwa im Bereich der jetzigen Geländeoberfläche und Baugrubentiefen von max. ca. 3,5 m auszugehen.

5.4.1 Baugruben

Bei der Herstellung von Baugruben sind die Vorgaben der DIN 4124 einzuhalten. Wenn das anschließende Gelände höchstens flach geneigt ist ($\leq 1 : 2$ bei mindestens steifen bindigen Böden bzw. $\leq 1 : 10$ bei nichtbindigen oder weichen bindigen Böden), können nicht verbaute Baugruben in bindigem oder gemischtkörnigem Baugrund von mindestens steifer Konsistenz bis zu einer Höhe von 1,25 m senkrecht abgegraben werden bzw. bis zu 1,75 m, wenn der oberste halbe Meter unter 45° abgeböscht wird.

Tiefere Baugruben und Gräben sind zu böschen oder zu verbauen. Der zulässige Böschungswinkel ist u.a. abhängig von den bodenmechanischen Eigenschaften des Baugrunds. Nach DIN 4124, Abschnitt 4.2.4 sind für Böschungen bis 5 m Höhe folgende Böschungswinkel β ohne rechnerischen Standsicherheitsnachweis maximal zulässig:

- | | |
|--|-----------------------|
| a) nichtbindige oder weiche, bindige Böden | $\beta \leq 45^\circ$ |
| b) steife bis halbfeste bindige Böden | $\beta \leq 60^\circ$ |
| c) Fels | $\beta \leq 80^\circ$ |

Bei Böschungshöhen über 5 m ist der rechnerische Nachweis der Standsicherheit zu erbringen oder ein Verbau vorzusehen. Dies gilt auch für Böschungshöhen < 5 m bei gestörtem oder ungünstigem Bodengefüge, unverdichtet geschüttetem Baugrund, wenn das Gelände oberhalb der Böschungskrone steiler als $1 : 2$ bzw. $1 : 10$ ansteigt, die Standfestigkeit durch Wasserandrang beeinträchtigt ist, vorhandene Gebäude oder sonstige bauliche Anlagen (Verkehrsflächen, Leitungen, usw.) gefährdet sind oder die Mindestabstände nach DIN 4124 für Fahrzeuge und Baugeräte nicht eingehalten werden können.

Danach und nach den vorliegenden Untergrundverhältnissen können Baugrubenwände bei üblichen Baugrubentiefen von bis zu ca. 3,5 m und ausreichenden Platzverhältnissen voraussichtlich größtenteils frei unter einem Winkel von $\beta \leq 45^\circ$ abgeböscht werden. In Auelehm und stark bindigem Kies ist eine Erhöhung des Böschungswinkels auf bis zu $\beta \leq 60^\circ$ möglich. An den

Böschungskronen ist ein mindestens 1,5 m breiter, lastfreier Streifen einzuhalten (keine Stapellasten, Verkehrslasten, Baukran).

Je nach Grundwasserstand während der Bauausführung und Lage im Baugebiet kann die Baugrubensohle im Grundwasser liegen. In diesem Fall können Böschungen auch bei einer Neigung von $\beta \leq 45^\circ$ nicht standsicher und die Erfordernis besonderer Maßnahmen (z.B. Verbau, Auflastfilter, Stützkörper, flachere Böschungsneigung) sowie einer bauzeitlichen Wasserhaltung (vorausichtlich als offene Wasserhaltung mit Pumpensämpfen in der Baugrube möglich) gegeben sein.

Nach dem Baugrubenaushub ist während der Bauzeit eine erhöhte Gefährdung des Grundwassers gegeben, weil schützende Deckschichten abgetragen wurden und der Untergrund bzw. grundwasserführende Schichten ungeschützt frei liegen. Es muss deswegen insbesondere auch wegen der Lage des Baugebiets im Wasserschutzgebiet während der Bauzeit erhöhter Wert auf den Schutz des Grundwassers gelegt werden. Wir empfehlen daher, die Hinweise der RiStWag sinngemäß zu beachten (z.B. Abstellen, Betanken und Warten von Baugeräten nur auf befestigten Flächen außerhalb der Baugrube).

Bei der Einleitung von Grundwasser in die Kanalisation oder in ein Gewässer sind die in Abschnitt 5.2 genannten Grenzwerte einzuhalten. Zur Einhaltung der Grenzwerte ist gegebenenfalls die Zwischenschaltung eines Absetzbeckens und eventuell einer Neutralisation erforderlich.

Eine dauerhafte Ableitung von Grundwasser (z.B. durch Dränagen) ist wasserrechtlich nicht zulässig. Außerdem führt dies bei Kanalanschluss zu einem dauerhaften Wassereintrag in die öffentliche Kanalisation, was von deren Trägern nicht toleriert wird. Weiterhin können durch eine dauerhafte Grundwasserabsenkung in bindigen Böden auch Schrumpfungen infolge Austrocknung im Umfeld der Baumaßnahme und damit verbundene setzungsbedingte Gebäudeschäden auch noch nach Jahren auftreten.

Um eine dauerhafte Ableitung von Grundwasser aus Baugruben bzw. deren Arbeitsraumverfüllung zu vermeiden, sind daher in den Gräben der Ver- und Entsorgungsleitungen am Rand der Baugruben Grundwassersperrn (Lehmschlag oder Betonriegel) bis auf Höhe des Bemessungswasserstands, höchstens jedoch bis 1 m unter Gelände herzustellen. Diese sind seitlich und nach unten 0,5 m in den ungestörten Baugrund einzubinden und müssen sämtliche hydraulisch leitfähigen Schichten (Rohraufleger, Leitungszone, eventuelle bauzeitlichen Dränagen) wirksam unterbrechen.

5.4.2 Gründung

An dieser Stelle können nur allgemeine Hinweise zur Gründung gegeben werden. Diese können eine objektspezifische Gründungsberatung unter Berücksichtigung der konkreten Planung (insbesondere abzutragende Lasten und Fundamentgeometrie) nicht ersetzen. Zur Konkretisierung ist ggf. eine weitere Baugrunderkundung erforderlich, die in Art und Umfang auf die jeweilige Planung abzustimmen ist.

Bei der Gründung von Gebäuden ist der Lastabtrag generell in Schichten einheitlichen Tragverhaltens vorzunehmen. Geeignet hierfür ist der anstehende Kies, der einen mäßig kompressiblen und relativ gut tragfähigen Baugrund bildet. Sollten die planmäßigen Fundamentsohlen örtlich im Auelehm oder in Lehmlagen liegen, so sind Fundamentvertiefungen bis in den Kies vorzunehmen.

Nach den vorliegenden Untergrundverhältnissen dürfte in der Regel eine konventionelle Flach- bzw. Flächengründung mit Streifen- und Einzelfundamenten oder mit einer nach verformungsabhängigen Verfahren bemessenen, tragenden Gründungsplatte möglich sein. In einfachen Fällen (geringe Lasten bei gleichmäßiger Lastverteilung) kann der Bemessungswert des Sohlwiderstands für Streifen- und Einzelfundamente nach DIN 1054 Abschnitt 6.10 und der Tabelle A 6.6 ermittelt werden. Die übrigen Vorgaben und Einschränkungen der Norm sind ebenfalls zu beachten.

Voraussetzung für eine Flachgründung sind gleichmäßige und vom Betrag her bauwerksverträgliche Setzungen, die sich bei einer gleichmäßigen Lastverteilung und geringer Last i.d.R. auch ergeben. Bei ungleicher Lastverteilung kann ein gleichmäßiges Setzungsverhalten in gewissem Umfang auch durch eine Abstufung der Sohlspannung in der Gründungssohle in Abhängigkeit von der jeweils abzutragenden Last erreicht werden. Hierfür ist eine sorgfältige Abstimmung zwischen Tragwerksplaner und Baugrundgutachter erforderlich.

Sollte z.B. aufgrund sehr hoher und/oder asymmetrisch verteilter Tragwerkslasten eine konventionelle Gründung nicht möglich sein, können je nach den Gegebenheiten des Einzelfalls eine Plattengründung (ggf. mit ausgesteiftem Untergeschoss), ein Bodenaustausch, eine vertiefte Flachgründung („Betonplomben“, Brunnen- oder Pfeilergründung bis auf tragfähigen Untergrund unter Einzelfundamenten und in Abständen unter Streifenfundamenten) sowie Sondergründungsmaßnahmen wie z.B. unvermörtelte oder vermörtelte Schotterrüttelsäulen, Betonrüttelsäulen, Bodenverbesserung/-verfestigung oder Tiefgründung (Bohr- oder Rammpfähle) je nach Gebäudeausführung (Unterkellerung) wirtschaftlich sein oder erforderlich werden. Durch die bisherige

Erkundung im Baugebiet, die hauptsächlich auf Erschließungsmaßnahmen ausgerichtet war, können für mögliche Gründungsvarianten keine Bemessungsansätze angegeben werden.

Bei einer eventuellen Tiefergründung bis in den festen Opalinuston ist dessen starke Betonaggressivität infolge eines sehr hohen Sulfatgehalts zu beachten.

5.4.3 Fußbodenauflagerung, Betonböden in Gewerbe- oder Industriehallen

Gering belastete Fußböden (Wohn-, Bürogebäude) können auf einer Sauberkeitsschicht und einer kapillARBrechenden Filterschicht hergestellt und dem natürlichen Untergrund direkt aufgelagert werden, sofern dieser mindestens steife Konsistenz aufweist.

Bei höherer Belastung ist ein Fußboden (= Betonboden + Tragschicht) zur Aufnahme von Stapel- und Verkehrslasten zu planen. Die Ausführung von Betonböden und die erforderliche Mächtigkeit der Tragschicht richtet sich nach der geplanten Belastung der Fußböden und ist abhängig von der Tragfähigkeit des Untergrunds.

Bei der Planung und Ausführung höher und/oder punktförmig belasteter Betonböden im Gewerbe- und Industriebau sind an die Festigkeit der Tragschicht und des Untergrunds erhöhte Anforderungen in Abhängigkeit von der maximalen auf den Fußboden einwirkenden Einzellast zu stellen. Nähere Angaben zur Planung und Ausführung derartiger Gewerbe- und Industrieböden können im Bedarfsfall durch unser Haus erfolgen.

Falls über Bodenplatten neben den üblichen Verkehrs- und Nutzlasten auch dauerhaft hohe Lasten abzutragen sind (z.B. schwere Maschinen, Stapellasten, Hochregallager o.ä.), so kann es aufgrund des oberflächennah noch kompressiblen Baugrunds zu Setzungen der Bodenplatte kommen, die durchaus ein bautechnisch relevantes Maß annehmen können. In diesem Fall kann die Erfordernis besonderer Maßnahmen (z.B. Bodenaustausch, Bodenverbesserung, Baugrundverbesserung durch rasterförmige Säulenverfahren o.ä.) nicht ausgeschlossen werden. Im Bedarfsfall können wir diesbezüglich beratend tätig werden.

5.4.4 Entwässerung und Bauwerksabdichtung

Erdeinbindende Baukörper sind gegen Durchfeuchtung aus dem Untergrund zu schützen. Neben immer vorhandenem, kapillar gebundenem Wasser (Erdfeuchtigkeit) und der Schwerkraft folgend

zur Tiefe hin fließendem Sickerwasser nach Niederschlägen (nicht stauendes Sickerwasser) kann sich bei gering wasserdurchlässigem Untergrund in die Arbeitsräume eindringendes Niederschlags-, Schicht- und Sickerwasser an der Baugrubensohle aufstauen, wenn es nicht ausreichend schnell zur Tiefe in versickern kann. Um eine Beanspruchung erdeinbindender Baukörper durch drückendes Wasser zu verhindern, stellt eine Dränanlage in Verbindung mit einer Abdichtung gegen Erdfeuchtigkeit und nicht stauendes Sickerwasser in derartigen Fällen die angemessene und i.d.R. kostengünstigste technische Lösung dar.

Eine Dränanlage, bestehend aus einer Dränschicht und Dränleitungen, dient zur Entwässerung des Bodens. Für die Planung, Bemessung und Ausführung von Dränmaßnahmen gilt die DIN 4095. Dränanlagen können Abdichtungen niemals ersetzen, sondern müssen stets in Verbindung mit Abdichtungen nach DIN 18 195 geplant und ausgeführt werden.

Falls eine Dränanlage nach DIN 4095 nicht möglich oder zulässig ist, sind erdeinbindende Bauteile bei gering wasserdurchlässigem Untergrund und Gründungstiefen bis zu 3 m mindestens gegen aufstauendes Sickerwasser abzudichten.

Bei Gründungstiefen >3 m oder wenn Grundwasser oberhalb der Baugrubensohle ansteht bzw. der Bemessungswasserstand oberhalb der Baugrubensohle liegt, ist eine Abdichtung erdeinbindender Baukörper gegen drückendes Wasser erforderlich, da eine Ableitung von Grundwasser durch Dränanlagen aus wasserwirtschaftlichen und wasserrechtlichen Gründen nicht zulässig und genehmigungsfähig ist.

Lastfall bei Lage der Baugrubensohle über dem Bemessungswasserstand:

Der Untergrund ist gering wasserdurchlässig im Sinne der DIN 18 130 ($k_r < 10^{-4}$ m/s) und es ist zumindest zeitweise mit Sicker-/Hang-/Schichtwasserandrang und daraus resultierendem aufstauendem Sickerwasser gem. DIN 18 195, Tab 1 zu rechnen.

Lastfall bei Lage der Baugrubensohle unter dem Bemessungswasserstand:

Es ist gemäß DIN 18 195, Tab. 1 zumindest zeitweise mit drückendem Wasser von außen zu rechnen.

Abdichtung und Entwässerung erdeinbindender Bauvorhaben

Lastfall aufstauendes Sickerwasser:

Bei gering wasserdurchlässigem Untergrund ($k_f < 10^{-4}$ m/s) sind erdeinbindende Bauteile zum Schutz gegen aufstauendes Sickerwasser über eine Dränanlage nach DIN 4095 zu entwässern und mit einer Abdichtung nach DIN 18 195, Teil 4 gegen Erdfeuchtigkeit zu versehen.

Sollte aufgrund der Abwasserbeseitigungsvorschriften keine Dränage mit Kanalanschluss erlaubt sein, so sind erdeinbindende Bauteile (Wände und Fußböden) bis zu einer Gründungstiefe von 3 m unter Geländeoberkante nach DIN 18 195, Teil 6, Abschnitt 9 gegen aufstauendes Sickerwasser abzudichten. Alternativ kann eine druckwasserdichte Ausführung nach DIN 18 195, Teil 6, Abschnitt 8 gewählt werden. Bei einer Gründungstiefe von >3 m unter Geländeoberkante ohne Dränage ist eine druckwasserdichte Ausführung in jedem Fall erforderlich. Die Ausführung erdeinbindender Bauteile mit einer konventionellen Abdichtung gegen Erdfeuchtigkeit nach DIN 18 195, Teil 4, ist in derartigen Fällen nicht ausreichend.

Lastfall drückendes Wasser:

Bauwerke im Grundwasser und Grundwasserschwankungsbereich bzw. unterhalb des Bemessungswasserstands sind generell druckwasserdicht nach DIN 18 195, Teil 6, Abschnitt 8 und auftriebssicher auszuführen.

5.4.5 Erdbebengefährdung

Nach der Karte der Erdbebenzonen für Baden-Württemberg liegt das Baugrundstück in der *Erdbebenzone 1*. Gemäß DIN EN 1998-1/NA NPD zu 3.1.2(1) liegt die Baugrundklasse C und gemäß NCI NA 3.1.3 die Geologische Untergrundklasse R vor. Für die geplante Baumaßnahme gilt:

Erdbebenzone	1
Bemessungswert der Bodenbeschleunigung a_g [m/s²]	0,4
Baugrundklasse/Untergrundklasse	C-R
Untergrundparameter S	1,50

5.5 Verwertung/Entsorgung von Aushubmaterial

Gemäß Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) ist der stofflichen Verwertung von Aushub- und Abbruchmaterial gegenüber einer Ablagerung auf einer Deponie der Vorzug zu geben. Die Bewertung der Verwertbarkeit von Aushubmaterial erfolgt gemäß der Verwaltungsvorschrift „Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial“ („VwV“). Nach dieser Richtlinie werden in Abhängigkeit von den Schadstoffkonzentrationen Zuordnungswerte von Z 0 (unbelastet) bis Z 2 vergeben. Derartig klassifiziertes Material kann einer stofflichen Verwertung zugeführt werden.

Material mit Schadstoffgehalten $>Z 2$ ist Abfall zur Beseitigung. Für den Einbau bzw. die Ablagerung in Deponien gelten die Deponieverordnung (DepV) und die „Handlungshilfe“, die in Abhängigkeit von den Schadstoffgehalten die Zuordnung zu Deponieklassen (DK 0 - DK III) regeln.

Die nachfolgende Beurteilung hinsichtlich Verwertbarkeit beruht auf den in den Abschnitten 3.3 und 4.5 genannten Untersuchungsmethoden und -ergebnissen.

Hinsichtlich Ablagerbarkeit von Aushubmaterial auf Deponien wurden nicht alle in den einschlägigen Vorschriften und Verordnungen beinhalteten Bewertungskriterien eingehalten. Die hier vorgenommene Einstufung ist daher vorläufig. Für eine abschließende Bewertung können weitere Untersuchungen erforderlich sein.

Aushubmaterial von natürlichem Boden und aufgefülltem Boden ist ggf. zu separieren und getrennt zu lagern und abzufahren, da bei einer Vermischung Mehrkosten bei der Verwertung/Beseitigung entstehen können.

Oberboden ist ebenfalls getrennt auszuheben und gemäß BBodSchV zu lagern und zu verwerten. Eine bautechnische Verwertung jenseits von Geländemodellierung und Oberbodenandeckung ist wegen der Schutzwürdigkeit des Schutzguts Oberboden zu vermeiden.

Oberboden der Beschaffenheit wie in der Mischprobe „MP Oberboden BS 1-5“ kann sowohl gemäß BBodSchV (Vorsorgewerte eingehalten) als auch gemäß VwV (vorläufige Einstufung Z 0, jedoch nicht alle Parameter gemäß VwV untersucht) uneingeschränkt verwertet werden.

Oberboden der Beschaffenheit wie in der Mischprobe „MP Oberboden BS 6-9“ weist eine deutliche, anthropogen bedingte Belastung mit PAK auf. Eine Verwertung derartigen Oberbodens auf landwirtschaftlichen Flächen bzw. Flächen mit Nutzpflanzen sollte deshalb unterbleiben. Gemäß VwV Bodenverwertung kann derartiger Oberboden der Einbaukonfiguration Z 1.2 (vorläufige

Einstufung, jedoch nicht alle Parameter gemäß VwV untersucht) zugeordnet werden und unter Berücksichtigung der in der VwV genannten Kriterien verwertet werden.

In einer Auelehm-Mischprobe wurde ein etwas erhöhter Arsengehalt (16 mg/kg TS) im Feststoff festgestellt, der eine Verwertung derartigen Aushubmaterials aber noch erlaubt (Zuordnungswert bzw. Einbaukonfiguration Z 1.1 nach VwV). Der erhöhte Arsengehalt ist jedoch geogen und nicht anthropogen bedingt. An vergleichbaren Standorten mit geogen bedingt erhöhtem Arsengehalt ist eine uneingeschränkte Verwertung (wie Z 0) derartigen Bodens möglich.

Eine Kies-Mischprobe sowie eine aus dem aufgefüllten Tiefenbereich bei BS 4 entnommene Bodenprobe wurden mit dem Zuordnungswert Z 0 bewertet, so dass derartiges Aushubmaterial frei verwertbar ist.

Sollte bei einer eventuellen Tiefergründung Aushubmaterial von festem Opalinuston anfallen, so ist dieses wegen eines geogen bedingt stark erhöhten Sulfatgehalts im Eluat (101 mg/l, Zuordnungswert >Z 2 nach VwV) nicht bzw. nur an vergleichbaren Standorten mit geogen bedingt erhöhten Sulfatgehalt im Boden verwertbar. Bei einer Ablagerung auf einer Deponie ist mindestens die Deponieklasse DK I erforderlich (Einstufung nach VwV/DepV vorläufig, unvollständiger Untersuchungsumfang, keine Haufwerksbeprobung).

Die Verwertungsmöglichkeiten von Aushubmaterial >Z 0 im Großraum Stuttgart sind nach unserer Kenntnis derzeit sehr eingeschränkt und es ist meist eine Ablagerung auf Deponien erforderlich. Um diesbezüglich Kostensicherheit zu erhalten, empfehlen wir, bei der Ausschreibung der Erdarbeiten Positionen zur Verwertung von Aushubmaterial der Zuordnungsklassen Z 1.1, Z 1.2 und Z 2 sowie von Bauschutt und die Verbringung auf Deponien der Deponieklassen DK 0 bis DK II vorzusehen.

Für weitergehende Untersuchungen und Beurteilungen sind ggf. Altlastuntersuchungen durchzuführen.

Wir weisen darauf hin, dass die Beprobung und Klärung des Entsorgungswegs zeitaufwendig ist und mehrfache Nachbeprobungen und Nachuntersuchungen erforderlich machen kann. Um einen möglichst reibungslosen Bauablauf zu gewährleisten sind daher ausreichend Zwischenlagerkapazitäten vorzusehen.

5.6 Wasserrechtlicher Hinweis

Wir empfehlen, wasserrechtlich relevante Maßnahmen wie Regenwasserbewirtschaftung, Erdwärmennutzung, eventuelle Wasserhaltungsmaßnahmen sowie Abdichtung und Entwässerung von Gebäuden frühzeitig mit der Wasserrechtsbehörde abzustimmen, damit eventuelle Auflagen bei der Planung berücksichtigt werden können. Die Wasserrechtsbehörde kann Auflagen erteilen, die von den hier gegebenen Empfehlungen abweichen oder darüber hinaus gehen.

Wenn durch Baumaßnahmen ein Eingriff ins Grundwasser bzw. den Grundwasser-Schwankungsbereich (Δ Bemessungswasserstand) erfolgt, ist dies ein wasserrechtlicher Tatbestand gemäß §49 WHG (Wasserhaushaltsgesetz der Bundesrepublik Deutschland), der anzeige- und genehmigungspflichtig ist.

