

BÜROGEMEINSCHAFT

DIPL.-ING. JÖRG H. BÜRKLE

PROF. DR.-ING. KONRAD KUNTSCHKE

Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für
Bodenmechanik, Erd- und Grundbau und Schäden an Gebäuden

Prüfsachverständiger für Erd- und Grundbau nach HPPVO

Lindberghstraße 12 - 64625 Bensheim

Fon: 06251 / 987-330 - Fax: -331



Erschließung des Baugebiets „Im Schmelzig“ in Lautertal-Elmshausen

Baugrundgutachten und geotechnische Empfehlungen zur Ausführung der Erschließungsmaßnahmen

Bericht Nr.: 3074/1

Erstattet für: Herrn Robert Jost
Sachsenhäuser Straße 17
64686 Lautertal

Datum: 21.01.2016

Bearbeiter: Dipl.-Ing. J. Hesse,
Dipl.- Ing. J. Bürkle

Seiten: 18

Anlagen: 4

Verteiler: R. Jost, *2-fach und als pdf-Datei*
Ingenieurbüro Lindhof, *als pdf-Datei*
Akte

Inhalt	Seite
1 Gegenstand und Veranlassung	3
2 Unterlagen	3
3 Zum Baugebiet.....	4
4 Durchgeführte Untersuchungen	7
4.1 Baugrunderkundungen	7
4.2 Probenentnahme	8
4.3 Bodenmechanische Laborversuche	8
5 Darstellung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse	8
5.1 Baugrund.....	8
5.2 Grundwasser	11
6 Bewertung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse	12
6.1 Baugrund.....	12
6.2 Erdbebenwirkung.....	13
6.3 Grundwasser	13
6.4 Zu möglichen Kontaminationen.....	13
6.5 Zu möglichen Kriegseinwirkungen	14
6.6 Versickerung von Niederschlagswasser	14
7 Geotechnische Empfehlungen zur Bauausführung	14
7.1 Vorlaufende Maßnahmen	14
7.2 Verlegen der Entwässerungskanäle	15
7.2.1 Herstellen der Kanalgräben	15
7.2.2 Rohraufleger	15
7.2.3 Rückverfüllung	15
7.3 Herstellen des Straßenplanums.....	16
8 Schlussbemerkungen und weitere Beratungen	18

Anlagen:

1	Übersichtslageplan
2	Lageplan vom Plangebiet mit den Ansatzstellen der Baugrunderkundungen
3	Ergebnisse der Baugrunderkundungen (<i>8 Seiten</i>)
4	Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche (<i>4 Seiten</i>)

1 Gegenstand und Veranlassung

In der östlich des Ortskerns von Lautertal-Elmshausen gelegenen Flur „Im Schmelzig“ soll ein neues Baugebiet erschlossen werden.

Im Rahmen der Erschließungsmaßnahme werden Zufahrtstraßen gebaut und Versorgungsleitungen sowie Entwässerungskanäle verlegt.

GEO-SERVICE wurde über das Ingenieurbüro Lindhof aus Bensheim von Herrn Robert Jost beauftragt, für die geplanten Erschließungsmaßnahmen Baugrunderkundungen durchzuführen und ein Baugrundgutachten mit Empfehlungen zur Bauausführung zu erstellen.

Im vorliegenden Geotechnischen Bericht Nr. 3074/1 werden die Untersuchungsergebnisse dargestellt und bewertet.

2 Unterlagen

- U2.1 Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden: Behelfsausgabe der Geologischen Karte von Hessen, Blatt 6218 „Neunkirchen“, 2. Auflage, erschienen 1919, Maßstab 1 : 25.000, mit Erläuterungen
- U2.2 Hessisches Landesvermessungsamt, Wiesbaden: Rasterdaten der Topographischen Karte von Hessen, Maßstab 1 : 25.000, 100 L/cm, 1. Auflage von 2000
- U2.3 Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG): Fachinformationssystem Grund- und Trinkwasserschutz Hessen, Stand: Dezember 2015
- U2.4 Regierungspräsidien Darmstadt, Gießen und Kassel: Merkblatt „Entsorgung von Bauabfällen“ (Baumerkblatt), Stand: 15.05.2009
- U2.5 Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 20: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen / Abfällen - Technische Regeln -, 4. erweiterte Auflage Teil II und III, Stand 06.11.1997 und 5. Auflage Teil I vom 06.11.2003
- U2.6 Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln: Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen, RStO 12, Ausgabe 2012
- U2.7 KMB - Zweckverband Kommunalwirtschaft Mittlere Bergstraße: Lageplan im Maßstab 1 : 500 mit Höhen von Entwässerungseinrichtungen vom 04.12.2015
- U2.8 Schweiger + Scholz Ingenieurpartnerschaft, Bensheim: Anlage 2 zum städtebaulichen Vertrag vom April 2015: Bebauungsplan „Im Schmelzig“ in Lautertal-Elmshausen
- U2.9 Ingenieurbüro Lindhof, Bensheim: Angebotsanfrage vom 08.10.2015 und undatierter Lageplan
- U2.10 *GEO-SERVICE*: Aufzeichnungen von den Ortsterminen am 23.11. und 02.12.2015

3 Zum Baugebiet

Das geplante Baugebiet „Im Schmelzig“ befindet sich etwa 100 m südlich der Nibelungenstraße (B47) am östlichen Ortsrand von Lautertal-Elmshausen (*Anlage 1*).

Die Zufahrt erfolgt von der B47 aus über die Straße „Am Fischweiher“. Nach etwa 70 m führt eine Brücke über die Lauter, die im Bereich des neuen Baugebietes nach Süden fließt (*Bild 1*). Etwa 50 m östlich der Brücke zweigt der unbefestigte Hohwiesenweg von der Straße „Am Fischweiher“ nach Südosten hin ab.

Das etwa 2,5 ha große Baugebiet umfasst die Flurstücke 104/1 und 105 in Flur 4 der Gemarkung Elmshausen. Es liegt unmittelbar südöstlich der erwähnten Brücke und wird im Norden von der Straße „Am Fischweiher“ und dem Hohwiesenweg begrenzt (*Bild 1*). Im Süden verläuft die Sachsenhäuser Straße, an die sich im Osten der Schmelzigweg anschließt. Südwestlich des Baugebietes befindet sich der Friedhof von Elmshausen.

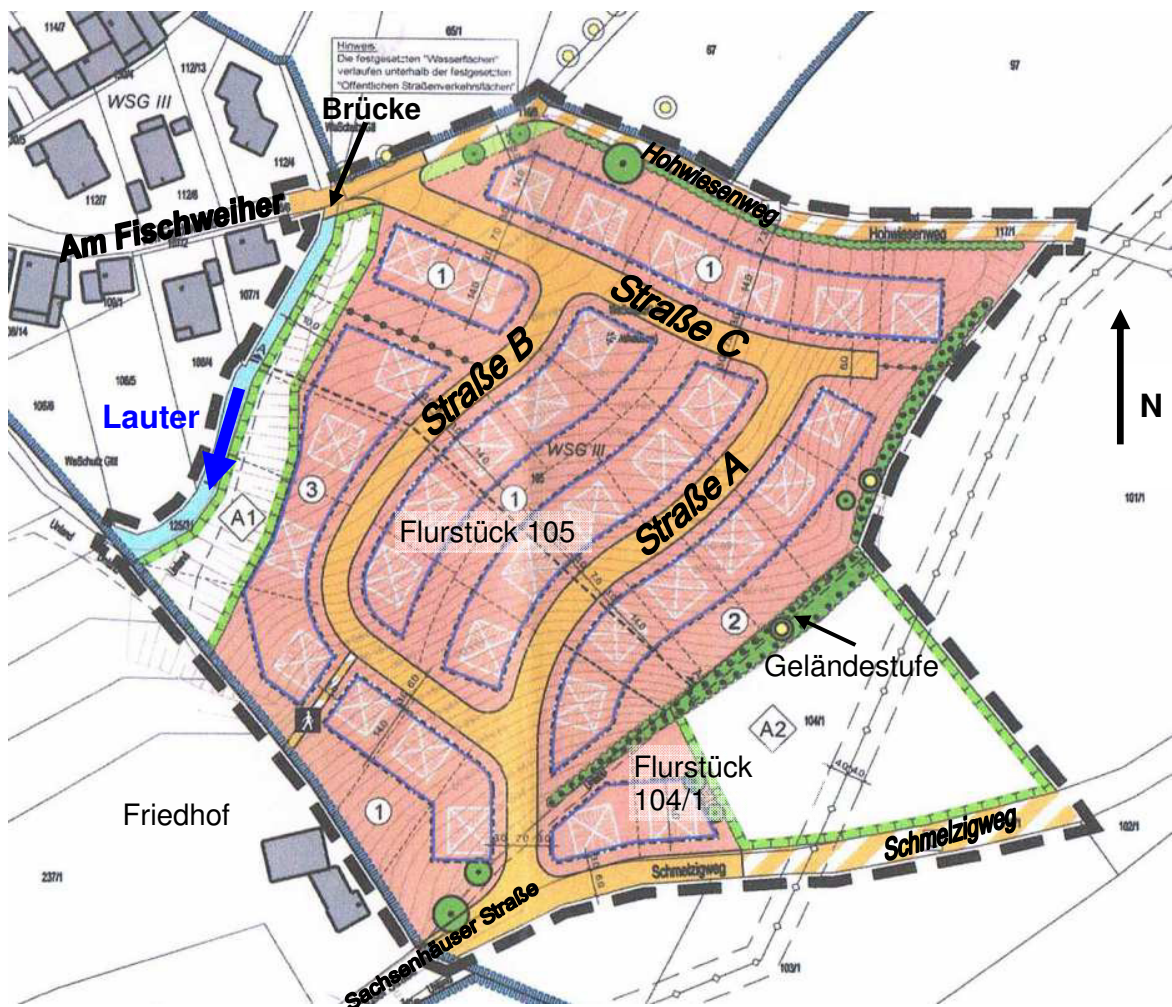


Bild 1: Lage des Baugebietes (U2.8, ergänzt)

Die Straße „Am Fischweiher“ liegt im Bereich der Brücke auf etwa 176,8 m NN (U2.7). Ab hier steigt das bislang unbebaute Wiesengelände nach Süden hin unter etwa 10° an (*Bild 2* und *Bild 3*). Im Südosten weist das Gelände einen welligen Verlauf auf (*Bild 3*).

