



Bahlinger Weg 27
79346 Endingen
☎ 07642-9229-70
📄 07642-9229-89
klc@klc-endingen.de
www.klc-endingen.de

Gemeinde Kappel-Grafenhausen
Rathausstraße 2
77966 Kappel-Grafenhausen

**Erschließung Neubaugebiet
„Kleinoberfeld“
77966 Grafenhausen
- Geotechnischer Bericht**

Projekt 18/132-1

Endingen, den 01. August 2019

18/132-1 Gemeinde Kappel-Grafenhausen
 Rathausstraße 2
 77966 Kappel-Grafenhausen

Erschließung Neubaugebiet „Kleinoberfeld“
 77966 Grafenhausen
 - Geotechnischer Bericht -

INHALT	Seite
1.0	Veranlassung und Zielsetzung3
2.0	Verwendete Unterlagen3
3.0	Allgemeine Angaben zum Standort.....3
3.1	Standortbeschreibung.....3
3.2	Hydrogeologischer Überblick4
4.0	Durchgeführte Untersuchungen4
5.0	Ergebnisse der Untersuchungen.....5
5.1	Schichtaufbau.....5
5.2	Bodenklassifikation nach DIN 18196 und Lagerungsdichte.....7
5.3	Bodenmechanische Kennwerte8
5.4	Wasserverhältnisse, Bemessungswasserstand9
5.5	Durchlässigkeit des Untergrundes10
5.6	Umwelttechnische Untersuchungen.....12
5.7	Homogenbereiche, Aushub und Wiedereinbau.....13
6.0	Allgemeine Bebaubarkeit.....16
6.1	Baumaßnahme16
6.2	Hochbauten17
6.2.1	Baugrundbeurteilung17
6.2.2	Abdichtung18
6.2.3	Baugruben und Wasserhaltung18
6.3	Erdbebengefährdung19
7.0	Kanalbau20
8.0	Straßenbau.....23
9.0	Abschließende Bemerkungen.....25

18/132-1 Gemeinde Kappel-Grafenhausen
Rathausstraße 2
77966 Kappel-Grafenhausen

Erschließung Neubaugebiet „Kleinoberfeld“
77966 Grafenhausen
- Geotechnischer Bericht -

ANLAGEN

Anlage 1: Übersichtslageplan

Anlage 2: Detailplan mit Lage der Baugrundaufschlüsse

Anlage 3: Bohrprofile

Anlage 4: Geotechnisches Profil

Anlage 5: Bodenmechanische Laborversuche

Anlage 6: Grundwassergleichenpläne

Anlage 7: Chemische Laborversuche

1.0 Veranlassung und Zielsetzung

Die Gemeinde Kappel-Grafenhausen beabsichtigt die Erschließung des Neubaugebiets „Kleinoberfeld“ in Grafenhausen. Die badenovaKONZEPT GmbH ist mit der Planung der Erschließungsmaßnahme beauftragt.

Im Zuge der derzeit laufenden Planungen sollten die Baugrundverhältnisse im Baugebiet erkundet werden. Ziel der Untersuchungen ist es, die Untergrund- und Grundwasserverhältnisse zu erfassen und daraus Hinweise zur allgemeinen Bebaubarkeit, zum Kanalbau, zum Straßenbau, zur Wiederverwendbarkeit von Aushubmaterial sowie zur Niederschlagsversickerung zu geben.

Das Gutachterbüro KLC GmbH wurde von der Gemeinde Kappel-Grafenhausen mit der Beurteilung des Baugrunds beauftragt. Grundlage der Beauftragung ist das Angebot 18/132-1 der KLC GmbH vom 15.06.2018.

2.0 Verwendete Unterlagen

- [1] Luftbild mit Eintragung des Geltungsbereichs
- [2] Geologische Karte von Baden Württemberg, Blatt 7711/7712 Ettenheim, 1:25.000
- [3] Hydrogeologische Karte „Raum Lahr“, 1:50 000
- [4] Topographische Karte von Baden-Württemberg, Blatt 7711/7712 Ettenheim, 1:25.000

3.0 Allgemeine Angaben zum Standort

3.1 Standortbeschreibung

Das geplante Neubaugebiet befindet sich am südöstlichen Bebauungsrand von Grafenhausen. (siehe Anlage 1). Das Neubaugebiet schließt im Norden und Nordosten an bestehende Bebauungen an.

Auf den zur Bebauung vorgesehenen Grundstücken befinden sich derzeit überwiegend Acker- und Grünflächen.

Die Geländeoberfläche ist leicht gewellt, die topografische Höhe liegt zwischen ca. 164,50 m über NN und ca. 165 m über NN.

3.2 Hydrogeologischer Überblick

Das Untersuchungsgebiet liegt in der Oberrheinebene im Bereich der rechtsrheinischen Niederterrasse. Im Untergrund stehen die quartären Schichten des Oberen, Mittleren und Unteren Kieslagers an. Die drei Kieslager besitzen am Standort eine Mächtigkeit von über 100 m. Das obere Kieslager setzt sich aus frischen Schottern und Kiesen mit Sandeinschaltungen zusammen, die während der letzten Eiszeit aus dem Alpenraum heran transportiert wurden. Über der ca. 25 m mächtigen Abfolge des Oberen Kieslagers ist im Untersuchungsraum ein ca. 1 m bis 2 m mächtiger Horizont aus bindigen Deckschichten ausgebildet.

Das obere, mittlere und untere Kieslager stellen den bedeutendsten Grundwasserleiter Mitteleuropas dar. Die HGK „Raum Lahr“ gibt als Ergebnis einer geoelektrischen Kartierung für den Standort eine Grundwassermächtigkeit von ca. 90 m an. Die Durchlässigkeit der Lockergesteine wird von ihrer Materialzusammensetzung sowie der Lagerungsdichte bestimmt. Für das obere Kieslager können nach der HGK „Raum Lahr“ durchschnittliche Durchlässigkeitsbeiwerte von $k_f = 1,5 \times 10^{-3}$ m/s angenommen werden. Detaillierte Untersuchungen zu den Durchlässigkeiten des mittleren und unteren Kieslagers liegen nicht vor. Generell ist jedoch mit einer Abnahme der Durchlässigkeiten von oben nach unten zu rechnen.

Die regionale Grundwasserfließrichtung verläuft von Südosten nach Nordwesten. Der mittlere Grundwasserflurabstand beträgt ca. 3 m - 4 m.

4.0 Durchgeführte Untersuchungen

Zur Beurteilung der im Baugrund anstehenden Erdschichten hinsichtlich Aufbau und Beschaffenheit wurden am 22.05.2019 ausgehend vom derzeitigen Geländeniveau 6 Kleinbohrungen (BS1 bis BS6) zur Erkundung der Untergrundverhältnisse im Plangebiet angelegt. Die Bohrungen erreichten Endteufen von maximal 5 m unter die Geländeoberkante (GOK).

Die Bohrprofile wurden vor Ort von einem erfahrenen Geologen aufgenommen und in Schichtenverzeichnissen nach DIN EN ISO 14 688-1 dokumentiert. Die geotechnische Charakterisierung und Klassifizierung für bautechnische Zwecke der angetroffenen Bodenschichten wurde vor Ort mit visuellen und manuellen Verfahren gemäß DIN EN ISO 14688-1 vorgenommen.

Die Lage der Baugrundaufschlüsse ist der Anlage 2 zu entnehmen. Die Schichtenprofile der Bohrungen (nach DIN 4023) sind in der Anlage 3 dargestellt.

Zur geotechnischen Charakterisierung und Bestimmung bodenmechanischer Kennwerte wurden aus dem Kernmaterial der Bohrungen in Abhängigkeit vom Profilaufbau gestörte Bodenproben der Güteklasse 3 (nach DIN EN 1997-2) über relevante Schichtbereiche entnommen. Im bodenmechanischen Untersuchungslabor wurden an zwei Proben die Fließ- und Ausrollgrenzen nach DIN 18 122 bestimmt. An fünf Proben wurde jeweils die Kornverteilung nach DIN 18 123 ermittelt.

Die Entnahme, Behandlung, Transport und Lagerung des Probenmaterials erfolgte in Übereinstimmung mit der DIN EN 22475-1.

Zur Überprüfung auf mögliche Schadstoffe und sich daraus ergebender Vorgaben für die Verwertung/Entsorgung wurden jeweils Mischproben aus dem Oberboden und aus dem Auelehm hergestellt. Die Mischproben wurden im chemischen Untersuchungslabor auf die Parameter der VwV von Baden-Württemberg „Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial“ untersucht.

Die Ansatzpunkte der Aufschlüsse wurden nach Lage und Höhe eingemessen (vgl. Anlagen 2, 3 und 4).

Weiterhin wurden alle vorhandenen Daten aus dem Umfeld des Bauvorhabens erhoben und ausgewertet.

5.0 Ergebnisse der Untersuchungen

5.1 Schichtaufbau

Anhand der Erkundungen wurde folgender Schichtenverlauf im Baufeld erkundet:

1) Oberboden

In allen Bohrung beginnt das Profil mit einem dunkelbraunen, sandig-tonigen, bereichsweise schwach kiesigen, humosen, durchwurzelt Schluff. Hierbei handelt es sich um den Oberboden. Der Oberboden ist durchgehend feucht und reicht bis maximal 0,70 m unter die Geländeoberkante. In der Bohrung BS5 steht unter dem Oberboden eine 0,20 m mächtige Auffüllung aus grauem Sand an.

2) Auelehm

Unter dem Oberboden bzw. den Auffüllungen stehen in allen Bohrungen, mit Ausnahme von BS5, bindige Abfolgen aus braunen bis ockerbraunen, sandigen bis stark sandigen, schwach tonigen bis tonigen, bereichsweise schwach kiesigen Schluffen an.

Das Material weist überwiegend weich-steife Konsistenzen auf. Die Auelehme sind durchgehend feucht, ihre Mächtigkeit variiert zwischen 0,1 m (BS4) und 1,0 m (BS3). Die Schichtuntergrenze der Auelehme kann im Baugebiet mit ca. 163,12 m über NN bis 164,11 m über NN angenommen werden. In Rinnen können auch größere Tiefen erreicht werden.

3) verlehnte Rheinkiese

Unter den Auelehmen folgen die Rheinkiese. Diese sind im gesamten Baufeld in den oberen Abschnitten verlehnt. In der Zusammensetzung handelt es sich um schwach tonige bis tonige, schluffige bis stark schluffige, sandige Kiese mit brauner Farbe. Die Konsistenz des Materials ist überwiegend weich bis steif. Die Mächtigkeit der lehmigen Rheinkiese liegt in den Aufschlüssen zwischen 0,2 m und 1,3 m. Die Schichtunterkante kann mit 162,32 m über NN und 163,68 m über NN angegeben werden.

4) Rheinkiese

Den Abschluss der Profile bilden die sandigen bis stark sandigen, teilweise schwach schluffigen, grauen Kiese der Niederterrasse (Rheinkiese).

Die Rheinkiese sind im oberen Bereich feucht, in den unteren Abschnitten ab ca. 4 m unter Gelände nass.

Es wird darauf hingewiesen, dass im Bereich von Feldwegen künstliche Auffüllungen vorhanden sein können, die mit den durchgeführten Erkundungen nicht erfasst wurden.

Das Grundwasser wurde bei ca. 160,59 m über NN angeschnitten. Grundwasserleiter sind die gut durchlässigen Rheinkiese.

In der Anlage 4 sind die Untergrundverhältnisse in einem geologischen Profil schematisch dargestellt.

5.2 Bodenklassifikation nach DIN 18 196 und Lagerungsdichte

Zur geotechnischen Charakterisierung und Bestimmung bodenmechanischer Kennwerte wurden in Abhängigkeit vom Profilaufbau gestörte Bodenproben über relevante Schichtbereiche entnommen.

Im bodenmechanischen Labor wurden an zwei Proben die Konsistenzgrenzen nach DIN 18 121 T1 ermittelt. Des Weiteren wurden an fünf Proben die Korngrößenverteilungen nach DIN 18123 mittels Sieb/Sedimentationsanalyse bestimmt. Die Kennwerte der untersuchten Proben in Form von Konsistenz- (nach ATTERBERG) und Plastizitätsdiagrammen (nach CASAGRANDE) sowie die Kornverteilungskurven sind im Einzelnen den Anlagen 5 zu entnehmen.

Tabelle 1: **Kenndaten der Probe aus den Auelehmen - Konsistenzgrenzen**

Probe	Entnahmetiefe [m]	w* [%]	w _L [%]	w _p [%]	I _p	I _c	Bodengruppe	Konsistenz
BS1/1	0,4 - 0,7	19,26	33,65	19,51	0,141	1,0	TL	steif
BS2/1	0,4 - 1,0	22,97	35,20	19,26	0,159	0,76	TM/TL	steif

w: Wassergehalt w_L: Fließgrenze w_p: Ausrollgrenze I_p: Plastizitätszahl I_c: Konsistenzzahl

*: mit Überkornkorrektur

Tabelle 2: **Kenndaten der Probe aus den Auelehmen - Korngrößenverteilung**

Probe	Entnahmetiefe [m]	T [%]	U [%]	S [%]	G [%]	U (C _u)	C _c
BS1/1	0,4 - 0,7	5	45	36	14	23,9	0,7
BS2/1	0,4 - 1,0	11	51	33	5	32,1	2,0
BS3/2	1,0 - 1,6	3	51	46	0	13,3	0,6

T: Ton U: Schluff S: Sand G: Kies C_c: Krümmungszahl U (C_u): Ungleichförmigkeitszahl

Die Tongehalte der Proben variieren zwischen 3 Gew.-% und 11 Gew.-%. Im Plastizitätsdiagramm liegen die untersuchten Proben oberhalb der A-Linie. Die Auelehme sind anhand der Labor- und Geländebefunde überwiegend den leichtplastischen bis mittelpplastischen Tonen der Bodengruppen (TL und TM) nach DIN18 196 zuzuordnen. Die Konsistenzen sind überwiegend weich-steif und steif.

Tabelle 3: **Kenndaten der Proben aus den lehmigen Rheinkiesen - Korngrößenverteilung**

Probe	Entnahmetiefe [m]	T [%]	U [%]	S [%]	G [%]	U (C _u)	C _c	Boden- gruppe
BS5/1	1,0 - 2,1	1	15	23	61	233	0,5	GÜ

 T: Ton U: Schluff S: Sand G: Kies C_c: Krümmungszahl U (C_u): Ungleichförmigkeitszahl

Die verlehnten Rheinkiese weisen nach den Labor- und Geländebefunden Feinkornanteile von über 15% auf und sind überwiegend den stark schluffigen Kiesen GÜ nach DIN 18 196 zuzuordnen. Teilweise liegt das Material auch am Übergang von den schluffigen Kiesen (GU) zu den stark schluffigen Kiesen. Die Matrixkonsistenzen bewegen sich im weich-steifen Bereich.

 Tabelle 4: **Kenndaten der Proben aus den Rheinkiesen - Korngrößenverteilung**

Probe	Entnahmetiefe [m]	T [%]	U [%]	S [%]	G [%]	U (C _u)	C _c	Boden- gruppe
BS1/4	1,8 – 3,0	5		25	70	55,4	2,7	GW/GU

 T: Ton U: Schluff S: Sand G: Kies C_c: Krümmungszahl U (C_u): Ungleichförmigkeitszahl

Bei den grauen Rheinkiesen handelt es sich überwiegend um Material der Bodengruppe der weitgestuften Kiese (GW) nach DIN 18 196. Erfahrungsgemäß weisen die Rheinkiese im Raum Grafenhausen überwiegend mitteldichte Lagerung auf.

5.3 Bodenmechanische Kennwerte

Für die im Baugebiet geotechnisch relevanten Schichten können nach DIN 1055, auf Grundlage von Erfahrungswerten und den durchgeführten Untersuchungen folgende charakteristische bodenmechanische Kennwerte angenommen werden.