Dies ist je nach Lage im Baugebiet ab Graben- bzw. Baugrubentiefen von 2 - 3 m der Fall.

In derartigen Fällen ist daher rechtzeitig vor Beginn der Baumaßnahmen (mindestens 4-6 Wochen) ein Wasserrechtsverfahren nach §43 WG (Wassergesetz von Baden-Württemberg) bei der Unteren Wasserbehörde (Amt für Wasserwirtschaft und Bodenschutz) am zuständigen Landratsamt Esslingen einzuleiten. Diesem formlosen Antrag sind folgende Unterlagen in 4facher Ausfertigung beizufügen:

Merkblatt

G r u n d w a s s e r a b s e n k u n g

I Antragsunterlagen

- Antrag auf vorübergehende Absenkung und Entnahme von Grundwasser während der Bauzeit und auf Grundwasserumleitung nach Erstellung des Bauwerks
- Erläuterungsbericht (s. II)
- Lageplan M 1 : 500 (1 : 2 500)
- Schnitte mit Darstellung des Wasserspiegels und den vorgesehenen Maßnahmen zur Gewährleistung der GW-Umläufigkeit
- Angaben über die zu erwartende Wassermenge (l/s), die Durchlässigkeit (k-Wert) des Untergrundes, Reichweite der Absenkung und die eventuellen Auswirkungen bezüglich Setzungen (Baugrundgutachten bzw. hydrogeologisches Gutachten eines Sachverständigen).
- Ergebnisse der Baugrundaufschlussbohrungen
- Erlaubnis des Betreibers des Kanalnetzes zur Abführung des Grundwassers in die öffentliche Kanalisation

II Beschreibung des Bauvorhabens

- Erfordernis der Grundwasserabsenkung
- Baubeginn
- Absenkungsbeginn
- Absenkdauer
- Absenkziel bzw. Eintauchtiefe ins Grundwasser
- abzuführende Wassermenge in l/s
- Grundwasseranalyse (s.u.)
- Ableitung des Grundwassers während der Bauzeit
- Gründung (Flachgründung, Streifenfundamente, Einzelfundamente)
- Maßnahmen zur Gewährleistung der Grundwasserumläufigkeit nach Erstellung des Bauwerkes
- Verbaumaßnahmen
- Auswirkungen auf die Nachbarbebauung

Parameter für die Grundwasseranalyse:

- Vor Beginn und nach Beendigung der Grundwasserabsenkung ist eine Grundwasserprobe zu entnehmen, deren Analyse dem Landratsamt umgehend vorzulegen ist: Folgende Parameter sind zu untersuchen: Temperatur, el. Leitfähigkeit, pH-Wert, CKW, BTX-Aromaten, PAK, Kohlenwasserstoffe, Phenol, Ammonium

6 Zusammenfassung und Schlussbemerkungen

Die Gemeinde Frickenhausen beabsichtigt die Erschließung des Neubaugebiets „Wasen“ im Ortsteil Linsenhofen. Das Bauvorhaben ist in die Geotechnische Kategorie GK 2 einzustufen. Um Aussagen über die Beschaffenheit des Baugrundes und die Grundwasserverhältnisse zu erhalten, wurde unser Haus mit der Baugrunderkundung und der Erstellung eines geotechnischen Berichts beauftragt.

Hierzu wurden neun Kleinbohrungen abgeteuft, bodenmechanische und chemische Laboruntersuchungen durchgeführt sowie die eingangs genannten Unterlagen ausgewertet.

Das Neubaugebiet befindet sich in der Erdbebenzone 1 und außerhalb von Wasserschutzgebieten und Überschwemmungsgebieten.

Den Erkundungsergebnissen zufolge liegen oberflächennah lokal künstliche Auffüllungen vor, die organoleptisch unauffällig sind. Nach Auskunft eines Anwohners sei das Gelände nahe der Steinach flächig in großer Mächtigkeit aufgefüllt worden, was aber in den Baugrundaufschlüssen außer bei BS 4 nicht erkennbar war. Diesem Sachverhalt sollte im Zuge der weiteren Planung nachgegangen werden.

Der natürlich anstehende Untergrund besteht Auelehm, Kies und Opalinuston.

Grundwasser wurde in Tiefen von ca. 3 - 4 m unter Gelände angetroffen.

Das geotechnische Baugrundmodell wird in Schichtenbeschreibungen, Schichtenprofilen und schematischen geologischen Schnitten dargestellt.

Es wird darauf hingewiesen, dass der angebotene und beauftragte Erkundungsumfang nicht in allen Punkten den Anforderungen der im August 2015 erschienenen Neufassung der DIN 18 300 genügt. Falls die Anforderungen der aktuellen DIN 18 300 eingehalten werden sollen, sind weitere Erkundungsmaßnahmen erforderlich.

Beim Kanal- und Leitungsbau ist mit mittelschwer lösbarem, bindigem und gemischtkörnigem Baugrund zu rechnen, so dass ein maßhaltiger Aushub ohne besondere Erschwernisse erwartet werden kann. In kohäsionsarmem, schwach bindigem Kies kann es zu Ausbrüchen an den Grabenwänden kommen. Die Grabensohle dürfte größtenteils ausreichend tragfähig zur Gründung von Kanälen, Leitungen und Schachtbauwerken sein. Lokal können Lehmlagen einen Bodenaustausch erforderlich machen.

Je nach Lage im Baugebiet und den Witterungs-/Grundwasserverhältnissen zum Zeitpunkt der Bauausführung kann es ab Grabentiefen von 2 - 3 m zu Grundwasserzutritten kommen, die eine bauzeitliche Wasserhaltung erforderlich machen.

Verkehrsflächen sind für sehr frostempfindlichen Untergrund zu bemessen. Eine für Standardbauweisen nach RStO ausreichende Tragfähigkeit des Erdplanums kann nicht erwartet werden, so dass die Erfordernis besonderer Maßnahmen (Bodenverbesserung, Bodenaustausch, Erhöhung der Tragschichtdicke) absehbar ist.

Für Einzelbauvorhaben liegen keine konkreten Planungen und Lastangaben vor. Es können daher nur allgemeine Hinweise zur Gründung gegeben werden. Diese können eine objektspezifische Gründungsberatung nicht ersetzen.

Bei ausreichenden Platzverhältnissen können Baugrubenwände über dem Grundwasser frei unter einem Winkel von 45° geböschet werden. Unter Grundwassereinfluss können flachere Baugrubenwände und/oder besondere Maßnahmen erforderlich werden.

Mögliche Gründungssohlen liegen im Kies, der einen mäßig kompressiblen und ausreichend tragfähigen Baugrund bildet. Der Abtrag von Gebäudelasten kann voraussichtlich meist in Form einer konventionellen Flach- bzw. Flächengründung erfolgen.

Gering belastete Fußböden können dem natürlich anstehenden Untergrund aufgelagert werden. Höher belastete Fußböden im Gewerbe- und Industriebau können besondere Maßnahmen erforderlich machen.

Für erdeinbindende Bauwerke über dem Bemessungswasserstand ist eine Abdichtung gegen Erdfeuchtigkeit in Verbindung mit einer Drainage ausreichend. Bauwerke oder Bauwerksteile, die bis unter den Bemessungswasserstand reichen, sind druckwasserdicht und auftriebssicher auszuführen.

Der Oberboden weist teilweise eine anthropogen bedingte PAK-Belastung auf. Derartiger Oberboden ist für eine Verwertung auf landwirtschaftlichen Flächen bzw. Flächen mit Nutzpflanzen nicht geeignet, kann jedoch in der Einbaukonfiguration Z 1.2 gemäß VwV verwertet werden. Nicht PAK-belasteter Oberboden ist uneingeschränkt verwertbar.

Aushubmaterial von natürlich anstehendem und künstlich aufgefülltem Untergrund in einer Beschaffenheit wie in den untersuchten Bodenproben ist frei verwertbar, wobei dies für Auelehm nur an Standorten mit geogen bedingt erhöhtem Arsengehalt gilt. Bei einer eventuellen Tiefergründung im Opalinuston anfallendes Aushubmaterial weist einen hohen Sulfatgehalt auf und ist nicht bzw. ebenfalls nur an vergleichbaren Standorten mit geogen bedingt erhöhtem Sulfatgehalt im Boden verwertbar. Der hohe Sulfatgehalt bewirkt auch eine starke Betonaggressivität, die bei tieferreichenden Gründungsmaßnahmen ggf. zu beachten ist.

Für sämtliche bis unter den Bemessungswasserstand reichende Baumaßnahmen sowohl bei der Erschließung als auch bei der Bebauung ist ein Wasserrechtsverfahren durchzuführen.

Die Ergebnisse der Feld- und Laboruntersuchungen sowie die daraus resultierenden Angaben im Geotechnischen Bericht gelten nur für die Untersuchungsstellen und den Zeitpunkt der Untersuchungen. Abweichungen hiervon können nicht ausgeschlossen werden, so dass eine sorgfältige und laufende Überprüfung der angetroffenen Verhältnisse im Vergleich zu den Erkundungsergebnissen und Folgerungen im Gutachten erforderlich ist.

Der vorliegende Geotechnische Bericht beschreibt die Untergrundverhältnisse im geplanten Neubaugebiet „Wasen“ in Frickenhausen-Linsenhofen und die aus der Baugrunderkundung resultierenden baulich notwendigen Maßnahmen im Zuge der Erschließung, soweit sie aus dem derzeitigen und uns bekannten Planungsstand absehbar sind, und gibt Hinweise zur späteren Bebauung. Der Gutachter muss über den Beginn und die Durchführung von Aushub- sowie Gründungsarbeiten rechtzeitig verständigt und beigezogen werden, ferner bei Abschluss und/oder

Änderung der Planung, um gegebenenfalls erforderliche Änderungen und Ergänzungen angeben zu können. Sollten bei der Baumaßnahme unvorhergesehene Schwierigkeiten oder Unklarheiten hinsichtlich der Angaben im Geotechnischen Bericht auftreten, so ist der Gutachter ebenfalls unverzüglich zu benachrichtigen.

Die Angabe der Homogenbereiche (Abschnitt 4.4) und die in den schematischen Geologischen Schnitten (Anlage 2) eingetragenen Schichtgrenzen können nicht als Grundlage für verbindliche Massenermittlungen dienen und können ein örtliches Aufmaß nicht ersetzen.

Die geologischen Ergebnisse der Baugrunderkundung (Lageplan und Bohrprofile/Schichtenbeschreibungen) wurden mit Fertigstellung des Gutachtens gemäß Verordnung des Innenministeriums über die Überwachung von Erdaufschlüssen i. V. mit §43 Wassergesetz entsprechend den Auflagen des wasserrechtlichen Bescheids vom 26.09.2016 dem Landratsamt Esslingen, Amt für Wasserwirtschaft und Bodenschutz, und gemäß §3 Lagerstättengesetz dem Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg übersandt.

ANHANG 1

**Richtlinien, Vertrags- und Lieferbedingungen, Arbeitsblätter,
Rechtsgrundlagen, Normen und sonstige Unterlagen
nach dem aktuellen Stand der Geotechnik**

Straßenbau:

- ZTV E-StB 09: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau. Ausgabe 2009. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGVS), Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau. Köln.
- Floss Kommentar ZTV E-StB: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, ZTV E-StB 09, Kommentar und Leitlinien mit Kompendium Erd- und Felsbau. 4. Auflage, 723 S.; Bonn (Kirschbaum).
- ZTV A-StB 12: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen. Ausgabe 2012. FGVS, Kommission kommunale Straßen, Köln.
- ZTV SoB-StB 04: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau. Ausgabe 2004/Fassung 2007. FGVS, Arbeitsgruppe Mineralstoffe im Straßenbau, Köln.
- ZTV T-StB 95: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Tragschichten im Straßenbau. Ausgabe 1995/Fassung 2002. FGVS, Arbeitsgruppe Sonderaufgaben, Köln.
- ZTV Beton-StB 07: Teilweise ersetzt durch ZTV SoB-StB 04, TL SoB-StB 04 und ZTV Beton-StB 07!
Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton. Ausgabe 2007. FGVS, Arbeitsgruppe Betonbauweisen, Köln.
- ZTV Lsw 06: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Ausführung von Lärmschutzwänden an Straßen. Ausgabe 2006. FGVS, Arbeitsgruppe Straßenentwurf, Köln.
- ZTV Lsw 88: Ergänzungen: Entwurfs- und Berechnungsgrundlagen für Bohrpfahlgründungen und Stahlpfosten von Lärmschutzwänden an Straßen. Ausgabe 1997. FGVS, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau, Köln.
- ETV-StB-BW: Ergänzungen zu den Technischen Vertragsbedingungen im Straßenbau - Baden-Württemberg, Teil 1, Ausgabe 2010. Innenministerium Baden-Württemberg.
- TL Gestein-StB 04: Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau. Ausgabe 2004. FGVS, Arbeitsgruppe Mineralstoffe im Straßenbau, Köln.
- TL SoB-StB 04: Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau. Ausgabe 2004/Fassung 2007. FGVS, Arbeitsgruppe Mineralstoffe im Straßenbau, Köln.
- TL G SoB-StB 04: Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau. Teil: Güteüberwachung. Ausgabe 2004/Fassung 2007. FGVS, Arbeitsgruppe Mineralstoffe im Straßenbau, Köln.
- TL Geok E-StB 05: Technische Lieferbedingungen für Geokunststoffe im Erdbau des Straßenbaus. Ausgabe 2005. FGVS, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau. Köln.
- RStO 12: Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen. Ausgabe 2012. FGVS, Arbeitsgruppe Fahrzeug und Fahrbahn, Köln.
- RiStWag: Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wasserschutzgebieten. Ausgabe 2002. FGVS, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau, Köln.
- RuA-StB 01: Richtlinien für die umweltverträgliche Anwendung von industriellen Nebenprodukten und Recycling-Baustoffen im Straßenbau. Ausgabe 2001. FGVS, Arbeitsgruppe Mineralstoffe im Straßenbau, Köln.
- RuVA-StB 01: Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau mit den Erläuterungen zu den Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung. Ausgabe 2001/Fassung 2005. FGVS, Arbeitsgruppe Asphaltstraßen, Köln.
- RAS-Ew: Richtlinien für die Anlage von Straßen - Teil: Entwässerung. Ausgabe 2005. FGVS, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau. Köln.
- RAS-Q: Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil: Querschnitte (RAS-Q). Ausgabe 1996, FGVS, Arbeitsgruppe Verkehrsplanung, Köln.
- RAS-LG3: Richtlinien für die Anlage von Straßen, Abschnitt 3:- Landschaftsgestaltung, Lebendverbau. Ausgabe 1983, FGVS, Arbeitsgruppe Straßenentwurf, Köln.
- M GUB: Merkblatt über geotechnische Untersuchungen und Berechnungen im Straßenbau. Ausgabe 2004. Und M GUB UA: Ergänzungen für den Um- und Ausbau von Straßen. Ausgabe 2013. FGVS, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau. Köln.
- MVV: Merkblatt für versickerungsfähige Verkehrsflächen. Ausgabe 2013. FGVS, Kommission kommunale Straßen. Köln.

Versickerung:

- DWA-Arbeitsblatt A 138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser (April 2005). DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef.

Abfallrecht:

- VwV: Verwaltungsvorschrift des Umweltministerium Baden-Württemberg für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial vom 14.03.2007.
- DepV: Deponieverordnung vom 27. April 2009 (BGBl. I S. 900), zuletzt geändert durch Artikel 5 Absatz 28 des Gesetzes vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212).
- UVM-Erlass: Vorläufige Hinweise zum Einsatz von Recyclingmaterial. Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, 13.04.2004 und ergänzender Erlass vom 10.08.2004 sowie Verlängerungserlass zuletzt vom 10.12.2013.

KrWG:	Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz - KrWG) vom 24.02.2012, zuletzt geändert am 22.05.2013 und berichtigt am 07.10.2013.
Handlungshilfe:	Handlungshilfe für Entscheidungen über die Ablagerbarkeit von Abfällen mit organischen Schadstoffen, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, Stand Mai 2012 (Handlungshilfe organische Schadstoffe auf Deponien).
BBodSchV:	BBodSchV: Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999 (BGBl. I S. 1554), zuletzt geändert durch Artikel 5 Absatz 31 des Gesetzes vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212).
Spiegeleinträge:	Zuordnung von Abfällen zu Abfallarten aus Spiegeleinträgen. Vorläufige Vollzugshinweise des Ministeriums für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg auf der Grundlage des Entwurfs einer Handlungshilfe des Abfalltechnikausschusses der LAGA. Reihe Abfall, Heft 69, 28.10.2002, aktualisiert Februar 2006.

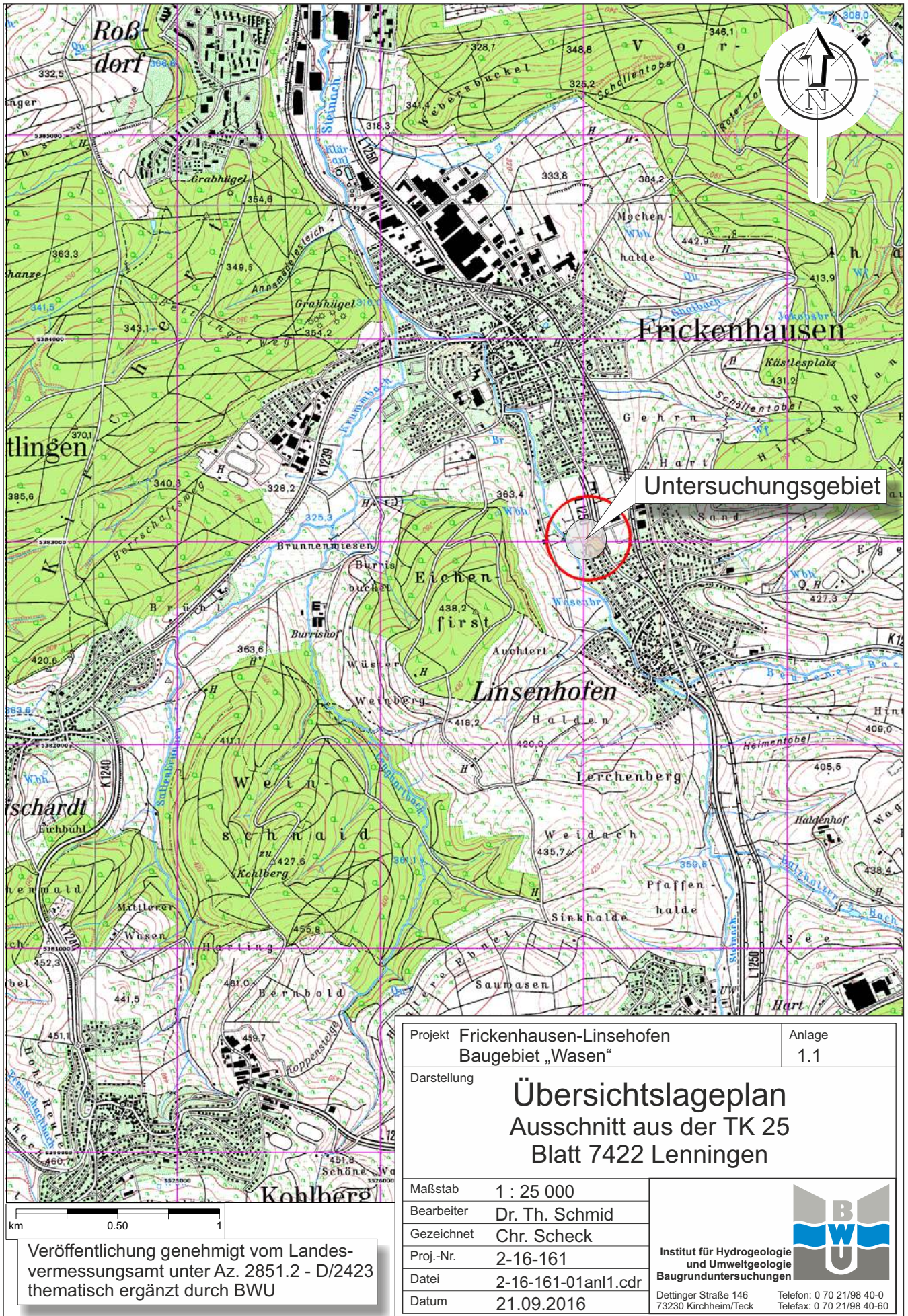
Normen (jeweils gültig in der aktuellsten Fassung):

DIN 1054:	Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1.
DIN 1055-2:	Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 2: Bodenkenngrößen.
DIN 4019:	Baugrund - Setzungsberechnungen.
DIN 4020:	Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-2.
DIN 4095:	Baugrund; Dränung zum Schutz baulicher Anlagen; Planung, Bemessung und Ausführung.
DIN 4123:	Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen im Bereich bestehender Gebäude.
DIN 4124:	Baugruben und Gräben - Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten.
DIN 4149:	zurückgezogen. Dokument wurde ersetzt durch: DIN EN 1998-1:2010-12 DIN EN 1998-1/NA:2010-08 DIN EN 1998-1/NA:2011-01 DIN EN 1998-5:2010-12 DIN EN 1998-5/NA:2011-07.
DIN 4030:	Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase - Teil 1: Grundlagen und Grenzwerte.
DIN 4084:	Baugrund - Geländebruchberechnungen
DIN 14 199:	Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau - Mikropfähle; Deutsche Fassung EN 14199:2015.
DIN 18 122:	Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Zustandsgrenzen (Konsistenzgrenzen) - Teil 1: Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze. - Teil 2: Bestimmung der Schrumpfgrenze.
DIN 18 123:	Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung der Korngrößenverteilung.
DIN 18 125-2:	Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung der Dichte des Bodens - Teil 2: Feldversuche.
DIN 18 127:	Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Proctorversuch.
DIN 18 128:	Baugrund - Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung des Glühverlustes
DIN 18 130:	Baugrund - Untersuchung von Bodenproben; Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts - Teil 1: Laborversuche. - Teil 2: Feldversuche.
DIN 18 134:	Baugrund - Versuche und Versuchsgeräte - Plattendruckversuch.
DIN 18 136:	Baugrund - Untersuchung von Bodenproben - Einaxialer Druckversuch
DIN 18 195-1:	Bauwerksabdichtungen - Teil 1: Grundsätze, Definitionen, Zuordnung der Abdichtungsarten.
DIN 18 196:	Erd- und Grundbau - Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke.
DIN 18 300:	VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Erdarbeiten.
DIN 18 301:	VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Bohrarbeiten.
DIN 18 319:	VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Rohrvortriebsarbeiten.
DIN 18 915:	Vegetationstechnik im Landschaftsbau - Bodenarbeiten.
DIN 18 916:	Vegetationstechnik im Landschaftsbau - Pflanzen und Pflanzarbeiten.
DIN 18 917:	Vegetationstechnik im Landschaftsbau - Rasen und Saatarbeiten
DIN 18 918:	Vegetationstechnik im Landschaftsbau - Ingenieurbiologische Sicherungsbauweisen - Sicherungen durch Ansaaten, Bepflanzungen, Bauweisen mit lebenden und nicht lebenden Stoffen und Bauteilen, kombinierte Bauweisen.
DIN 18 919:	Vegetationstechnik im Landschaftsbau - Entwicklungs- und Unterhaltungspflege von Grünflächen
DIN EN 805:	Wasserversorgung, Anforderungen an Wasserversorgungssysteme und deren Bauteile außerhalb von Gebäuden
DIN EN 1536:	Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau - Bohrpfähle; Deutsche Fassung EN 1536:2010+A1:2015
DIN EN 1537:	Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau - Verpressanker; Deutsche Fassung EN 1537:2013
DIN EN 1610:	Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen; Deutsche Fassung EN 1610:2015
DIN EN 1997:	Eurocode 7 - Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln; Deutsche Fassung EN 1997-1:2004 + AC:2009 + A1:2013 + NA:2010. - Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds; Dt. Fassung EN 1997-2:2007+ AC:2010 + NA:2010.
DIN EN 1998:	Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben - Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten; Deutsche Fassung EN 1998-1:2004 + AC:2009 + A1:2013. - Teil 2: Brücken; Deutsche Fassung EN 1998-2:2005 + A1:2009 + A2:2011 + AC:2010. + NA:2011. - Teil 3: Beurteilung und Ertüchtigung von Gebäuden; Deutsche Fassung EN 1998-3:2005+AC:2010+Ber1:2013. - Teil 4: Silos, Tankbauwerke und Rohrleitungen; Deutsche Fassung EN 1998-4:2006.