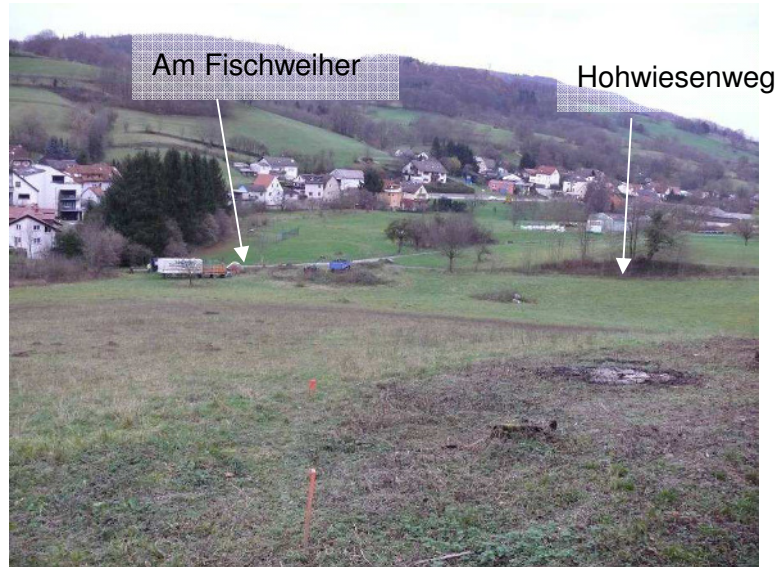


Bild 2: Blick nach Norden auf das Plangebiet, Flurstück 105 (02.12.2015)

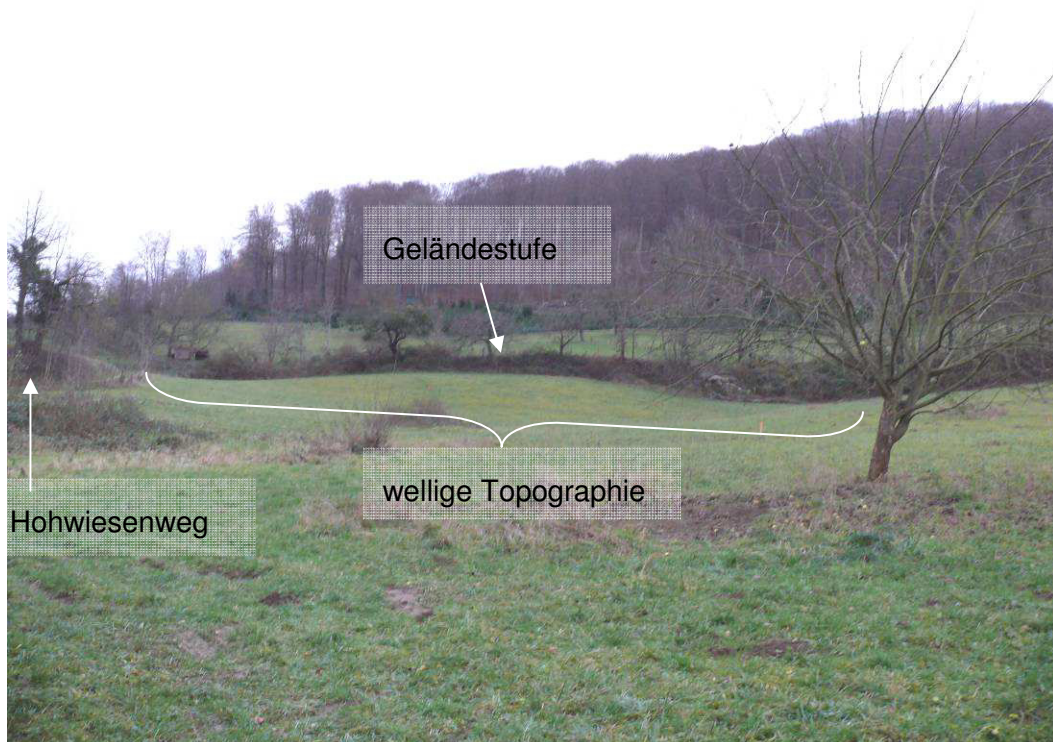


Bild 3: Blick nach Süden auf das Plangebiet (02.12.2015)



Bild 4: Blick nach Nordosten auf das Flurstück 104/1 (02.12.2015)

An der Südgrenze des Flurstücks 105 steigt das Gelände um etwa 4 m steil nach Südosten an (Geländestufe, *Bild 1* und *Bild 3*). In diesem Bereich stehen Bäume und Büsche. Hier sind teilweise auch große Dioritblöcke vorhanden.

Oberhalb des Geländeanstiegs liegt das im Westen nahezu ebene Flurstück 104/1, welches derzeit als Weide genutzt wird. Hier ist auch ein kleiner Geräteschuppen vorhanden (*Bild 4*).

Die Sachsenhäuser Straße liegt im Bereich dieser Weidefläche auf etwa 203,1 m NN.

Zur Erschließung des Baugebiets wird von der Brücke „Am Fischweiher“ aus eine etwa 120 m lange, asphaltierte Stichstraße (Straße C in *Bild 1*) parallel zum Hohwiesenweg nach Südosten geführt. Von dieser Stichstraße aus zweigen die Straßen A und B etwa rechtwinklig nach Südwesten hin ab und münden nahe der Südgrenze des Flurstücks 105 ineinander. Von hier führen die vereinigten Straßen dann weiter zur Sachsenhäuser Straße. Die Straße „Am Fischweiher“ und die Sachsenhäuser Straße werden im Bereich der Einmündung der neuen Erschließungsstraßen auf Längen von etwa 30 m bzw. 60 m erneuert (*Bild 1*).

Entlang der Erschließungsstraßen wird einseitig ein 1,5 m breiter, gepflasterter Gehweg angeordnet. Bereichsweise sind ebenfalls gepflasterte Stellplätze parallel zur Fahrbahn vorgesehen. Einschließlich der Gehwege und der Stellplätze wird die Gesamtbreite der Erschließungsstraßen 6,0 m (Straße B) bzw. 7,0 m (Straßen A und C) betragen (U2.9).

Die Straßenoberfläche wird jeweils etwa in Höhe der bestehenden Geländeoberfläche liegen.

Nach Unterlage U2.9 beträgt die Verlegetiefe der Abwasserkanäle maximal 3,0 m.

Weitere Informationen zu den Erschließungsmaßnahmen lagen uns zum Zeitpunkt der Berichterstattung nicht vor.

4 Durchgeführte Untersuchungen

4.1 Baugrunderkundungen

Zur Erkundung der örtlichen Baugrund- und Grundwasserverhältnisse wurden am 23.11. und am 02.12.2015 von *GEO-SERVICE* acht Kleinbohrungen (BS1 bis BS8) niedergebracht.

Die Lage der Ansatzstellen ist im Lageplan der *Anlage 2* eingetragen. Hiernach wurden die Kleinbohrungen BS1 bis BS3 im Bereich der Straße C niedergebracht. BS4 und BS6 lagen in der Trasse von Straße A und BS7 und BS8 in der Trasse von Straße B. BS5 wurde an der Einmündung in die Sachsenhäuser Straße oberhalb der erwähnten Geländestufe ausgeführt.

Bei den Kleinbohrungen war in den in *Tabelle 1* aufgeführten Tiefen kein weiterer Bohrfortschritt mehr zu erreichen.

Tabelle 1: Bohrendtiefen

Kleinbohrung	BS1	BS2	BS3	BS4	BS5	BS6	BS7	BS8
Bohrendtiefe [m]	3,2	3,0	5,0	3,4	3,1	3,3	2,4	3,9

Der erste Meter der Kleinbohrungen erfolgte mit einem Kernrohr mit einem Außendurchmesser von $D_{\text{außen}} = 80$ mm. Im Tiefenbereich von 1,0 m bis 3,0 m kamen Kernrohre mit $D_{\text{außen}} = 60$ mm und darunter mit $D_{\text{außen}} = 50$ mm zum Einsatz.

Das geförderte Bohrgut wurde im bergfrischen Zustand sowohl geotechnisch gemäß DIN 4022 als auch organoleptisch aufgenommen.

An allen Homogenbereichen wurden Salzsäuretests zur qualitativen Bestimmung des Kalkgehaltes vorgenommen.

Zur Ermittlung der Konsistenz wurden an den bindigen Kernabschnitten ergänzend zum Knetversuch auch Pocket-Penetrometer-Tests durchgeführt.

Jeweils nach dem Ziehen des letzten Kernrohres wurde zur Grundwasserstandsmessung ein Lichtlot in die Bohrlöcher abgelassen.

Die Lage und Höhe der Ansatzstellen wurden mit dem Tachymeter eingemessen. Als Höhenbezug diente hierbei der auf der Straße „Am Fischweiher“ gelegene Kanaldeckel mit der Ordnungsnummer 58006210, dessen Höhe in Unterlage U2.7 mit 176,77 m NN angegeben ist.

4.2 Probenentnahme

Im Zuge der Erkundungsarbeiten wurden aus dem Bohrgut der Kleinbohrungen insgesamt 17 gestörte Bodenproben (GP) entnommen, welche vor Ort luftdicht verpackt und jeweils am gleichen Tag in unser bodenmechanisches Labor eingeliefert wurden.

Die Bezeichnung der Proben und die jeweilige Entnahmetiefe kann aus der Darstellung der Bohrprofile in der *Anlage 3* entnommen werden.

4.3 Bodenmechanische Laborversuche

Zur Ermittlung der Körnungslinie wurde nach der labormäßigen Bodenansprache an den Proben GP4/2 (Labornummer: 11868) und GP7/2 (Labornummer: 11900) jeweils eine Siebung nach nassem Abtrennen der Feinanteile nach DIN 18 123 durchgeführt.

Weiterhin wurden an der Probe GP3/2 (Labornummer: 11866) der natürliche Wassergehalt durch Ofentrocknung nach DIN 18 121 sowie die Wassergehalte an der Fließ- und Ausrollgrenze gemäß DIN 18 122 bestimmt.

Das nach den bodenmechanischen Untersuchungen verbliebene Probenmaterial wurde für eventuelle spätere Untersuchungen in unser Probenlager aufgenommen. Diese Rückstellproben werden bis Ende März 2016 aufbewahrt.

5 Darstellung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse

5.1 Baugrund

Geologische Übersicht

Das geplante Baugebiet liegt im *Vorderen Odenwald*, der nach der regionalen Geologie aufgrund der hier als Grundgebirge anstehenden Tiefengesteine auch als **Kristalliner Odenwald** bezeichnet wird.

Das *Bild 5* zeigt einen Auszug aus der geologischen Karte (U2.1), in dem der Verlauf der geplanten Erschließungsstraßen mit roten Linien eingetragen ist.

Hiernach sind für den südlichen Teil des Plangebietes mit einer grünen Signatur **Diorite** ausgewiesen, die - wie auch die weiter südöstlich anstehenden Granite - dem kristallinen Grundgebirge zugeordnet werden.

Erfahrungsgemäß ist die mineralische Bindung der Gesteine im oberflächennahen Bereich durch Verwitterungsprozesse soweit verringert, dass der hier anstehende **Felszersatz** die Eigenschaften eines Lockergesteins aufweist. Zur Tiefe hin nimmt der Verwitterungsgrad rasch ab. Unter dem Felszersatz stehen die Granite und Diorite zunächst als angewitterter und im tieferen Baugrund als unverwitterter Fels an.

Im Südosten des Projektgebiets haben sich nach der geologischen Karte in der Felsoberfläche zwei nach Nordwesten hin einfallende **Hangrinnen** ausgebildet, die in *Bild 5* mit einer weißen Signatur versehen sind. Weiter talwärts vereinigen sich die Hangrinnen zu einer größeren Rinne.

Gemäß den Erläuterungen zur geologischen Karte sind in den Hangrinnen abgeschwemmter Gesteinsgrus und Gehängelehme abgelagert, die oft mit „*groben Gesteins-trümmern*“ und auch größeren Blöcken durchsetzt sind.