 Tabelle 5: **Kennwerte geotechnisch relevanter Schichten**

Schicht	Boden- gruppe n. DIN 18196	Konsistenz	γ_k [kN/m ³]	γ'_k [kN/m ³]	Φ'_k [°]	c'_k [kN/m ²]	E _s [MN/m ²]
Auelehme	TL, TM	weich-steif	19,5	9,5	22,5 - 27,5	0 - 5	3 - 6
Rheinkiese verlehmt	GU, GÜ	weich-steif	20	10	30	0	20 - 40
Rheinkiese	GW	mitteldicht	21	12	32,5	0	70

5.4 Wasserverhältnisse, Bemessungswasserstand

Zur Festlegung des Bemessungswasserstands sind zum einen der Bemessungsgrundwasserstand (HGW), der sich aus der hydrogeologischen Beschaffenheit des Baugrunds ergibt und zum anderen der Bemessungshochwasserstand (HHW), der sich aus wasserwirtschaftlichen Einflussfaktoren (Überflutungen aus Hochwasser, Stauwasser) ergibt zu ermitteln. Der Wert mit dem höheren Wasserstand ist für die weiteren Betrachtungen als Bemessungswasserstand für das Bauvorhaben anzusetzen.

1) Bemessungsgrundwasserstand (HGW)

Zur Ermittlung des Bemessungsgrundwasserstands (HGW) wurden die Daten der Messstellen 0105/067-5, 0115/067-0 und 0275/067-8 aus dem näheren Umfeld des Bauvorhabens herangezogen. Von den Messstellen liegen teilweise Messreihen von 1945 bis heute vor. Für die einzelnen Grundwassermessstellen können folgende charakteristischen Grundwasserstände abgeleitet werden:

Tabelle 6: Grundwasserstände amtlicher Messstellen

Messstelle	0105/067-5 1945 - heute	0115/067-0 1968 - heute	0275/067-8 1989 - heute
Mittlerer Grundwasserstand (MGW)	160,72 m über NN	161,08 m über NN	159,24 m über NN
Mittlerer Grundwasserhochstand (MHGW)	161,50 m über NN	161,65 m über NN	159,57 m über NN
Höchster Grundwasserstand (HHGW)	162,73 m über NN	163,76 m über NN	160,29 m über NN

Mit Hilfe der vorliegenden Daten wurden Grundwassergleichenpläne erstellt (s. Anlagen 6.1 bis 6.3).

Für den Bereich des geplanten Baugebiets ergeben sich daraus folgende Kenndaten:

	Nordwesten	Südosten
mittlerer Grundwasserstand (MGW):	160,75 m ü. NN	161,25 m ü. NN
mittlerer Grundwasserhochstand (MHGW):	161,40 m ü. NN	161,80 m ü. NN
höchster Grundwasserstand (HHGW):	163,20 m ü. NN	163,90 m ü. NN
Bemessungsgrundwasserstand (HGW):	163,50 m ü. NN	164,20 m ü. NN

Da im Messzeitraum nicht unbedingt die höchsten Grundwasserstände erfasst worden sein müssen, wurde bei der Festlegung des Bemessungsgrundwasserstands (HGW) ein Sicherheitszuschlag von 0,30 m auf den im Gleichenplan ermittelten Höchstwasserstand (HHGW) berücksichtigt.

2) Bemessungshochwasserstand (HHW)

Nach der Hochwassergefahrenkarte (Quelle: LUBW) liegt der überwiegende Teil des Baugebiets in einem HQ_{EXTREM} -Überflutungsbereich. Der Wert für HQ_{EXTREM} wird mit 164,40 m über NN im Westen und mit 164,60 m über NN im Osten des Plangebiets angegeben.

Diese Werte sind nach der Hochwassergefahrenkarte rein informativ, festgesetzt sind lediglich HQ_{100} -Bereiche. Ein HQ_{100} -Überflutungsbereich liegt nicht vor.

Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass alle Planungen in HQ_{EXTREM} -Bereichen mögliche Hochwassergefahren (insbesondere der Umgang mit wassergefährdenden Stoffen, Unterkellerungen) berücksichtigen bzw. an diese angepasst werden müssen.

Da der Untergrund im oberen Bereich aus bindigem Boden (Auelehme) mit geringer Durchlässigkeit besteht, ist bei Niederschlagsereignissen mit Stauwasser bis zur bzw. an der Geländeoberkante zu rechnen. Der Bemessungshochwasserstand ist somit auf der jeweiligen GOK (ca. 164,50 bis ca. 165 m über NN) anzusetzen.

3) Bemessungswasserstand (Maximum aus HGW und HHW)

Der Bemessungswasserstand ist für jedes Flurstück separat zu ermitteln. Er ergibt sich aus dem Vergleich zwischen HGW und HHW, wobei der größere Wert maßgebend ist. Der Bemessungswasserstand ist im geplanten Neubaugebiet an der jeweiligen Geländeoberkante anzusetzen.

Das geplante Baugebiet befindet sich nicht in einem Wasserschutzgebiet.

5.5 Durchlässigkeit des Untergrundes

Das Baugebiet zeigt einen differenzierten Untergrundaufbau. Bindige Böden (Auelehme), gemischtkörnige Böden (lehmige Rheinkiese) und nichtbindige Böden (Rheinkiese) weisen sowohl vertikal als auch horizontal eine wechselnde Verbreitung innerhalb des Baugebiets auf. Weiterhin variieren die Feinstkornanteile, welche die Durchlässigkeit der Materialien maßgeblich beeinflussen, innerhalb der einzelnen Böden.

Zur generellen Bestimmung der Durchlässigkeit des Untergrundes wurden an drei Proben aus den Auelehmen, an je einer Probe aus den lehmigen Rheinkiesen (BS5/1) sowie aus den Rheinkiesen im bodenmechanischen Labor die Körnungslinien nach DIN 18 196 bestimmt (vgl. Kapitel 5.2).

Die Kornsummenkurven wurden nach den gängigen Verfahren ausgewertet. In der nachfolgenden Tabelle sind die ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte aufgeführt:

Tabelle 7: **Durchlässigkeitsbeiwerte k_f -Werte aus der Sieblinie**

Baugrundsicht	nach KAUBISCH	nach USBR	nach SEILER
Auelehm BS1/1	$1,8 \times 10^{-7}$ m/s	$1,6 \times 10^{-7}$ m/s	nicht definiert
Auelehm BS2/1	$3,7 \times 10^{-8}$ m/s	$2,3 \times 10^{-8}$ m/s	nicht definiert
Auelehm BS3/2	$1,0 \times 10^{-6}$ m/s	$3,5 \times 10^{-7}$ m/s	nicht definiert
lehmige Rheinkiese BS5/1	nicht definiert	$3,9 \times 10^{-5}$ m/s	nicht definiert
Rheinkiese BS1/4	nicht definiert	nicht definiert	$1,7 \times 10^{-3}$ m/s

Nach DWA-A 138 sind die Durchlässigkeitsbeiwerte k_f , die aus Sieblinien ermittelt werden, mit dem Faktor 0,20 zu korrigieren. Daraus ergeben sich für die einzelnen Schichten folgende Durchlässigkeitsbeiwerte:

Auelehm: $2,0 \times 10^{-7}$ m/s bis $4,6 \times 10^{-9}$ m/s

Lehmige Rheinkiese: $7,8 \times 10^{-6}$ m/s

Rheinkiese: $3,4 \times 10^{-4}$ m/s

Nach DWA-A 138 wird der entwässerungstechnisch relevante Versickerungsbereich mit 10^{-3} m/s bis 10^{-6} m/s angegeben. Die Durchlässigkeit der Auelehme liegt deutlich außerhalb dieses Bereichs, so dass eine einwandfreie Versickerung nicht möglich ist.

Die lehmigen Rheinkiese sind zwar für eine Regenwasserversickerung geeignet, ihre Durchlässigkeit ist jedoch im Vergleich zu den darunter folgenden sandigen Rheinkiesen recht gering. Werden im Bereich von Versickerungsanlagen die Auelehme und lehmigen Rheinkiese entfernt, so kann in großen Teilen des Baugebiets die Forderung des DWA-A 138 von einer Mächtigkeit des Sickerraums, bezogen auf den mittleren Grundwasserhochstand (MGHW) von mindestens 1 m, erfüllt werden.

Dieses Vorgehen ist mit der Fachbehörde abzustimmen.

Für die sandigen Rheinkiese kann im gesamten Baufeld von einem Durchlässigkeitsbeiwert $k_f = 3,4 \times 10^{-4}$ m/s ausgegangen werden. Eine Versickerung in den Rheinkiesen ist somit möglich.

Nach DWA-A 138 sind bei der Bemessung und beim Bau von Versickerungsanlagen verschiedene Vorgaben einzuhalten.

- Die Mächtigkeit des Sickerraums sollte bezogen auf den mittleren Grundwasserhochstand (MHW) mindestens 1,0 m betragen. Bei unbedenklichen Niederschlagsabflüssen und geringer stofflicher Belastung kann bei Flächen- und Muldenversickerungen im begründeten Ausnahmefall eine Mächtigkeit des Sickerraums von < 1 m vertreten werden.
- Es wird der Einbau einer mindestens 0,30 m mächtigen belebten Bodenschicht empfohlen. Nach DVWK-A sollte die untere Grenze der Durchlässigkeit für den Oberboden bei 1×10^{-5} m/s liegen, um einer zu langen Einstauzeit vorzubeugen. Einen guten Kompromiss zwischen hydraulischer Leitfähigkeit und Filterwirkung stellen Oberböden aus Fein- bis Mittelsanden dar. Der Feinkornanteil (Ton und Schluff) sollte < 10 Gew. % betragen, der Anteil an organischer Substanz ca. 1 - 3 Gew.%, um eine ausreichende Reinigungswirkung zu erzielen. Der vorhandene Auelehm entspricht aufgrund des höheren Feinkornanteils diesen Anforderungen nicht. Es ist mit Fremdmaterial zu kalkulieren. Geeignet für Oberbodenschichten sind Gemische für Rasentrag-schichten nach DIN 18035, die dort als schwach schluffige Sande mit einem Kiesanteil von < 10 Gew.% beschrieben sind.
- Eine Verschlammung des Oberbodens ist nicht dauerhaft auszuschließen, so dass bei zu geringer Sickerleistung ein Austausch des Oberbodens durchgeführt werden muss.

Auf die in DWA-A 138 vorgegebenen Mindestabstände von Gebäuden und Grenzen wird hingewiesen.

5.6 Umwelttechnische Untersuchungen

Im Zuge der durchgeführten Untersuchungen sollte die Belastungssituation des Untergrunds überprüft werden, da eventuell Teile des Aushubs zu entsorgen sind.

Hierzu wurden aus den Bohrungen Bodenproben aus dem Oberboden und den Auelehmen entnommen und zu den Mischproben MP Oberboden und MP Auelehm vereinigt.

Die Mischproben wurden im chemischen Untersuchungslabor auf die Parameter der Verwaltungsvorschrift von Baden-Württemberg „Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial“ sowohl im Feststoff als auch im Eluat analysiert.

Auf Grundlage der Analysenergebnisse kann das Material wie folgt zugeordnet werden:

MP Oberboden (bindiges Material)

Einbaukonfiguration/Qualitätsstufe: **Z0**

MP Auelehm (bindiges Material):

Einbaukonfiguration/Qualitätsstufe: **Z0**

Diese Aussagen beruhen auf punktuellen Untersuchungen.

Die vollständigen Deklarationsanalysen befinden sich in der Anlage 7.

5.7 Homogenbereiche, Aushub und Wiedereinbau

Zum gegenwärtigen Planungsstand sind im Zuge der Baumaßnahme Erdarbeiten nach ATV DIN 18 300 auszuführen. Im Hinblick auf einsetzbare Erdbaugeräte werden Homogenbereiche mit vergleichbaren Eigenschaften ausgewiesen. Oberboden wird nicht mehr von der DIN 18300 erfasst (siehe DIN 18320).

Tabelle 8: Homogenbereiche für die Erdbauarbeiten nach DIN 18300

Homogenbereich	I	II	III
Ortsübliche Benennung	Auelehme	lehmnige Rheinkiese	Rheinkiese
Bodengruppe nach DIN 18196	TL, TM	GÜ, GU	GU, GW
Kornverteilung	s. Laborergebnisse und Tabelle 2	s. Laborergebnisse und Tabelle 3	s. Laborergebnisse und Tabelle 4
Massenanteil [%] Steine > 63 mm	< 5	< 25	< 35
Massenanteil [%] Steine > 200 mm	< 5	< 10	< 25
Massenanteil [%] Steine > 630 mm	< 5	< 10	< 25
Dichte [t/m ³]	1,8 - 2,0	1,9 - 2,2	1,9 - 2,1
Abrasivität	nicht abrasiv	nicht bis schwach abrasiv	abrasiv

Tabelle 8 (Fortsetzung): **Homogenbereiche für die Erdbauarbeiten nach DIN 18300**

Homogenbereich	I	II	III
Ortsübliche Benennung	Auelehme	lehmmige Rheinkiese	Rheinkiese
Kohäsion [kN/m ²]	0 - 5 ³⁾	0 - 2 ³⁾	0
undrainierte Scherfestigkeit c _u [kN/m ²]	30 - 150 ³⁾	20 - 100 ³⁾	1)
Wassergehalt w [%]	15 - 25 (vgl. Tabelle 1)	15 - 25 (Matrix)	1)
Plastizitätszahl I _p [%]	10 - 20 (vgl. Tabelle 1)	10 - 20 (Matrix)	1)
Konsistenzzahl I _c	0,5 - < 1,0 (vgl. Tabelle 1)	0,5 - < 1,0 (Matrix)	1)
Bezog. Lagerungsdichte I _D [%]	1)	1)	35 - 65 ³⁾
Organischer Anteil V _{GI} [%]	< 2	< 2	< 2 ¹⁾
Vorläufige Deklarationsanalytik/Zuordnung gemäß Kapitel 5.6	Z0	Z0	--
Frostempfindlichkeitsklasse n. ZTV E-StB09	F3: sehr frostempfindlich	F3: sehr frostempfindlich	F1: nicht frostempfindlich

1) Bei Böden dieser Art keine Angabe möglich

2) Mit den vorliegenden Felduntersuchungen nicht ermittelt

3) Abgeschätzt nach Erfahrungswerten

Das bei der Bauausführung anfallende Material kann nach der nicht mehr gültigen Norm DIN 18300 (2009) in folgende Bodenklassen eingestuft werden:

 Tabelle 9: **Bodenklassen n. DIN 18300 (2009) – rein informativ**

Aushubmaterial	Bodengruppen	DIN 18300
Oberboden, Ackerboden	OH, OU, TM	1
Auelehm	TL, TM	2, 4
Lehmige Rheinkiese	GÜ, GU	2, 3, 4, 5
Rheinkiese	GU, GW	3, 5

Bodenklassen nach DIN 18300 (2009) – rein informativ, nicht mehr gültig

Klasse 1: Oberboden

Klasse 2: Fließende Bodenarten

- Alle Böden mit flüssiger bis breiiger Konsistenz und großem Wasserhaltevermögen

Klasse 3: Leicht lösbare Bodenarten

- Nichtbindige bis schwach bindige Sande, Kiese und Sand-Kiesgemische mit bis zu 15% Beimengungen an Schluff und Ton und mit höchstens 30% Steinen von > 63 mm Korngröße und bis zu 0,01 m³ Rauminhalt.
- Organische Bodenarten mit geringem Wassergehalt.

Klasse 4: Mittelschwer lösbare Bodenarten

- Gemische von Sand, Kies, Schluff und Ton mit mehr als 15% der Korngröße < 0,06 mm.
- Bindige Bodenarten von leichter bis mittlerer Plastizität mit weicher bis halbfester Konsistenz und höchstens 30% Steine von > 63 mm Korngröße bis zu 0,01 m³ bis 0,1 m³ Rauminhalt.

 Klasse 5: Bodenarten der Bodenklassen 3 und 4 mit mehr als 30% Steinen von > 63 mm bis zu 0,01 m³ Rauminhalt.

- Nichtbindige und bindige Bodenarten mit höchstens 30% Steinen von über 0,01 m³ bis 0,1 m³ Rauminhalt.
- Ausgeprägt plastische, weiche bis halbfeste Tone.