- Teil 5: Gründungen, Stützbauwerke und geotechnische Aspekte; Deutsche Fassung EN 1998-5:2004+NA:2011.
- Teil 6: Türme, Maste und Schornsteine; Deutsche Fassung EN 1998-6:2005.
- DIN EN ISO 14 688: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden
 - Teil 1: Benennung und Beschreibung (ISO 14688-1:2002 + Amd 1:2013); Deutsche Fassung EN ISO 14688-1:2002 + A1:2013.
 - Teil 2: Grundlagen für Bodenklassifizierungen (ISO 14688-2:2004 + Amd 1:2013); Deutsche Fassung EN ISO 14688-2:2004 + A1:2013.
- DIN EN ISO 14 689: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Fels
 - Teil 1: Benennung und Beschreibung (ISO 14689-1:2003); Deutsche Fassung EN ISO 14689-1:2003.
- DIN EN ISO 17 892: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Laborversuche an Bodenproben
 - Teil 1: Bestimmung des Wassergehalts (ISO 17892-1:2014); Deutsche Fassung EN ISO 17892-1:2014.
 - Teil 2: Bestimmung der Dichte des Bodens (ISO 17892-2:2014); Deutsche Fassung EN ISO 17892-2:2014.
 - Teil 3 (Normentwurf): Bestimmung der Korndichte (ISO/DIS 17892-3:2014); Deutsche Fassung prEN ISO 17892-3:2014.
 - Teil 4 (Normentwurf): Bestimmung der Korngrößenverteilung (ISO/DIS 17892-4:2014); Deutsche Fassung prEN ISO 17892-4:2014.
 - Teil 5 (Normentwurf): Oedometerversuch mit stufenweiser Belastung (ISO/DIS 17892-5:2014); Deutsche Fassung prEN ISO 17892-5:2014.
 - Teil 6 (Normentwurf): Fallkegelversuch (ISO/DIS 17892-6:2014); Deutsche Fassung prEN ISO 17892-6:2014.
- DIN ISO/TS 17 892: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Laborversuche an Bodenproben
 - Teil 7 (Vornorm): Einaxialer Druckversuch an feinkörnigen Böden (ISO/TS 17892-7:2004); Deutsche Fassung CEN ISO/TS 17892-7:2004.
 - Teil 8 (Vornorm): Unkonsolidierter undrännierter Triaxialversuch (ISO/TS 17892-8:2004); Deutsche Fassung CEN ISO/TS 17892-8:2004.
 - Teil 9 (Vornorm): Konsolidierte triaxiale Kompressionsversuche an wassergesättigten Böden (ISO/TS 17892-9:2004); Deutsche Fassung CEN ISO/TS 17892-9:2004.
 - Teil 10 (Vornorm): Direkte Scherversuche (ISO/TS 17892-10:2004); Deutsche Fassung CEN ISO/TS 17892-10:2004.
 - Teil 11 (Vornorm): Bestimmung der Durchlässigkeit mit konstanter und fallender Druckhöhe (ISO/TS 17892-11:2004); Deutsche Fassung CEN ISO/TS 17892-11:2004.
 - Teil 12 (Vornorm): Bestimmung der Zustandsgrenzen (ISO/TS 17892-12:2004); Deutsche Fassung CEN ISO/TS 17892-12:2004.
- DIN EN ISO 22 475: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Probenentnahmeverfahren und Grundwassermessungen
 - Teil 1: Technische Grundlagen der Ausführung (ISO 22475-1:2006); Deutsche Fassung EN ISO 22475-1:2006.
- DIN EN ISO 22 476: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Felduntersuchungen
 - Teil 1: Drucksondierungen mit elektrischen Messwertaufnehmern und Messeinrichtungen für den Porenwasserdruck (ISO 22476-1:2012 + Cor. 1:2013); Deutsche Fassung EN ISO 22476-1:2012 + AC:2013.
 - Teil 2: Rammsondierungen (ISO 22476-2:2005 + Amd 1:2011); Deutsche Fassung EN ISO 22476-2:2005 + A1:2011.
 - Teil 3: Standard Penetration Test (ISO 22476-3:2005 + Amd 1:2011); Deutsche Fassung EN ISO 22476-3:2005 + A1:2011.
 - Teil 9: Flügelscherversuch (ISO/DIS 22476-9:2014); Deutsche Fassung prEN ISO 22476-9:2014

Weitere Unterlagen:

- EA-Pfähle: Empfehlungen des Arbeitskreises "Pfähle" : EA-Pfähle / hrsg. von der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V., 2., erg. und erw. Auflage. Berlin : Ernst & Sohn, 2012.
- Lohmeyer, G., Ebeling, K. (2008): Betonböden für Produktions- und Lagerhallen. Planung, Bemessung, Ausführung. 2. überarb. Aufl., Düsseldorf: Verlag Bau+Technik GmbH, 2008.
- Schwarz, J./Grünthal, G. (2005): Bauten in deutschen Erdbebengebieten - zur Einführung der DIN 4149:2005 in Bautechnik 82 (2005), Heft 8, S. 486-499, Verlag Ernst & Sohn, Berlin
- Ostermayer, H (2009): Verpressanker. In: Witt, K. J. (Hrsg): Grundbau-Taschenbuch, Teil 2 - Geotechnische Verfahren. 7., überarbeitete und aktualisierte Auflage 2009, Ernst und Sohn, Berlin.
- WU-Richtlinie: DafStB-Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton (WU-Richtlinie)" (2003-11) und Berichtigung zur WU-Richtlinie (2006-03). Deutscher Ausschuss für Stahlbeton im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
- DVGW-Arbeitsblatt GW 9: Beurteilung von Böden hinsichtlich ihres Korrosionsverhaltens auf erdverlegte Rohrleitungen und Behälter aus unlegierten oder niedriglegierten Eisenwerkstoffen. - Technische Regel Arbeitsblatt GW 9. Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V., Eschborn, März 1986.
- DGEG: Empfehlungen für den Bau und die Sicherung von Böschungen. Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Erd- und Grundbau. Die Bautechnik 39 (12): 404, 1962



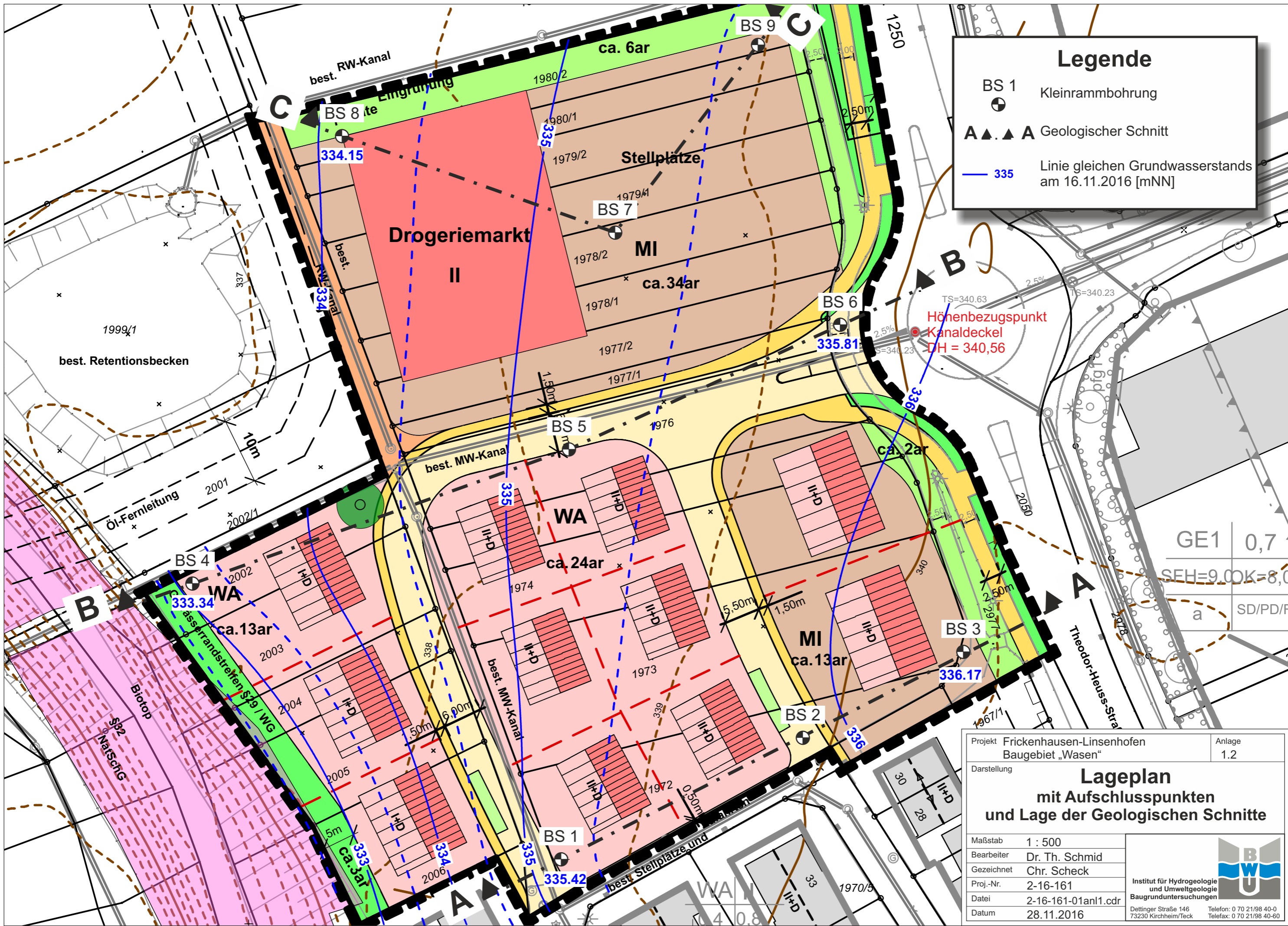
Veröffentlichung genehmigt vom Landesvermessungsamt unter Az. 2851.2 - D/2423 thematisch ergänzt durch BWU

Projekt	Frickenhausen-Linsenhofen Baugebiet „Wasen“	Anlage	1.1
---------	--	--------	-----

Darstellung	<h2>Übersichtslageplan</h2> <h3>Ausschnitt aus der TK 25</h3> <h3>Blatt 7422 Lenningen</h3>		
-------------	---	--	--

Maßstab	1 : 25 000
Bearbeiter	Dr. Th. Schmid
Gezeichnet	Chr. Scheck
Proj.-Nr.	2-16-161
Datei	2-16-161-01anl1.cdr
Datum	21.09.2016

Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen	

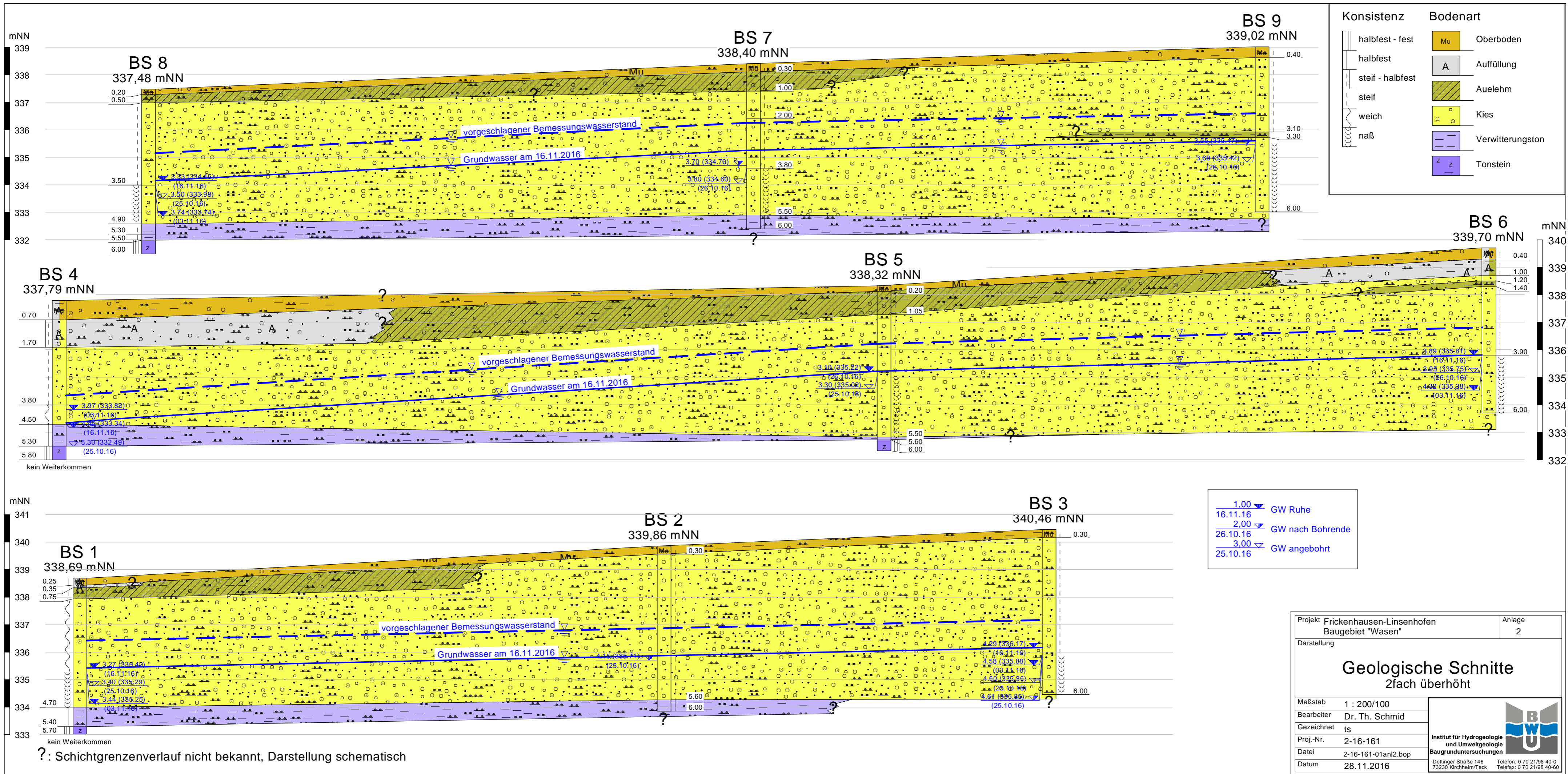


Legende

- BS 1 Kleinrammbohrung
- A ▲ . ▲ A Geologischer Schnitt
- 335 Linie gleichen Grundwasserstands am 16.11.2016 [mNN]


TS=340.63
 Höhenbezugspunkt
 Kanaldeckel
 DH = 340,56

Projekt	Frickenhausen-Linsenhofen Baugebiet „Wasen“	Anlage	1.2
Darstellung	Lageplan mit Aufschlusspunkten und Lage der Geologischen Schnitte		
Maßstab	1 : 500		
Bearbeiter	Dr. Th. Schmid		
Gezeichnet	Chr. Scheck		
Proj.-Nr.	2-16-161		
Datei	2-16-161-01an1.cdr		
Datum	28.11.2016		
		Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen Dettinger Straße 146 73230 Kirchheim/Teck Telefon: 0 70 21/98 40-0 Telefax: 0 70 21/98 40-60	



Konsistenz		Bodenart	
	halbfest - fest	Mu	Oberboden
	halbfest	A	Auffüllung
	steif - halbfest	Auelehm	Auelehm
	steif	Kies	Kies
	weich	Verwitterungston	Verwitterungston
	naß	Tonstein	Tonstein

1,00	▼	GW Ruhe
16.11.16	▼	GW nach Bohrende
2,00	▼	
26.10.16	▼	GW angebohrt
3,00	▼	
25.10.16	▼	

Projekt	Frickenhäuser-Linsenhofen Baugebiet "Wasen"	Anlage	2
Darstellung	Geologische Schnitte 2fach überhöht		
Maßstab	1 : 200/100		
Bearbeiter	Dr. Th. Schmid		
Gezeichnet	ts		
Proj.-Nr.	2-16-161		
Datei	2-16-161-01anl2.bop		
Datum	28.11.2016		
Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen		 Dettinger Straße 146 Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck Telefax: 0 70 21/98 40-60	

? : Schichtgrenzenverlauf nicht bekannt, Darstellung schematisch

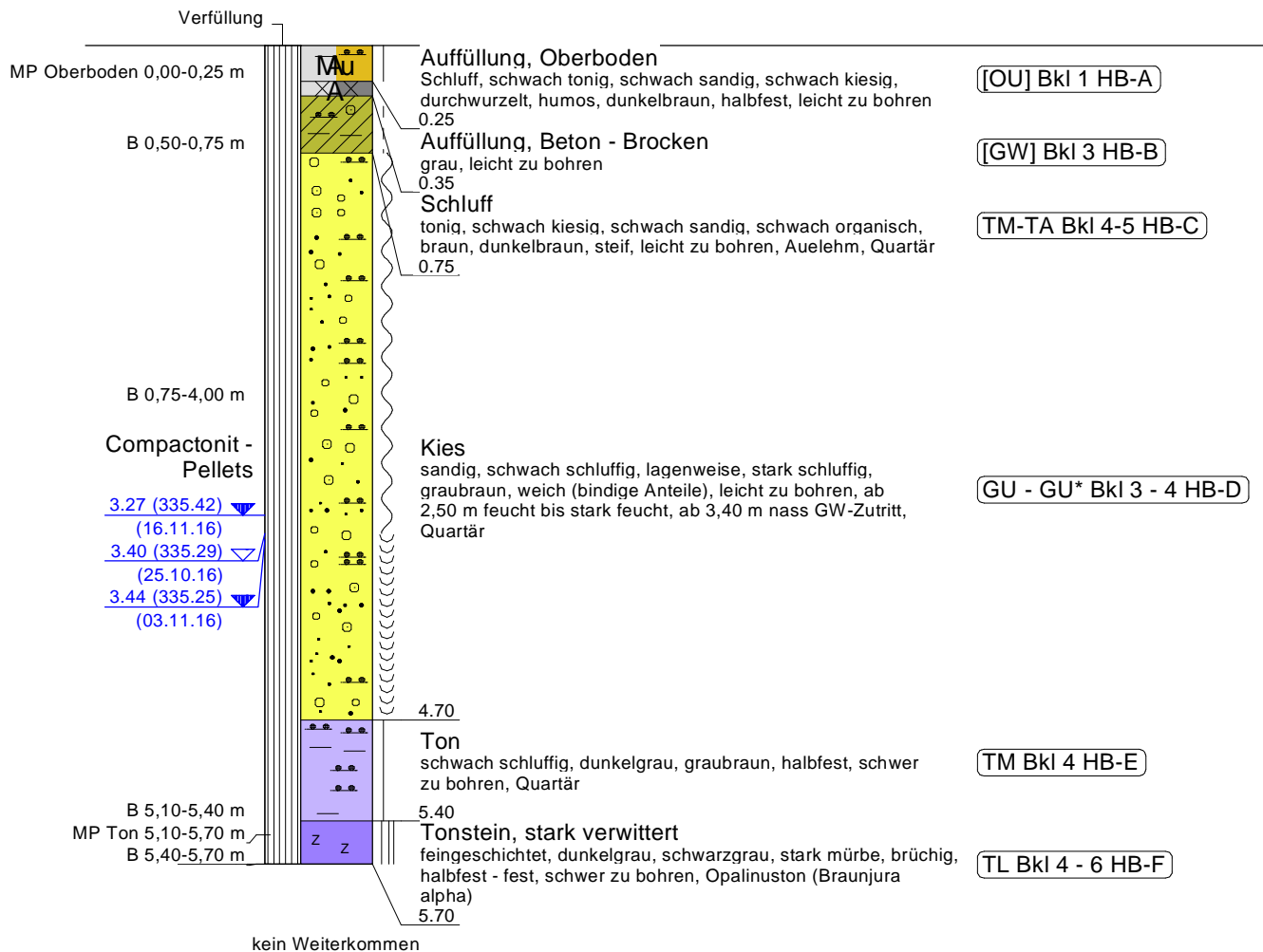
Aufschlussart	Kleinbohrung (DIN EN ISO 22475-1)	Nutzung	Acker	Lage	s. Lageplan
Bohrdurchmesser	60/50 mm	Versiegelung	nein	rechts	nicht bekannt
Methode	Rammkernsonde/MRZB Sondierbohrgerät	Reliefformtyp	Tal	hoch	nicht bekannt
Zeitraum	25.10.2016	Neigung	N 1	Bem.:	
Bohrkernaufnahme	M. Marx				