Im Norden und Westen des geplanten Baugebietes werden der Felsersatz und die Gesteine des kristallinen Grundgebirges von **pleistozänen Lössen** überlagert, die mit einer gelben Schraffur markiert sind (*Bild 5*). Die Lössen wurden während der Eiszeiten als Windsediment auf dem ursprünglichen Relief des kristallinen Grundgebirges abgelagert, was zu örtlich unterschiedlichen Schichtdicken geführt hat.

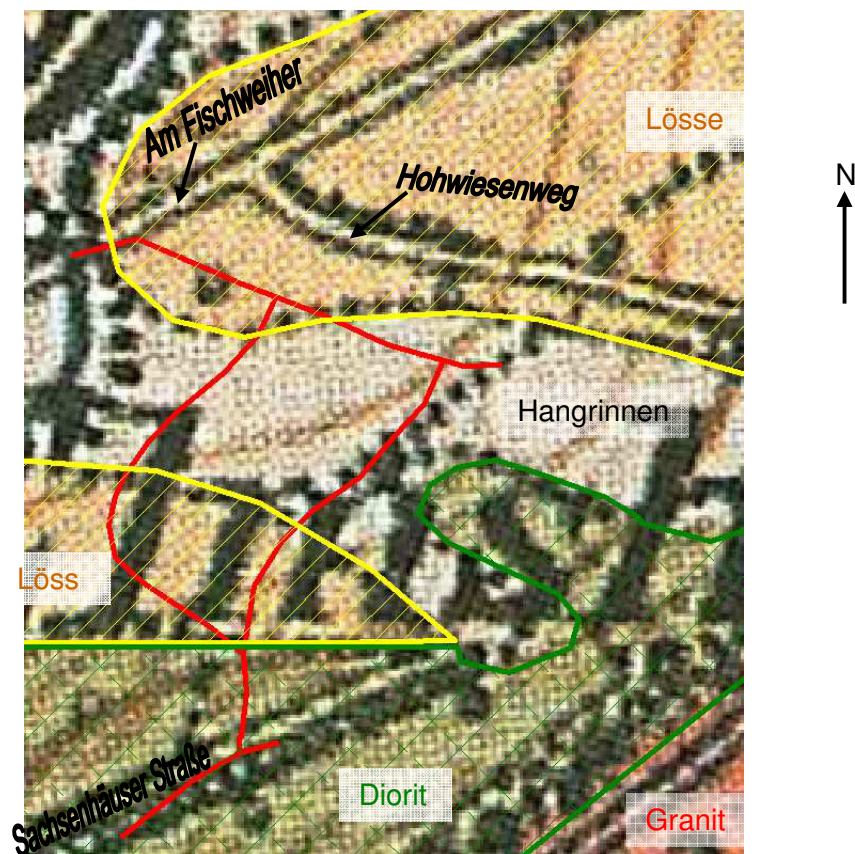


Bild 5: Auszug aus der geologischen Karte (U2.1, ergänzt)

Erkundete Schichtenfolge

Die bei den Kleinbohrungen ermittelten Bohrprofile sind in *Anlage 3* gemäß DIN 4023 zeichnerisch dargestellt.

Hiernach wurden unter dem **Mutterboden** und den bereichsweise vorhandenen **Auffüllungen (Schicht 1)** bei allen Erkundungen zunächst **Löss (Schicht 2)** mit örtlich unterschiedlicher Schichtdicke angetroffen.

Unter den Lössen folgt jeweils der **Felsersatz (Schicht 3)** des kristallinen Grundgebirges. Die tiefer liegenden angewitterten und unverwitterten Diorite wurden nicht erreicht.

Auch bei den im Bereich der erwähnten Hangrinnen gelegenen Kleinbohrungen wurde weder umgelagerter Gesteinsgrus oder Gehängelehm noch eine „*grobstückige*“ Rinnenfüllung angetroffen.

Nachfolgend werden die erkundeten Böden genauer beschrieben.

Mutterboden

Der Mutterboden wurde an den Ansatzstellen zwischen 10 cm und 20 cm dick angetroffen.

Schicht 1: Auffüllungen

Bei den nahe der Straße „Am Fischweiher“ und der Sachsenhäuser Straße durchgeführten Kleinbohrungen BS1 und BS2 bzw. BS5 und BS6 stehen unter dem Mutterboden zunächst aufgefüllte Böden an.

Dabei handelt es um umgelagerte Lössen, die bodenmechanisch als **sandige bzw. stark sandige Schluffe** anzusprechen sind. Örtlich sind auch Ziegel- und Dioritbruchstücke eingelagert.

An den aufgefüllten Schluffen wurde bei BS1 und BS2 eine **steife bis halbfeste** und bei BS5 und BS6 eine **weiche bis steife Konsistenz** festgestellt.

Die Auffüllungen wurden bis in Tiefen von 1,0 m (BS1), 0,4 m (BS2), 0,6 m (BS5) und 0,25 m (BS6) erkundet.

Auffällige Gerüche oder Verfärbungen, die auf eine altlastenrelevante Kontamination der Auffüllungen hindeuten, wurden am Bohrgut nicht festgestellt.

Schicht 2: Lössen

Unter den Auffüllungen bzw. unter dem Mutterboden folgen Lössen, die entgegen der Darstellung in der geologischen Karte **im gesamten Plangebiet** angetroffen wurden. Dabei handelt es sich überwiegend um **stark feinsandige Schluffe**. Örtlich wechsellagern die Schluffe mit **stark schluffigen Feinsanden**.

Die zumeist nur gering feuchten Lössen lassen sich nicht kneten, sondern nur zerbrechen bzw. zerreiben, weshalb in den Bohrprofilen zumeist eine **halbfeste Konsistenz** eingetragen wurde. Örtlich wurde an den Lössen aber auch eine **weiche bzw. weiche bis steife Konsistenz** festgestellt.

Die *Anlage 4.1* gibt einen Überblick über die Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche.

Die Wassergehalte an der Fließ- und Ausrollgrenze der Probe GP3/2, die bei BS3 aus den Lössen entnommenen wurde, wurden zu $w_L = 33\%$ und $w_P = 19\%$ ermittelt (*Anlage 4.2*). Die Plastizitätszahl ergibt sich hieraus zu $I_P = 14\%$.

Mit dem natürlichen Wassergehalt von $w = 17\%$ berechnet sich die Konsistenzzahl zu $I_C = 1,2$, was der bereits im Feldversuch festgestellten **halbfesten Konsistenz** entspricht.

Anhand der Laborversuchsergebnisse ergibt sich nach DIN 18 196 eine Klassifikation des probierten Lösses als **leicht plastischer Ton (Bodengruppe TL)**.

Wie bereits erwähnt, stehen die Lösses mit örtlich unterschiedlicher Schichtdicke an.

Dort, wo in der geologischen Karte Lösses ausgewiesen sind, wurde die Schichtuntergrenze in Tiefen von 3,0 m (BS1), 2,1 m (BS2) und 1,7 m (BS7) erbohrt.

Entsprechend dem Relief des tieferliegenden Felshorizonts reichen die Lösses im Bereich der ausgewiesenen Hangrinnen bereichsweise tiefer. Hier konnten die Lösses mit den Kleinbohrungen BS3 und BS8 bis zur jeweiligen Bohrendtiefe von 5,0 m bzw. 3,9 m nicht durchbohrt werden. Bei BS4 reichen die Lösses bis in eine Tiefe von 1,8 m.

In den Bereichen, für die in der geologischen Karte die Diorite des Grundgebirges als oberste Schicht ausgewiesen sind, wurde jeweils eine geringe Lössüberdeckung erkundet. Hier reichen die Lösses nur bis in Tiefen von 1,0 m (BS5) und 0,6 m (BS6).

Auch an den Lössen wurden keine Hinweise auf eine etwaige Verunreinigung festgestellt.

Schicht 3: Felszersatz

Unter den Lössen folgt der Felszersatz des kristallinen Grundgebirges. Dabei handelt es sich überwiegend um **Sande mit örtlich unterschiedlichen Schluff- und Kiesanteilen**. Der Kiesanteil besteht aus Diorit- bzw. Granitgrus. Bei BS1 steht der Felszersatz als stark sandiger Schluff an.

Der Bohrwiderstand im Felszersatz steigt mit zunehmender Tiefe deutlich an.

Die Körnungslinien der aus dem Felszersatz entnommenen Proben GP4/2 und GP7/2 sind als *Anlagen 4.3 und 4.4* beigefügt. Hiernach wurden Sandanteile von 29% (GP4/2) und 49% (GP7/2) sowie Kiesanteile von 34% (GP4/2) und 16% (GP7/2) ermittelt. Die Schlammkornanteile liegen bei 37% (GP4/2) und 35% (GP7/2).

Nach den Versuchsergebnissen handelt es sich bei den untersuchten Proben somit gemäß DIN 18 196 um **Sand-Schluff-Gemische** der **Bodengruppe SU***.

Auch am Felszersatz ergaben sich keine Hinweise auf eine anthropogene Beeinflussung.

5.2 Grundwasser

Bei den Baugrunderkundungen vom 23.11. und 02.12.2015 wurde bis zur jeweiligen Bohrendtiefe kein Grundwasser angetroffen.

6 Bewertung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse

6.1 Baugrund

Nach den Ergebnissen der Baugrunderkundungen und der bodenmechanischen Laborversuche können den erkundeten Böden erfahrungsgemäß die in *Tabelle 2* aufgeführten charakteristischen Bodenkennwerte gemäß EC 7 (DIN EN 1997-1:2009-09) zugeordnet werden.

Tabelle 2: Charakteristische Bodenkennwerte

Schicht Nr.	Schicht	Wichte	Scherfestigkeit			Steife-modul
		γ	φ'	c'	c_u	E_s
		[kN/m ³]	[°]	[kN/m ²]		[MN/m ²]
1	Auffüllungen	20	28	0-5	20-40	5-20
2	Lösse	21	28	3-5	40-60	15-40
3	Felsersatz	19-20	33-35	0	entf.	40-100

Die erkundeten Böden werden hinsichtlich ihrer Gewinnbarkeit nach *Tabelle 3* beurteilt.

Tabelle 3: Bodenklassen

Schicht-Nr.	Schicht	Bodenklasse nach DIN 18 300
-	Mutterboden	1
1	Auffüllungen	[4]
2	Lösse	4
3	Felsersatz	4, 5

Die nach der geologischen Karte im Bereich von Hangrinnen möglichen „*groben Gesteinstrümmer*“ wurden bei den durchgeführten Kleinbohrungen zwar nicht angetroffen. Die an der Geländestufe gelegenen **Dioritblöcke** deuten jedoch darauf hin, dass solche Ablagerungen eventuell auch im Projektgebiet vorhanden sind. Bei den Erdarbeiten können dann **Steine** und **Felsblöcke** angetroffen werden.

Die erkundeten Auffüllungen, die Lössen und der Felszersatz werden nach ZTVE-StB 09 einheitlich als **sehr frostempfindlich** eingestuft (**Frostempfindlichkeitsklasse F3**).

Der bereichsweise als Erdaushub anfallende, sandige Felszersatz ist nach ZTVA-StB 12 als **mäßig gut verdichtbar** einzustufen und der **Verdichtbarkeitsklasse V2** zuzuordnen.