Die Auelehme und die lehmigen Rheinkiese neigen bei Wasserzutritt und dynamischer Beanspruchung zum Fließen (Bodenklasse 2 nach DIN 18300). Aushubmaterial aus den Auelehmen ist der Verdichtbarkeitsklasse V3 (ungünstig), das Aushubmaterial aus den lehmigen Rheinkiesen der Verdichtbarkeitsklasse V2 (schwer verdichtbar) nach ZTV A-StB97 zuzuordnen. Nach DWA-A 139 sind diese Materialien (G3, G4 n. ATV DWWK-A 127) zur Hauptverfüllung von Kanalgräben nicht zu empfehlen

Die Auelehme und die stark schluffigen Kiese sind aufgrund ihrer bodenmechanischen und erdbautechnischen Eigenschaften jedoch prinzipiell für die Unterbau- oder Dammherstellung geeignet. Bei einer Verwendung ist das Material lagenweise über die gesamte Dammbreite durchgehend einzubauen und ausreichend zu verdichten. Die Schütthöhen sind auf die eingesetzten Verdichtungsgeräte abzustimmen; als Anhaltswerte können nach ZTVE-StB09 Höhen von 0,20 m bis maximal 0,30 m angegeben werden.

Um die Eigenverformungen des Dammbauwerks zu minimieren und minimale Durchlässigkeiten zu erreichen, sind nach ZTVE-StB 09 folgende Einbaukriterien vorgegeben:

 Tabelle 10: **Einbaukriterien für Dammschüttungen**

Material, Bodengruppen nach DIN 18196	Einbaubereich	Verdichtungsgrad D_{Pr} (%)
bindig bis gemischtkörnig TL, TM, GÜ	Dammsohle bis OK Planum	97

Bei bindigem Einbaumaterial ist zusätzlich ein Luftporenanteil $n_a \leq 12$ Vol.% vorgegeben. Wenn die Böden nicht verbessert werden, empfiehlt sich bei Einbau von wasserempfindlichen gemischt- und feinkörnigen Böden eine Anforderung von $n_a \leq 8$ Vol.%. Erfahrungsgemäß ist bei gut verdichteten Dämmen mit Eigensetzungen von 0,20 - 1,00% der Gesamthöhe zu rechnen, die jedoch zum großen Teil bereits während der Bauzeit ablaufen. Besondere Sorgfalt ist bei der Verdichtung der Randzonen wie Böschungen und Dammschultern anzuwenden; hinsichtlich der verfahrenstechnischen Möglichkeiten wird auf Ziff. 3.3.1.6 der ZTVE-StB 94 verwiesen.

Die genannten Einbau- und Verdichtungskriterien stellen Mindestanforderungen dar und sind durch entsprechende Kontrollprüfungen nachzuweisen. Die genannten Werte lassen sich nur Erreichen, wenn der Wassergehalt des Materials nahe am optimalen Wassergehalt liegt, dies entspricht ungefähr halbfester Konsistenz. Im vorliegenden Fall wurden im Zuge der Erkundung überwiegend weiche – steife Konsistenzen ermittelt, so dass eine Materialverbesserung durch Einmischen von hydraulischen Bindemitteln (Feinkalke, Kalkhydrate) vorgenommen werden sollte. Die Einbauarbeiten sind möglichst nur bei trockener Witterung auszuführen, eine nachträgliche Aufweichung des Materials muss ausgeschlossen werden. Bezüglich der Schutzmaßnahmen bei Regenwetter wird auf die ZTVE-StB 94 verwiesen.

Kiesig-sandiges Aushubmaterial aus den Rheinkiesen mit geringem Schluffanteil kann auch zum Wiedereinbau im Bereich belasteter Flächen z.B. für Tragschichten eingesetzt werden. Die in den einschlägigen Richtlinien empfohlenen Verdichtungsanforderungen sind zu beachten.

6.0 Allgemeine Bebaubarkeit

6.1 Baumaßnahme

Das vorgesehene Bebauungsplangebiet schließt im Norden an bestehende Bebauung an. Die vorhandenen Erschließungsstraßen „In den Rittmatten“ und „Kleinoberfeldstraße“ weisen am Ausbauende Fahrbahnniveaus von ca. 165 m über NN auf. Die Sohlen der Regenwasserkanäle liegen ca. 2,0 m bis 2,5 m unter der Fahrbahn, die Sohlen des Schmutzwasserkanals ca. 1,1 m bis 1,5 m unter der Fahrbahn.

Für das geplante Neubaugebiet liegen noch keine Angaben zu den vorgesehenen Kanalhöhen vor. Es wird im Folgenden davon ausgegangen, dass die Sohlthiefen ungefähr den Bestandskanälen entsprechen.

Unterlagen über die vorgesehene Art der Bebauung sowie geplante Geländehöhen bzw. Straßenniveaus liegen uns nicht vor.

6.2 Hochbauten

6.2.1 Baugrundbeurteilung

Der vorhandene Oberboden ist vor Beginn der Baumaßnahme separat zu lagern und später, wenn möglich, wieder zu verwenden.

Die Auelehme sind für Gründungsmaßnahmen aufgrund ihrer geringen Scherfestigkeit und der hohen Zusammendrückbarkeit nur bedingt geeignet. Zudem liegen die Auelehme im Baugebiet mit unterschiedlicher Mächtigkeit, Zusammensetzung und Konsistenz vor, so dass die Eignung als Gründungshorizont in Abhängigkeit der geplanten Bauwerke und ihrer Lasten individuell für jedes Flurstück untersucht werden muss. Es ist aber nicht auszuschließen, dass zusätzliche Maßnahmen wie ein Bodenaustausch (z.B. Einbau eines Kiespolsters) erforderlich werden. Es ist jedoch davon auszugehen, dass eine Flachgründung, z.B. über Bodenplatte, möglich ist.

Unterkellerte Bauwerke gründen voraussichtlich in den Rheinkiesen (gute Tragfähigkeit) oder in den lehmigen Kiese (tragfähig) und können über Bodenplatten (Streifenfundamente aufgrund notwendiger Abdichtungsmaßnahmen nicht geeignet) gegründet werden. Bei einer Unterkellerung sind je nach geplanter Gründungstiefe und Höhe des Grundwasserstands zum Zeitpunkt der Aushubarbeiten eventuell Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich. Bei Einbindung von Gebäudeteilen unter den mittleren Grundwasserhochstand (MHGW) ist ein wasserrechtliches Verfahren zum „Bauen im Grundwasser“ einzuleiten.

Bei Gründungen unterhalb des Bemessungswasserspiegels ist die Auftriebssicherheit sowohl im Bauzustand als auch im Endzustand sicherzustellen. Es sind bei hohen Grundwasserständen wasserrechtliche Verfahren zum „Entnahme von Grundwasser“ (Wasserhaltung) durchzuführen.

Die hier gemachten Angaben zu Bauwerksgründungen sind nur allgemein gehalten. Es wird empfohlen aufgrund der wechselnden Mächtigkeiten und der teilweise weichen Konsistenz der bindigen Deckschichten, für jedes Baugrundstück ein eigenes, auf das jeweilige Bauvorhaben bezogenes Baugrundgutachten zu erstellen.

6.2.2 Abdichtung

In Abhängigkeit der Höhenlage der geplanten Bauwerke ergeben sich nach DIN 18533-1:2017-07 folgende Wassereinwirkungsklassen:

W1.1-E: – Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührten Wänden:

Die unterste Abdichtungssohle liegt mehr als 0,50 m über dem Bemessungswasserspiegel und unter der Bodenplatte steht ein stark durchlässig Boden ($k > 10^{-4}$ m/s) mit einer Mindestdicke von 0,50 m an. Es ist eine ausreichende Entwässerung des Kiespolsters sicherzustellen.

W2.1-E: – mäßige Einwirkung von drückendem Wasser

Die unterste Abdichtungssohle liegt weniger als 0,50 m über dem Bemessungswasserspiegel und auf das Bauwerk wirkt maximal 3 m Wassersäule.

W2.2-E: – hohe Einwirkung von drückendem Wasser

Das Bauwerk wird mehr als 3 m hoch durch Druckwasser belastet.

Die zulässige Art der Ausführung für die erforderliche Abdichtung ist in Abhängigkeit der Rissklassen, der Raumnutzungsklassen und der Verformungsklassen gemäß DIN 18533 auszuwählen.

6.2.3 Baugruben und Wasserhaltung

Für Baugrubenböschungen, die nach den Kriterien der DIN 4124 ohne rechnerischen Nachweis der Standsicherheit angelegt werden und eine Höhe von 5 m nicht überschreiten, können oberhalb des Grundwassers in den Auelehmen bei mindestens steifer Konsistenz Böschungsneigungen von maximal 60° vorgesehen werden. In den lehmigen Rheinkiesen, den Rheinkiesen und in Auelehmen mit weicher Konsistenz sind die Böschungen auf maximal 45° abzuflachen.

Können die in DIN 4124 angegebenen Kriterien, insbesondere Böschungswinkel und Böschungshöhe (max. 5 m) nicht eingehalten werden oder ist eine offene Wasserhaltung notwendig, ist die Standsicherheit der unverbauten Böschungen und Wände nach DIN 4084 nachzuweisen oder es sind entsprechende Verbaumaßnahmen vorzusehen. Bei Einsatz temporärer oder dauerhafter Verbaumethoden zur Böschungs- bzw. Baugrubensicherung sind für die Berechnung die in der Tabelle 5 angegebenen Bodenkennwerte der einzelnen Schichten anzusetzen.

Baugrubenböschungen, die nicht verbaut werden, sind durchgehend mit Folien abzudecken, um den Zutritt von Oberflächenwasser und eine Rückverwitterung und Erosion des feuchtigkeits- und frostempfindlichen Bodenmaterials zu verhindern. Ein Aufbringen zusätzlicher Lasten in den rückwärtigen Böschungsbereichen ist zu unterlassen. Auf die in der DIN 4124 genannten Abstände von Fahrzeugen, Baumaschinen und Baugeräten sowie Lagerflächen zur Böschungsoberkante wird hingewiesen.

Es wird empfohlen Baugruben und Gräben durch z.B. Tagwassersperrern vor zulaufendem Oberflächenwasser zu schützen.

In Abhängigkeit der Wasserstände zum Zeitpunkt der Ausführung der Arbeiten sowie in Abhängigkeit der Höhenlage der Baugrubensohle ist unter Umständen eine Wasserhaltung erforderlich. Offene Wasserhaltungen kommen in den gut durchlässigen Rheinkiesen bei Absenkbeträgen $> 0,5$ m erfahrungsgemäß an ihre Grenze. Bei höheren Absenkbeträgen ist u.U. eine Grundwasserabsenkung mittels Brunnen erforderlich.

Ausgehend von den Fahrbahnniveaus der Erschließungsstraßen von ca. 165 m über NN liegen die Aushubsohlen von Baugruben unterkellerten Gebäude bei ca. 162 m über NN. Auch die Sohlen der Bestandskanäle bewegen sich maximal in diesem Tiefenniveau. Damit befinden sich die Aushubsohlen über den mittleren Grundwasserhöchstständen (MHGW), so dass nur bei extremen Grundwasserhochständen mit Wasserzutritt in den Baugruben zu rechnen ist.

6.3 Erdbebengefährdung

Nach DIN 4149 (April 2005) liegt das Bauvorhaben in der Erdbebenzone 1 (Bemessungswert der Bodenbeschleunigung $a_g = 0,4 \text{ m/s}^2$). Die Untergrundverhältnisse sind der geologischen Untergrundklasse S und der Baugrundklasse C zuzuordnen.

7.0 Kanalbau

Angaben zu den geplanten Sohl-tiefen der Kanäle (Regen- und Schmutzwasserkanal) liegen noch nicht vor. Die bestehenden Kanäle in den nördlich angrenzenden Erschließungsstraßen liegen bei maximal ca. 2,5 m unter Fahrbahnniveau (ca. 162,5 m über NN).

Bei Annahme ähnlicher Tiefen für die neu zu errichtenden Kanäle liegen die Kanalsohlen innerhalb der Auelehme, der lehmigen Rheinkiese oder innerhalb der Rheinkiese.

Liegt die Grabensohle innerhalb der Auelehme oder den verlehmteten Rheinkiesen sollte nicht nachverdichtet werden, da die Gefahr einer Entfestigung des vorhandenen Bodennaterials besteht. Aufgrund der geringen Tragfähigkeit der bindigen Materialien und deren Witterungsempfindlichkeit, empfehlen wir eine Tragschicht aus Kies-Sand-Gemischen (z.B. Korngemische 0-32, 0/45, Bodengruppe GW nach DIN 18 196) von mindestens 0,25 m Dicke vorzusehen. Liegt die Kanalsohle unterhalb des Grundwassers (nur bei extremen Grundwasserhochständen zu erwarten), jedoch noch in den Auelehmen, so ist die Tragschichtdicke auf 0,40 m zu erhöhen.

Das eingebaute Material ist durch ein Geotextil (Vlies, GRK3) vom anstehenden Boden zu trennen. Die Tragschicht dient auch dem Schutz des Planums und kann zur Entwässerung des Grabens als Dränschicht herangezogen werden. Die Grabensohlen sind vor Aufweichen zu schützen und dürfen deshalb erst unmittelbar vor dem Einbau der Rohre freigelegt werden.

Um eine dauerhafte Dränwirkung der Rohrgräben zu vermeiden, ist nach Abschluss der Maßnahme der Einbau von Betonriegeln oder Letten nach den Vorgaben der DWA-A 139 vorzusehen. Auf die entsprechenden Vorschriften zur Ausbildung des Auflagers (z.B. DIN EN 1610, Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen, ATV-DVWK-A127) wird verwiesen.

Kommt die Grabensohle innerhalb der Rheinkiese (der Übergang von den verlehmteten Rheinkiesen zu den sandigen Rheinkiesen ist fließend) zu liegen sind keine weiteren Maßnahmen einzuplanen, da diese eine gute Tragfähigkeit aufweisen. Ggf. ist die Sohle, bei ausreichendem Abstand zum Grundwasser, nachzuverdichten und durch die Bettungsschicht zu egalisieren. Für die ordnungsgemäße Herstellung eines Auflagers ist die DIN EN 1610 zu beachten.

Aus wirtschaftlichen Gründen ist vorzugsweise das Aushubmaterial zum Verfüllen der Verfüllzone zu verwenden. Das Aushubmaterial aus den Auelehmen und den lehmigen Rheinkiesen ist den Verdichtbarkeitsklassen V2/V3 (weniger gut verdichtbar) zuzuordnen. Aushubmaterial aus den Rheinkiesen ist zum Wiedereinbau geeignet.

Um unmittelbar und ausreichend verdichten zu können, sollte der Einbauwassergehalt etwa dem optimalen Wassergehalt entsprechen, dies ist normalerweise bei halbfester Konsistenz gegeben. Durch entsprechende Vorkehrungen ist dafür zu sorgen, dass das Aushubmaterial nicht durch Regen, Frost oder Austrocknung unbrauchbar wird. Das Material ist entsprechend den einschlägigen Vorschriften lagenweise einzubauen und zu verdichten. In der Leitungszone bzw. bis 1 m über Rohrscheitel darf nur mit leichtem, von 1 m bis 3 m über Rohrscheitel mit mittelschwerem darüber mit schwerem Verdichtungsgerät gearbeitet werden. Schwer zugängliche Bereiche, in denen eine einwandfreie Verdichtung des eingebauten Materials nicht gewährleistet ist, sind ggfs. mit anderen Baustoffen wie z.B. Beton, Flüssigboden oder mit hydraulischen Bindemitteln verbesserten Böden zu verfüllen. Die Einhaltung der geforderten Verdichtungswerte ist durch entsprechende Kontrollprüfungen nachzuweisen, z. B. mittels leichter Rammsonde (DPL-5 n. DIN 4094) oder durch dynamische Plattendruckversuche nach TP BF-StB Teil B 8.3.