Probenart:
 B = Boden
 Bl = Bodenluft
 W = Wasser

Bodengruppen nach DIN 18 196
 Bodenklassen nach DIN 18 300:2012-09
 Homogenbereiche nach DIN 18 300:2015-08

BS 1

338,69 mNN



Projekt Frickenhausen-Linsenhofen, Baugebiet "Wasen"		Anlage 3.1
Darstellung Schichtenprofil und Schichten- beschreibung BS 1		
Maßstab	1 : 50	 Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen Dettinger Straße 146 Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck Telefax: 0 70 21/98 40-60
Bearbeiter	Dr. Th. Schmid	
Gezeichnet	Chr. Scheck	
Proj.-Nr.	2-16-161	
Datei	2-16-161-01an13.1.bop	
Datum	03.11.2016	

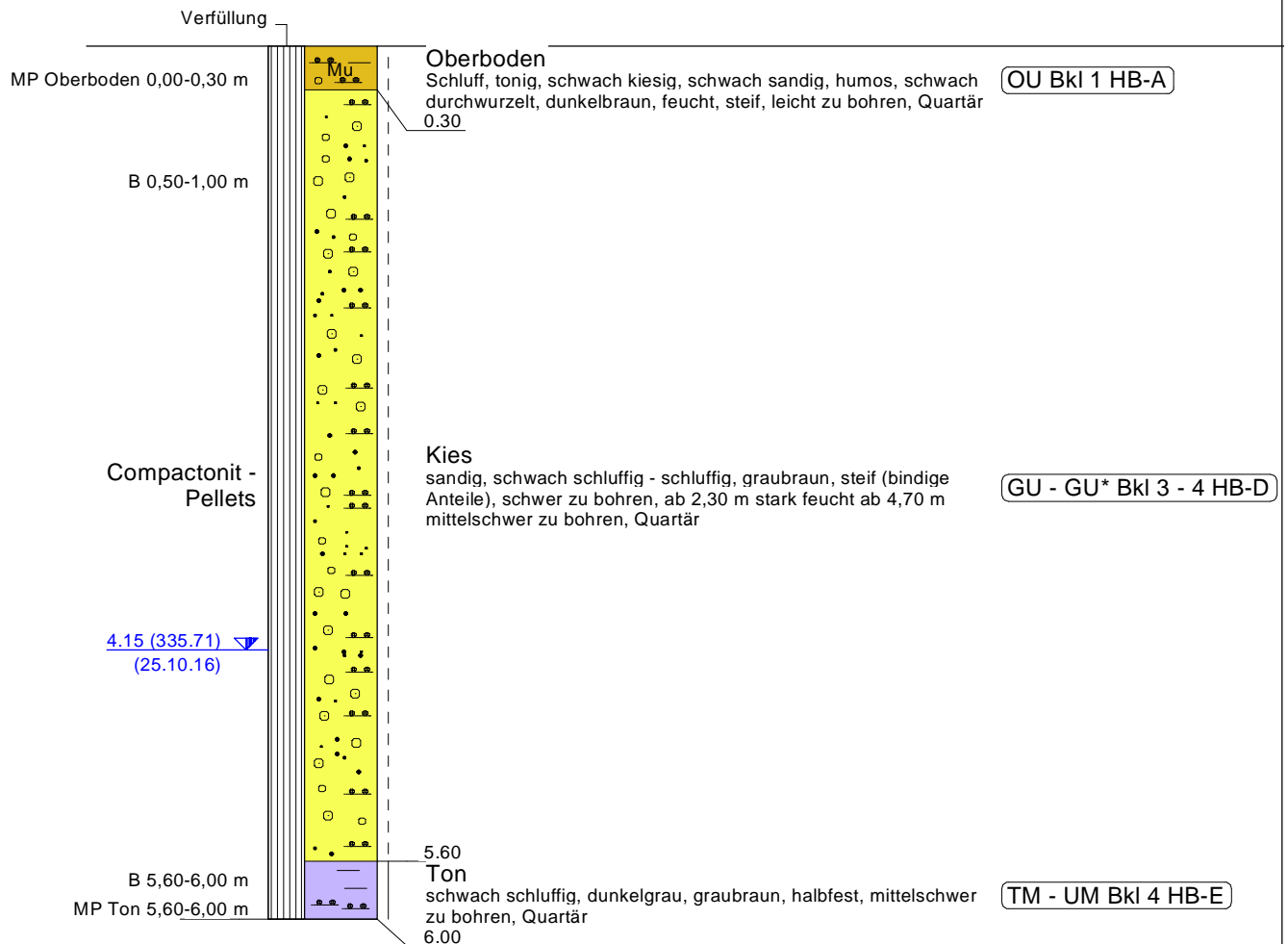
Aufschlussart	Kleinbohrung (DIN EN ISO 22475-1)	Nutzung	Acker	Lage	s. Lageplan
Bohrdurchmesser	60/50 mm	Versiegelung	nein	rechts	nicht bekannt
Methode	Rammkernsonde/MRZB Sondierbohrgerät	Reliefformtyp	Tal	hoch	nicht bekannt
Zeitraum	25.10.2016	Neigung	N 1	Bem.:	
Bohrkernaufnahme	M. Marx				


Probenart:
 B = Boden
 Bl = Bodenluft
 W = Wasser

Bodengruppen nach DIN 18 196
 Bodenklassen nach DIN 18 300:2012-09
 Homogenbereiche nach DIN 18 300:2015-08

BS 2

339,86 mNN



Projekt Frickenhausen-Linsenhofen, Baugebiet "Wasen"		Anlage 3.2
Darstellung Schichtenprofil und Schichten- beschreibung BS 2		
Maßstab	1 : 50	 Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen Dettinger Straße 146 Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck Telefax: 0 70 21/98 40-60
Bearbeiter	Dr. Th. Schmid	
Gezeichnet	Chr. Scheck	
Proj.-Nr.	2-16-161	
Datei	2-16-161-01anl3.2.bop	
Datum	03.11.2016	

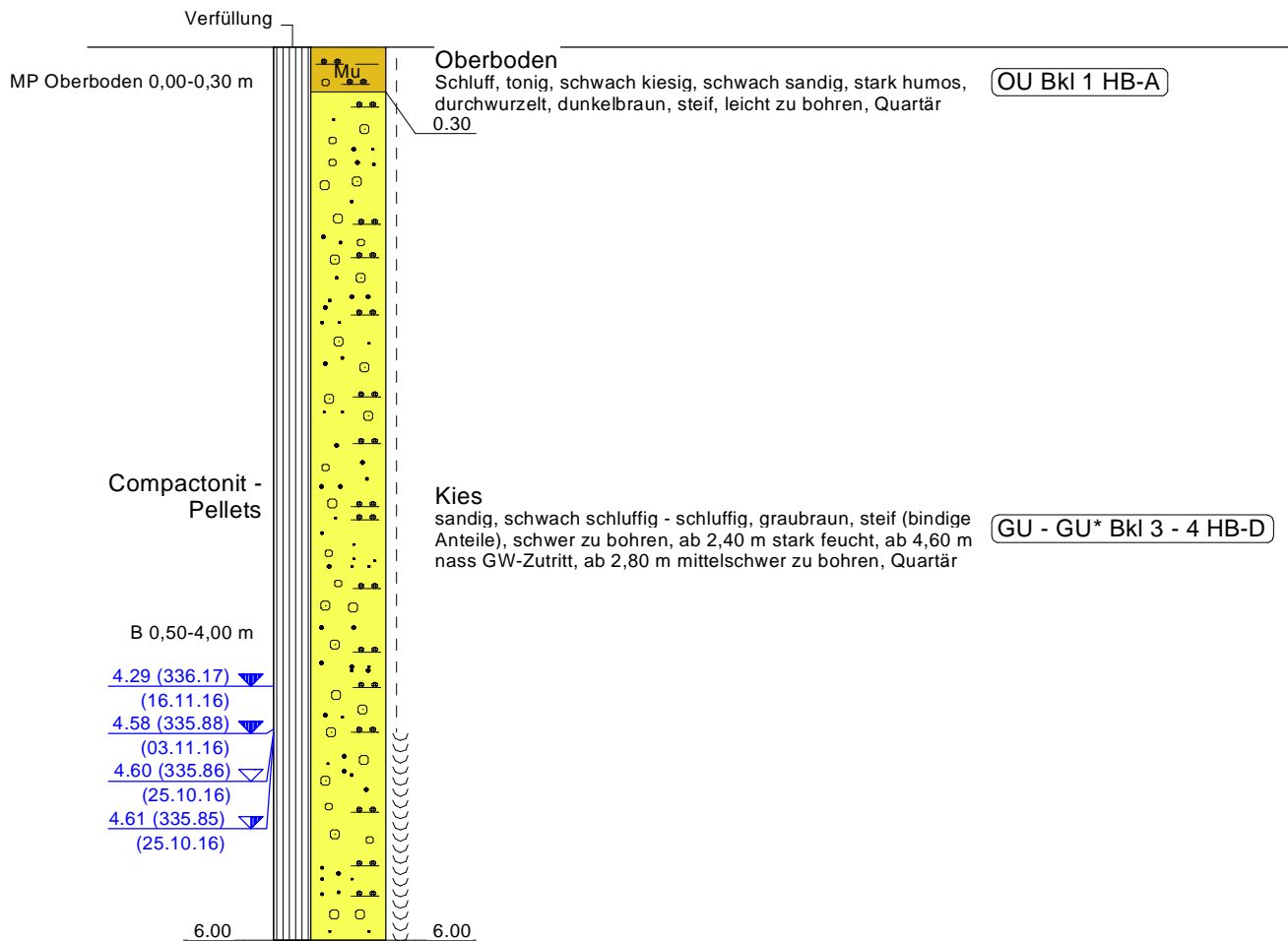
Aufschlussart	Kleinbohrung (DIN EN ISO 22475-1)	Nutzung	Acker	Lage	s. Lageplan
Bohrdurchmesser	60/50 mm	Versiegelung	nein	rechts	nicht bekannt
Methode	Rammkernsonde/MRZB Sondierbohrgerät	Reliefformtyp	Tal	hoch	nicht bekannt
Zeitraum	25.10.2016	Neigung	N 1	Bem.:	
Bohrkernaufnahme	M. Marx				


Probenart:
 B = Boden
 Bl = Bodenluft
 W = Wasser

Bodengruppen nach DIN 18 196
 Bodenklassen nach DIN 18 300:2012-09
 Homogenbereiche nach DIN 18 300:2015-08

BS 3

340,46 mNN



Projekt Frickenhausen-Linsenhofen, Baugebiet "Wasen"		Anlage 3.3
Darstellung Schichtenprofil und Schichten- beschreibung BS 3		
Maßstab	1 : 50	 Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen Dettinger Straße 146 Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck Telefax: 0 70 21/98 40-60
Bearbeiter	Dr. Th. Schmid	
Gezeichnet	Chr. Scheck	
Proj.-Nr.	2-16-161	
Datei	2-16-161-01anl3.3.bop	
Datum	03.11.2016	

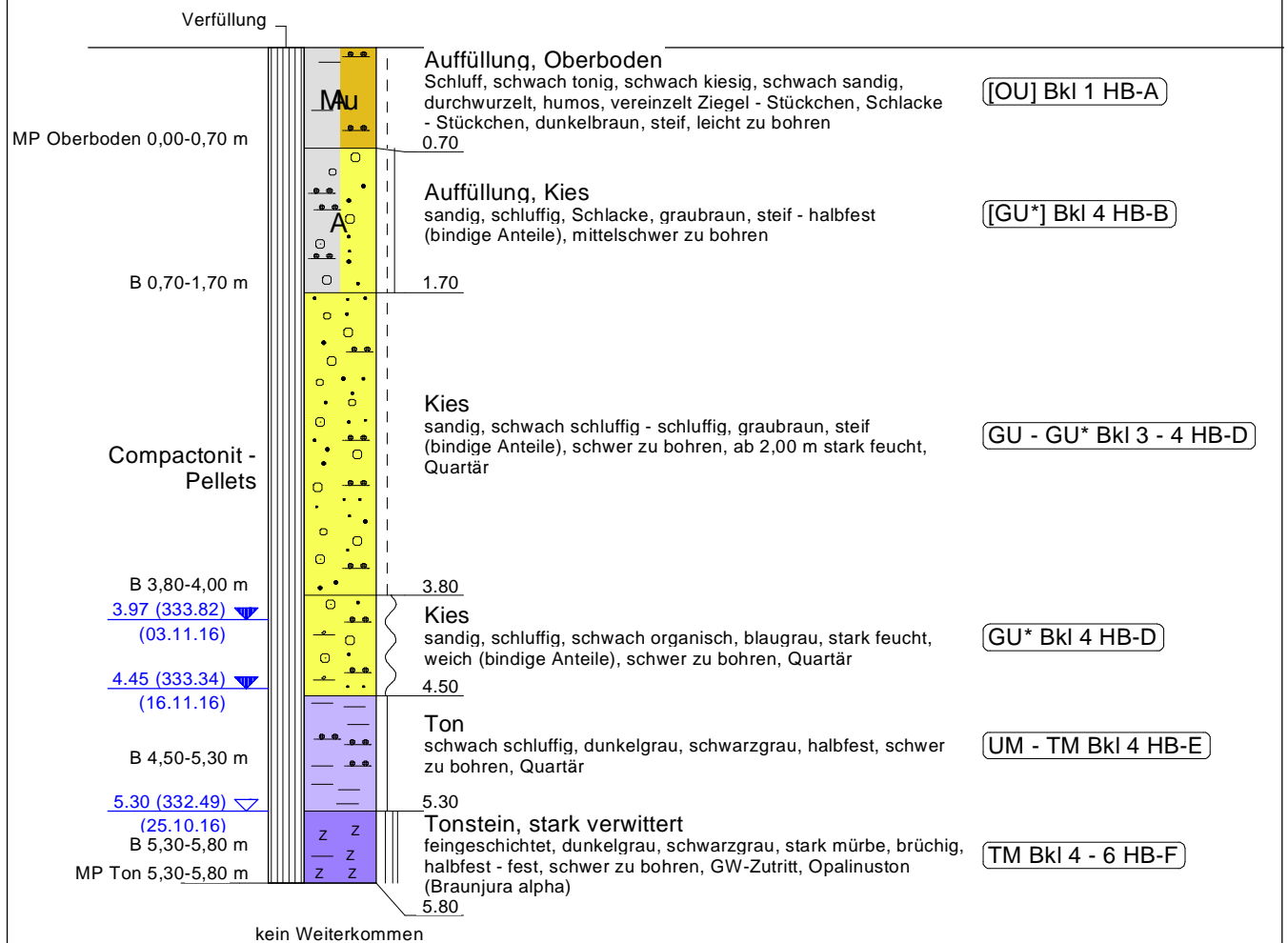
Aufschlussart	Kleinbohrung (DIN EN ISO 22475-1)	Nutzung	Wiese	Lage	s. Lageplan
Bohrdurchmesser	60/50 mm	Versiegelung	nein	rechts	nicht bekannt
Methode	Rammkernsonde/MRZB Sondierbohrgerät	Reliefformtyp	Tal	hoch	nicht bekannt
Zeitraum	25.10.2016	Neigung	N 1	Bem.:	
Bohrkernaufnahme	M. Marx				


Probenart:
 B = Boden
 BI = Bodenluft
 W = Wasser

Bodengruppen nach DIN 18 196
 Bodenklassen nach DIN 18 300:2012-09
 Homogenbereiche nach DIN 18 300:2015-08

BS 4

337,79 mNN



Projekt Frickenhausen-Linsenhofen, Baugebiet "Wasen"		Anlage 3.4
Darstellung		
Schichtenprofil und Schichtenbeschreibung BS 4		
Maßstab	1 : 50	 Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen Dettinger Straße 146 Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck Telefax: 0 70 21/98 40-60
Bearbeiter	Dr. Th. Schmid	
Gezeichnet	Chr. Scheck	
Proj.-Nr.	2-16-161	
Datei	2-16-161-01an13.4.bop	
Datum	03.11.2016	

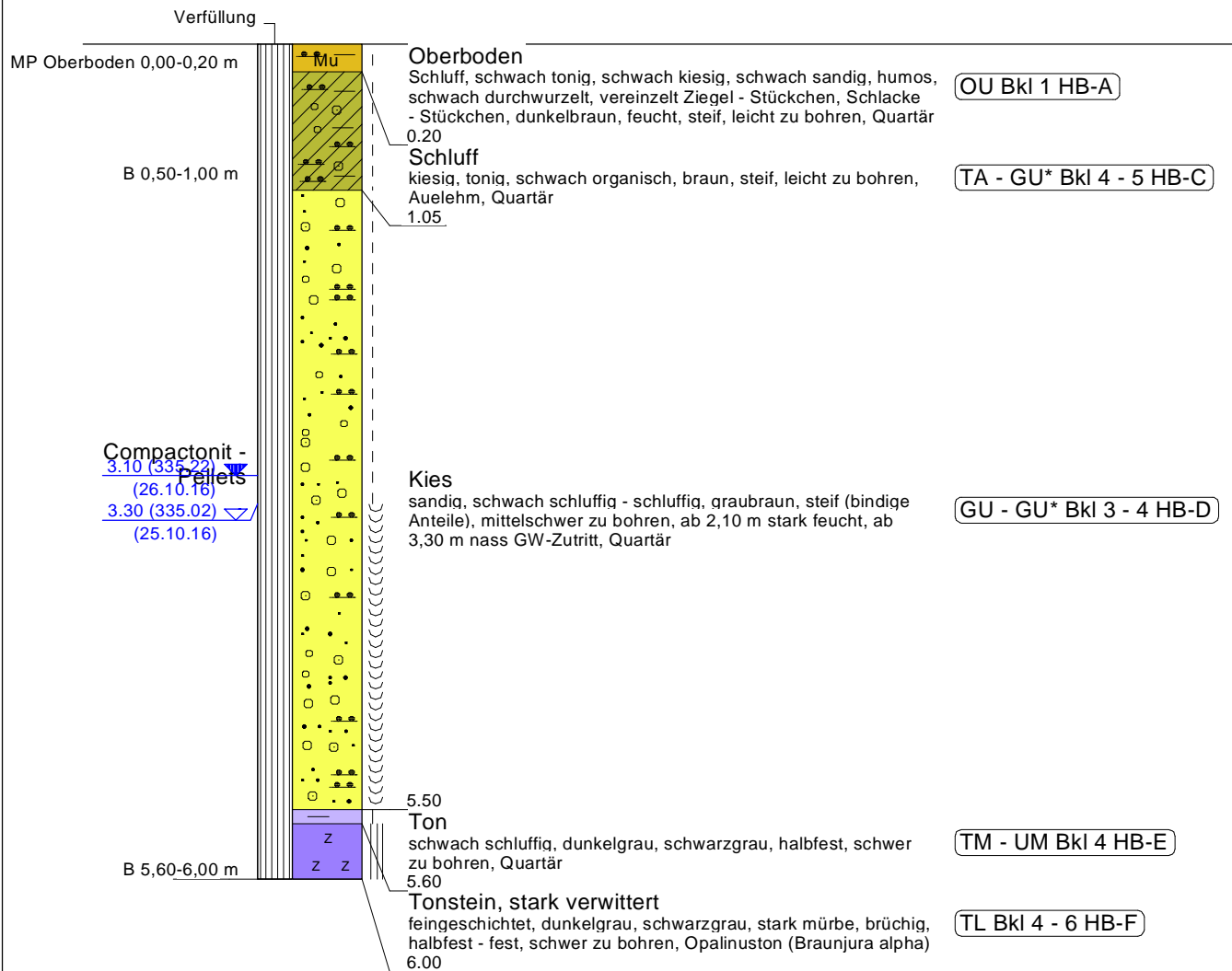
Aufschlussart	Kleinbohrung (DIN EN ISO 22475-1)	Nutzung	Acker	Lage	s. Lageplan
Bohrdurchmesser	60/50 mm	Versiegelung	nein	rechts	nicht bekannt
Methode	Rammkernsonde/MRZB Sondierbohrgerät	Reliefformtyp	Tal	hoch	nicht bekannt
Zeitraum	25.10.2016	Neigung	N 1	Bem.:	
Bohrkernaufnahme	M. Marx				


Probenart:
 B = Boden
 Bl = Bodenluft
 W = Wasser

Bodengruppen nach DIN 18 196
 Bodenklassen nach DIN 18 300:2012-09
 Homogenbereiche nach DIN 18 300:2015-08

BS 5

338,32 mNN



Projekt Frickenhausen-Linsenhofen, Baugebiet "Wasen"		Anlage 3.5
Darstellung Schichtenprofil und Schichten- beschreibung BS 5		
Maßstab	1 : 50	 Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen Dettinger Straße 146 Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck Telefax: 0 70 21/98 40-60
Bearbeiter	Dr. Th. Schmid	
Gezeichnet	Chr. Scheck	
Proj.-Nr.	2-16-161	
Datei	2-16-161-01anl3.5.bop	
Datum	03.11.2016	