Die bindigen Auffüllungen, die Lössen und der schluffige Felszersatz sind **weniger gut verdichtbar** (**Verdichtbarkeitsklasse V3**).

Nach dem Freilegen neigen die anstehenden Böden bei Wasserzutritten und dynamischer Beanspruchung, wie z. B. beim Überfahren im Baubetrieb, zum Aufweichen.

Der anstehende Baugrund wird hinsichtlich seiner Schrumpf- und Quellneigung als unkritisch eingestuft.

Einschlüsse, Hohlräume, Erdfälle und Störungszonen sind für das Projektgebiet nicht bekannt.

6.2 Erdbebenwirkung

Gemäß des Nationalen Anhangs zum EC 8, Teil 1 (DIN EN 1998-1/NA:2011-01) liegt Elmshausen in der **Erdbebenzone 1**. Bei rechnerischen Erdbebennachweisen ist als Bemessungswert der Bodenbeschleunigung $a_g = 0,4 \text{ m/s}^2$ anzunehmen.

Als Kombination der Baugrund- und Untergrundklasse ist von **C-R** auszugehen.

6.3 Grundwasser

Aufgrund der Hanglage und der geringen Wasserdurchlässigkeit der anstehenden Lössen werden Niederschläge hauptsächlich oberflächlich abfließen. Schichtwasser kann hier nur in grobkörnigen Lagen des Felszersatzes auftreten.

Der Grundwasserspiegel liegt im Projektgebiet so tief, dass er für die Erschließung des neuen Wohngebietes keine Bedeutung hat.

Gemäß Unterlage U2.3 liegt das geplante Neubaugebiet in der **Schutzzone III** eines **Wasserschutzgebietes**.

6.4 Zu möglichen Kontaminationen

Das bei den Kleinbohrungen gewonnene Bodenmaterial wurde sorgfältig organoleptisch angesprochen. Hierbei wurden keine Auffälligkeiten festgestellt, die auf eine altlastenrelevante Kontamination der angetroffenen Böden hindeuten.

Auch wenn sich bei den vorlaufenden Erkundungen keine Hinweise auf eine Verunreinigung des Baugrunds ergeben haben, wird von den Erdbauunternehmen bzw. Entsorgern voraussichtlich eine Einstufung des eventuell abzufahrenden Erdaushubs nach Unterlage

U2.4 in die Einbauklassen nach LAGA M20 - auch als Z-Klassen bezeichnet - gefordert. Hierzu müssen umweltchemische Analysen gemäß Unterlage U2.5 durchgeführt werden.

6.5 Zu möglichen Kriegseinwirkungen

Vor dem Beginn der Bauarbeiten muss durch eine entsprechende Anfrage beim Kampfmittelräumdienst des Landes Hessen in Erfahrung gebracht werden, ob in dem geplanten Baugebiet eventuell Bombenblindgänger oder Kampfmittel vorhanden sein können.

Falls auch hiernach Blindgänger oder eine andere Munitionsbelastung nicht ausgeschlossen werden können, muss vor dem Beginn der Erschließungsarbeiten eine Kampfmittelabsuche durchgeführt werden.

6.6 Versickerung von Niederschlagswasser

Nach den Ergebnissen der Baugrunderkundungen und der durchgeführten Laborversuche sind die anstehenden Böden als **schwach bzw. sehr schwach durchlässig** einzustufen.

In dem Neubaugebiet ist deshalb keine planmäßige Versickerung möglich.

7 Geotechnische Empfehlungen zur Bauausführung

7.1 Vorlaufende Maßnahmen

Die Erschließungsarbeiten und der Baustellenverkehr in der Straße „Am Fischweiher“ bzw. in der Sachsenhäuser Straße führen zu Erschütterungen, die sich auch auf die Nachbarschaft des Baugebietes auswirken können.

Wir empfehlen deshalb, vor dem Beginn der Straßen- und Leitungsbauarbeiten für die benachbarte Wohnbebauung, den Friedhof und die Zufahrtsstraßen eine Beweissicherung durchführen zu lassen.

Nach unserer Erfahrung ermöglicht nur die vorlaufende detaillierte Aufnahme von ggf. vorhandenen Rissen und Schäden eine konfliktfreie Abwehr ungerechtfertigter Schadensersatzforderungen.

Wie bereits in *Abschnitt 6.5* ausgeführt wurde, muss vor dem Beginn der Bauarbeiten die Kampfmittelfreiheit sichergestellt werden.

Die umweltchemischen LAGA-Analysen des eventuell abzufahrenden Erdaushubs können baubegleitend an Proben aus dem seitlich gelagerten Material durchgeführt werden (vgl. *Abschnitt 6.4*).

Für die Erschließungsmaßnahmen sind vorlaufende und baubegleitende Kontrolluntersuchungen erforderlich. Wir empfehlen, Art und Umfang der hier notwendigen Eigen- und

Fremdüberwachungen auf Grundlage der Ausführungsplanung in einem Qualitätssicherungsplan (QSP) verbindlich festzulegen. Die Umsetzung des QSP durch die Eigenüberwachung wird von der geotechnischen Fremdüberwachung kontrolliert.

7.2 Verlegen der Entwässerungskanäle

7.2.1 Herstellen der Kanalgräben

Für eine vorlaufende Ausführung der Kanalarbeiten sind Baustraßen erforderlich.

Nach den Ergebnissen der Baugrunderkundungen wird die Aushubsohle der etwa 3 m tiefen Kanalgräben überwiegend im Felsersatz (*Schicht 3*) liegen. Abhängig von der örtlichen Verlegetiefe können insbesondere im Bereich der erwähnten Hangrinnen (BS3 und BS8) in der Grabensohle eventuell auch Löss (*Schicht 2*) anstehen.

Zur Sicherung der Kanalgräben empfehlen wir aus baubetrieblichen und wirtschaftlichen Gründen den Einsatz eines Systemverbaus (Verbauboxen).

Eine vorlaufende Grundwasserabsenkung ist nach den vorliegenden Erkundungsergebnissen nicht erforderlich. Eventuell zulaufendes Sicker- und Tagwasser wird bei Bedarf mit einer offenen Wasserhaltung gefasst und abgeleitet.

7.2.2 Rohraufleger

Zur Vergleichmäßigung der Auflagerungsbedingungen empfehlen wir, unter den Kanalrohren eine mindestens 15 cm dicke *untere Bettungsschicht* (*Bild 6*) aus einem kornabgestuften Sand-Kies-Gemisch (vgl. *Abschnitt 7.2.3*) anzuordnen.

Der Einbau einer zusätzlichen Gründungs- oder Stabilisierungsschicht ist hier nicht erforderlich.

7.2.3 Rückverfüllung

Zur Verfüllung der übrigen Leitungszone empfehlen wir ebenfalls kornabgestufte Sand-Kies-Gemische. Das zulässige Größtkorn - in der Regel 20 mm - richtet sich auch nach dem Werkstoff der Kanalrohre. In der Leitungszone muss ein Verdichtungsgrad von $D_{pr} \geq 97\%$ erreicht werden.

In der Hauptverfüllung oberhalb der Leitungszone können die Kanalgräben mit dem als Erdaushub anfallenden, sandigen Felsersatz verfüllt werden.

Falls auch die Auffüllungen, Löss und der bindige Felsersatz zum Wiedereinbau kommen sollen, ist eine Verbesserung dieser Böden mit einem hydraulischen Bindemittel (Weißfeinkalk) erforderlich.

Um ein Durchnässen bei Niederschlägen zu verhindern, wird der zum Wiedereinbau vorgesehene Erdaushub bei einer eventuellen Zwischenlagerung mit einer Folie sturmsicher abgedeckt.

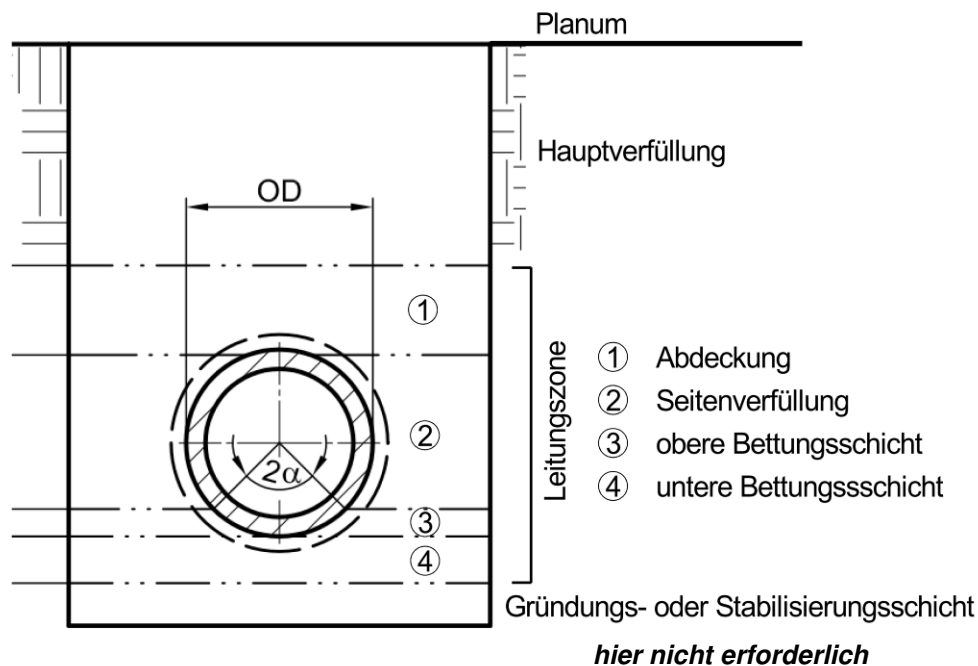


Bild 6: Schematische Darstellung eines verfüllten Kanalgrabens

Als ergänzende Verfüllmaterialien können bei Bedarf alle verdichtungsfähigen grob- und gemischtkörnigen Böden zum Einbau kommen. Aus baubetrieblichen Gründen empfehlen wir, den Schlämmkornanteil mit $d \leq 0,063$ mm auf maximal 10% zu begrenzen.

Aus Vorsorgegründen dürfen in dem Baugebiet grundsätzlich nur chemisch unbelastete Fremdmaterialien (Einbauklasse Z0 der LAGA Boden gemäß Unterlage U2.4) zum Einbau zugelassen werden.

Um Hohlräume bzw. Auflockerungen zu vermeiden, wird der Verbau im Zuge der lagenweisen Grabenverfüllung schrittweise gezogen und das Verfüllmaterial jeweils gegen die Grabenwand verdichtet. Wir empfehlen, die Schüttagenhöhe auf 25 cm zu begrenzen.

Im Zuge der Rückverfüllung der Kanalgräben müssen baubegleitende Verdichtungskontrollen durchgeführt werden.

Beim lagenweisen Wiedereinbau des Erdaushubs ist ein Verdichtungsgrad von mindestens $D_{pr} \geq 97\%$ zu erreichen. Der Luftporenanteil darf $n_a = 12\%$ nicht überschreiten.

Beim Einbau des beschriebenen Liefermaterials muss bis in eine Tiefe von 0,5 m unter dem zukünftigen Straßenplanum ein Verdichtungsgrad von $D_{pr} \geq 100\%$ erreicht werden. Darunter beträgt der geforderte Verdichtungsgrad $D_{pr} \geq 98\%$.