Aufgrund der ungünstigen Verdichtungseigenschaften des vorhandenen Bodenmaterials aus den Auelehmen und aus den lehmigen Rheinkiesen ist zum Wiederverfüllen zumindest teilweise mit Fremdmaterial zu kalkulieren oder das Aushubmaterial ist durch Bindemittelzugabe zu verbessern.

Für den Bau der Kanäle ist das Anlegen von Gräben erforderlich. Die Angaben der DIN 4124 (Baugruben und Gräben- Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten) sind dabei zu beachten.

Nach DIN 4124 (2002-10) dürfen Graben- und Stirnwände oberhalb des Grundwassers nur bis maximal 1,25 m Tiefe senkrecht ohne Sicherung ausgeführt werden. Falls die freie Wandhöhe durch Abböschungen der oberen Abschnitte bis 0,50 m unter GOK mit $\leq 45^\circ$ reduziert wird, kann die Grabentiefe auf 1,75 m erhöht werden (vgl. auch Kapitel 6.2.3).

Bei Gräben mit einer Tiefe von mehr als 0,80 m, die von Personen betreten werden sollen, müssen auf beiden Seiten des Grabens Schutzstreifen von mindestens 0,60 m angeordnet und lastfrei gehalten werden. Bei Gräben bis 0,80 m kann auf einer Seite auf den Schutzstreifen verzichtet werden.

Weitere Voraussetzungen sind die in der DIN 4124 in Abhängigkeit vom Gesamtgewicht genannten Mindestabstände von Straßen- und Baufahrzeugen. Ein Aufbringen zusätzlicher Lasten den rückwärtigen Bereichen, z. B. durch Zwischenlagerung von Aushubmaterial, ist zu unterlassen.

Zur Grabensicherung oder auch um die Aushubmassen zu reduzieren, kann z.B. ein Gleitschienenverbau eingesetzt werden. Hinsichtlich verfahrenstechnischer Details wie Mindestverbaulängen und -grabenbreiten wird auf die DIN 4124 verwiesen. Um Setzungen beim Ziehen der Verbauteile weitgehend zu vermeiden, sollte der Verbau nur knapp unter die Grabensohlen reichen.

Je nach Tiefenlage der geplanten Kanalsohlen ist mit Wasserhaltungsmaßnahmen zu rechnen. Schneiden die Kanalsohlen in das Grundwasser ein, ist ein Verbau mit Verbaufacheln oder Pressdielen vorzusehen, die möglichst dicht aneinander gesetzt werden und kraftschlüssig sowie verformungsarm in den Untergrund einzudrücken sind.

Bei extrem hohen Grundwasserständen und tiefreichenden Auelehmen herrschen am Standort gespannte Grundwasserverhältnisse. Liegen die Kanalsohlen innerhalb der Auelehme stehen die Aushubsohlen unter Auftrieb (z.B. Aufbruch der Sohlfläche). Entsprechende Schutz- und Sicherungsmaßnahmen sind vorzusehen.

Offene Wasserhaltungen sind in den Rheinkiesen erfahrungsgemäß nur bis zu Absenktiefen von maximal 0,50 m möglich. Bei größeren Absenkbeträgen ist eine Grundwasserabsenkung mittels Schwerkraftbrunnen erforderlich. Brunnen sollten möglichst flach in den Untergrund einbinden, um die zu fördernden Wassermengen gering zu halten.

Nach Festlegung der Kanaltiefen sind die Auswirkungen bauzeitlicher Grundwasserabsenkungen vor allem im Bereich bestehender Bebauung zu prüfen. Im Zentrum der Planfläche sind keine nachteiligen Auswirkungen zu erwarten, wenn der Tiefbau vor dem Hochbau ausgeführt wird.

Wasserhaltungsmaßnahmen sind von der unteren Wasserbehörde zu genehmigen.

Das Tageswasser kann in offener Wasserhaltung (z. B. Drängräben, Pumpensümpfe) entfernt werden. Die entsprechende Ausrüstung ist vorzuhalten.

8.0 Straßenbau

Für die Straßenplanung gelten die Angaben der RStO 12, die je nach Belastungsklasse, der Frosteinwirkungszone und den anstehenden Böden unterschiedliche Angaben zum Straßenaufbau macht. Dieser wird über die Größe der Verkehrsbelastung standardisiert. Es wird im Folgenden von der Belastungsklasse Bk1,0 bis Bk3,2 ausgegangen. Dies ist vom Planer gegebenenfalls noch zu verifizieren.

Im vorliegenden Fall besteht der Untergrund größtenteils aus frost- und witterungsempfindlichem Material (Auelehme, teilweise eventuell lehmige Rheinkiese). Es handelt sich hierbei um Materialien der Frostempfindlichkeitsklasse F3.

In der Tabelle 11 ist die Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus aufgeführt:

Tabelle 11: **Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus (RStO 12)**

Frostempfindlichkeitsklasse	Belastungsklasse
	Bk1,0/Bk3,2
F3	60 cm

Mehr- oder Minderdicken ergeben sich aufgrund der örtlichen Verhältnisse. Da bei starken Niederschlagsereignissen aufgrund der geringdurchlässigen Böden in Geländehöhe mit Stauwasser zu rechnen ist, sollte eine Mehrdicke von 5 cm (ungünstige Wasserverhältnisse) eingerechnet werden. Je nach Ausführung der Randbereiche ist im vorliegenden Fall mit Minderdicken von 5 cm bis 10 cm zu rechnen (vgl. RStO 12). Diese sind von den Planern festzulegen. Weitere Mehr- bzw. Minderdicken ergeben sich je nach Ausführung nach RStO 12.

Bei Ausführung eines Regelquerschnittes in Anlehnung an Tafel 1 Zeile 1 (Asphaltbauweise) oder Tafel 3 Zeile 1 (Pflasterbauweise) der RStO 12 sind folgende Verformungsmodule nachzuweisen:

Belastungsklasse Bk1,0-Bk3,2

Asphaltbauweise: OK Frostschutzschicht: $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$

Pflasterbauweise: OK Frostschutzschicht: $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$

OK Schottertragschicht: $E_{v2} \geq 150 \text{ kN/m}^2$ (Bk 1,0/Bk1,8)
bis 180 MN/m^2 (Bk 3,2)

Zusätzlich ist ein Verhältniswert $E_{v2}/E_{v1} \leq 2.2$ nachzuweisen.

Nach RStO 12 bzw. ZTV E-StB 09 ist auf dem Planum ein E_{v2} -Modul von mindestens 45 MN/m^2 nachzuweisen, um eine ausreichende Verdichtungsfähigkeit der Frostschutz- und Tragschichten zu ermöglichen. Ohne weitere Maßnahmen ist dieser Verformungsmodul nach derzeitigem Kenntnisstand in den Auelehmen nicht und in den lehmigen Rheinkiesen knapp zu erreichen.

Maßgebend für weitere Maßnahmen ist der Verformungsmodul, der auf der Tragschicht (vgl. Standardbauweisen nach RStO 12) erreicht werden muss.

Es wird im Folgenden davon ausgegangen, dass die Fahrbahnen ungefähr im Niveau der heutigen angrenzenden Erschließungsstraßen (ca. 165 m über NN) liegen. Bei stärkeren Abweichungen sind die vorgeschlagenen Maßnahmen nochmals zu prüfen. Als Möglichkeiten zur Untergrundverbesserung sind folgende Maßnahmen denkbar:

1) Bodenaustausch

Eine Verbesserung des Planums kann durch eine größere Aufbaustärke erreicht werden. Für die Trag- und Austauschschichten ist nichtbindiges, klassiertes Material (z.B. Kornmische 0-45 oder 0-56, Bodengruppe GW/GI nach DIN 18 196) zu verwenden. Das Material ist lagenweise einzubauen und ausreichend zu verdichten. An der Basis ist ein Vlies zum Trennen der Tragschichten und des bindigen Untergrunds zu verlegen. Es wird empfohlen, durch Probefelder mit entsprechenden Versuchen das gewählte Verfahren zu überprüfen und gegebenenfalls die Austauschmächtigkeit zu optimieren. Erfahrungsgemäß sollte von einem zusätzlichen Aufbau von ca. 0,30 m (lehmige Rheinkiese, steife Auelehme) bis 0,60 m (weiche Auelehme) ausgegangen werden.

2) Verfestigen des Untergrunds durch Bindemittel

Alternativ ist eine Bodenverbesserung mit Kalk und/oder Zement möglich. Der Wassergehalt des Bodens wird dadurch herabgesetzt und die Verdichtbarkeit verbessert. Bei Bodenverbesserungen mit Kalk tritt auch als Langzeitwirkung eine merkbare Bodenverfestigung auf. Die Anforderungen sind in der ZTVE-StB vorgegeben.

Wir weisen darauf hin, dass die Wassergehalte und damit die Bindemittelmengen von den Witterungsverhältnissen im Ausführungszeitraum abhängen. Es ist zu empfehlen, baubegleitend entsprechende Untersuchungen zu veranlassen. Weiterhin wird auf das Merkblatt für die Bodenverfestigung und Bodenverbesserung mit Bindemittel 2004, hingewiesen.

Für eine erste überschlägige Abschätzung kann nach den Erkundungsergebnissen mit einer Bindemittelmenge von 4 - 6 Gew.-% gerechnet werden. Bei einer Frästiefe von 0,30 m bis 0,40 m entspricht dies ungefähr 25 kg/m² bis 40 kg/m². Bei feuchten Witterungsverhältnissen oder organischen Anteilen muss u.U. mit noch höheren Mengen kalkuliert werden.

Entscheidend für den Erfolg des Verfahrens ist eine gute Homogenisierung des Boden-Bindemittel-Gemisches. Aufgrund der Nähe zur Bestandsbebauung im Norden des Bau-felds sollten Beeinträchtigungen durch Staubentwicklung berücksichtigt werden. Die aus-führende Firma sollte entsprechende Erfahrungen mit Bodenverbesserungen nachweisen können.

Es wird empfohlen das gewählte Verfahren an Testfeldern zu überprüfen und ggf. zu op-timieren. Die geforderten Tragfähigkeitswerte auf dem Untergrund-/Unterbauplanum bzw. auf dem Frostschutzplanum sind mittels statischer Plattendruckversuche ggfs. in Verbin-dung mit dynamischen Plattendruckversuchen nachzuweisen

Aufgrund der Wasserempfindlichkeit ist ein Befahren des Planums vor allem mit gummi-bereiften Fahrzeugen zu vermeiden, um Aufweichung zu verhindern. Das Planum sollte nicht nachverdichtet werden, da die Gefahr von Aufweichung besteht.

Das Planum ist möglichst schnell zu versiegeln und vor Witterungseinflüssen zu schützen. Während der Baumaßnahme ist das Planum durch geeignete Maßnahmen, wie ausrei-chendes Quergefälle zur Ableitung von Niederschlagswasser, wasserfrei zu halten.

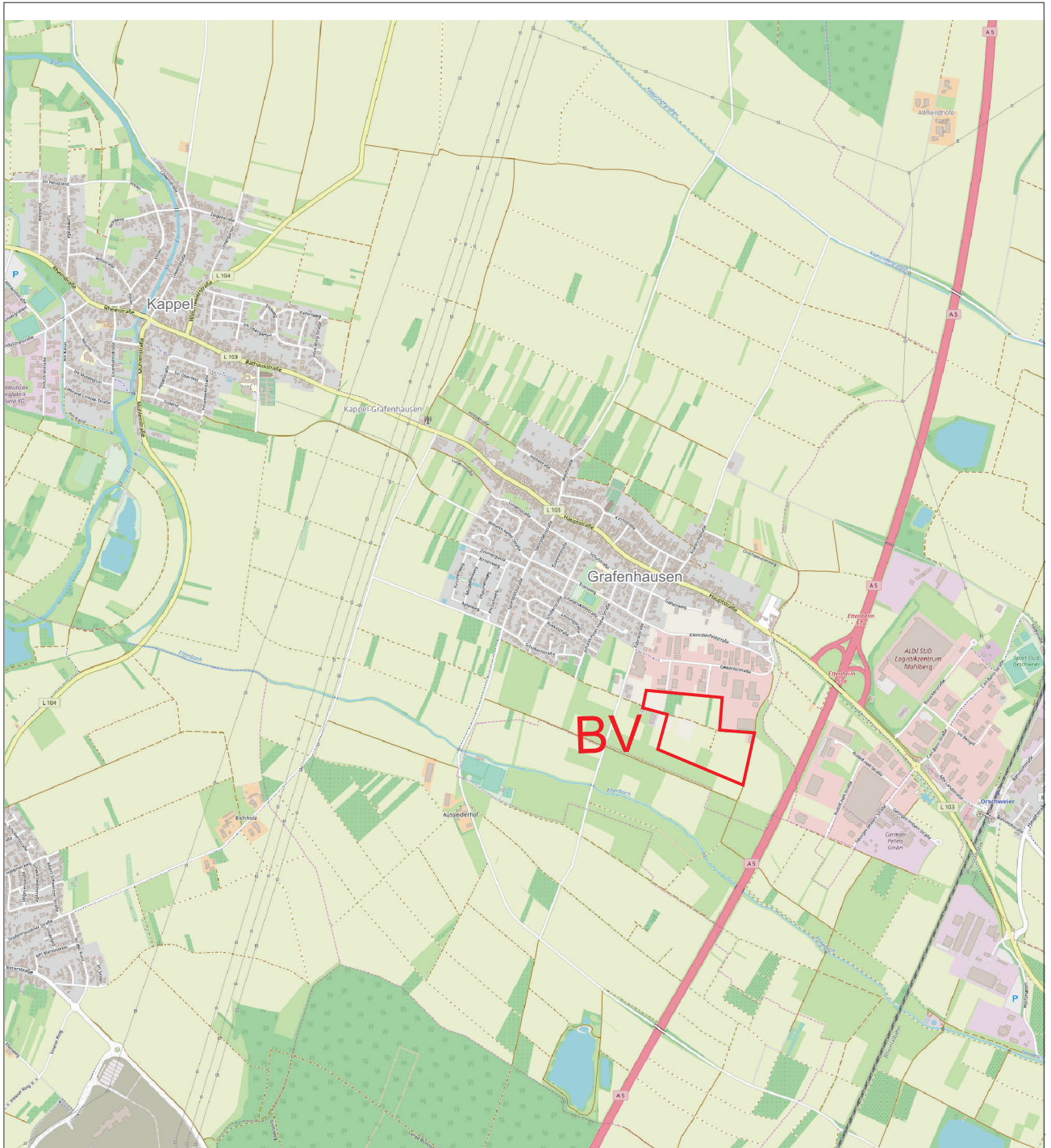
9.0 Abschließende Bemerkungen

Die Ergebnisse und Aussagen des Gutachtens beziehen sich auf die stichprobenhaft ge-wonnen Erkenntnisse an den einzelnen Untersuchungsstellen. Die Stellungnahme zu ein-zelnen Bauverfahren wurde auf Grundlage der vorhandenen Planunterlagen gemacht. Die verfahrensspezifischen Hinweise hinsichtlich Bauausführung und Gründung haben emp-fehlenden Charakter und sind für einzelne Bauvorhaben zu verifizieren. Es wird darauf hingewiesen, dass für die Hochbauten bauwerksbezogene, geotechnische Untersuchen-gen durchgeführt werden sollten.