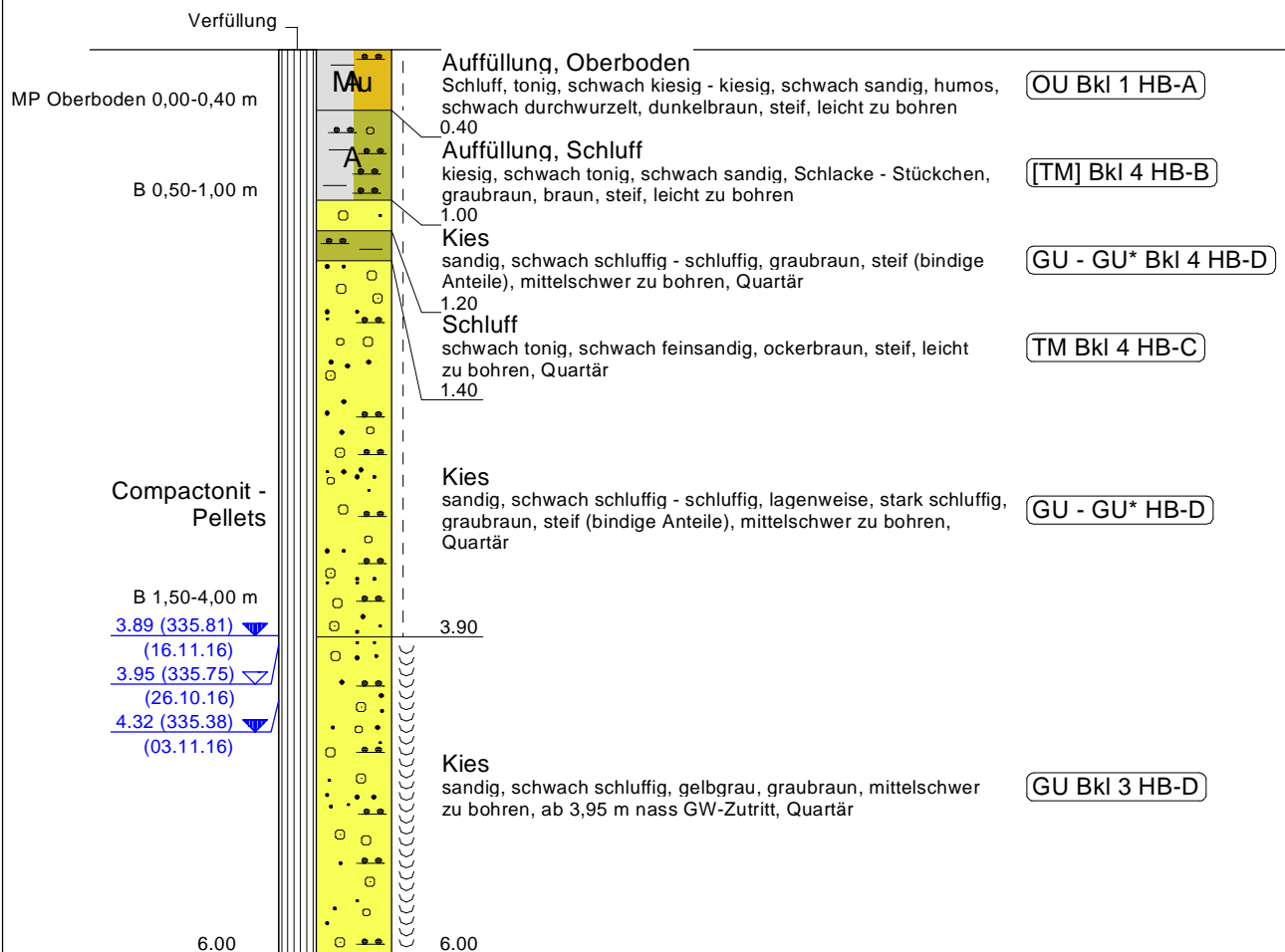
Aufschlussart	Kleinbohrung (DIN EN ISO 22475-1)	Nutzung	Acker	Lage	s. Lageplan
Bohrdurchmesser	60/50 mm	Versiegelung	nein	rechts	nicht bekannt
Methode	Rammkernsonde/MRZB Sondierbohrgerät	Reliefformtyp	Tal	hoch	nicht bekannt
Zeitraum	26.10.2016	Neigung	N 1	Bem.:	
Bohrkernaufnahme	M. Marx				


Probenart:
 B = Boden
 BI = Bodenluft
 W = Wasser

Bodengruppen nach DIN 18 196
 Bodenklassen nach DIN 18 300:2012-09
 Homogenbereiche nach DIN 18 300:2015-08

BS 6

339,70 mNN



Projekt Frickenhausen-Linsenhofen, Baugebiet "Wasen"		Anlage 3.6
Darstellung Schichtenprofil und Schichten- beschreibung BS 6		
Maßstab	1 : 50	 Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen Dettinger Straße 146 Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck Telefax: 0 70 21/98 40-60
Bearbeiter	Dr. Th. Schmid	
Gezeichnet	Chr. Scheck	
Proj.-Nr.	2-16-161	
Datei	2-16-161-01anl3.6.bop	
Datum	03.11.2016	

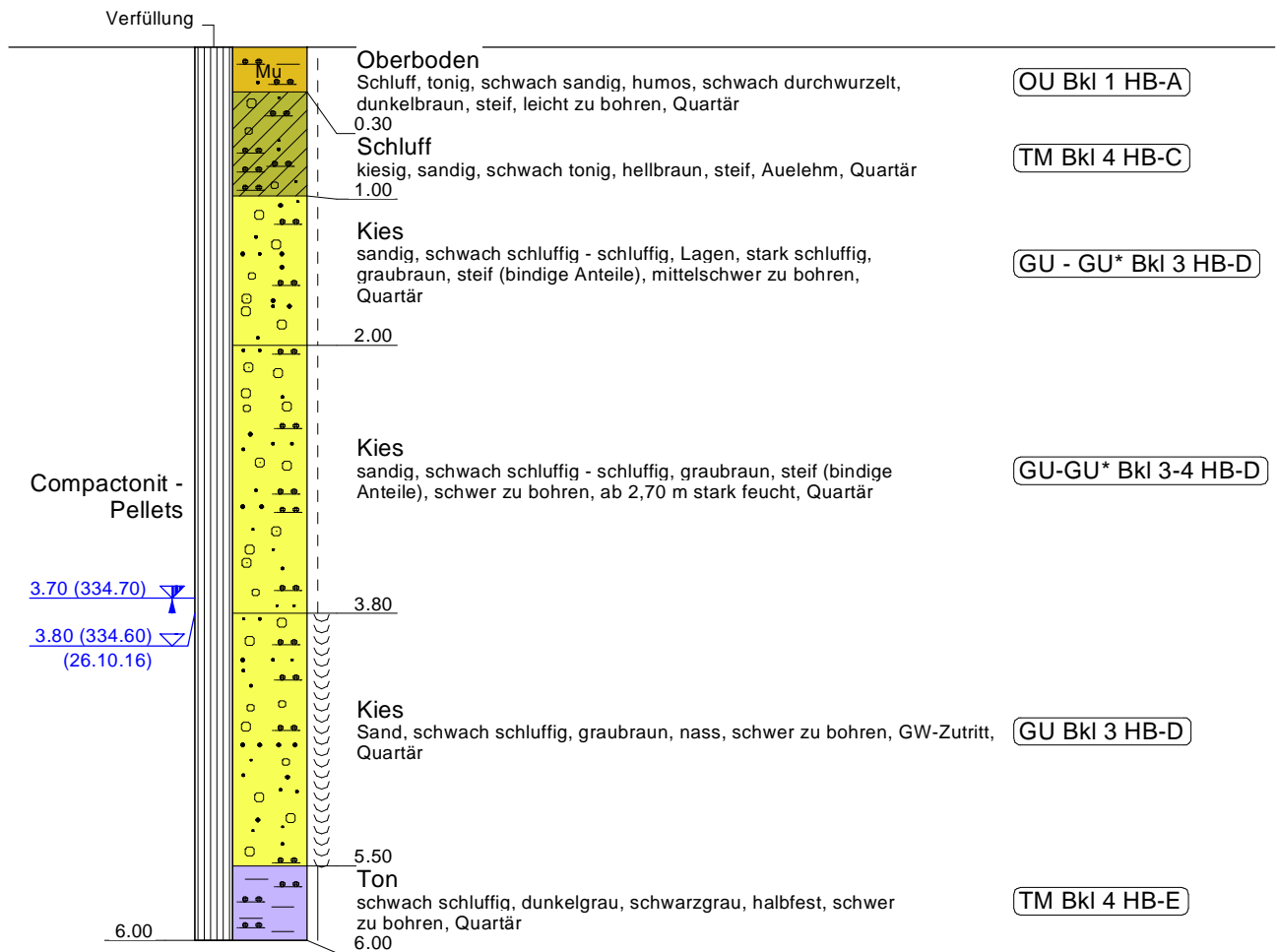
Aufschlussart	Kleinbohrung (DIN EN ISO 22475-1)	Nutzung	Acker	Lage	s. Lageplan
Bohrdurchmesser	60/50 mm	Versiegelung	nein	rechts	nicht bekannt
Methode	Rammkernsonde/MRZB Sondierbohrgerät	Reliefformtyp	Tal	hoch	nicht bekannt
Zeitraum	26.10.2016	Neigung	N 1	Bem.:	
Bohrkernaufnahme	M. Marx				


Probenart:
 B = Boden
 Bl = Bodenluft
 W = Wasser

Bodengruppen nach DIN 18 196
 Bodenklassen nach DIN 18 300:2012-09
 Homogenbereiche nach DIN 18 300:2015-08

BS 7

338,40 mNN



Projekt Frickenhausen-Linsenhofen, Baugebiet "Wasen"		Anlage 3.1
Darstellung Schichtenprofil und Schichten- beschreibung BS 7		
Maßstab	1 : 50	 Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen Dettinger Straße 146 Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck Telefax: 0 70 21/98 40-60
Bearbeiter	Dr. Th. Schmid	
Gezeichnet	Chr. Scheck	
Proj.-Nr.	2-16-161	
Datei	2-16-161-01an13.7.bop	
Datum	03.11.2016	

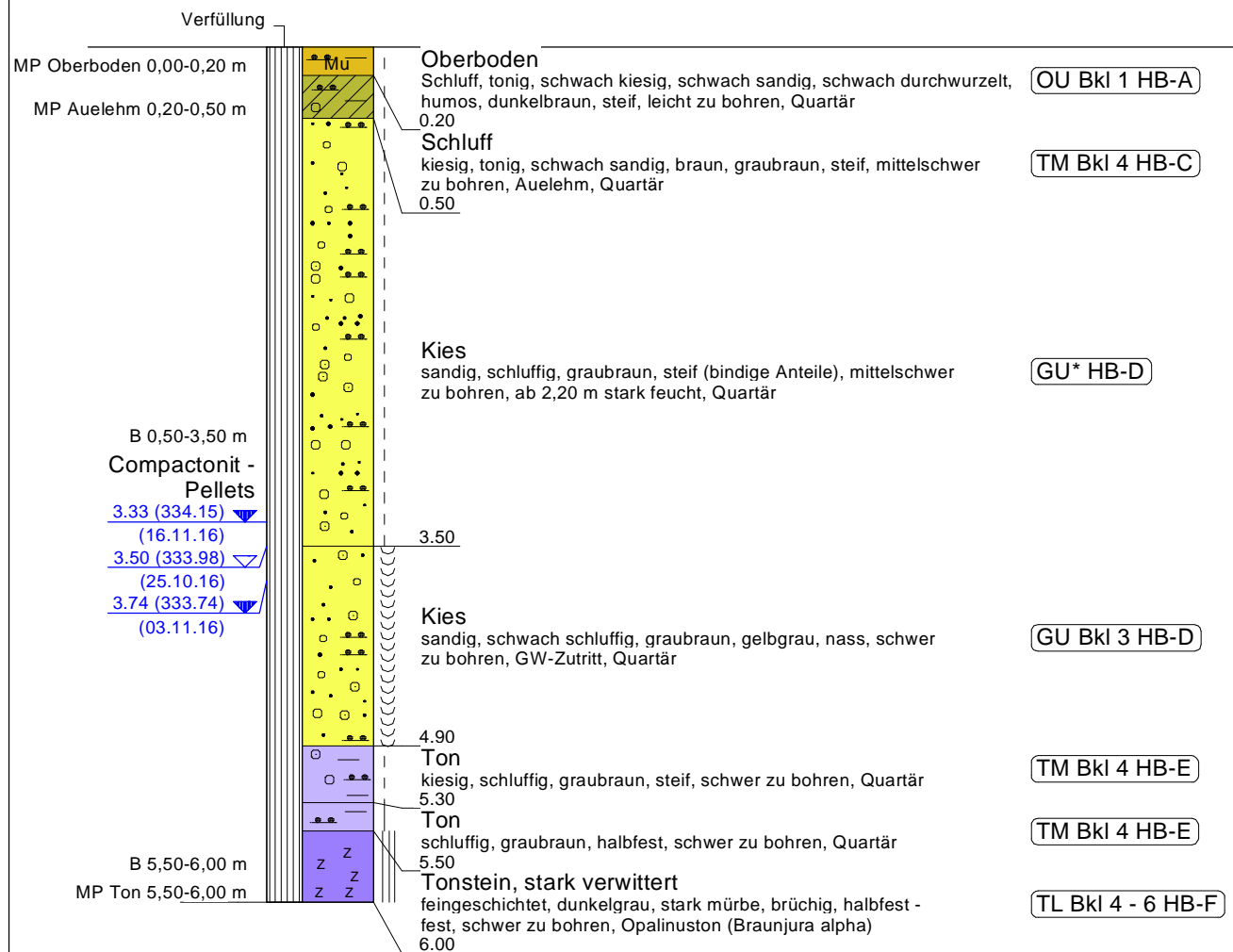
Aufschlussart	Kleinbohrung (DIN EN ISO 22475-1)	Nutzung	Acker	Lage	s. Lageplan
Bohrdurchmesser	60/50 mm	Versiegelung	nein	rechts	nicht bekannt
Methode	Rammkernsonde/MRZB Sondierbohrgerät	Reliefformtyp	Tal	hoch	nicht bekannt
Zeitraum	26.10.2016	Neigung	N 1	Bem.:	
Bohrkernaufnahme	M. Marx				


Probenart:
 B = Boden
 Bl = Bodenluft
 W = Wasser

Bodengruppen nach DIN 18 196
 Bodenklassen nach DIN 18 300:2012-09
 Homogenbereiche nach DIN 18 300:2015-08

BS 8

337,48 mNN



Projekt Frickenhausen-Linsenhofen, Baugebiet "Wasen"		Anlage 3.8
Darstellung		
Schichtenprofil und Schichtenbeschreibung BS 8		
Maßstab	1 : 50	 Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen Dettinger Straße 146 Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck Telefax: 0 70 21/98 40-60
Bearbeiter	Dr. Th. Schmid	
Gezeichnet	Chr. Scheck	
Proj.-Nr.	2-16-161	
Datei	2-16-161-01anl3.8.bop	
Datum	03.11.2016	

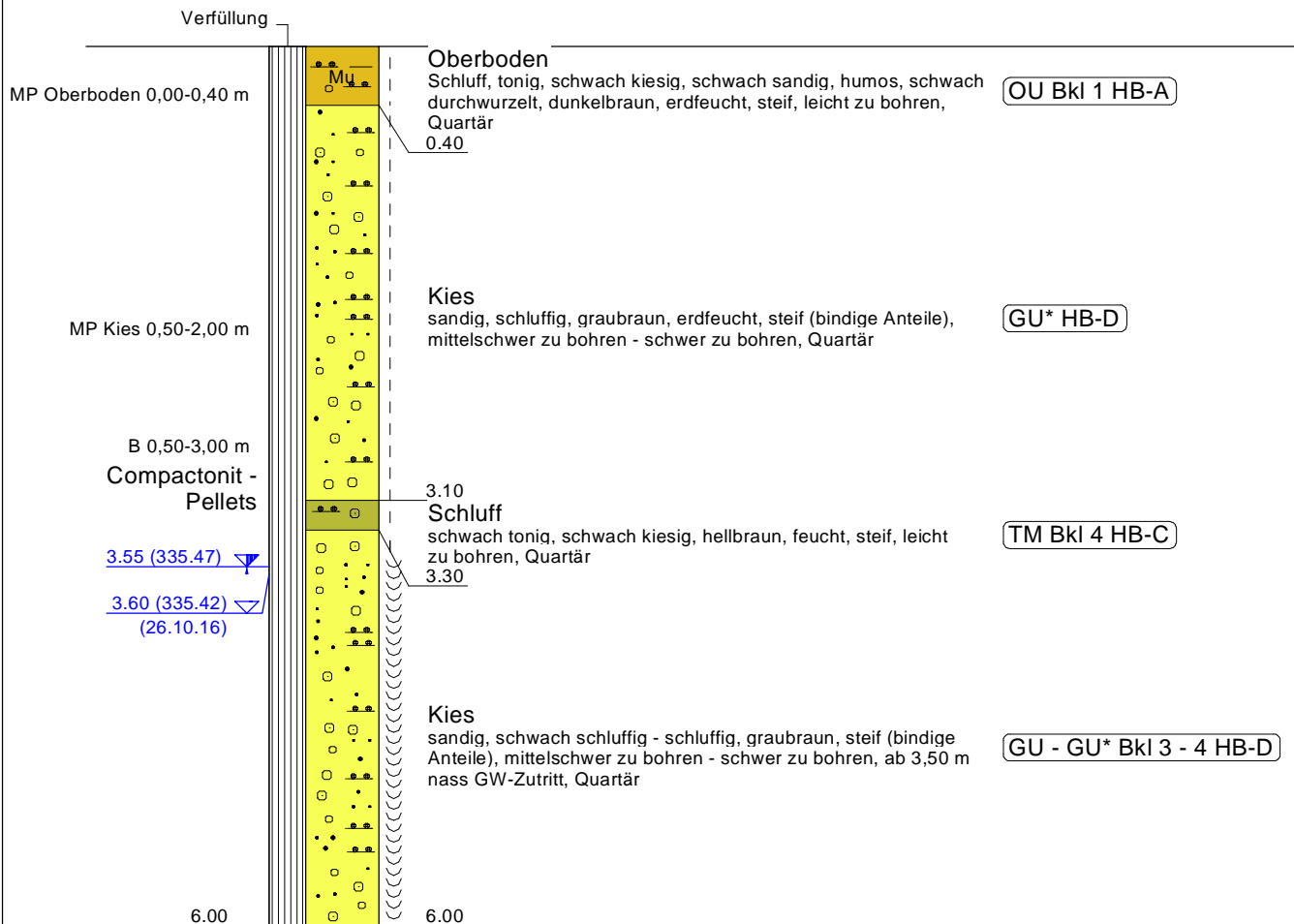
Aufschlussart	Kleinbohrung (DIN EN ISO 22475-1)	Nutzung	Acker	Lage	s. Lageplan
Bohrdurchmesser	60/50 mm	Versiegelung	nein	rechts	nicht bekannt
Methode	Rammkernsonde/MRZB Sondierbohrgerät	Reliefformtyp	Tal	hoch	nicht bekannt
Zeitraum	26.10.2016	Neigung	N 1	Bem.:	
Bohrkernaufnahme	M. Marx				


Probenart:
 B = Boden
 BI = Bodenluft
 W = Wasser

Bodengruppen nach DIN 18 196
 Bodenklassen nach DIN 18 300:2012-09
 Homogenbereiche nach DIN 18 300:2015-08

BS 9

339,02 mNN



Projekt Frickenhausen-Linsenhofen, Baugebiet "Wasen"		Anlage 3.9
Darstellung Schichtenprofil und Schichten- beschreibung BS 9		
Maßstab	1 : 50	 Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen Dettinger Straße 146 Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck Telefax: 0 70 21/98 40-60
Bearbeiter	Dr. Th. Schmid	
Gezeichnet	Chr. Scheck	
Proj.-Nr.	2-16-161	
Datei	2-16-161-01anl3.9.bop	
Datum	03.11.2016	

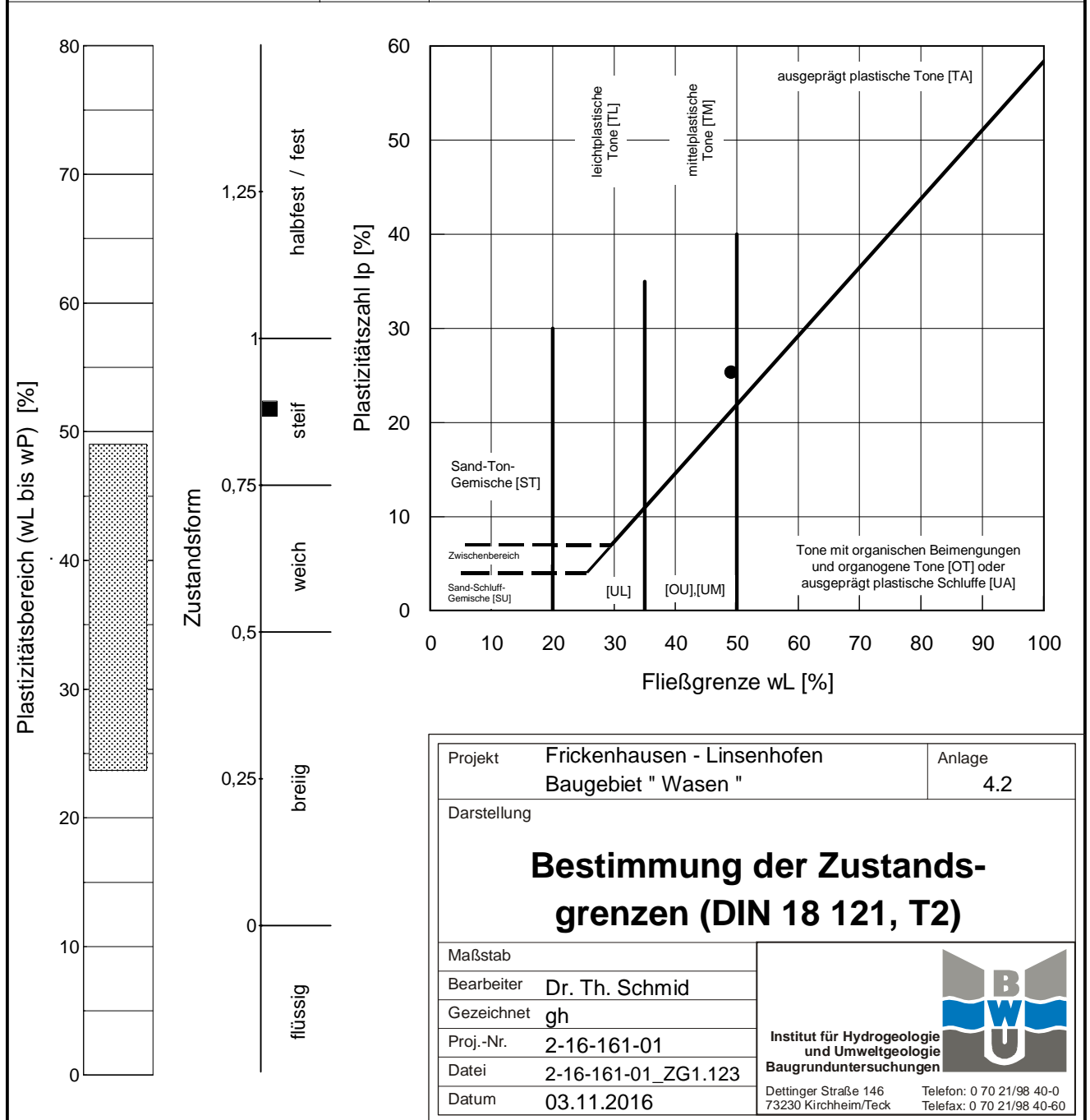
Entnahmestelle:	BS1	BS1	BS1	BS2	BS4	BS4	BS5
Tiefe [m]:	0,50-0,75	5,10-5,40	5,40-5,70	5,60-6,00	4,50-5,30	5,30-5,80	0,50-1,00
Bodenart:	U	T	Tst	T	T	Tst	U
Entnahme am:	25.10.16	25.10.16	25.10.16	25.10.16	25.10.16	25.10.16	25.10.16
durch:	ts	ts	ts	ts	ts	ts	ts
Ausgeführt am:	02.11.16	02.11.16	02.11.16	02.11.16	02.11.16	02.11.16	02.11.16
durch:	gh	gh	gh	gh	gh	gh	gh
Behälter-Nr.:	9	11	152	153	154	401	402
Feuchte Probe+Behälter mF+mB [g]:	83,91	95,41	80,44	86,68	79,86	235,95	214,07
Trock. Probe + Behälter mD+mB [g]:	75,29	86,59	75,08	77,20	70,86	229,88	206,88
Behälter mB [g]:	43,05	44,05	29,47	29,64	28,06	181,13	181,40
Wasser mW=mF-mD [g]:	8,62	8,82	5,36	9,48	9,00	6,07	7,19
Trockene Probe mD [g]:	32,24	42,54	45,61	47,56	42,80	48,75	25,48
Wassergehalt w=mW/mD [%]:	26,74%	20,73%	11,75%	19,93%	21,03%	12,45%	28,22%