7.3 Herstellen des Straßenplanums

Wir empfehlen, den Oberbau der Erschließungsstraßen nach den Vorgaben der bereits erwähnten „Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen“ (RStO 12) zu planen und auszuführen.

Da die anstehenden Böden *sehr frostempfindlich* sind, muss im Bereich der Fahrbahn, der Gehwege und der Parkplätze ein frostsicherer Oberbau ausgeführt werden. Das Planum der Erschließungsstraßen wird geschätzt etwa 0,3 m bis 0,7 m tief unter der bestehenden Geländeoberfläche jeweils in einem Einschnitt liegen.

Da die im Planumbereich anstehenden Böden *sehr wasserempfindlich* und nur *gering wasserdurchlässig* sind, ist hier eine dauerhaft wirksame **Planumsentwässerung** erforderlich.

Zu Beginn der Straßenbauarbeiten wird der Mutterboden im Bereich der geplanten Erschließungsflächen vollständig abgetragen, separat gelagert und anschließend verwertet. Ein Überschütten von Mutterboden oder ein Befahren mit Baumaschinen ist nicht zulässig.

Wie bereits ausgeführt, reagieren die im Planumbereich anstehenden Böden **sehr empfindlich auf Wasserzutritte** und dynamische Beanspruchung.

Ohne eine vorlaufende Bodenverbesserung (s. u.) muss das Planum deshalb bei trockener Witterung in arbeitstäglichen Teilabschnitten mit glatter Schneide freigelegt und umgehend mit einer ersten Lage Frostschutz- bzw. Tragschichtmaterial abgedeckt werden.

Gemäß den hier zu beachtenden „Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau“ (ZTVE-StB 09) darf das freiliegende Planum nicht befahren werden. Das Schüttmaterial muss vor Kopf eingebaut werden.

Auf den im Planumbereich anstehenden frostempfindlichen Böden ist nach RStO 12 beim statischen Plattendruckversuch ein Wiederbelastungsmodul von mindestens $E_{V2} = 45 \text{ MN/m}^2$ zu erreichen.

Nach unserer Erfahrung wird sich diese Anforderung auf den bindigen Auffüllungen und Lössen nur bei sorgfältiger Bearbeitung des Planums und günstigen Witterungsverhältnissen nachweisen lassen. Selbst unter optimalen Voraussetzungen kann hier auch ein örtlicher Austausch der bereichsweise erkundeten, weichen Lössen erforderlich werden.

Aus baubetrieblichen Gründen empfehlen wir für die geplante Erschließungsmaßnahme eine großflächige Verbesserung des Planums mit einem hydraulischen Bindemittel.

Durch das Einfräsen eines Mischbinders wird auch die Empfindlichkeit der anstehenden Böden verringert, weshalb dann auch größere Teilflächen des Planums freigelegt werden können. Die örtlich erforderliche Bindemittelmenge und Frästiefe kann baubegleitend festgelegt werden.

Nach unserer Erfahrung bei ähnlichen Baugrundverhältnissen kann zur überschlägigen Kalkulation der Kosten für eine Bodenverbesserung im vorliegenden Fall von einer erforderlichen Zugabe von etwa 2 bis 4 Gew.-% Mischbinder mit 30% Weißfeinkalk-Anteil und 70% Zement-Anteil ausgegangen werden. Bei einer angenommenen Frästiefe von 30 cm entspricht dies einer Zugabemenge von etwa 12 bis 24 kg/m².

Die Wirkung einer *qualifizierten Bodenverbesserung* oder einer *Bodenverfestigung* darf auch bei der Bemessung des Oberbaus mit berücksichtigt werden. Hierbei müssen dann Art und Menge des Bindemittels *vorlaufend* zur Bauausführung anhand von Eignungsprüfungen festgelegt werden.

8 Schlussbemerkungen und weitere Beratungen

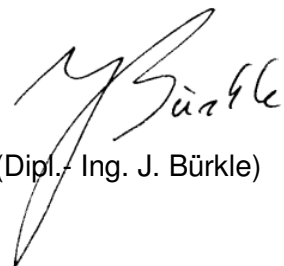
Das vorliegende Gutachten beschreibt und bewertet die Ergebnisse der Baugrunderkundungen, die am 23.11. und 02.12.2015 für die Erschließung des Baugebiets „Im Schmelzig“ in Lautertal-Elmshausen durchgeführt wurden.

Auf der Grundlage der gewonnenen Untersuchungsergebnisse werden für die geplanten Erschließungsmaßnahmen geotechnische Empfehlungen gegeben.

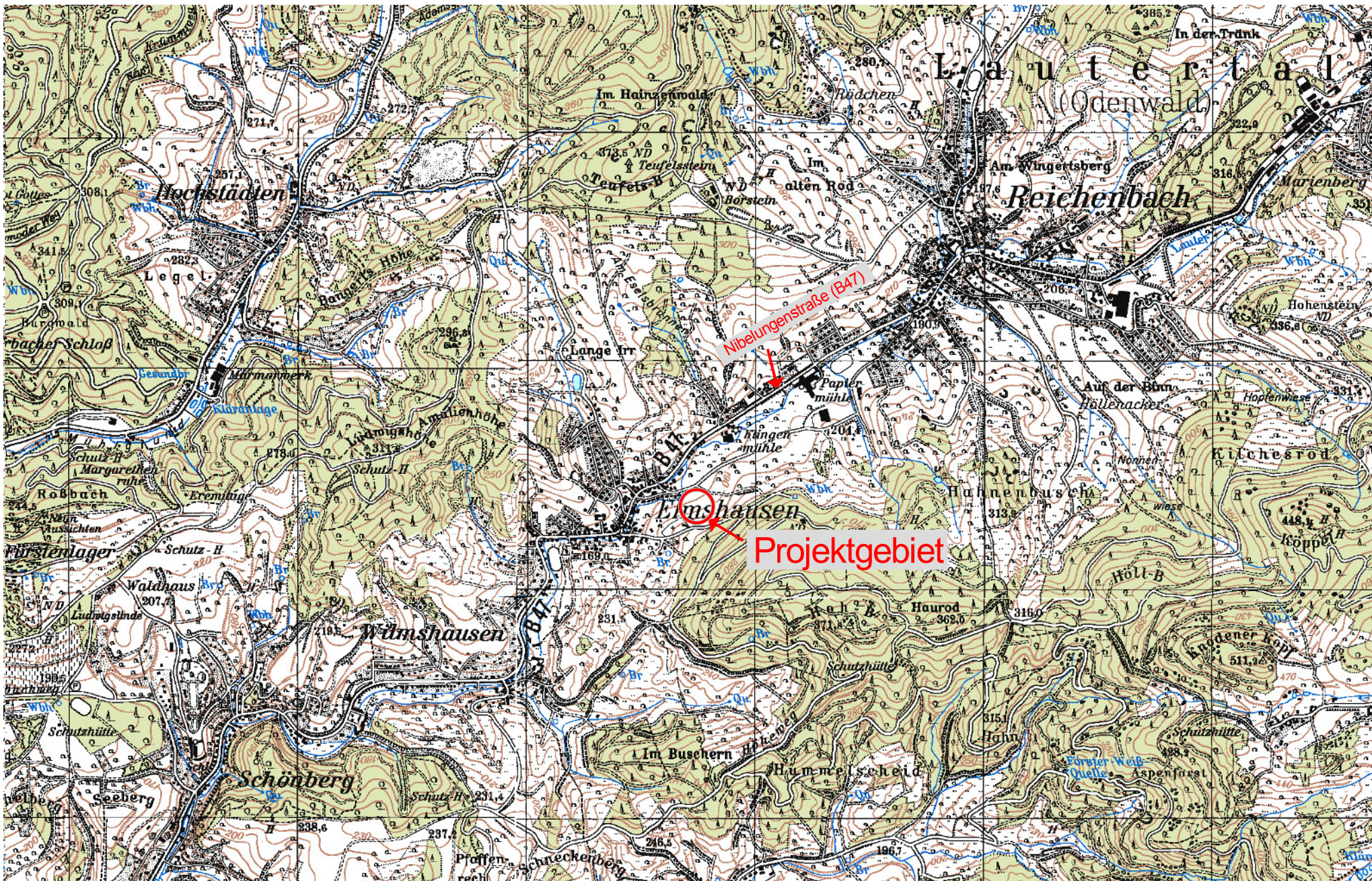
Für die weitere Beratung, die Erstellung des Qualitätssicherungsplans und zur Durchführung der geotechnischen Fremdüberwachung stehen wir gerne zur Verfügung.



(Dipl.- Ing. J. Hesse)



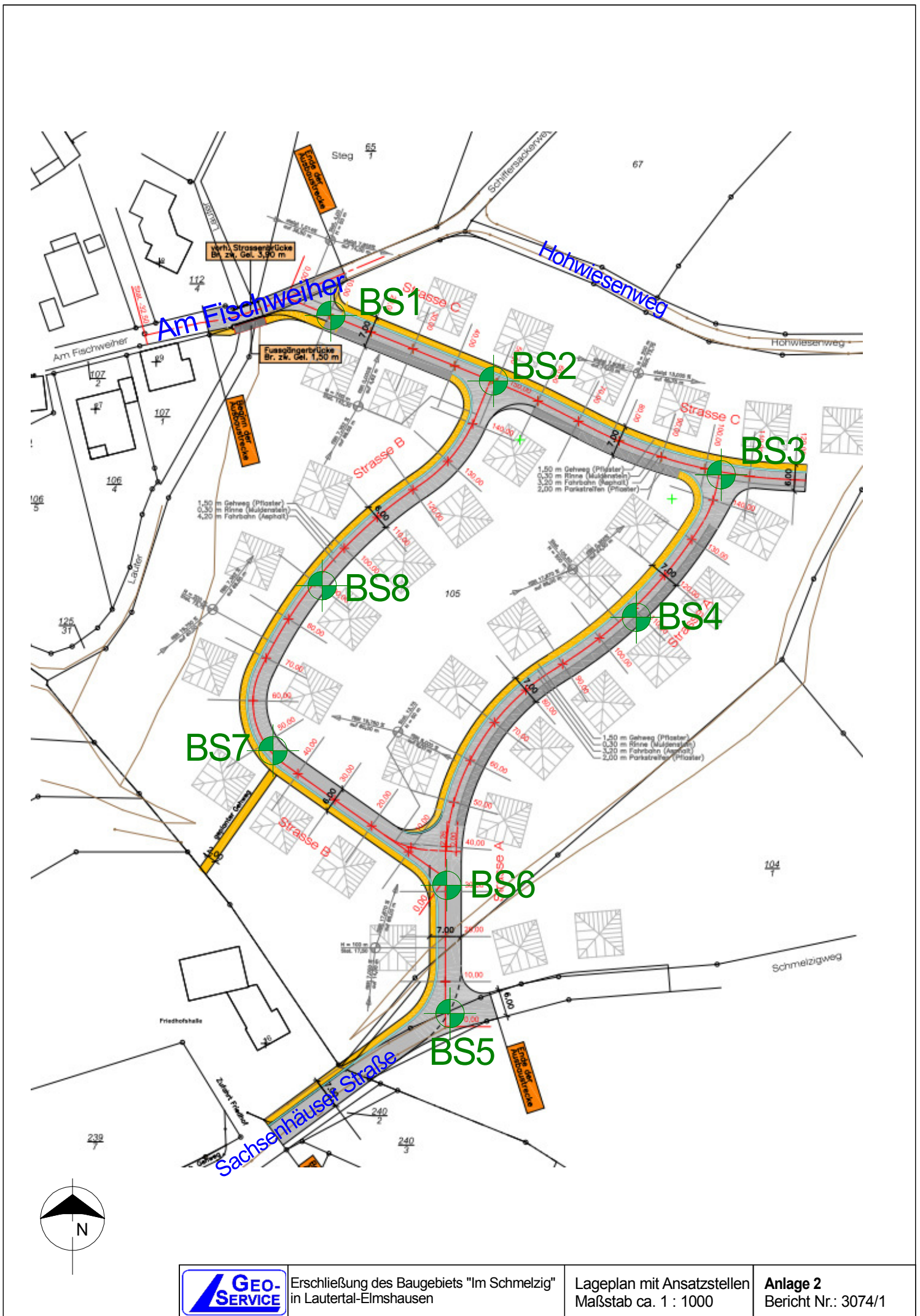
(Dipl.- Ing. J. Bürkle)