Klipfel & Lenhardt Consult GmbH

Endingen, den 01. August 2019

Dipl.-Geol. M. Klipfel



 Untersuchungsgebiet



Klipfel & Lenhardt Consult GmbH
 Bahlinger Weg 27 ■ 79346 Endingen
 Tel: 07642/9229-70 ■ Fax: 07642/9229-89

Projekt 18/132-1
 Erschließung BG „Kleinoberfeld“
 77966 Kappel-Grafenhausen
 Geotechnischer Bericht

Auftraggeber:
 Gemeinde Kappel-Grafenhausen
 Rathausstraße 2
 77966 Kappel-Grafenhausen

Titel:
 Übersichtslageplan

Bearbeiter:
 AW

Datum:
 21. Mai 2019

Maßstab:
 1 : 25.000

Anlage: 1



Kleinbohrung



Klipfel & Lenhardt Consult GmbH
 Bahlinger Weg 27 ■ 79346 Endingen
 Tel: 07642/9229-70 ■ Fax: 07642/9229-89

Projekt 18/132-1
 Erschließung BG „Kleinoberfeld“
 77966 Kappel-Grafenhausen
 Geotechnischer Bericht

Auftraggeber:
 Gemeinde Kappel-Grafenhausen
 Rathausstraße 2
 77966 Kappel-Grafenhausen

Titel:
 Detailplan mit Lage der Baugrundaufschlüsse

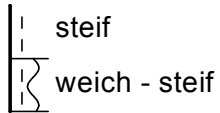
Bearbeiter:
 AW/AH

Datum:
 21. Mai 2019

Maßstab:
 1 : 3.000

Anlage: 2

Legende

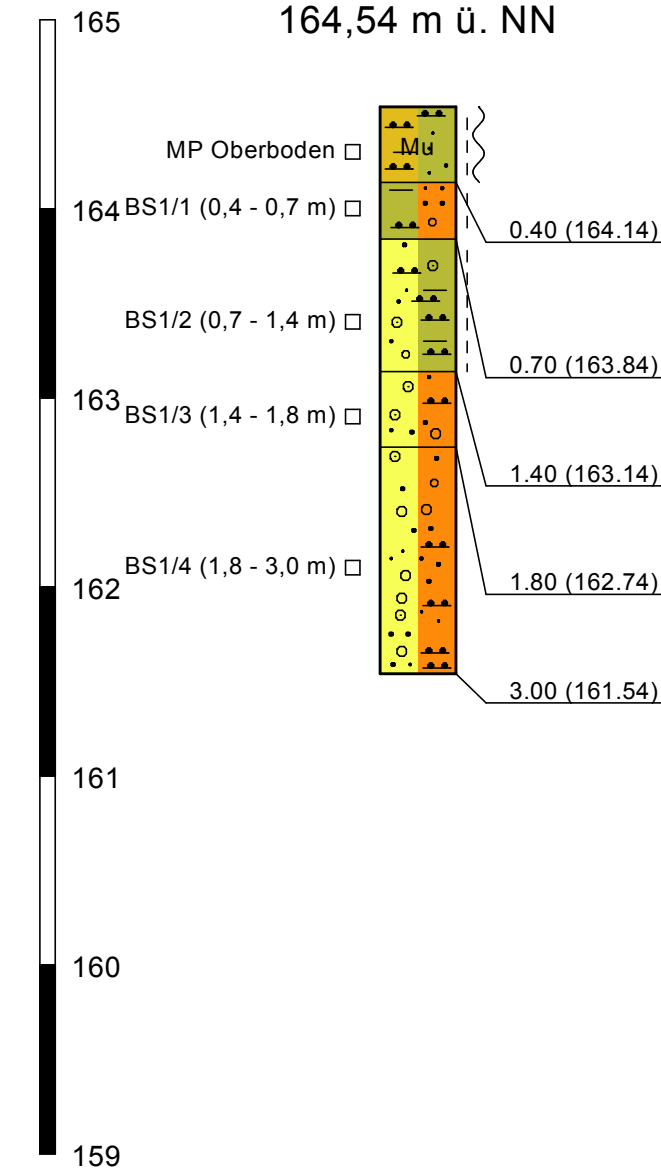


Bohrprofil

Kleinbohrung (22.05.2019)

BS1

m ü. NN



Oberboden

(Schluff, sandig, schwach tonig, durchwurzelt, humos), dunkelbraun, steif - weich, sehr feucht

Schluff

stark sandig, kiesig, schwach tonig, sehr schwach durchwurzelt, braun, steif, schwach feucht

TL

Kies

stark schluffig, tonig, sandig, braun, steif, feucht

Kies

sandig, schwach schluffig, braungrau, feucht

Kies

sandig, schwach schluffig, grau, feucht

GW GU



Klipfel & Lenhardt Consult GmbH
Bahlinger Weg 27 ■ 79346 Endingen
Tel: 07642/9229-70 ■ Fax: 07642/9229-89

Projekt 18/132-1
Erschließung BG "Kleinoberfeld"
77966 Kappel-Grafenhausen
Geotechnischer Bericht

Auftraggeber:
Gemeinde Kappel-Grafenhausen
Rathausstraße 2
77966 Kappel-Grafenhausen

Titel:
Bohrprofil



Bearbeiter: AH/AW

Datum:
04. Juni 2019

Maßstab: 1 : 40

Anlage: 3

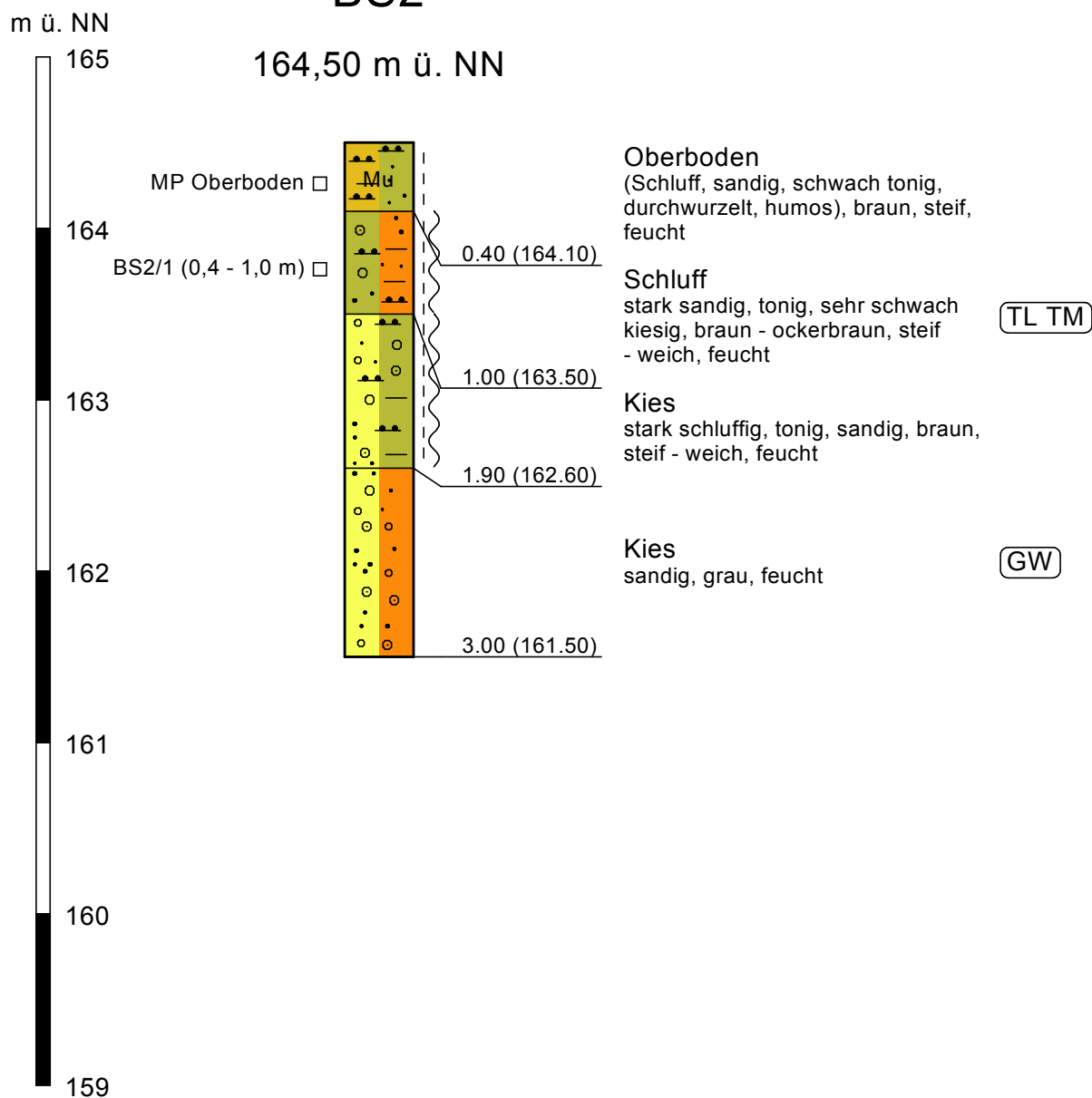
Legende

-  steif
-  weich - steif

Bohrprofil

Kleinbohrung (22.05.2019)

BS2



Klipfel & Lenhardt Consult GmbH
Bahlinger Weg 27 ■ 79346 Endingen
Tel: 07642/9229-70 ■ Fax: 07642/9229-89

Projekt 18/132-1
Erschließung BG "Kleinoberfeld"
77966 Kappel-Grafenhausen
Geotechnischer Bericht

Auftraggeber:
Gemeinde Kappel-Grafenhausen
Rathausstraße 2
77966 Kappel-Grafenhausen

Titel:
Bohrprofil

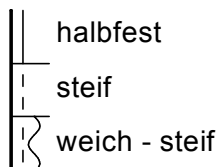
Bearbeiter: AH/AW

Datum:
04. Juni 2019

Maßstab: 1 : 40

Anlage: 3

Legende



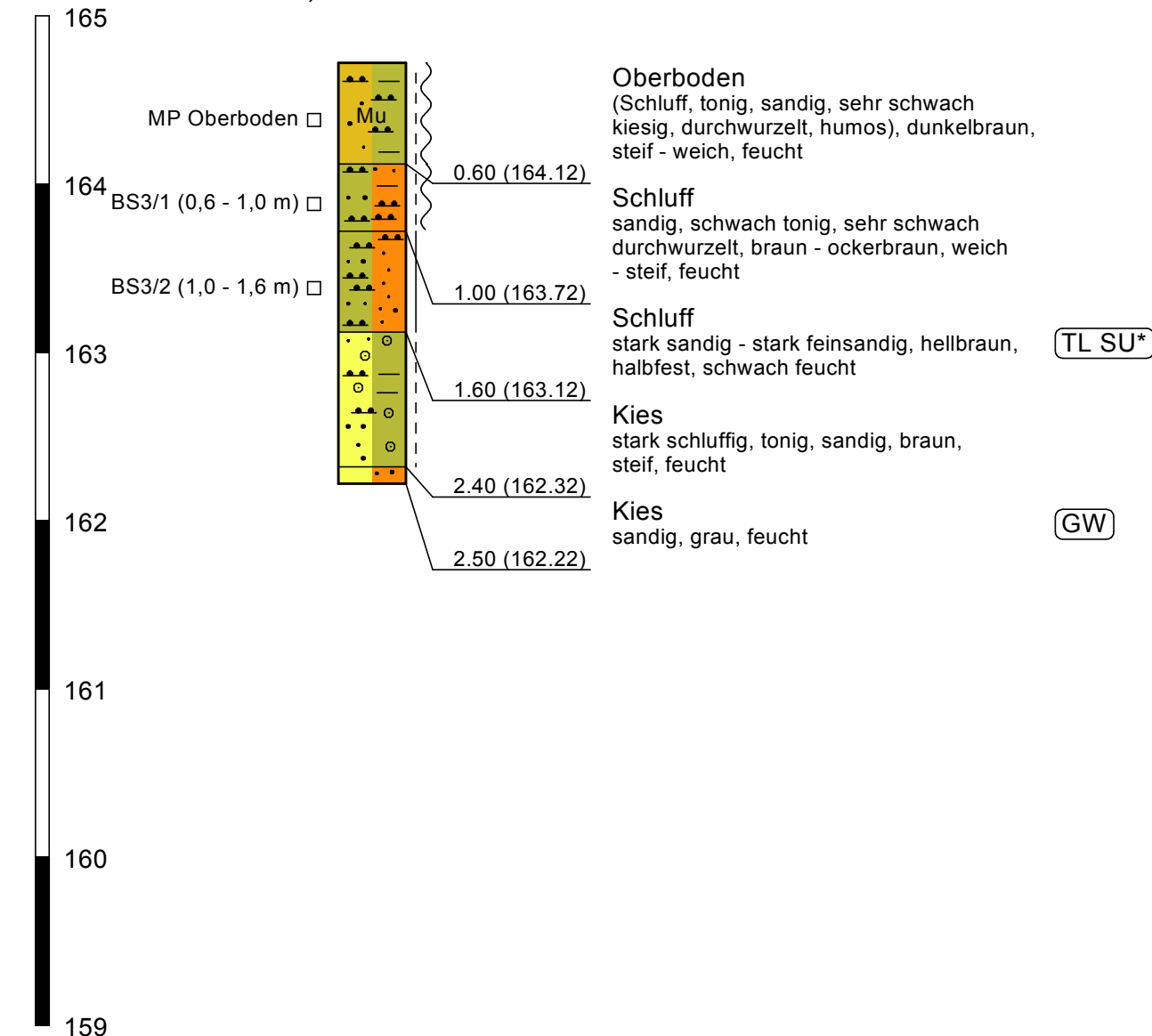
Bohrprofil

Kleinbohrung (22.05.2019)

BS3

m ü. NN

164,72 m ü. NN



Klipfel & Lenhardt Consult GmbH
 Bahlinger Weg 27 ■ 79346 Endingen
 Tel: 07642/9229-70 ■ Fax: 07642/9229-89

Projekt 18/132-1
 Erschließung BG "Kleinoberfeld"
 77966 Kappel-Grafenhausen
 Geotechnischer Bericht

Auftraggeber:
 Gemeinde Kappel-Grafenhausen
 Rathausstraße 2
 77966 Kappel-Grafenhausen

Titel:
 Bohrprofil

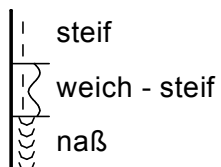
Bearbeiter: AH/AW

Datum:
 04. Juni 2019

Maßstab: 1 : 40

Anlage: 3

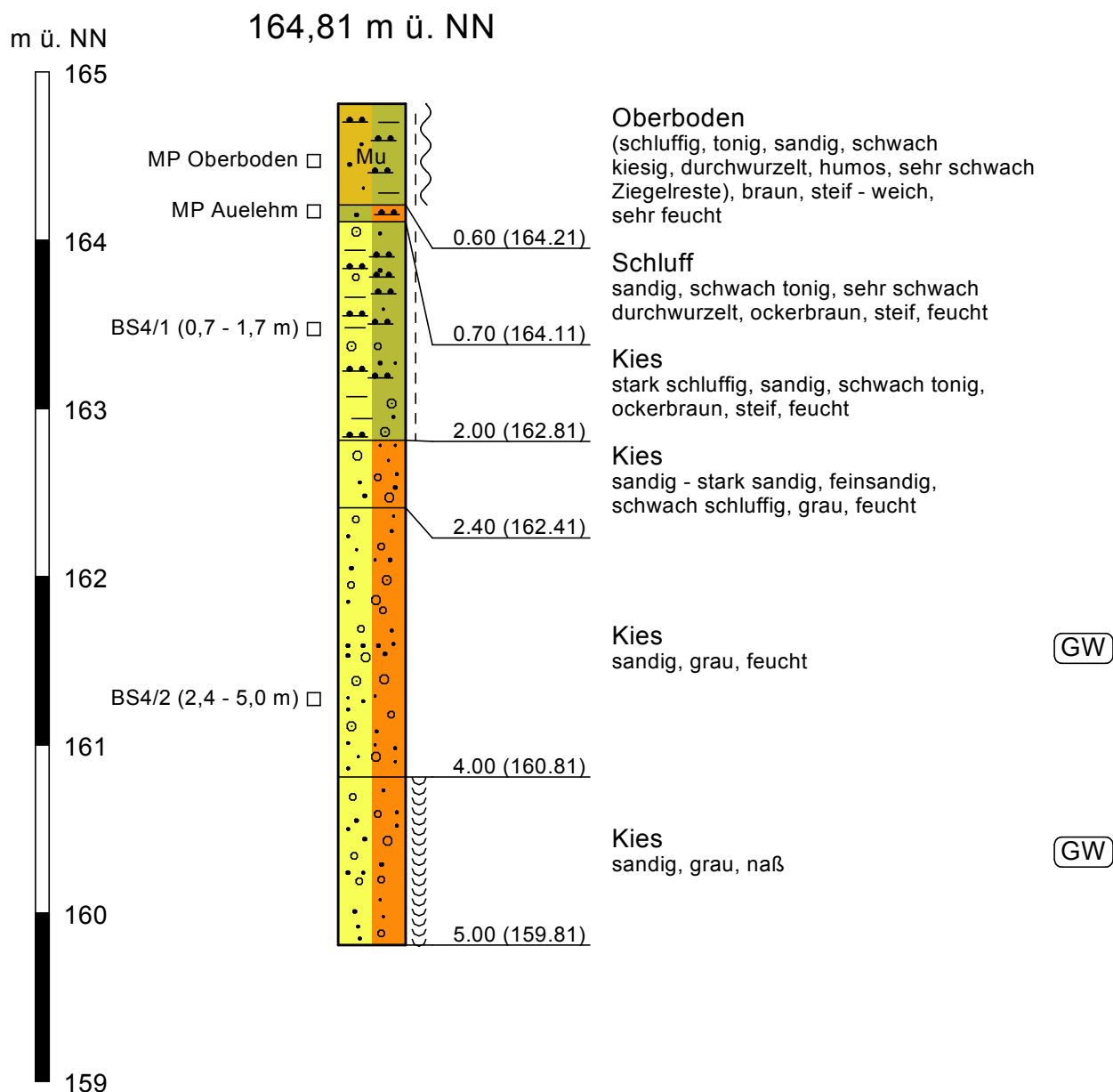
Legende



Bohrprofil

Kleinbohrung (22.05.2019)