Entnahmestelle:	BS5	BS6	BS7	BS8			
Tiefe [m]:	5,60-6,00	0,50-1,00	0,50-1,00	5,50-6,00			
Bodenart:	Tst	U	U	Tst			
Entnahme am:	25.10.16	25.10.16	25.10.16	25.10.16			
durch:	ts	ts	ts	ts			
Ausgeführt am:	02.11.16	02.11.16	02.11.16	02.11.16			
durch:	gh	gh	gh	gh			
Behälter-Nr.:	403	201	204	205			
Feuchte Probe+Behälter mF+mB [g]:	226,12	398,95	412,80	444,48			
Trock. Probe + Behälter mD+mB [g]:	221,75	391,82	403,58	434,78			
Behälter mB [g]:	186,24	358,48	361,84	360,25			
Wasser mW=mF-mD [g]:	4,37	7,13	9,22	9,7			
Trockene Probe mD [g]:	35,51	33,34	41,74	74,53			
Wassergehalt w=mW/mD [%]:	12,31%	21,39%	22,09%	13,01%			

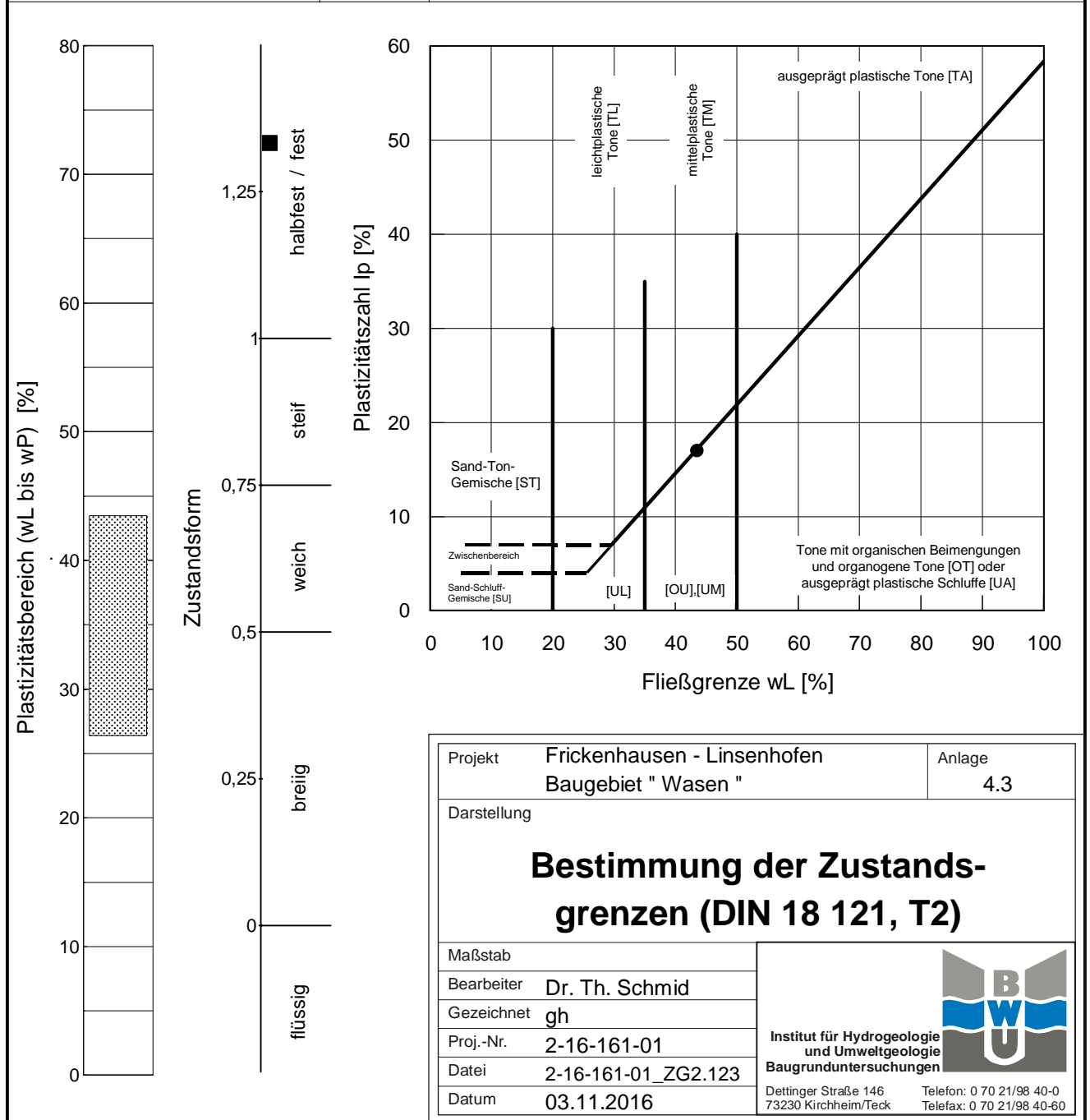
Entnahmestelle:							
Tiefe [m]:							
Bodenart:							
Entnahme am:							
durch:							
Ausgeführt am:							
durch:							
Behälter-Nr.:							
Feuchte Probe+Behälter mF+mB [g]:							
Trock. Probe + Behälter mD+mB [g]:							
Behälter mB [g]:							
Wasser mW=mF-mD [g]:							
Trockene Probe mD [g]:							
Wassergehalt w=mW/mD [%]:							

Projekt	Frickenhausen - Linsenhofen Baugebiet " Wasen "	Anlage	4.1
Darstellung			
Bestimmung des natürlichen Wassergehalts (DIN 18 121, T1)			
Maßstab			
Bearbeiter	Dr. Th. Schmid		
Gezeichnet	gh		
Proj.-Nr.	2-16-161-01		
Datei	2-16-161-01_WG1.123		
Datum	03.11.2016		
		 Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen	
		Dettinger Straße 146 Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck Telefax: 0 70 21/98 40-60	

Entnahmestelle:	BS1		Entnommen am:	25.10.16	durch:	ts
Tiefe [m]:	0,50-0,75		Ausgeführt am:	02.11.16	durch:	gh
Bodenart:	U					
	Fließgrenze			Ausrollgrenze		
Behälter-Nr.:	105			114	302	303
Schlagzahl:	26					
Feuchte Probe + Behälter mF+mB [g]:	19,03			18,87	18,75	19,15
Trock. Probe + Behälter mD+mB [g]:	17,38			17,91	17,77	18,17
Behälter mB [g]:	14,00			13,75	13,74	14,04
Wasser mW=mF-mD [g]:	1,65			0,96	0,98	0,98
Trockene Probe mD [g]:	3,38			4,16	4,03	4,13
Wassergehalt w=mW/mD [%]:	48,82%			23,08%	24,32%	23,73%
Nat. Wassergehalt wN [%]:	26,74%					
Fließgrenze wL [%]:	49,05%					
Ausrollgrenze wP [%]:	23,71%					
Plastizitätszahl Ip = wL-wP [%]:	25,34%					
Konsistenzzahl Ic = (wL-wN)/Ip:	0,88					

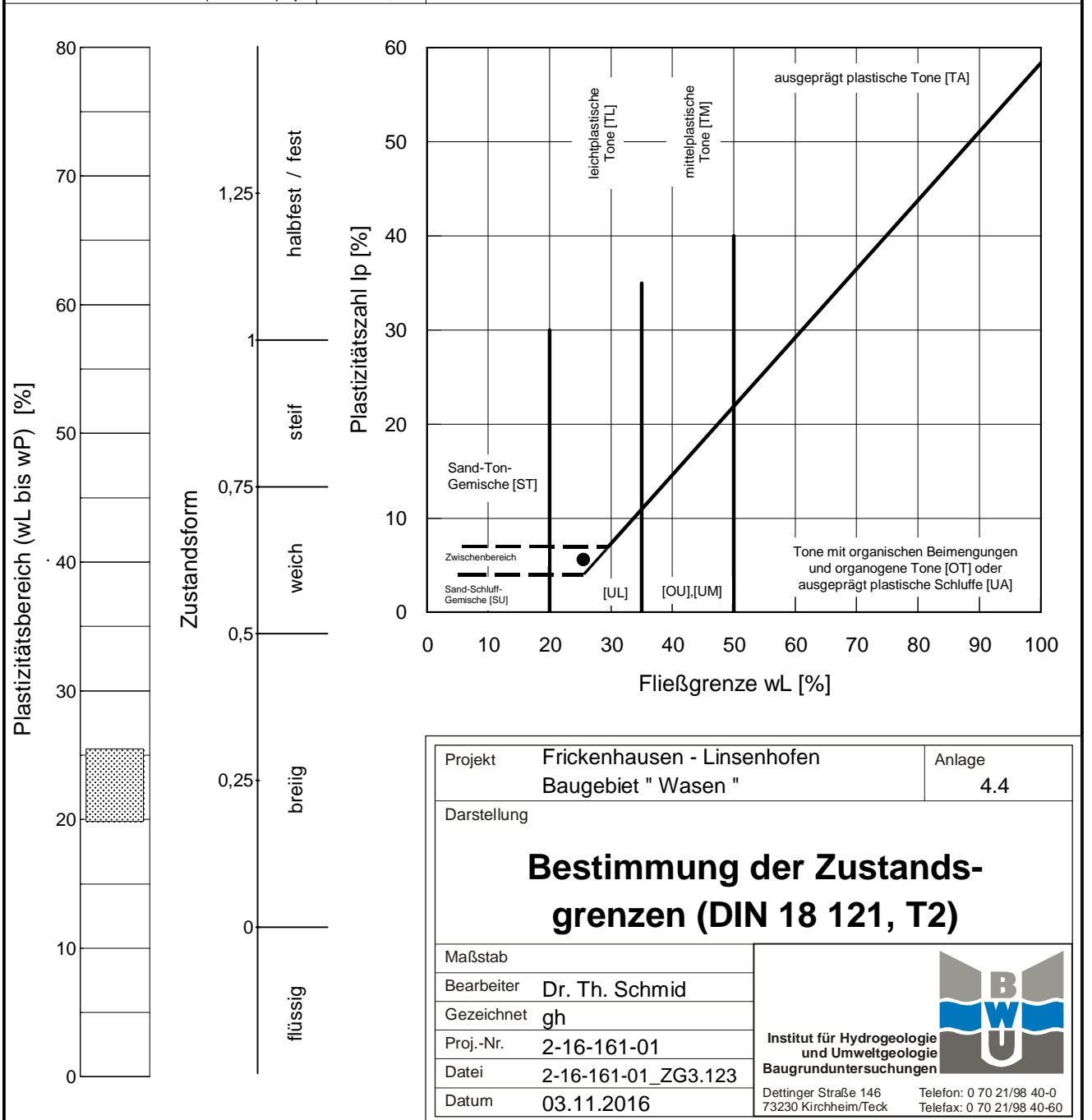



Entnahmestelle:	BS1		Entnommen am:	25.10.16	durch:	ts
Tiefe [m]:	5,10-5,40		Ausgeführt am:	02.11.16	durch:	gh
Bodenart:	T					
	Fließgrenze			Ausrollgrenze		
Behälter-Nr.:	110			103	112	122
Schlagzahl:	20					
Feuchte Probe + Behälter mF+mB [g]:	27,28			19,85	19,78	19,62
Trock. Probe + Behälter mD+mB [g]:	23,11			18,81	18,67	18,54
Behälter mB [g]:	13,77			14,81	14,54	14,44
Wasser mW=mF-mD [g]:	4,17			1,04	1,11	1,08
Trockene Probe mD [g]:	9,34			4,00	4,13	4,10
Wassergehalt w=mW/mD [%]:	44,65%			26,00%	26,88%	26,34%
Nat. Wassergehalt wN [%]:	20,73%					
Fließgrenze wL [%]:	43,46%					
Ausrollgrenze wP [%]:	26,41%					
Plastizitätszahl Ip = wL-wP [%]:	17,05%					
Konsistenzzahl Ic = (wL-wN)/Ip:	1,33					



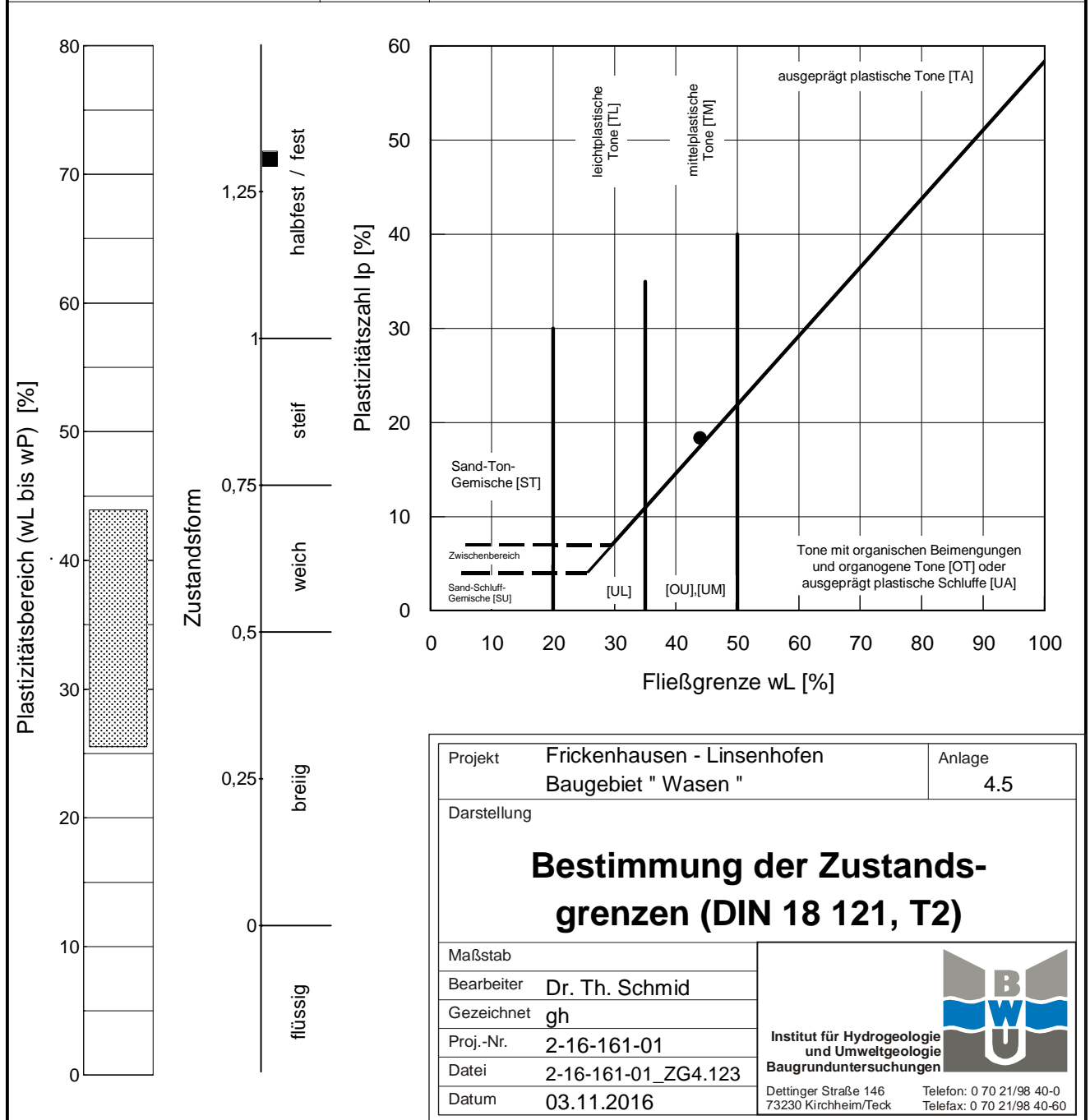
Entnahmestelle:	BS1		
Tiefe [m]:	5,40-5,70	Entnommen am:	25.10.16 durch: ts
Bodenart:	Tst	Ausgeführt am:	02.11.16 durch: gh

	Fließgrenze			Ausrollgrenze		
Behälter-Nr.:	123			106	118	121
Schlagzahl:	20					
Feuchte Probe + Behälter mF+mB [g]:	26,38			20,60	20,54	18,84
Trock. Probe + Behälter mD+mB [g]:	23,77			19,55	19,60	17,99
Behälter mB [g]:	13,84			14,28	14,82	13,73
Wasser mW=mF-mD [g]:	2,61			1,05	0,94	0,85
Trockene Probe mD [g]:	9,93			5,27	4,78	4,26
Wassergehalt w=mW/mD [%]:	26,28%			19,92%	19,67%	19,95%
Nat. Wassergehalt wN [%]:	11,75%					
Fließgrenze wL [%]:	25,48%					
Ausrollgrenze wP [%]:	19,85%					
Plastizitätszahl Ip = wL-wP [%]:	5,63%					
Konsistenzzahl Ic = (wL-wN)/Ip:	2,44					

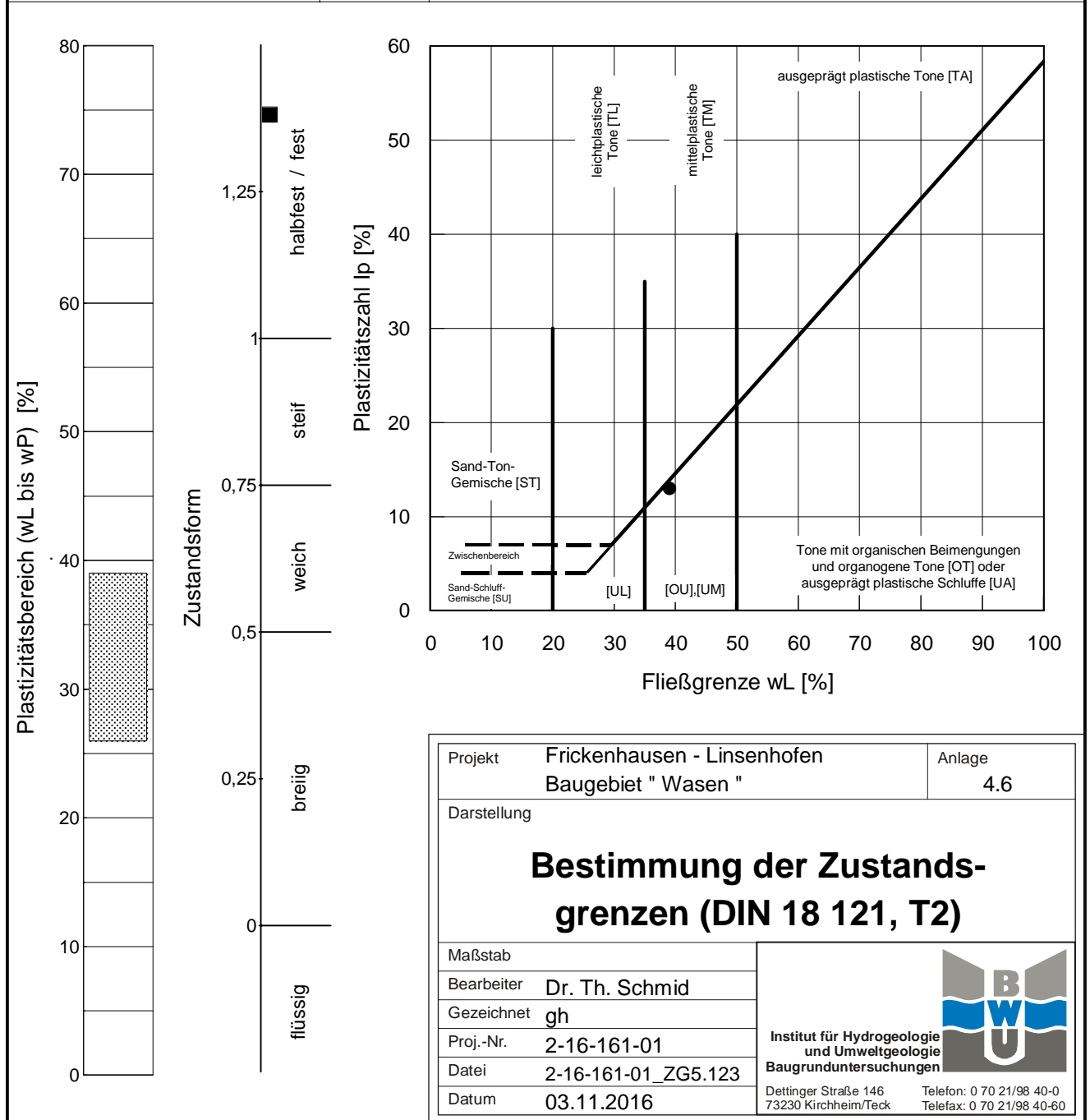


Projekt	Frickenhausen - Linsenhofen Baugebiet "Wasen "	Anlage	4.4
Darstellung	Bestimmung der Zustandsgrenzen (DIN 18 121, T2)		
Maßstab			
Bearbeiter	Dr. Th. Schmid		
Gezeichnet	gh		
Proj.-Nr.	2-16-161-01		
Datei	2-16-161-01_ZG3.123		
Datum	03.11.2016		
		 Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen	
		Dettinger Straße 146 Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck Telefax: 0 70 21/98 40-60	