Erschließung des Baugebiets "Im Schmelzig"
in Lautertal-Elmshausen

Übersichtslageplan

Anlage 1
Bericht Nr.: 3074/1



Erschließung des Baugebiets "Im Schmelzig" in Lautertal-Elmshausen

Lageplan mit Ansatzstellen
Maßstab ca. 1 : 1000

Anlage 2
Bericht Nr.: 3074/1

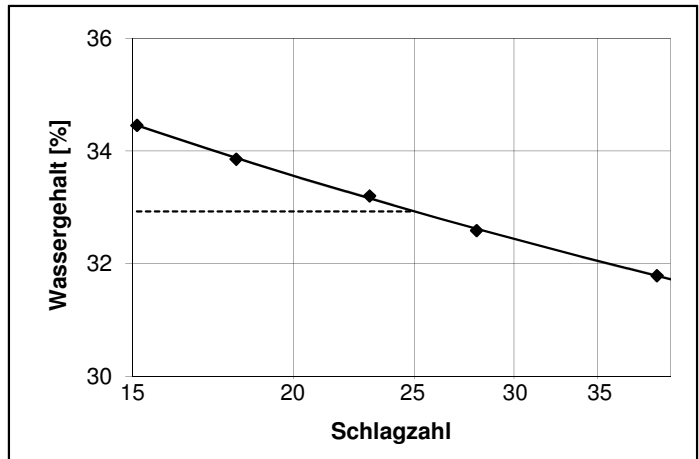
Zusammenstellung der Versuchsergebnisse

Erschließung des Baugebiets "Im Schmelzig", Lautertal-Elmshausen						
Int. Proben-Nr.				11866	11868	11900
Probenbezeichnung				GP 3/2	GP 4/2	GP 7/2
Entnahmestelle				BS 3	BS 4	BS 7
Entnahmetiefe [m]				1,0 - 3,0	1,8 - 3,4	1,7 - 2,4
Probenansprache nach DIN 4022				U, s', g'	U, g*, s	S, u*, g
				halbfest	halbfest	-
Bodengruppe nach DIN 18 196				TL	SU*	SU*
Probenfarbe				hellbraun	dunkelbraun	hellbraun
Qualitativer Kalkgehalt nach DIN 4022				0	0	0
Kennwert	DIN	Formel- zeichen	Dim.			
Massenanteil < 0,002 mm	18 123		%			
Massenanteil < 0,06 mm			%		37,2	34,3
Massenanteil < 2 mm			%		66,4	83,7
Ungleichförmigkeitszahl		C _U	-			
Krümmungszahl		C _C	-			
Dichte	18 125	ρ	g/cm ³			
Trockendichte		ρ _d	g/cm ³			
Wassergehalt	18 121	w	%	16,7		
Fließgrenze	18 122	w _L	%	32,9		
Ausrollgrenze		w _P	%	19,2		
Schrumpfgrenze		w _S	%			
Plastizitätszahl		I _P	%	13,7		
Konsistenzzahl		I _C	-	1,164		
Wasseraufnahmevermögen	18 132	w _A	%			
Lockerste Lagerung	18 126					
Dichteste Lagerung						
Korndichte	18 124	ρ _S	g/cm ³			
Glühverlust	18 128	V _{gl}	-			
Proctordichte	18 127	ρ _{Pr}	g/cm ³			
Optimaler Wassergehalt		w _{Pr}	%			
Verdichtungsgrad		D _{Pr}	%			
Kalkgehalt	18 129	V _{Ca}	%			
		V' _{Ca}	%			
		V'' _{Ca}	%			
Wasserdurchlässigkeits- beiwert (10°C)	18 130	k ₁₀	m/s			
Effektiver Reibungswinkel	18 137	φ'	°			
Effektive Kohäsion		c'	kN/m ²			
Undränierete Kohäsion		c _u	kN/m ²			
Einaxiale Druckfestigkeit	18 136	q _u	kN/m ²			
Dazugehörige Stauchung		ε _u	%			

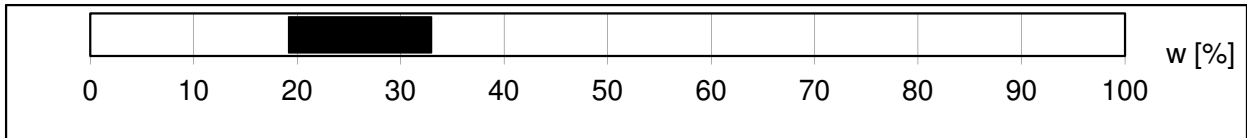
Zustandsgrenzen nach DIN 18 122-1

Auftraggeber:	Robert Jost	Labornummer:	11866
Projektbez.:	3074/1	Probenbez.:	GP 3/2
	Im Schmelzig, Elmshausen	Entnahmestelle:	BS 3
Datum:	06.01.2016	Entnahmetiefe [m]:	1,0 - 3,0

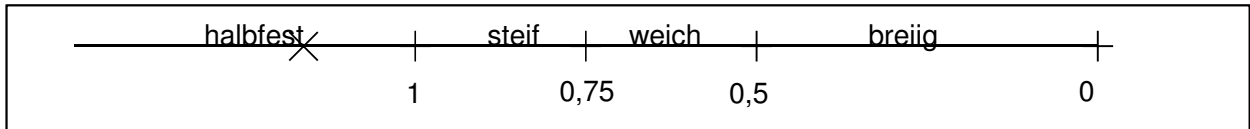
Wassergehalt w : 16,7%
 Überkornanteil \ddot{u} : 1%
 korrigierter Wassergehalt $w_{<0,4}$: 16,9%
 Fließgrenze w_L : 32,9%
 Ausrollgrenze w_P : 19,2%
 Plastizitätszahl I_P : 13,7%
 Konsistenzzahl I_C : 1,164



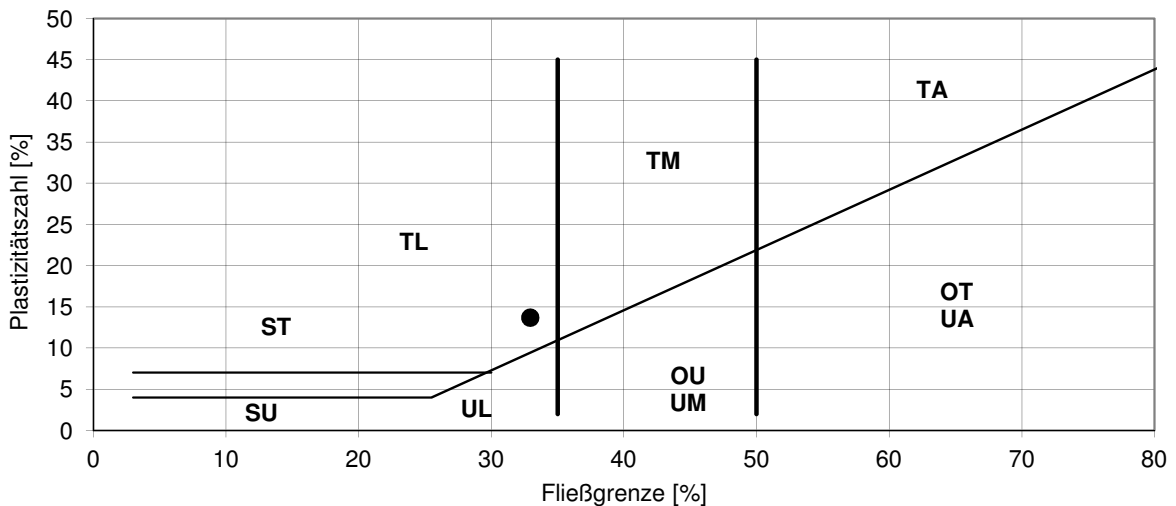
Plastizitätsbereich (w_P bis w_L):



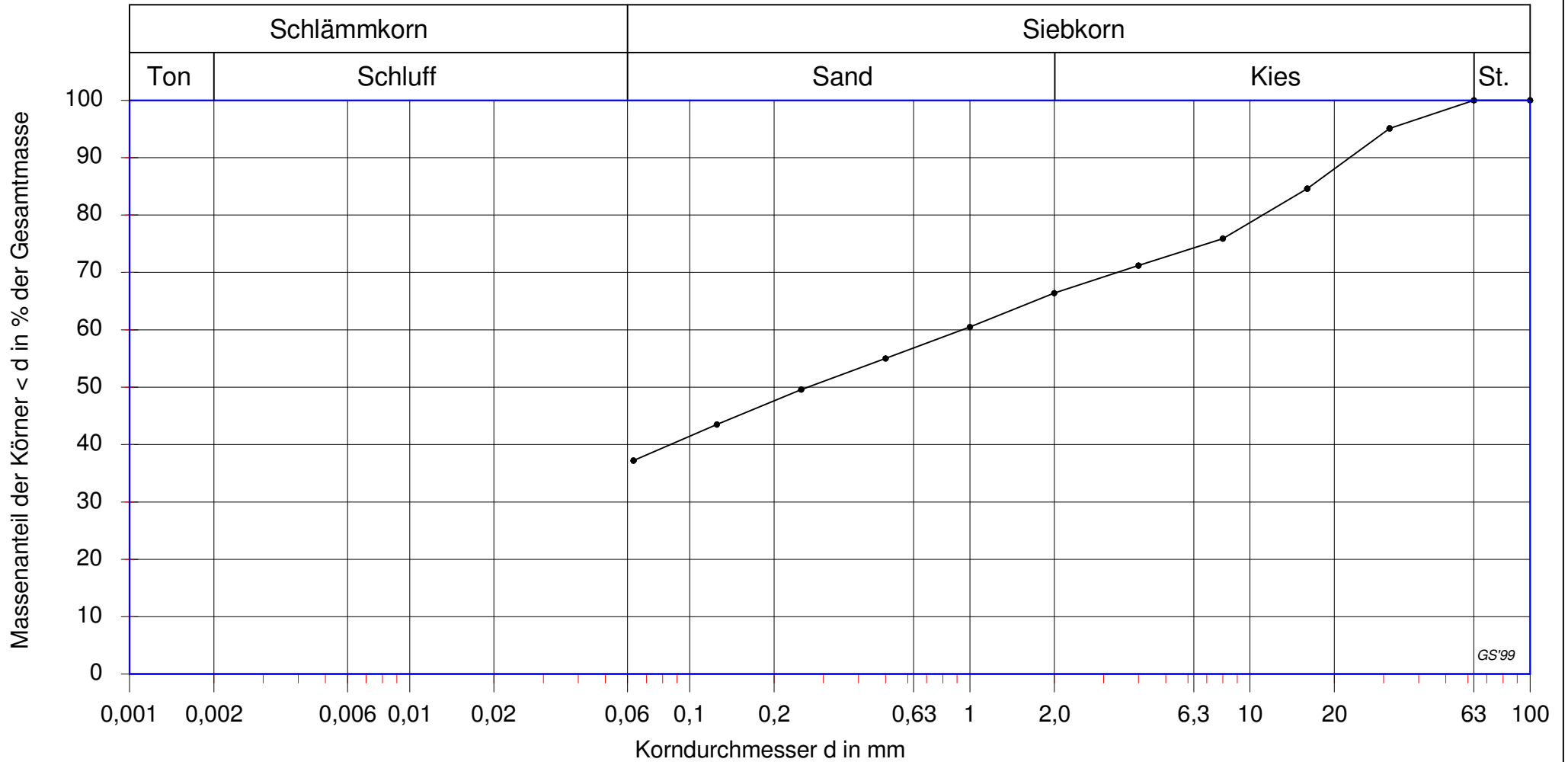
Zustandsform (rechnerisch):