BS4



Klipfel & Lenhardt Consult GmbH
Bahlinger Weg 27 ■ 79346 Endingen
Tel: 07642/9229-70 ■ Fax: 07642/9229-89

Projekt 18/132-1
Erschließung BG "Kleinoberfeld"
77966 Kappel-Grafenhausen
Geotechnischer Bericht

Auftraggeber:
Gemeinde Kappel-Grafenhausen
Rathausstraße 2
77966 Kappel-Grafenhausen

Titel:
Bohrprofil

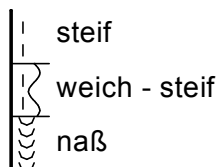
Bearbeiter: AH/AW

Datum:
04. Juni 2019

Maßstab: 1 : 40

Anlage: 3

Legende

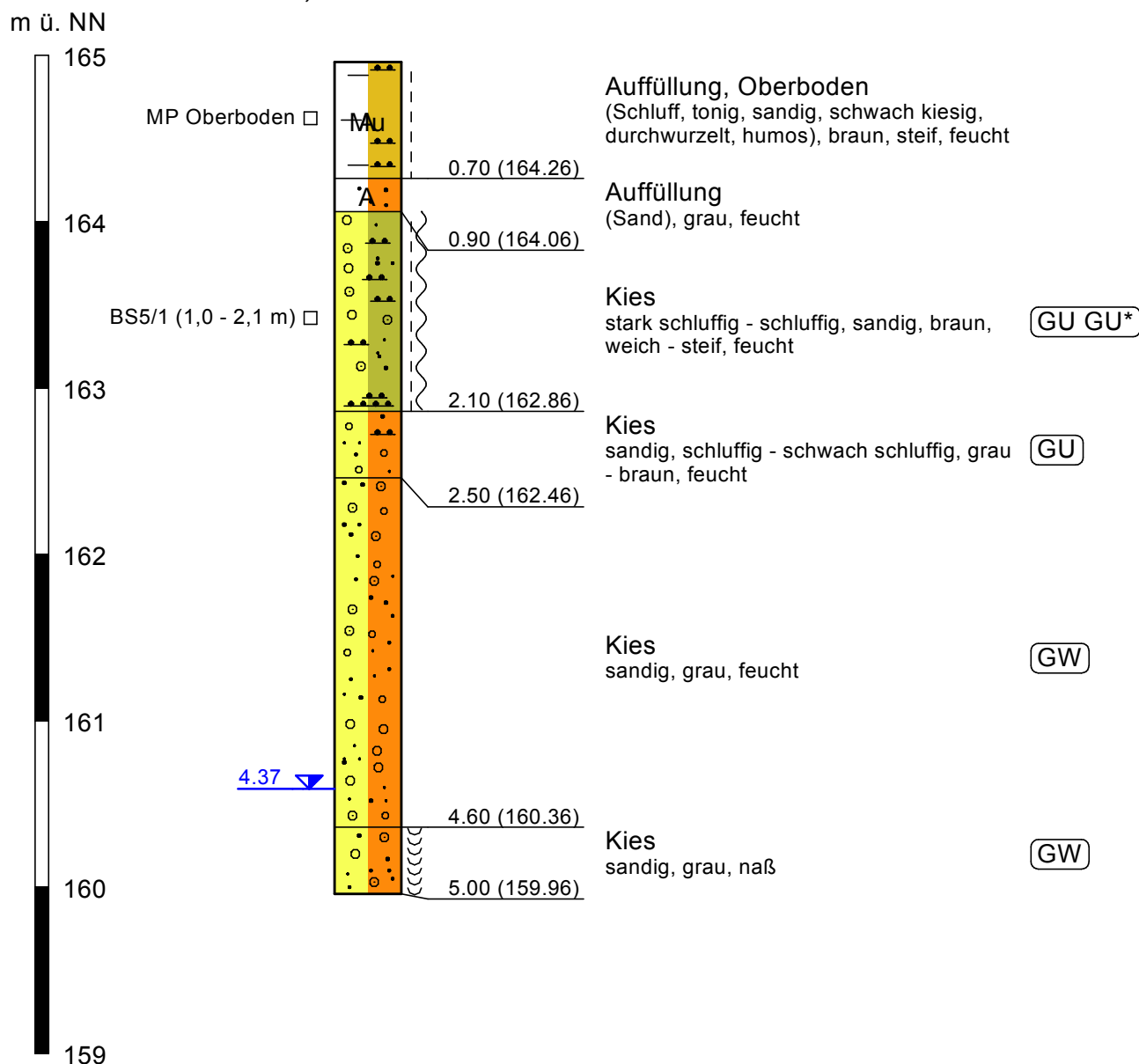


Bohrprofil

Kleinbohrung (22.05.2019)

BS5

164,96 m ü. NN



Klipfel & Lenhardt Consult GmbH
 Bahlinger Weg 27 ■ 79346 Endingen
 Tel: 07642/9229-70 ■ Fax: 07642/9229-89

Projekt 18/132-1
 Erschließung BG "Kleinoberfeld"
 77966 Kappel-Grafenhausen
 Geotechnischer Bericht

Auftraggeber:
 Gemeinde Kappel-Grafenhausen
 Rathausstraße 2
 77966 Kappel-Grafenhausen

Titel:
 Bohrprofil

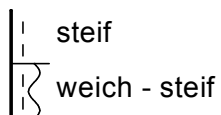
Bearbeiter: AH/AW

Datum:
 04. Juni 2019

Maßstab: 1 : 40

Anlage: 3

Legende



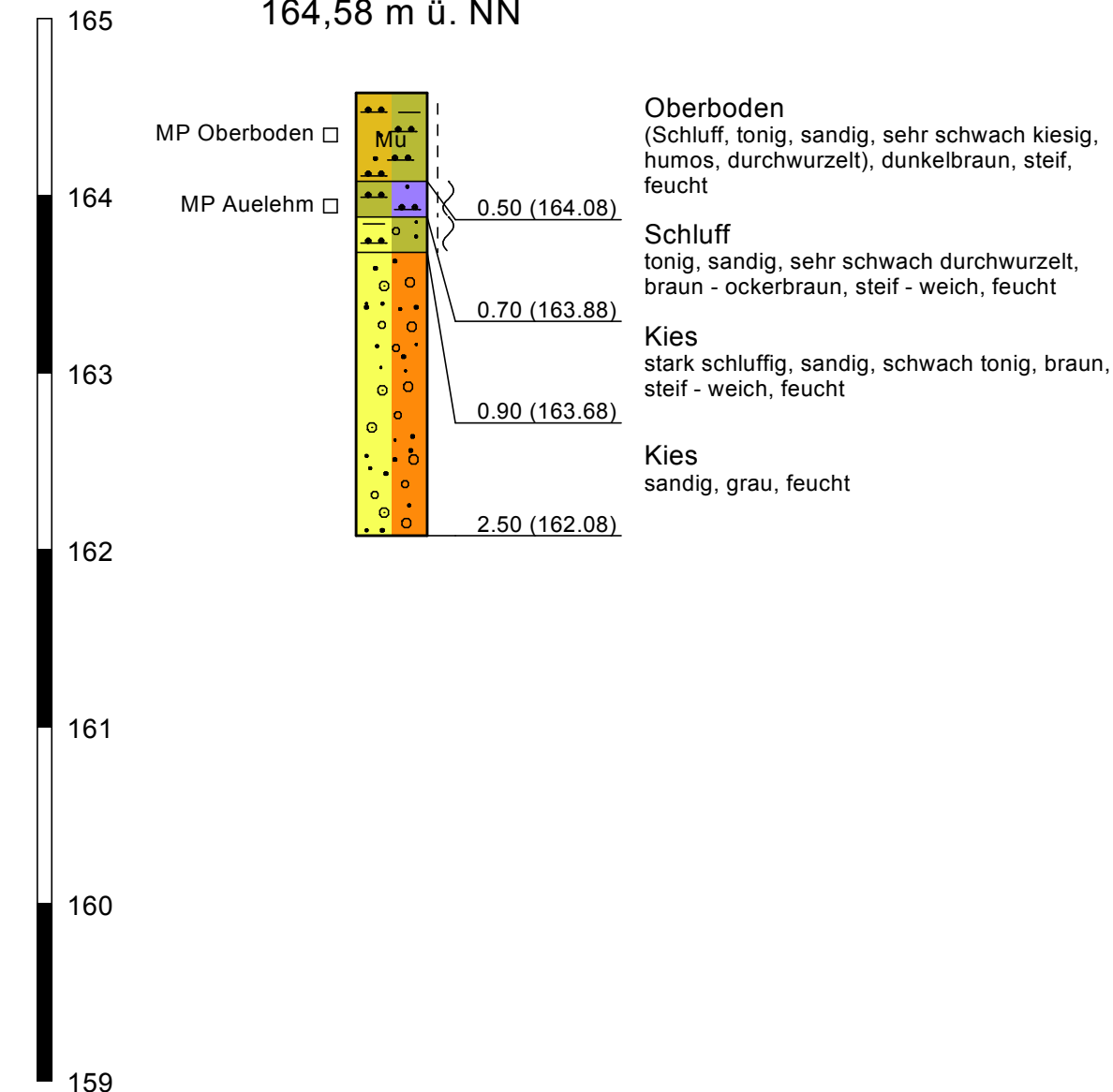
Bohrprofil

Kleinbohrung (22.05.2019)

BS6

m ü. NN

164,58 m ü. NN



Klipfel & Lenhardt Consult GmbH
Bahlinger Weg 27 ■ 79346 Endingen
Tel: 07642/9229-70 ■ Fax: 07642/9229-89

Projekt 18/132-1
Erschließung BG "Kleinoberfeld"
77966 Kappel-Grafenhausen
Geotechnischer Bericht

Auftraggeber:
Gemeinde Kappel-Grafenhausen
Rathausstraße 2
77966 Kappel-Grafenhausen

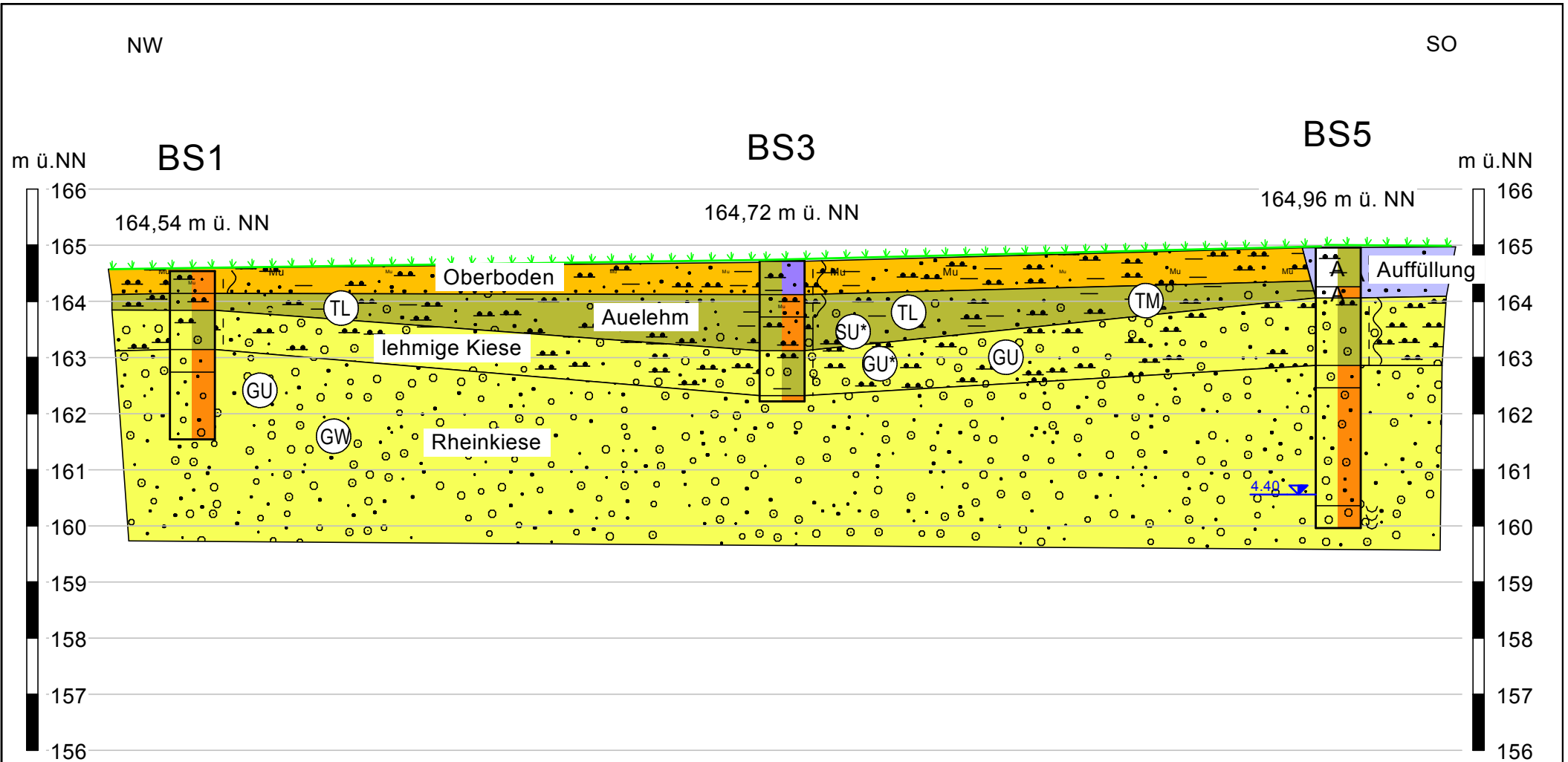
Titel:
Bohrprofil

Bearbeiter: AH/AW

Datum:
04. Juni 2019

Maßstab: 1 : 40

Anlage: 3



Die Aufschlüsse müssen nicht zwingend auf der Profillinie liegen. Zwischen den einzelnen Punkten wird interpoliert.