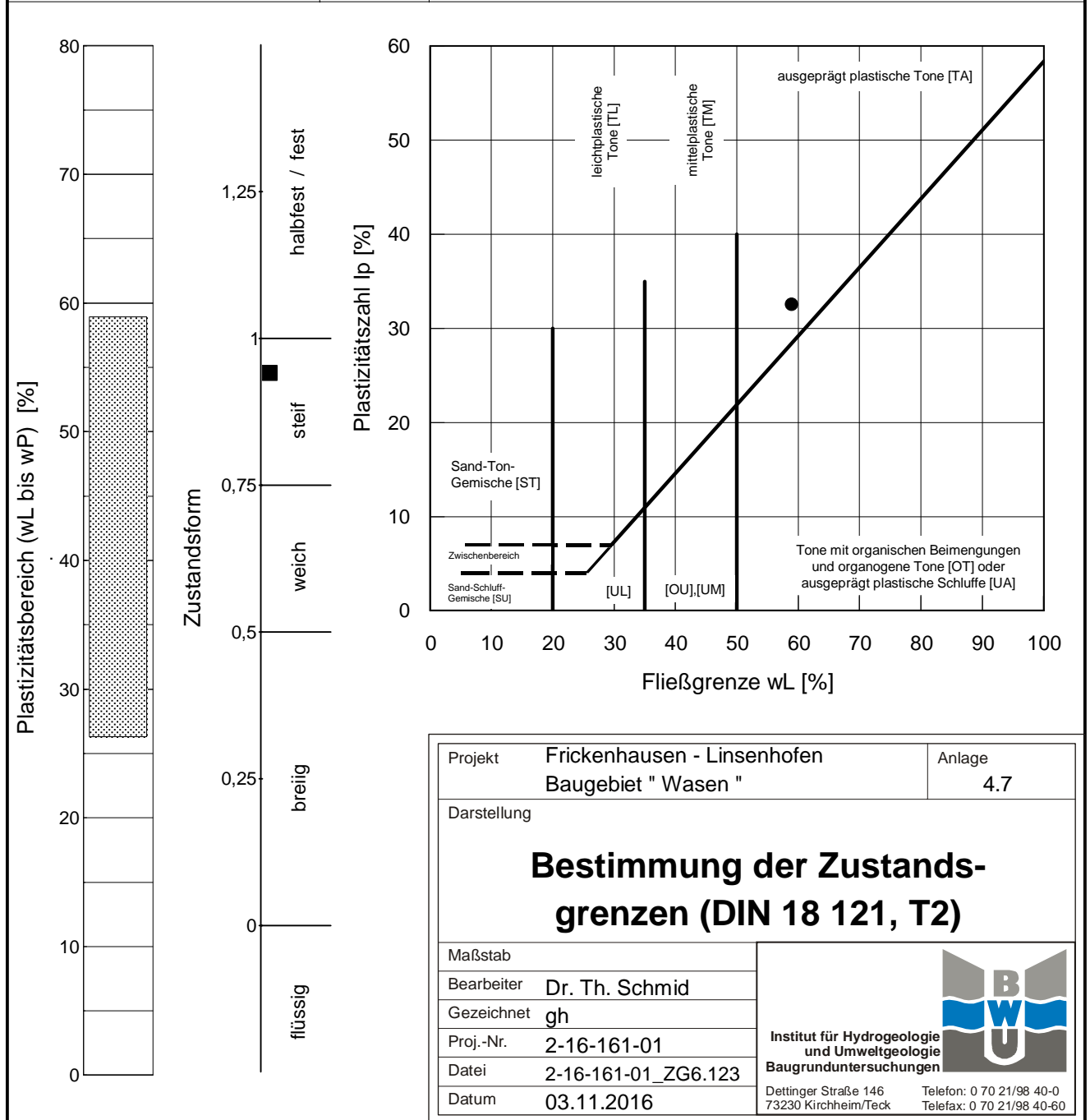
Entnahmestelle:	BS2		Entnommen am:	25.10.16	durch:	ts
Tiefe [m]:	5,60-6,00		Ausgeführt am:	02.11.16	durch:	gh
Bodenart:	T					
	Fließgrenze			Ausrollgrenze		
Behälter-Nr.:	115			113	116	125
Schlagzahl:	30					
Feuchte Probe + Behälter mF+mB [g]:	22,13			19,08	19,31	19,48
Trock. Probe + Behälter mD+mB [g]:	19,63			17,98	18,20	18,45
Behälter mB [g]:	13,81			13,75	13,84	14,36
Wasser mW=mF-mD [g]:	2,50			1,10	1,11	1,03
Trockene Probe mD [g]:	5,82			4,23	4,36	4,09
Wassergehalt w=mW/mD [%]:	42,96%			26,00%	25,46%	25,18%
Nat. Wassergehalt wN [%]:	19,93%					
Fließgrenze wL [%]:	43,91%					
Ausrollgrenze wP [%]:	25,55%					
Plastizitätszahl Ip = wL-wP [%]:	18,36%					
Konsistenzzahl Ic = (wL-wN)/Ip:	1,31					




Entnahmestelle:	BS4		Entnommen am:	25.10.16	durch:	ts
Tiefe [m]:	4,50-5,30		Ausgeführt am:	02.11.16	durch:	gh
Bodenart:	T					
	Fließgrenze			Ausrollgrenze		
Behälter-Nr.:	121			106	113	124
Schlagzahl:	24					
Feuchte Probe + Behälter mF+mB [g]:	20,97			20,17	18,82	18,24
Trock. Probe + Behälter mD+mB [g]:	18,93			18,97	17,76	17,14
Behälter mB [g]:	13,73			14,28	13,75	12,90
Wasser mW=mF-mD [g]:	2,04			1,20	1,06	1,10
Trockene Probe mD [g]:	5,20			4,69	4,01	4,24
Wassergehalt w=mW/mD [%]:	39,23%			25,59%	26,43%	25,94%
Nat. Wassergehalt wN [%]:	21,03%					
Fließgrenze wL [%]:	39,01%					
Ausrollgrenze wP [%]:	25,99%					
Plastizitätszahl Ip = wL-wP [%]:	13,02%					
Konsistenzzahl Ic = (wL-wN)/Ip:	1,38					

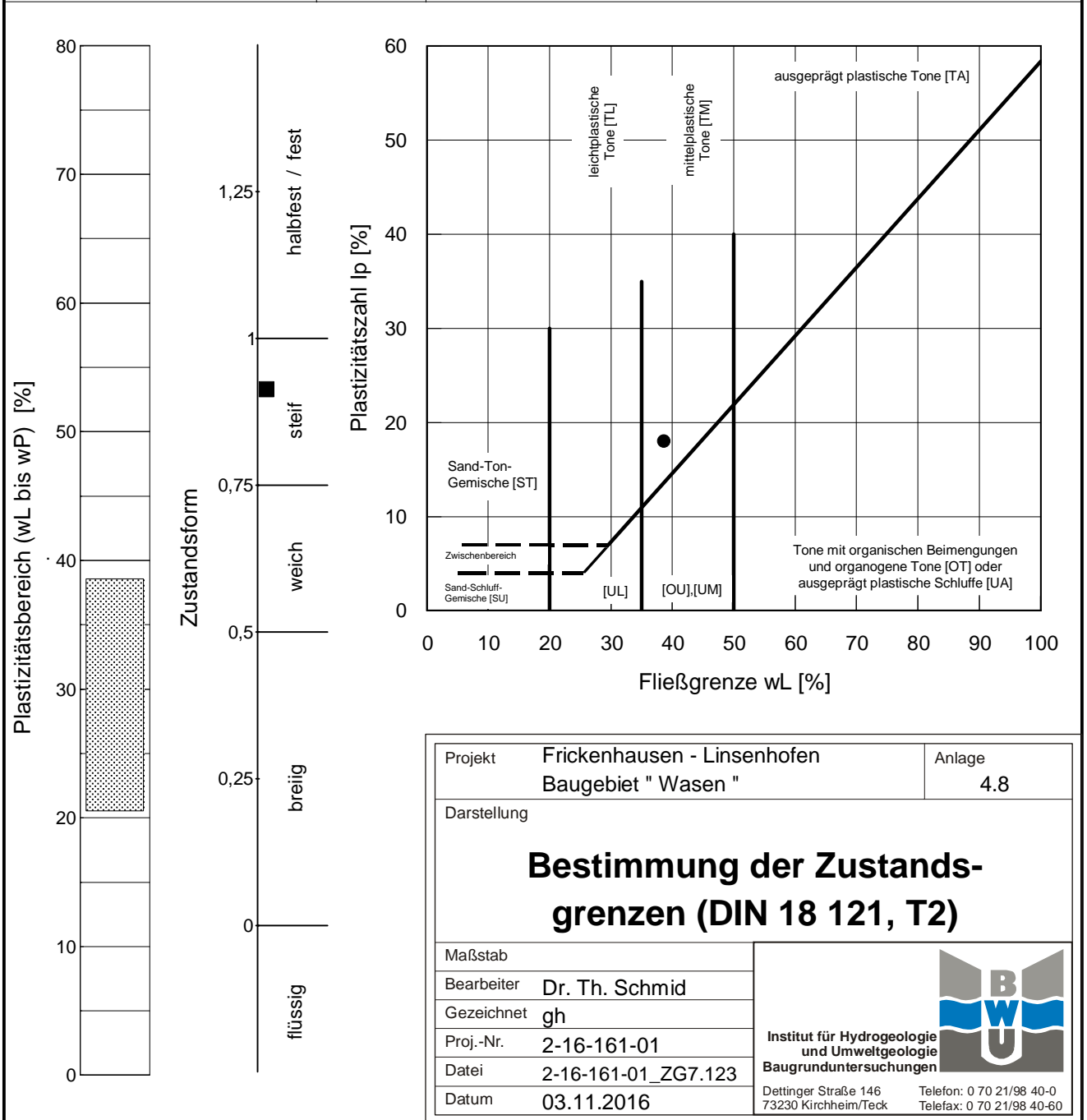



Entnahmestelle:	BS5		Entnommen am:	25.10.16	durch:	ts
Tiefe [m]:	0,50-1,00		Ausgeführt am:	02.11.16	durch:	gh
Bodenart:	U					
	Fließgrenze			Ausrollgrenze		
Behälter-Nr.:	114			103	302	303
Schlagzahl:	30					
Feuchte Probe + Behälter mF+mB [g]:	22,12			20,01	18,80	19,38
Trock. Probe + Behälter mD+mB [g]:	19,06			18,91	17,74	18,29
Behälter mB [g]:	13,75			14,81	13,74	14,04
Wasser mW=mF-mD [g]:	3,06			1,10	1,06	1,09
Trockene Probe mD [g]:	5,31			4,10	4,00	4,25
Wassergehalt w=mW/mD [%]:	57,63%			26,83%	26,50%	25,65%
Nat. Wassergehalt wN [%]:	28,22%					
Fließgrenze wL [%]:	58,91%					
Ausrollgrenze wP [%]:	26,33%					
Plastizitätszahl Ip = wL-wP [%]:	32,59%					
Konsistenzzahl Ic = (wL-wN)/Ip:	0,94					

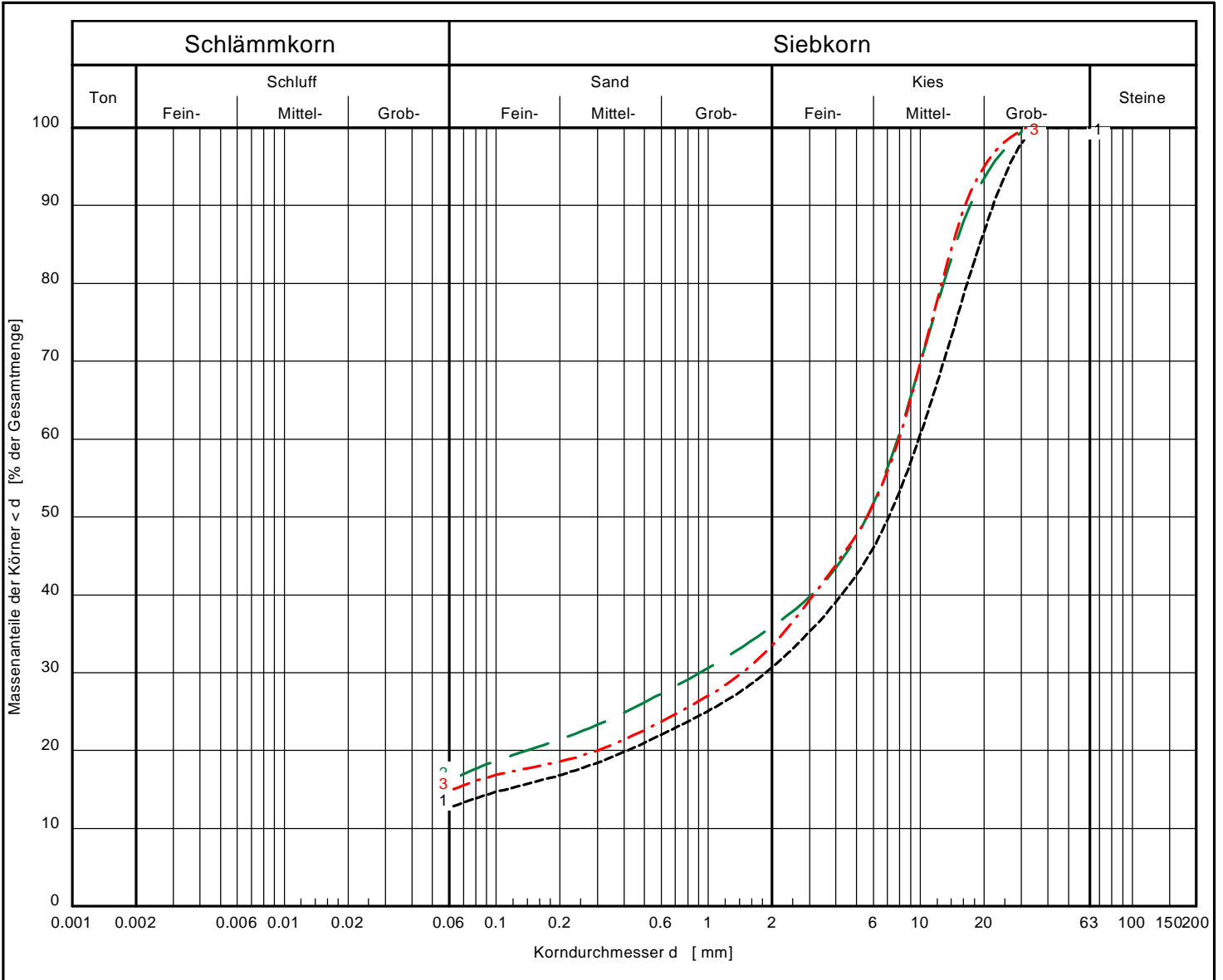


Projekt	Frickenhausen - Linsenhofen Baugebiet "Wasen "	Anlage	4.7
Darstellung	Bestimmung der Zustandsgrenzen (DIN 18 121, T2)		
Maßstab			
Bearbeiter	Dr. Th. Schmid		
Gezeichnet	gh		
Proj.-Nr.	2-16-161-01		
Datei	2-16-161-01_ZG6.123		
Datum	03.11.2016		
		 Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen	
		Dettinger Straße 146 Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck Telefax: 0 70 21/98 40-60	

Entnahmestelle:	BS7		Entnommen am:	25.10.16	durch:	ts
Tiefe [m]:	0,50-1,00		Ausgeführt am:	02.11.16	durch:	gh
Bodenart:	U					
	Fließgrenze			Ausrollgrenze		
Behälter-Nr.:	305			122	307	308
Schlagzahl:	21					
Feuchte Probe + Behälter mF+mB [g]:	23,70			19,01	19,33	19,87
Trock. Probe + Behälter mD+mB [g]:	20,87			18,86	18,37	18,97
Behälter mB [g]:	13,71			14,44	13,77	14,78
Wasser mW=mF-mD [g]:	2,83			0,85	0,96	0,90
Trockene Probe mD [g]:	7,16			4,42	4,60	4,19
Wassergehalt w=mW/mD [%]:	39,53%			19,23%	20,87%	21,48%
Nat. Wassergehalt wN [%]:	22,09%					
Fließgrenze wL [%]:	38,57%					
Ausrollgrenze wP [%]:	20,53%					
Plastizitätszahl Ip = wL-wP [%]:	18,05%					
Konsistenzzahl Ic = (wL-wN)/Ip:	0,91					



Projekt	Frickenhausen - Linsenhofen Baugebiet "Wasen "	Anlage	4.8
Darstellung	Bestimmung der Zustandsgrenzen (DIN 18 121, T2)		
Maßstab			
Bearbeiter	Dr. Th. Schmid		
Gezeichnet	gh		
Proj.-Nr.	2-16-161-01		
Datei	2-16-161-01_ZG7.123		
Datum	03.11.2016		
		 Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen	
		Dettinger Straße 146 Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck Telefax: 0 70 21/98 40-60	



Signatur:	-----	-----	-----
Entnahmestelle:	BS 1	BS 3	BS 6
Tiefe:	0,75 -4,00 m	0,50 - 4,00 m	1,50 - 4,00 m
Bodenart:	G, s, u'	G, s, u	G, s, u
Cu/Cc:	-/-	-/-	-/-
k [m/s]:	-	-	-
	k nach USBR	k nach USBR	k nach USBR
T/U/S/G [%]:	- /12.9/17.8/69.3	- /16.4/19.5/64.1	- /15.0/18.5/66.5
Bodengruppe (DIN 18 196):	GU	GU*	GU*
Frostempfindlichkeit (ZTVE-StB 09):	F2	F3	F3
Reibungswinkel:	35.9	35.6	35.8

Probe entnommen am: 25.10.2016
 durch: MARx
 Art der Entnahme: gestört
 Arbeitsweise: Nasssiebung

Zu- und Abschläge Reibungswinkel:
 Korrektur für Abstufung: mittel (+-0°)
 Korrektur für Lagerung: mittel (+-0°)
 Korrektur für Kornform: angerundet (-3°)

Bemerkungen:

Projekt Frickenhausen-Linsenhofen Baugebiet "Wasen"		Anlage 4.9
Darstellung		
Bestimmung der Korngrößen- verteilung (DIN 18 123)		
Maßstab		
Bearbeiter	Dr. Th. Schmid	
Gezeichnet	ts	
Proj.-Nr.	2-16-161	
Datei	2-16-161-01_KV1.kvs	
Datum	23.11.2016	



Institut für Hydrogeologie
und Umweltgeologie
Baugrunduntersuchungen

Dettinger Straße 146 Telefon: 0 70 21/98 40-0
73230 Kirchheim/Teck Telefax: 0 70 21/98 40-60

Anlage 5

Analysenprotokolle
(Prüfberichte des Chemischen Labors)

SYNLAB Umweltinstitut GmbH - Hohnerstraße 23 - 70469 Stuttgart

BWU Institut für Umwelt- und Hydrogeologie
 Herr Dr. Thomas Schmid
 Dettinger Str. 146
 73230 Kirchheim / Teck

**SYNLAB Umweltinstitut GmbH
 Umweltinstitut Stuttgart**

Telefon: 0711-16272-0
 Telefax: 0711-16272-51
 E-Mail: sui-stuttgart@synlab.com
 Internet: www.synlab.de

Seite 1 von 2

Datum: 18.11.2016

Prüfbericht Nr.: UST-16-0133022/05-1
 Auftrag-Nr.: UST-16-0133022
 Ihr Auftrag: schriftlich vom 31.10.2016
 Projekt: Baugebiet Wasen, Frickenhausen-Linsenhofen / Proj.-Nr.:
 2-16-161-01
 Eingangdatum: 31.10.2016
 Probenahme durch: Auftraggeber
 Probenahmedatum: 25.10.2016
 Prüfzeitraum: 31.10.2016 - 18.11.2016
 Probenart: Boden



Probenbezeichnung: MP Oberboden BS 1-5
 Probe Nr. UST-16-0133022-02

Original

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Trockenmasse	%	79,2	DIN EN 14346
Cyanid, gesamt	mg/kg TS	<0,3	DIN ISO 11262 (UAU)



Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Naphthalin	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287 (UAU)
Acenaphthylen	mg/kg TS	0,06	DIN ISO 18287 (UAU)
Acenaphthen	mg/kg TS	0,063	DIN ISO 18287 (UAU)
Fluoren	mg/kg TS	0,054	DIN ISO 18287 (UAU)
Phenanthren	mg/kg TS	0,16	DIN ISO 18287 (UAU)
Anthracen	mg/kg TS	0,075	DIN ISO 18287 (UAU)
Fluoranthen	mg/kg TS	0,28	DIN ISO 18287 (UAU)
Pyren	mg/kg TS	0,19	DIN ISO 18287 (UAU)
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	0,11	DIN ISO 18287 (UAU)
Chrysen	mg/kg TS	0,1	DIN ISO 18287 (UAU)
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg TS	0,2	DIN ISO 18287 (UAU)
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg TS	0,072	DIN ISO 18287 (UAU)
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,089	DIN ISO 18287 (UAU)
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287 (UAU)
Benzo(ghi)perylen	mg/kg TS	0,1	DIN ISO 18287 (UAU)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	0,08	DIN ISO 18287 (UAU)
Summe PAK EPA	mg/kg TS	1,6	DIN ISO 18287

Polychlorierte Biphenyle

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
PCB Nr. 28	mg/kg TS	<0,005	DIN ISO 10382
PCB Nr. 52	mg/kg TS	<0,005	DIN ISO 10382
PCB Nr. 101	mg/kg TS	<0,005	DIN ISO 10382
PCB Nr. 138	mg/kg TS	<0,005	DIN ISO 10382
PCB Nr. 153	mg/kg TS	<0,005	DIN ISO 10382
PCB Nr. 180	mg/kg TS	<0,005	DIN ISO 10382
Summe PCB	mg/kg TS	--	DIN ISO 10382

Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Königswasseraufschluss	--	-	DIN ISO 11466
Arsen	mg/kg TS	21	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Blei	mg/kg TS	32	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	39	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Kupfer	mg/kg TS	26	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Nickel	mg/kg TS	42	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Quecksilber	mg/kg TS	0,1	DIN EN ISO 12846
Zink	mg/kg TS	100	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)

(UAU) - 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).