Plastizitätsdiagramm (DIN 18 196):



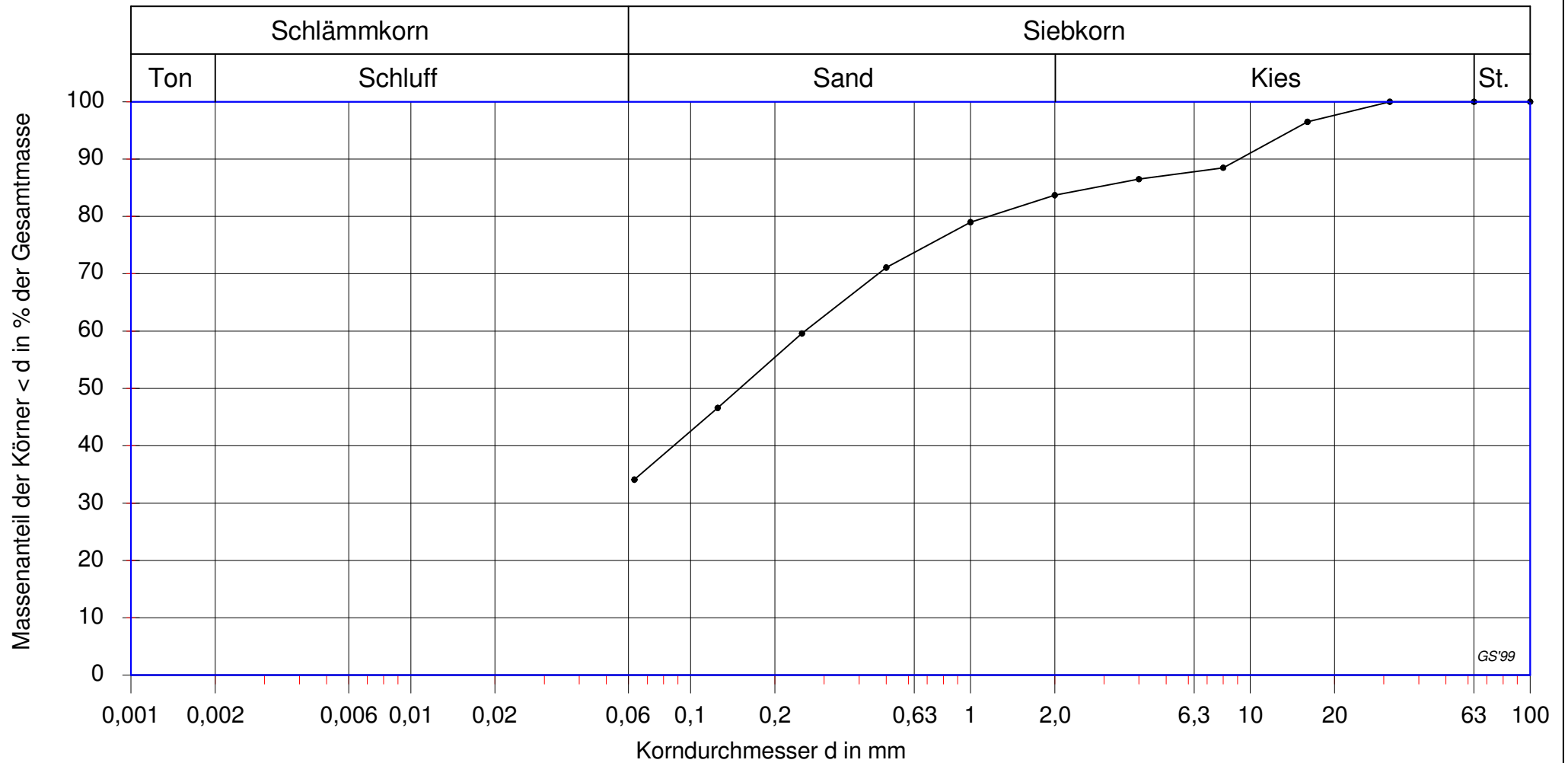
Körnungslinie nach DIN 18 123



GS'99

Auftraggeber:	Robert Jost	Datum:	06.01.2016
Projekt:	3074/1 - "Im Schmelzig", Lautertal-Elmshausen	Probe:	GP 4/2
Labornummer:	11868	Tiefe:	1,8 - 3,4 m

Körnungslinie nach DIN 18 123

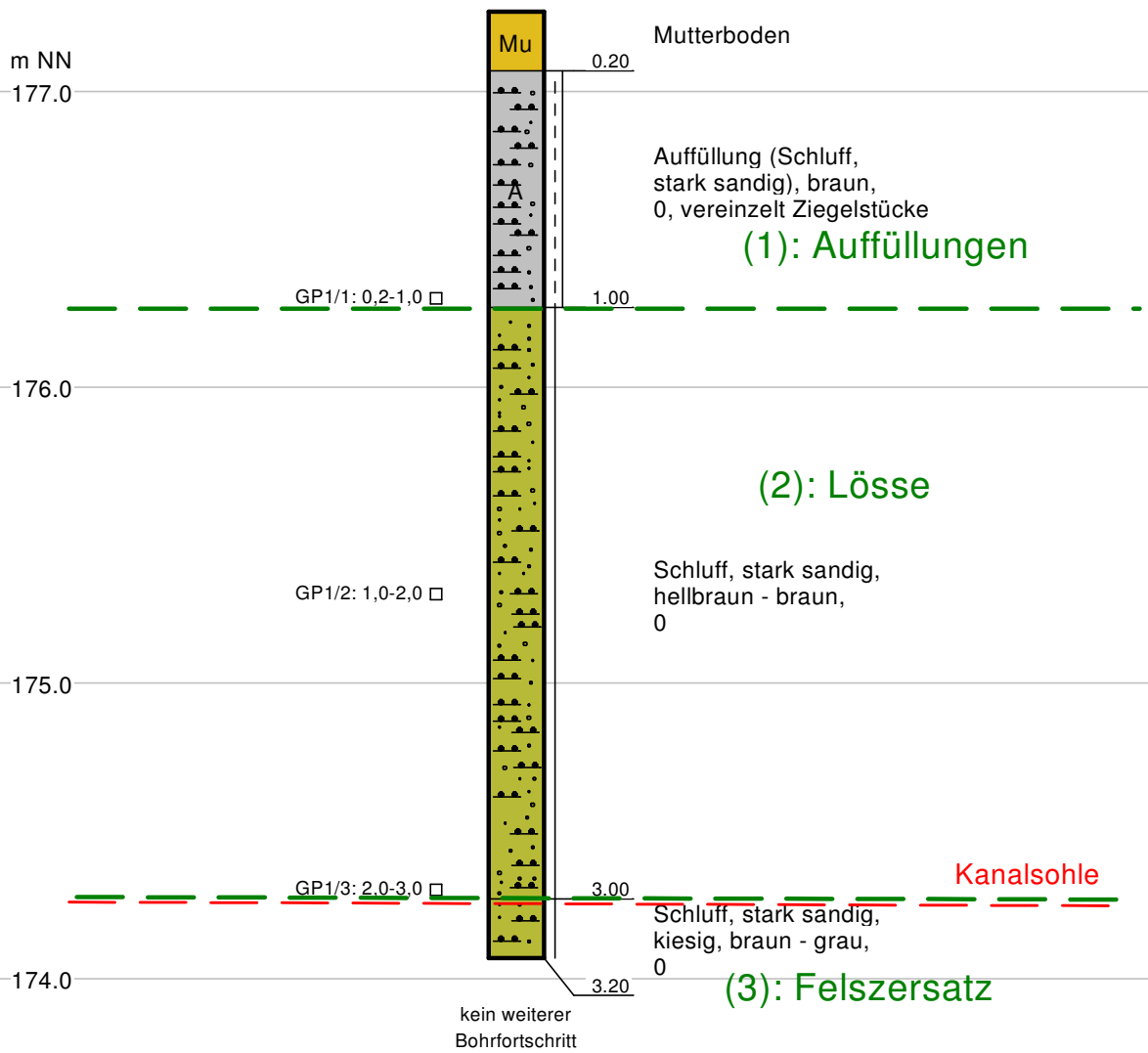


GS'99

Auftraggeber:	Robert Jost	Datum:	06.01.2016
Projekt:	3074/1 - "Im Schmelzig", Lautertal-Elmshausen	Probe:	GP 7/2
Labornummer:	11900	Tiefe:	1,7 - 2,4 m