BS Kleinrammkernbohrung

Geländeoberkante (ungefähr)

Grundwasserstand im Bohrloch

Bodengruppe



Klipfel & Lenhardt Consult GmbH
 Bahlinger Weg 27 □ 79346 Endingen
 Tel: 07642/9229-70 □ Fax: 07642/9229-89

Projekt 18/132-1
 Erschließung BG "Kleinoberfeld"
 77966 Kappel-Grafenhausen
 Geotechnischer Bericht

Auftraggeber:
 Rathausstraße 2
 Rathausstraße 2
 77966 Kappel-Grafenhausen

Titel:
 Geotechnisches Profil (schematisch)

Bearbeiter: AW

Datum:
 06. Juni 2019

Maßstab in x: 1 : 250
 Maßstab in y: 1 : 100

Anlage: 4



Projekt : 18 / 132-1

Auftraggeber : KLC GmbH

Probe : BS 2 / 1

Bodenart :

Ort :

Tiefe : 0,4 - 1,0 m

Art : gestört

Datum : 22.05.2019

Bearbeiter : M. KLipfel

Witterung :

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Masse [g]	Rückstand Anteil [%]	Summe Siebdurchgänge [%]
90,000			
63,000			
31,500			
16,000			100,0
8,000	16,6	1,9	98,1
4,000	14,8	1,7	96,3
2,000	8,1	0,9	95,4
1,000	11,5	1,3	94,1
0,500	19,9	2,3	91,7
0,250	40,8	4,7	87,0
0,125	103,4	12,0	75,0
0,063			
Schale	644,7	75,0	
Summe	859,8	100,0	
Siebverlust			

Prüfung DIN 18 123 - 7

allgemeine Angaben zur Siebanalyse

Datum : 30.05.2019

Bearbeiter : hg

Trockenmasse [g] : 859,8

Größtkorn [mm] :

Kornform :

allgemeine Angaben zur Sedimentation

Datum : 30.05.2019

Bearbeiter : hg

Trockenmasse [g] : 34,29

Korndichte [g/cm³] : 2,7

Aräometer : A - 2903

Dispergierungsmittel : Natriumpyrophosphat

Meniskuskorrektur : 0,4

100% Lesung : 21,6

Hilfswert : 4,63

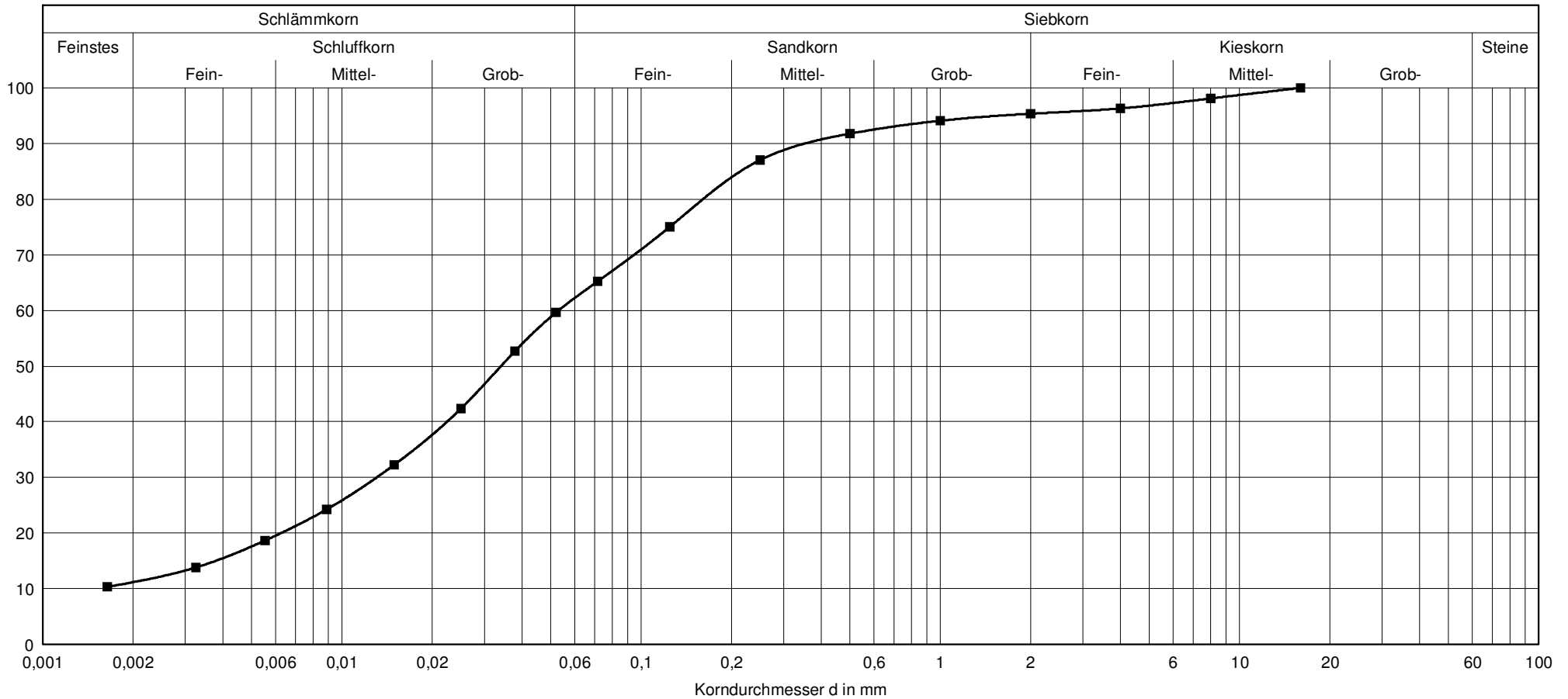
Sedimentation

Zeitspanne	Aräometer Ablesung R' [g]	Temperatur T [°C]	Korndurchmesser d [mm]	R=R'+Cm [g]	R+CT [g]	Schlammprobe a [%]	Gesamtprobe a tot [%]
30"	18,8	17,5	0,0716	19,2	18,8	87,0	65,2
1'	17,2	17,5	0,0519	17,6	17,2	79,6	59,7
2'	15,2	17,5	0,0378	15,6	15,2	70,3	52,7
5'	12,2	17,5	0,0250	12,6	12,2	56,4	42,3
15'	9,3	17,5	0,0150	9,7	9,3	43,0	32,2
45'	7,0	17,5	0,0089	7,4	7,0	32,3	24,3
2h	5,4	17,5	0,0055	5,8	5,4	24,9	18,7
6h	4,0	17,5	0,0032	4,4	4,0	18,4	13,8
1d	3,0	17,5	0,0016	3,4	3,0	13,8	10,4

Bemerkungen :



Prüfung DIN 18 123 - 7



Probe	Signatur	Entnahmetiefe	Bodenart	H2O-Gehalt [%]	Korndichte [g/cm³]	k [m/s]	U (d60/d10)	Cc	Bemerkungen
BS 2 / 1	—■—■—	0,4 - 1,0 m			2,700		32,1	2,0	



Projekt : 18 / 132-1

Ort :

Tiefe : 0,4 - 0,7 m

Art : gestört

Auftraggeber : KLC GmbH

Datum : 22.05.2019

Probe : BS 1 / 1

Bearbeiter : M. KLipfel

Bodenart :

Witterung :

Datum : 30.05.2019

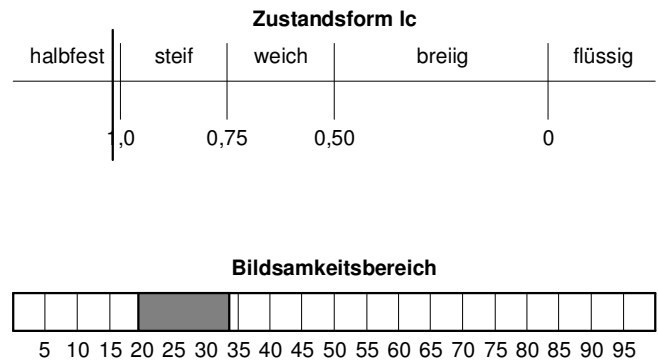
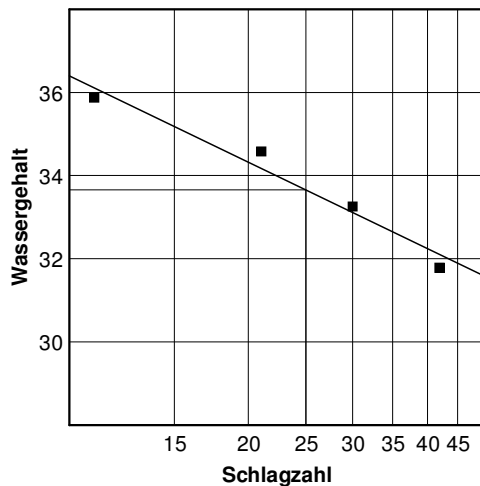
Bearbeiter : hg

Prüfung DIN 18 122, Teil 1

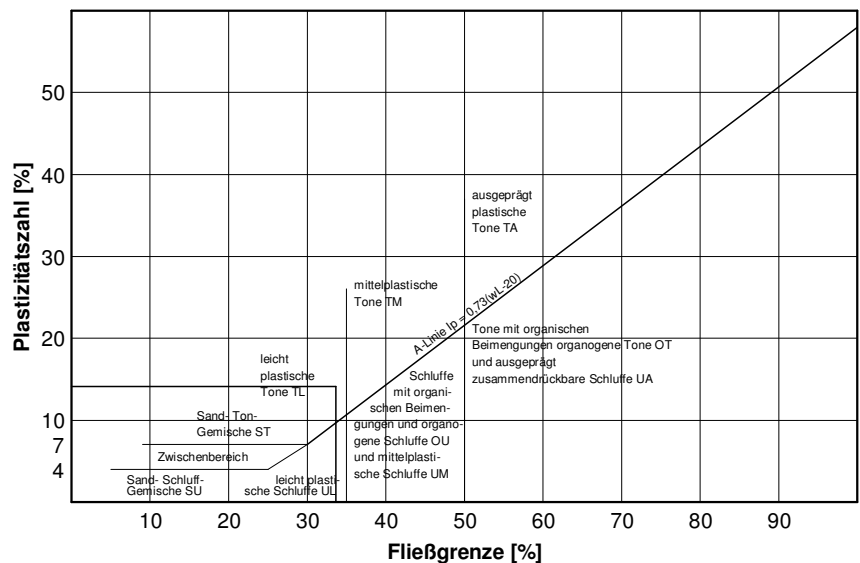
Fließgrenze

Ausrollgrenze

Versuchs-Nr.	1	2	3	4	1	2	3	4
Zahl der Schläge	42	30	21	11				
Feuchte Probe + Behälter [g]	20,36	20,28	20,32	20,61	10,06	9,97	10,12	
Trockene Probe + Behälter [g]	15,76	15,54	15,43	15,51	8,62	8,56	8,68	
Behälter [g]	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	
Masse des Wassers [g]	4,60	4,74	4,89	5,10	1,44	1,41	1,44	
Trockene Probe [g]	14,47	14,25	14,14	14,22	7,33	7,27	7,39	
Wassergehalt [%]	31,79	33,26	34,58	35,86	19,65	19,39	19,49	



Plastizitätsdiagramm mit Bodengruppen (DIN 18 196)



Gesamtprobe

Wassergehalt [%] : 15,6

Größtkorn [mm] :

Trockenmasse <= 0,4 mm [%] :

Trockenmasse <= 0,002 mm [%] :

Probe <= 0,4 mm

Wassergehalt [%] : 19,26

Ergebnisse

Fließgrenze w_L [%] : 33,65

Ausrollgrenze w_P [%] : 19,51

Plastizitätszahl I_P : 0,141

Konsistenzzahl I_C : 1,018

Liquiditätszahl I_L :

Aktivitätszahl I_A :

Bemerkungen :



Projekt : 18 / 132-1

Ort :

Tiefe : 0,4 - 1,0 m

Art : gestört

Auftraggeber : KLC GmbH

Datum : 22.05.2019

Probe : BS 2 / 1

Bearbeiter : M. KLipfel

Bodenart :

Witterung :

Datum : 30.05.2019

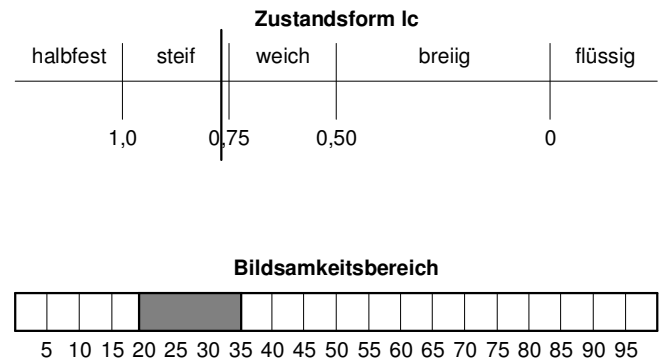
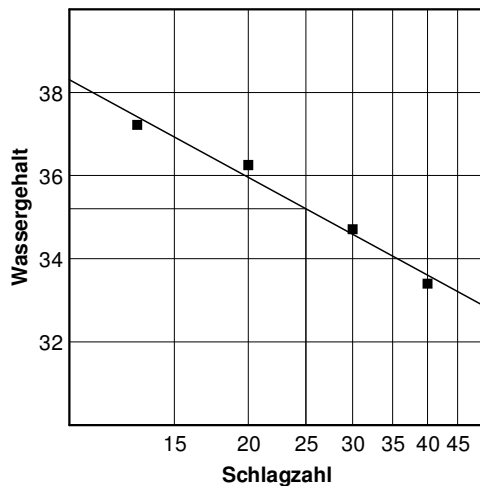
Bearbeiter : hg

Prüfung DIN 18 122, Teil 1

Fließgrenze

Ausrollgrenze

Versuchs-Nr.	1	2	3	4	1	2	3	4
Zahl der Schläge	40	30	20	13				
Feuchte Probe + Behälter [g]	20,10	20,58	20,46	20,39	9,89	9,37	10,18	
Trockene Probe + Behälter [g]	15,39	15,61	15,36	15,21	8,50	8,07	8,74	
Behälter [g]	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	
Masse des Wassers [g]	4,71	4,97	5,10	5,18	1,39	1,30	1,44	
Trockene Probe [g]	14,10	14,32	14,07	13,92	7,21	6,78	7,45	
Wassergehalt [%]	33,40	34,71	36,25	37,21	19,28	19,17	19,33	



Gesamtprobe

Wassergehalt [%] : 20,9
 Größtkorn [mm] :
 Trockenmasse <= 0,4 mm [%] :
 Trockenmasse <= 0,002 mm [%] :