Der Prüfbericht wurde am 18.11.2016 um 11:09 Uhr durch Karl-Heinz Vogt (stellv. Laborleiter) elektronisch freigegeben und ist ohne Unterschrift gültig.

SYNLAB Umweltinstitut GmbH - Hohnerstraße 23 - 70469 Stuttgart

BWU Institut für Umwelt- und Hydrogeologie
 Herr Dr. Thomas Schmid
 Dettinger Str. 146
 73230 Kirchheim / Teck

**SYNLAB Umweltinstitut GmbH
 Umweltinstitut Stuttgart**

Telefon: 0711-16272-0
 Telefax: 0711-16272-51
 E-Mail: sui-stuttgart@synlab.com
 Internet: www.synlab.de

Seite 1 von 2

Datum: 18.11.2016

Prüfbericht Nr.: UST-16-0133022/06-1
 Auftrag-Nr.: UST-16-0133022
 Ihr Auftrag: schriftlich vom 31.10.2016
 Projekt: Baugebiet Wasen, Frickenhausen-Linsenhofen / Proj.-Nr.:
 2-16-161-01
 Eingangdatum: 31.10.2016
 Probenahme durch: Auftraggeber
 Probenahmedatum: 25.10.2016
 Prüfzeitraum: 31.10.2016 - 18.11.2016
 Probenart: Boden



Probenbezeichnung: MP Oberboden BS 6-9
 Probe Nr. UST-16-0133022-03

Original

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Trockenmasse	%	80,5	DIN EN 14346
Cyanid, gesamt	mg/kg TS	<0,3	DIN ISO 11262 (UAU)



Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Naphthalin	mg/kg TS	0,051	DIN ISO 18287 (UAU)
Acenaphthylen	mg/kg TS	0,23	DIN ISO 18287 (UAU)
Acenaphthen	mg/kg TS	0,075	DIN ISO 18287 (UAU)
Fluoren	mg/kg TS	0,071	DIN ISO 18287 (UAU)
Phenanthren	mg/kg TS	0,45	DIN ISO 18287 (UAU)
Anthracen	mg/kg TS	0,29	DIN ISO 18287 (UAU)
Fluoranthen	mg/kg TS	1,1	DIN ISO 18287 (UAU)
Pyren	mg/kg TS	0,72	DIN ISO 18287 (UAU)
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	0,41	DIN ISO 18287 (UAU)
Chrysen	mg/kg TS	0,38	DIN ISO 18287 (UAU)
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg TS	0,81	DIN ISO 18287 (UAU)
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg TS	0,29	DIN ISO 18287 (UAU)
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,4	DIN ISO 18287 (UAU)
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	0,078	DIN ISO 18287 (UAU)
Benzo(ghi)perylen	mg/kg TS	0,28	DIN ISO 18287 (UAU)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	0,24	DIN ISO 18287 (UAU)
Summe PAK EPA	mg/kg TS	5,9	DIN ISO 18287

Polychlorierte Biphenyle

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
PCB Nr. 28	mg/kg TS	<0,005	DIN ISO 10382
PCB Nr. 52	mg/kg TS	<0,005	DIN ISO 10382
PCB Nr. 101	mg/kg TS	<0,005	DIN ISO 10382
PCB Nr. 138	mg/kg TS	<0,005	DIN ISO 10382
PCB Nr. 153	mg/kg TS	<0,005	DIN ISO 10382
PCB Nr. 180	mg/kg TS	<0,005	DIN ISO 10382
Summe PCB	mg/kg TS	--	DIN ISO 10382

Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Königswasseraufschluss	--	-	DIN ISO 11466
Arsen	mg/kg TS	20	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Blei	mg/kg TS	32	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	27	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Nickel	mg/kg TS	46	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Quecksilber	mg/kg TS	0,08	DIN EN ISO 12846
Zink	mg/kg TS	97	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)

(UAU) - 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).

Der Prüfbericht wurde am 18.11.2016 um 11:09 Uhr durch Karl-Heinz Vogt (stellv. Laborleiter) elektronisch freigegeben und ist ohne Unterschrift gültig.

SYNLAB Umweltinstitut GmbH - Hohnerstraße 23 - 70469 Stuttgart

SYNLAB Umweltinstitut GmbH Umweltinstitut Stuttgart

BWU Institut für Umwelt- und Hydrogeologie
Herr Dr. Thomas Schmid
Dettinger Str. 146
73230 Kirchheim / Teck

Durchwahl: 0711-16272-0
Telefax: 0711-16272-51
E-Mail: sui-stuttgart@synlab.com
Internet: www.synlab.de

Seite 1 von 2

Datum: 16.12.2016

Prüfbericht Nr.: UST-16-0133022/07-1
Auftrag-Nr.: UST-16-0133022
Ihr Auftrag: schriftlich vom 31.10.2016
Projekt: Baugebiet Wasen, Frickenhausen-Linsenhofen / Proj.-Nr.: 2-16-161-01
Probenahme: 25.10.2016
Probenahme durch: Auftraggeber
Eingangsdatum: 31.10.2016
Prüfzeitraum: 31.10.2016 - 16.12.2016
Probenart: Boden



Untersuchungsergebnisse

Probe-Nr.:		UST-16-0133022-02	UST-16-0133022-03
Bezeichnung:		MP Oberboden BS 1-5	MP Oberboden BS 6-9

Humusgehalt	%	6,3	3,8
-------------	---	-----	-----

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).

Angewandte Methoden	
Parameter	Norm
Humusgehalt	DIN ISO 10694



Prüfbericht Nr.

UST-16-0133022/07-1

Auftrag-Nr.:

UST-16-0133022

16.12.2016

Seite 2 von 2

SYNLAB Umweltinstitut GmbH - Hohnerstraße 23 - 70469 Stuttgart

BWU Institut für Umwelt- und Hydrogeologie
 Herr Dr. Thomas Schmid
 Dettinger Str. 146
 73230 Kirchheim / Teck

**SYNLAB Umweltinstitut GmbH
 Umweltinstitut Stuttgart**

Telefon: 0711-16272-0
 Telefax: 0711-16272-51
 E-Mail: sui-stuttgart@synlab.com
 Internet: www.synlab.de

Seite 1 von 4

Datum: 16.11.2016

Prüfbericht Nr.: UST-16-0133022/01-1
 Auftrag-Nr.: UST-16-0133022
 Ihr Auftrag: schriftlich vom 31.10.2016
 Projekt: Baugebiet Wasen, Frickenhausen-Linsenhofen / Proj.-Nr.:
 2-16-161-01
 Eingangsdatum: 31.10.2016
 Probenahme durch: Auftraggeber
 Probenahmedatum: 25.10.2016
 Prüfzeitraum: 31.10.2016 - 16.11.2016
 Probenart: Boden



Probenbezeichnung: MP Auelehm BS 1-9
 Probe Nr. UST-16-0133022-04

Original

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Trockenmasse	%	84,7	DIN EN 14346
Cyanid, gesamt	mg/kg TS	<0,3	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 (R11)	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
1,1,2-Trichlortrifluorethan (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)
Fluoranthen	mg/kg TS	0,054	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)fluoranthen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287 (UAU)
Benzo(k)fluoranthen	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	0,054	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	16	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Blei	mg/kg TS	18	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	37	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Kupfer	mg/kg TS	18	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
Zink	mg/kg TS	74	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Thallium	mg/kg TS	<0,25	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)

Eluat

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Eluat	--	Filtrat	DIN EN 12457-4
pH-Wert	--	8,4	DIN 38 404-C 5
elektrische Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	99	DIN EN 27888
Chlorid	mg/l	1,32	DIN EN ISO 10304-1
Sulfat	mg/l	1,69	DIN EN ISO 10304-1
Cyanid, gesamt	µg/l	<5	DIN EN ISO 14403 (UAU)
Phenol-Index	µg/l	<10	DIN EN ISO 14402 (H 37) (UAU)

Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Arsen	µg/l	<1,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Blei	µg/l	<1,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Cadmium	µg/l	<0,10	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Chrom (Gesamt)	µg/l	<1,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Kupfer	µg/l	1,3	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Nickel	µg/l	<1,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Quecksilber	µg/l	<0,1	DIN EN ISO 12846
Zink	µg/l	13	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)

(UAU) - 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).

Der Prüfbericht wurde am 16.11.2016 um 14:52 Uhr durch Dipl.-Ing. Robert Ottenberger (Niederlassungsleiter) elektronisch freigegeben und ist ohne Unterschrift gültig.

SYNLAB Umweltinstitut GmbH - Hohnerstraße 23 - 70469 Stuttgart

BWU Institut für Umwelt- und Hydrogeologie
 Herr Dr. Thomas Schmid
 Dettinger Str. 146
 73230 Kirchheim / Teck

**SYNLAB Umweltinstitut GmbH
 Umweltinstitut Stuttgart**

Telefon: 0711-16272-0
 Telefax: 0711-16272-51
 E-Mail: sui-stuttgart@synlab.com
 Internet: www.synlab.de

Seite 1 von 4

Datum: 16.11.2016

Prüfbericht Nr.: UST-16-0133022/02-1
 Auftrag-Nr.: UST-16-0133022
 Ihr Auftrag: schriftlich vom 31.10.2016
 Projekt: Baugebiet Wasen, Frickenhausen-Linsenhofen / Proj.-Nr.:
 2-16-161-01
 Eingangdatum: 31.10.2016
 Probenahme durch: Auftraggeber
 Probenahmedatum: 25.10.2016
 Prüfzeitraum: 31.10.2016 - 16.11.2016
 Probenart: Boden



Probenbezeichnung: MP Kies BS 1-9
 Probe Nr. UST-16-0133022-05

Original

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Trockenmasse	%	94,0	DIN EN 14346
Cyanid, gesamt	mg/kg TS	<0,3	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 (R11)	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
1,1,2-Trichlortrifluorethan (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)
Fluoranthen	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)fluoranthen	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 18287 (UAU)
Benzo(k)fluoranthen	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	11	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Blei	mg/kg TS	7,7	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	15	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Kupfer	mg/kg TS	6,7	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Nickel	mg/kg TS	17	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Quecksilber	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 12846
Zink	mg/kg TS	30	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Thallium	mg/kg TS	<0,25	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)

Eluat

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Eluat	--	Filtrat	DIN EN 12457-4
pH-Wert	--	8,8	DIN 38 404-C 5
elektrische Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	69	DIN EN 27888
Chlorid	mg/l	<0,5	DIN EN ISO 10304-1
Sulfat	mg/l	1,18	DIN EN ISO 10304-1
Cyanid, gesamt	µg/l	<5	DIN EN ISO 14403 (UAU)
Phenol-Index	µg/l	<10	DIN EN ISO 14402 (H 37) (UAU)

Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Arsen	µg/l	<1,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Blei	µg/l	<1,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Cadmium	µg/l	<0,10	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Chrom (Gesamt)	µg/l	<1,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Kupfer	µg/l	<1,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Nickel	µg/l	<1,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Quecksilber	µg/l	<0,1	DIN EN ISO 12846
Zink	µg/l	4,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)

(UAU) - 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).

Der Prüfbericht wurde am 16.11.2016 um 14:52 Uhr durch Dipl.-Ing. Robert Ottenberger (Niederlassungsleiter) elektronisch freigegeben und ist ohne Unterschrift gültig.

SYNLAB Umweltinstitut GmbH - Hohnerstraße 23 - 70469 Stuttgart

BWU Institut für Umwelt- und Hydrogeologie
 Herr Dr. Thomas Schmid
 Dettinger Str. 146
 73230 Kirchheim / Teck

**SYNLAB Umweltinstitut GmbH
 Umweltinstitut Stuttgart**

Telefon: 0711-16272-0
 Telefax: 0711-16272-51
 E-Mail: sui-stuttgart@synlab.com
 Internet: www.synlab.de

Seite 1 von 4

Datum: 16.11.2016

Prüfbericht Nr.: UST-16-0133022/03-1
 Auftrag-Nr.: UST-16-0133022
 Ihr Auftrag: schriftlich vom 31.10.2016
 Projekt: Baugebiet Wasen, Frickenhausen-Linsenhofen / Proj.-Nr.:
 2-16-161-01
 Eingangdatum: 31.10.2016
 Probenahme durch: Auftraggeber
 Probenahmedatum: 25.10.2016
 Prüfzeitraum: 31.10.2016 - 16.11.2016
 Probenart: Boden



Probenbezeichnung: BS 4 / 0,7-1,7 m
 Probe Nr. UST-16-0133022-06

Original

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Trockenmasse	%	95,3	DIN EN 14346
Cyanid, gesamt	mg/kg TS	<0,3	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 (R11)	mg/kg TS	<0,05	DIN ISO 22155
1,1,2-Trichlortrifluorethan (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	10	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Blei	mg/kg TS	8	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	15	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Kupfer	mg/kg TS	7,4	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Nickel	mg/kg TS	17	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Quecksilber	mg/kg TS	<0,05	DIN EN ISO 12846
Zink	mg/kg TS	32	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Thallium	mg/kg TS	<0,25	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)

Eluat

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Eluat	--	Filtrat	DIN EN 12457-4
pH-Wert	--	8,5	DIN 38 404-C 5
elektrische Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	61	DIN EN 27888
Chlorid	mg/l	<0,5	DIN EN ISO 10304-1
Sulfat	mg/l	0,7	DIN EN ISO 10304-1
Cyanid, gesamt	µg/l	<5	DIN EN ISO 14403 (UAU)
Phenol-Index	µg/l	<10	DIN EN ISO 14402 (H 37) (UAU)

Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Arsen	µg/l	<1,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Blei	µg/l	<1,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Cadmium	µg/l	<0,10	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Chrom (Gesamt)	µg/l	<1,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Kupfer	µg/l	<1,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Nickel	µg/l	<1,0	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Quecksilber	µg/l	<0,1	DIN EN ISO 12846
Zink	µg/l	6,6	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)

(UAU) - 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).

Der Prüfbericht wurde am 16.11.2016 um 14:52 Uhr durch Dipl.-Ing. Robert Ottenberger (Niederlassungsleiter) elektronisch freigegeben und ist ohne Unterschrift gültig.

SYNLAB Umweltinstitut GmbH - Hohnerstraße 23 - 70469 Stuttgart

BWU Institut für Umwelt- und Hydrogeologie
Herr Dr. Thomas Schmid
Dettinger Str. 146
73230 Kirchheim / Teck

SYNLAB Umweltinstitut GmbH Umweltinstitut Stuttgart

Telefon: 0711-16272-0
Telefax: 0711-16272-51
E-Mail: sui-stuttgart@synlab.com
Internet: www.synlab.de

Seite 1 von 1

Datum: 16.11.2016

Prüfbericht Nr.: UST-16-0133022/04-1
Auftrag-Nr.: UST-16-0133022
Ihr Auftrag: schriftlich vom 31.10.2016
Projekt: Baugebiet Wasen, Frickenhausen-Linsenhofen / Proj.-Nr.:
2-16-161-01
Eingangsdatum: 31.10.2016
Probenahme durch: Auftraggeber
Probenahmedatum: 25.10.2016
Prüfzeitraum: 31.10.2016 - 16.11.2016
Probenart: Boden



Probenbezeichnung: MP Opalinuston
Probe Nr. UST-16-0133022-01

Original

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Trockenmasse	%	89,2	DIN EN 14346
Sulfat	mg/kg TS	27000	DIN EN ISO 11885 (E 22)

Eluat

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Eluat	--	Filtrat	DIN EN 12457-4
Sulfat	mg/l	101	DIN EN ISO 10304-1

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).

Der Prüfbericht wurde am 16.11.2016 um 14:55 Uhr durch Dipl.-Ing. Robert Ottenberger (Niederlassungsleiter) elektronisch freigegeben und ist ohne Unterschrift gültig.



 Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen	 Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-17711-01-00 <small>Akkreditierung nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 Die Akkreditierung gilt für die Probenahme von Grundwasser, Fließgewässern, Bais- und Tiefwasser, Abwasser, Böden, Kontaminationen Böden, Bodenluft, Abfälle und Stoffen zur Verwertung</small>	Anlage:	6
		Datum:	12.12.16
		Bearbeiter:	Dr. Schmid
		Projekt-Nr.:	2-16-161-01
Gegenüberstellung Analyseergebnisse <--> Zuordnungswerte VwV*		Projekt: Frickenhausen-Linsenhofen, Baugebiet "Wasen"	

Labornummer	/01-1			/02-1			/03-1			Zuordnungswerte *Verwaltungsvorschrift „Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial“ des Umweltministeriums Baden-Württemberg vom 14.03.2007							
Datum Probenahme	25.10.16			25.10.16			25.10.16										
Bezeichnung	MP Auelehm			MP Kies			BS 4										
Material	Boden			Boden			Boden										
Anzahl Einzelproben	9			9			1										
Tiefe (m)	0,2 - 1,0			1,0 - 6,0			0,7 - 1,7										
Bodenart (S/U/T)	U			U			U										
nat. anstehend/Auffüllung (-/A)	-/A						A										
Parameter [Einheit]				Z 0 Sand	Z 0 Schluff	Z 0 Ton	Z 0* IIIA	Z 0*	Z 1.1	Z 1.2	Z 2						
Feststoff	Analyseergebnisse			Tab. 6 - 1 Zuordnungswerte													
Cyanide (ges.) [mg/kg]	<0,3	<0,3	<0,1						3	3	10						
EOX [mg/kg]	<0,5	<0,5	<0,5	1	1	1	1	1	3	3	10						
KW (C10 - C22) [mg/kg]	<50	<50	<50	100	100	100	100	200	300	300	1 000						
KW (C10 - C40) [mg/kg]	<50	<50	<50	100	100	100	100	400	600	600	2 000						
BTEX [mg/kg]	<0,05	<0,05	<0,05	1	1	1	1	1	1	1	1						
LHKW [mg/kg]	<0,05	<0,05	<0,05	1	1	1	1	1	1	1	1						
PCB ₆ [mg/kg]	<0,005	<0,005	<0,005	0,05	0,05	0,05	0,05	0,1	0,15	0,15	0,5						
PAK ₁₆ [mg/kg]	0,054	<0,05	<0,05	3	3	3	3	3	3	9	30						
Benzo(a)pyren [mg/kg]	<0,05	<0,05	<0,05	0,3	0,3	0,3	0,3	0,6	0,9	0,9	3						
Arsen [mg/kg]	16	11	10	10	15	20	15/20 ³⁾		45	45	150						
Blei [mg/kg]	18	7,7	8	40	70	100	100	140	210	210	700						
Cadmium [mg/kg]	<0,3	<0,3	<0,3	0,4	1	1,5	1	1	3	3	10						
Chrom (ges.) [mg/kg]	37	15	15	30	60	100	100	120	180	180	600						
Kupfer [mg/kg]	18	6,7	7,4	20	40	60	60	80	120	120	400						
Nickel [mg/kg]	36	17	17	15	50	70	70	100	150	150	500						
Quecksilber [mg/kg]	<0,05	<0,05	<0,05	0,1	0,5	1	1	1	1,5	1,5	5						
Zink [mg/kg]	74	30	32	60	150	200	200	300	450	450	1 500						
Thallium [mg/kg]	<0,25	<0,25	<0,25	0,4	0,7	1	0,7	0,7	2,1	2,1	7						
Eluat																	
pH-Wert ¹⁾ [-]	8,4	8,8	8,5	6,5 - 9,5					6,5-9,5	6,0-12	5,5-12						
el. Leitfähigkeit ¹⁾ [µS/cm]	99	69	61	250					250	1 500	2 000						
Chlorid [mg/l]	1,3	<0,5	<0,5	30					30	50	100						
Sulfat ²⁾ [mg/l]	1,7	1,2	0,7	50					50	100	150						
Cyanide (ges.) [µg/l]	<5	<5	<5	5					5	10	20						
Phenolindex [µg/l]	<10	<10	<10	20					20	40	100						
Arsen [µg/l]	<1,0	<1,0	<1,0				14	14	14	20	60						
Blei [µg/l]	<1,0	<1,0	<1,0				40	40	40	80	200						
Cadmium [µg/l]	<0,1	<0,1	<0,1				1,5	1,5	1,5	3	6						
Chrom (ges.) [µg/l]	<1,0	<1,0	<1,0				12,5	12,5	12,5	25	60						
Kupfer [µg/l]	1,3	<1,0	<1,0				20	20	20	60	100						
Nickel [µg/l]	<1,0	<1,0	<1,0				15	15	15	20	70						
Quecksilber [µg/l]	<0,1	<0,1	<0,1				0,5	0,5	0,5	1	2						
Zink [µg/l]	13,0	4,0	6,6				150	150	150	200	600						

n.n. = nicht nachweisbar n.a. = nicht analysiert

Auswertung	Z 1.1	Z 0	Z 0
-------------------	--------------	------------	------------

>Z 2

Fußnoten und Hinweise:

¹ Eine Überschreitung dieser Parameter allein ist kein Ausschlusskriterium

² bei großflächigen Verwertungen von Bodenmaterial mit mehr als 20 mg/l Sulfat im Eluat sind in Gebieten ohne geogen erhöhte Sulfatgehalte im GW grundwassereinzugsbezogene Frachtbetrachtungen anzustellen

³ Der Wert 15 mg/kg gilt für die Bodenart Sand und Lehm/Schluff. Für die Bodenart Ton gilt 20 mg/kg