BS1

177,27 m NN



Erschließung des Baugebiets
"Im Schmelzig"
in Lautertal-Elmshausen

Bericht Nr. 3074/1

Anlage Nr. 3.1

BS2

180,07 m NN

m NN

180.0

Mu

Mutterboden

0.20

Auffüllung (Schluff, (1): Auffüllungen, sandig - stark sandig), dunkelbraun, +

GP2/1: 0,2-0,4 □

0.40

GP2/2: 0,4-1,0 □

(2): Löss

179.0

Schluff, stark feinsandig
- Feinsand, stark schluffig,
hellbraun, +

178.0

GP2/3: 1,2-2,1 □

2.10

(3): Felszersatz

Feinsand, stark schluffig,
schwach kiesig, braun
- grau, 0, Dioritgrus

177.0

GP2/4: 2,1-3,0 □

3.00

Kanalsole

kein weiterer
Bohrfortschritt

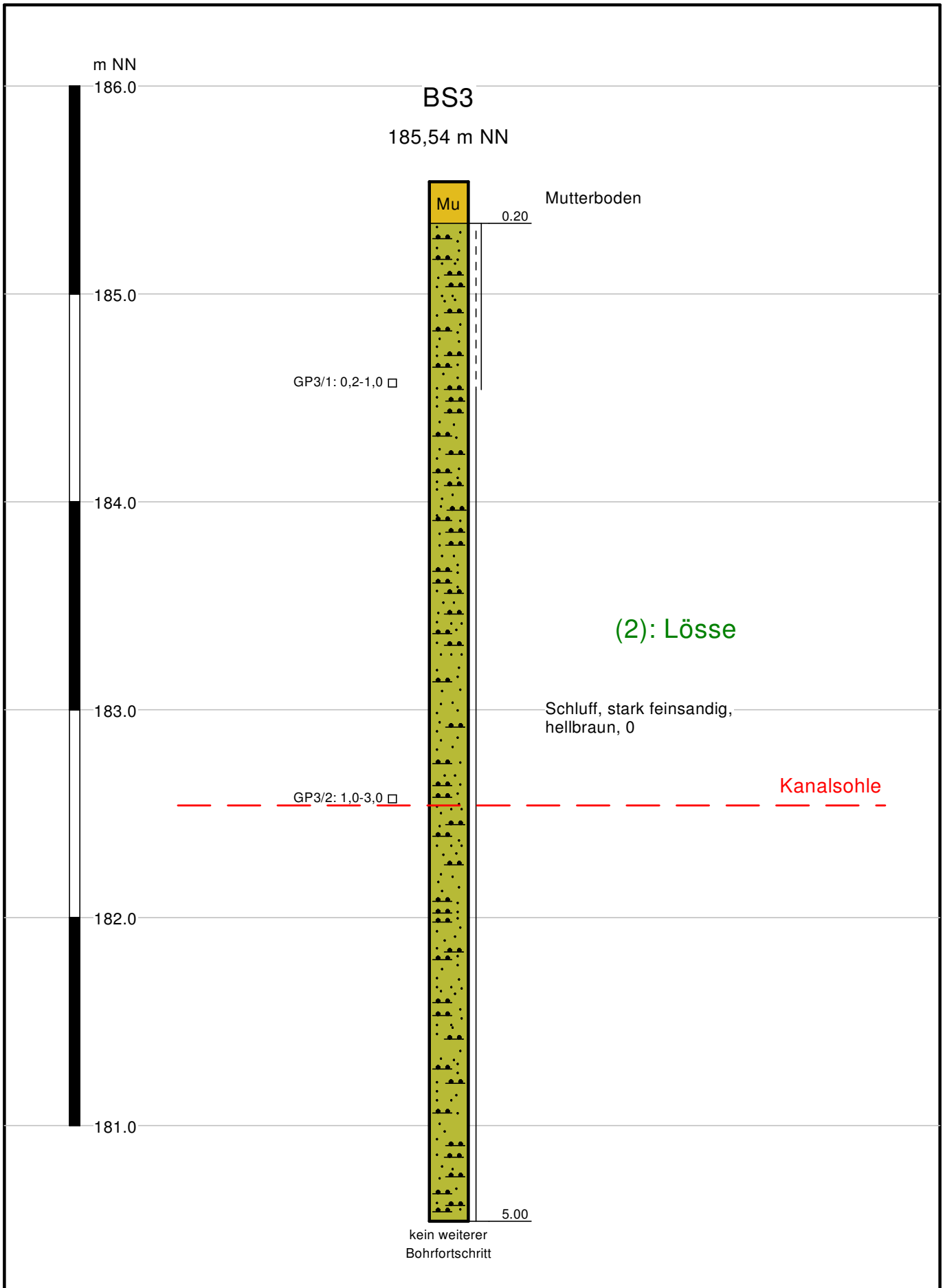


Lindberghstraße 12 - 64625 Bensheim

Erschließung des Baugebiets
"Im Schmelzig"
in Lautertal-Elmshausen

Bericht Nr. 3074/1

Anlage Nr. 3.2

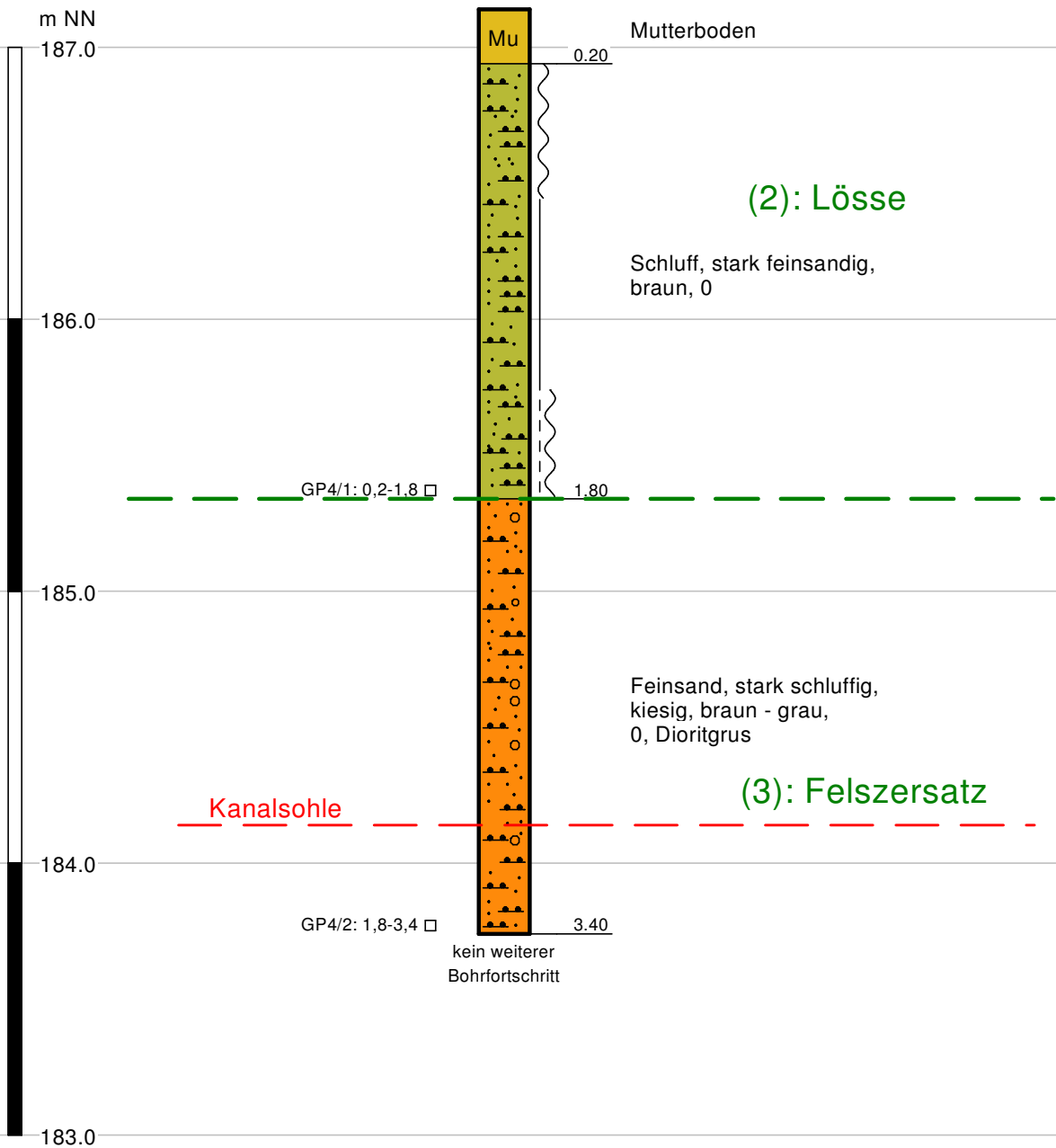


Erschließung des Baugebiets
"Im Schmelzig"
in Lautertal-Elmshausen

Bericht Nr. 3074/1

Anlage Nr. 3.3

BS4
187,14 m NN



Erschließung des Baugebiets
"Im Schmelzig"
in Lautertal-Elmshausen

Bericht Nr. 3074/1

Anlage Nr. 3.4

BS5

203,05 m NN

m NN

203.0

(1): Auffüllungen

GP5/1: 0.15-0.6 □

(2): Löss

202.0

(3): Felszersatz

201.0

200.0

GP5/2: 1.0-3.1 □

kein weiterer
Bohrfortschritt

Mu

0.15

Mutterboden

Auffüllung (Schluff,
stark feinsandig),
hellbraun, 0, Dioritbruchstücke

0.60

Schluff, stark feinsandig,
hellbraun, 0

1.00

Feinsand, stark schluffig,
kiesig, hellbraun
- dunkelgrau, 0, Dioritgrus

Kanalsole

3.10



Lindberghstraße 12 - 64625 Bensheim

Erschließung des Baugebiets
"Im Schmelzig"
in Lautertal-Elmshausen

Bericht Nr. 3074/1

Anlage Nr. 3.5

BS6

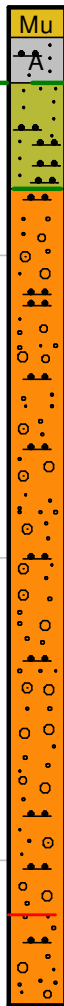
m NN
199.0

198,82 m NN

(1): Auffüllungen

(2): Lössse

(3): Felszersatz



Mutterboden

Auffüllung (Schluff, stark feinsandig - Sand, stark schluffig), dunkelbraun, +, Ziegelbruchstücke

Schluff, stark feinsandig - Feinsand, stark schluffig, hellbraun, +

Sand, stark kiesig, schluffig - stark schluffig, braun - dunkelgrau, 0, Dioritgrus und- bruch

Kanalsohle

GP6/1: 0,6-3,3 □

3.30

kein weiterer Bohrfortschritt



Erschließung des Baugebiets
"Im Schmelzig"
in Lautertal-Elmshausen

Bericht Nr. 3074/1

Anlage Nr. 3.6

m NN

190.0

BS7

189,53 m NN

189.0

Mu

0.10

Mutterboden

Schluff, feinsandig,
hellbraun, +, Dioritbruch

188.0

GP7/1: 0,1-0,9 □

0.90

Schluff, feinsandig,
hellbraun, +, Dioritbruchstücke

(2): Löss

0.90

Feinsand, stark schluffig,
hellbraun, 0

187.0

GP7/2: 1,7-2,4 □

2.40

Sand, schluffig, kiesig,
hellbraun - grau,
0, lagenweise Dioritbruch

(3): Felszersatz

kein weiterer
Bohrfortschritt

Kanalsole



Lindberghstraße 12 - 64625 Bensheim

Erschließung des Baugebiets
"Im Schmelzig"
in Lautertal-Elmshausen

Bericht Nr. 3074/1

Anlage Nr. 3.7

m NN

185.0

BS8

184,43 m NN

Mu

0.10

Mutterboden

184.0

183.0

Schluff, stark feinsandig
- Feinsand, stark schluffig,
hellbraun, ++

(2) Löss

182.0

GP8/1: 0.1-3.0 □

3.00

Kanalsole

181.0

Schluff, stark feinsandig,
braun, 0

3.90

kein weiterer
Bohrfortschritt

180.0



Erschließung des Baugebiets
"Im Schmelzig"
in Lautertal-Elmshausen

Bericht Nr. 3074/1

Anlage Nr. 3.8