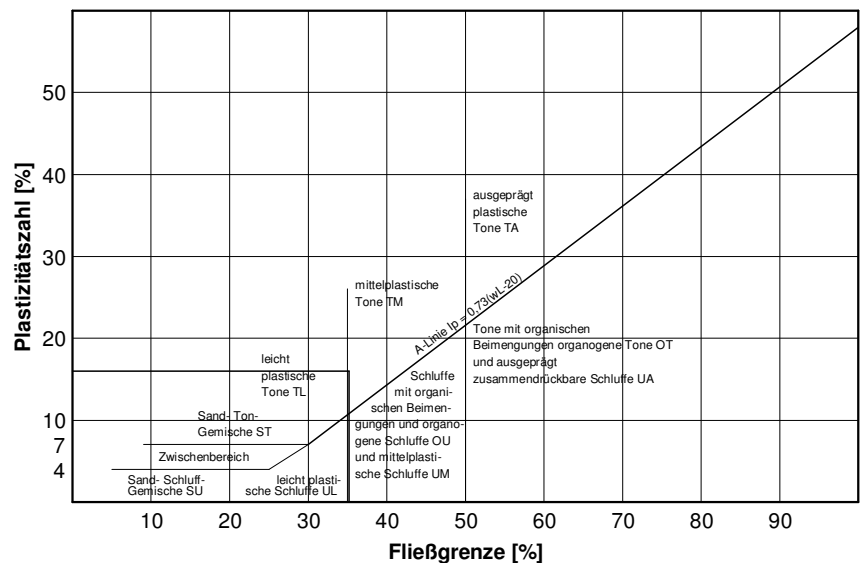
Probe <= 0,4 mm

Wassergehalt [%] : 22,97

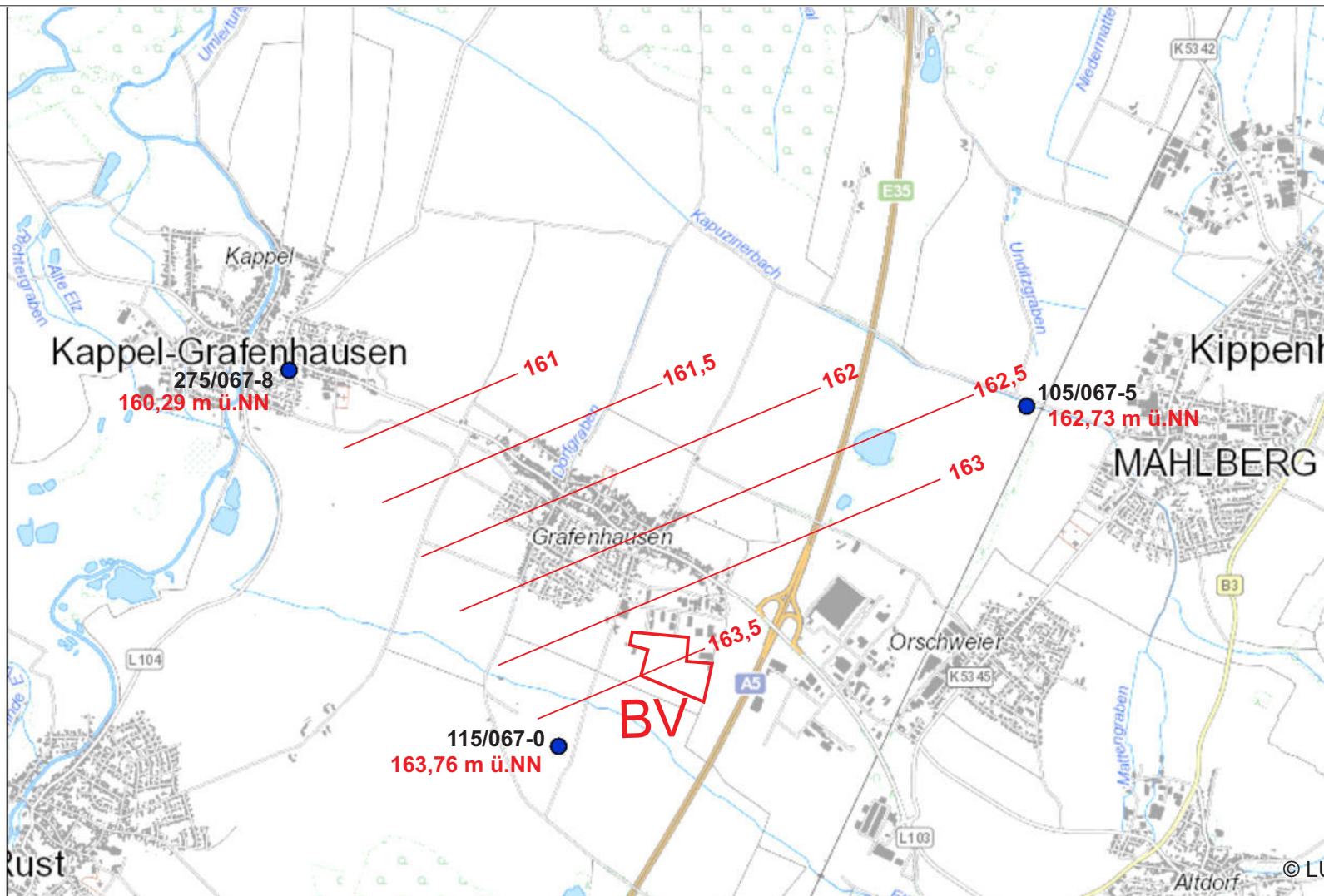
Ergebnisse

Fließgrenze w_L [%] : 35,20
 Ausrollgrenze w_P [%] : 19,26
 Plastizitätszahl I_P : 0,159
 Konsistenzzahl I_C : 0,767
 Liquiditätszahl I_L : 0,233
 Aktivitätszahl I_A :

Plastizitätsdiagramm mit Bodengruppen (DIN 18 196)



Bemerkungen :



© LUBW, LGL



Klipfel & Lenhardt Consult GmbH
 Bahlinger Weg 27 □ 79346 Endingen
 Tel: 07642/9229-70 □ Fax: 07642/9229-89

Projekt 18/132-1
 Erschließung BG „Kleinoberfeld“
 77966 Kappel-Grafenhausen
 Geotechnischer Bericht

Auftraggeber:
 Gemeinde Kappel-Grafenhausen
 Rathausstraße 2
 77966 Kappel-Grafenhausen

Titel:
 Grundwassergleichenplan HHGW

Legende

- interpolierter höchster Grundwasserhochstand in m ü. NN
- amtliche Grundwassermessstelle
057/070-6

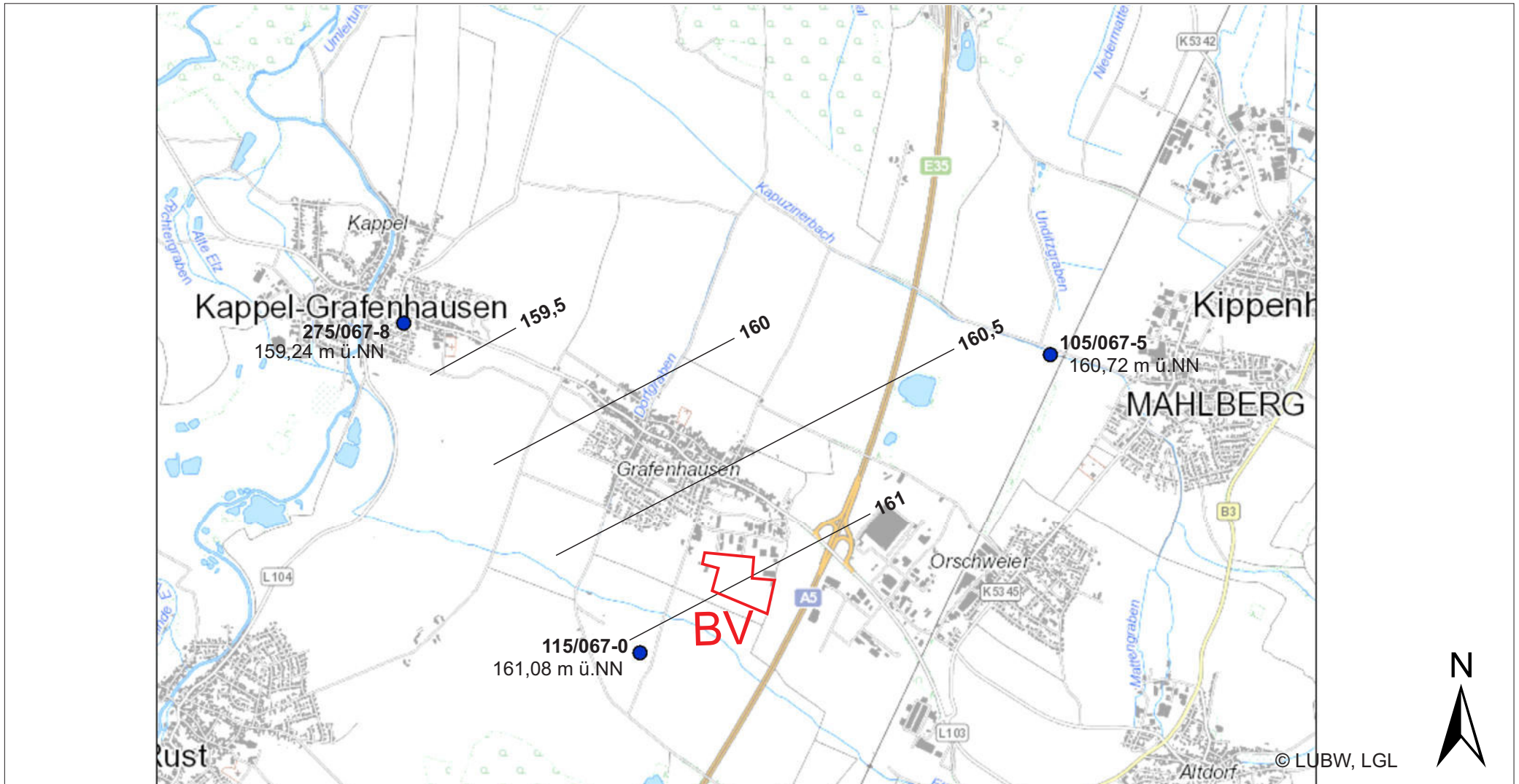
Datengrundlage:
 Datensätze der amtlichen Messstellen LUBW und
 RP Freiburg

Bearbeiter:
 AW

Datum:
 21. Mai 2019

Maßstab : 1 : 35.000

Anlage: 6-1





Projekt 18/132-1
 Erschließung BG „Kleinoberfeld“
 77966 Kappel-Grafenhausen
 Geotechnischer Bericht

Auftraggeber:
 Gemeinde Kappel-Grafenhausen
 Rathausstraße 2
 77966 Kappel-Grafenhausen

Titel:
 Grundwassergleichenplan MGW

Legende

 interpolierter mittlerer Grundwasserstand in m ü. NN

 amtliche Grundwassermessstelle
 057/070-6

Datengrundlage:
 Datensätze der amtlichen Messstellen LUBW und RP Freiburg

Bearbeiter:
 AW

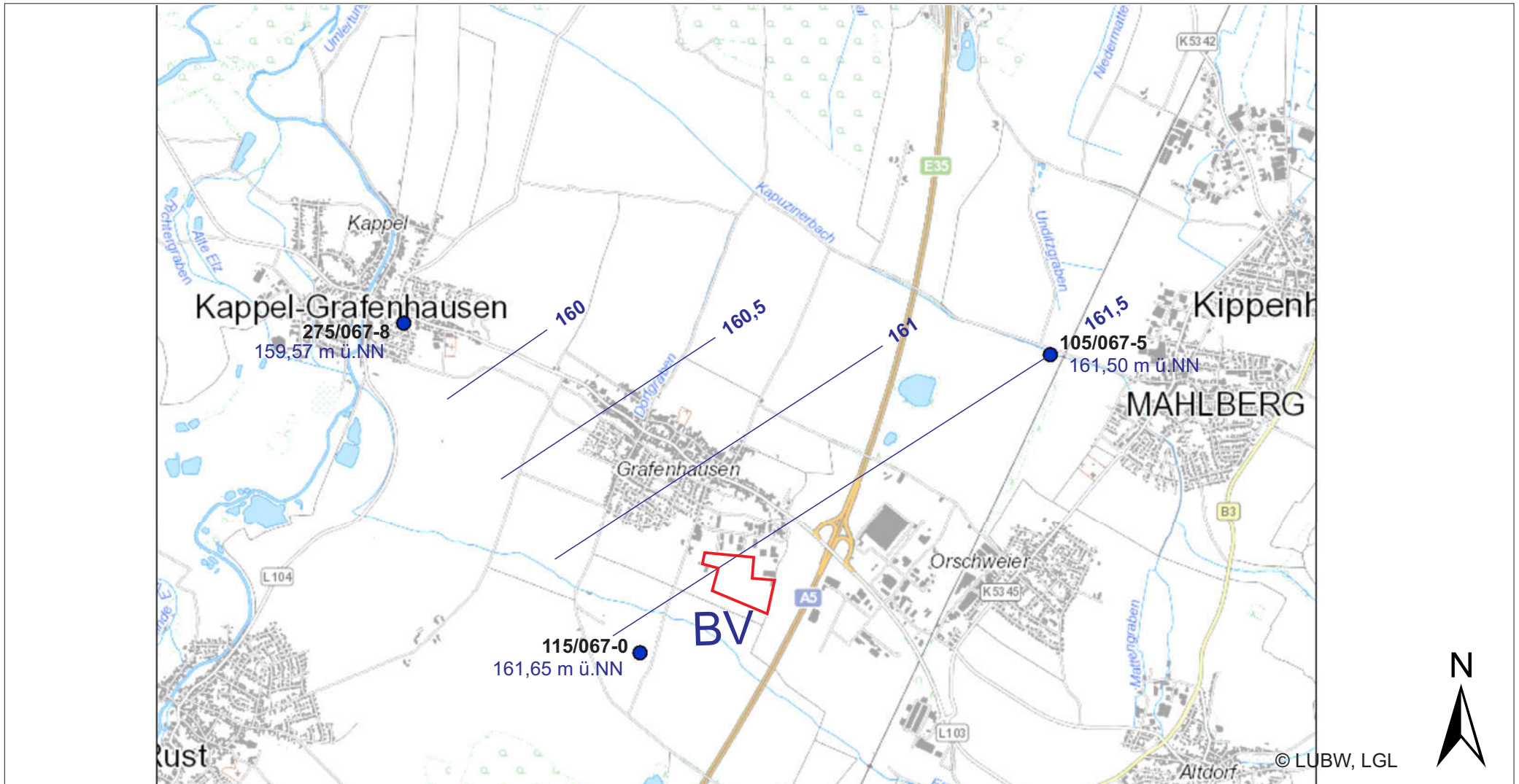
Datum:
 21. Mai 2019

Maßstab : 1 : 35.000

Anlage: 6-2



Klipfel & Lenhardt Consult GmbH
 Bahlinger Weg 27 □ 79346 Endingen
 Tel: 07642/9229-70 □ Fax: 07642/9229-89





Projekt 18/132-1
 Erschließung BG „Kleinoberfeld“
 77966 Kappel-Grafenhausen
 Geotechnischer Bericht

Auftraggeber:
 Gemeinde Kappel-Grafenhausen
 Rathausstraße 2
 77966 Kappel-Grafenhausen

Titel:
 Grundwassergleichenplan MHGW

Legende

 interpolierter mittlerer Grundwasserhochstand in m ü. NN

 amtliche Grundwassermessstelle
 057/070-6

Datengrundlage:
 Datensätze der amtlichen Messstellen LUBW und RP Freiburg

Bearbeiter:
 AW

Datum:
 21. Mai 2019

Maßstab : 1 : 35.000

Anlage: 6-3



Klipfel & Lenhardt Consult GmbH
 Bahlinger Weg 27 □ 79346 Endingen
 Tel: 07642/9229-70 □ Fax: 07642/9229-89



Prüfbericht Nr.: 1903831

Auftraggeber: Klipfel & Lenhardt Consult GmbH
Bahlinger Weg 27
DE - 79346 Emdingen

Auftragnehmer: Analytik Institut Dr. Rietzler & Kunze GmbH & Co. KG
Darmstädter Straße 2
DE - 09599 Freiberg

Projekt / Probenahmeort: 18/132-1

Probenehmer: Auftraggeber

Datum Probenahme: 22.05.2019

Datum Probeneingang: 25.05.2019

Prüfzeitraum: 25.05.2019 bis 05.06.2019

Probenart: Boden

Bemerkung: Für die BTEX- und LHKW-Analyse erfolgte die Einwaage im Labor.
Die Analyse erfolgte an der Fraktion < 2 mm.

Freiberg, den 05.06.2019

Analytik Institut
Dr. Rietzler & Kunze GmbH & Co. KG
Darmstädter Straße 2
09599 Freiberg
4

Dipl.-Chem. Bernd Schiller
stellvertr. Laborleiter / AQS-Beauftragter

Prüfbericht Nr.: 1903831

Untersuchung Boden

Probenbezeichnung:			MP Oberboden	MP Auelehm
Labornummer:			1906847	1906848
Parameter	Methode	Einheit		
Trockenrückstand	DIN ISO 11465: 1996-12	%	81,8	89,7
Kohlenwasserst. (C ₁₀ -C ₂₂)	DIN ISO 16703: 2005-12	mg/kg TS	< 30	< 30
Kohlenwasserst. (C ₁₀ -C ₄₀)	DIN ISO 16703: 2005-12	mg/kg TS	54	55
EOX	DIN 38414-S 17: 2017-01	mg/kg TS Cl	< 0,1	< 0,1
Cyanid, gesamt	DIN ISO 11262: 2012-04	mg/kg TS	0,026	< 0,025

Untersuchung Boden / DIN EN 13346: 2001-04

Probenbezeichnung:			MP Oberboden	MP Auelehm
Labornummer:			1906847	1906848
Parameter	Methode	Einheit		
Arsen	DIN EN ISO 11885 2009-09	mg/kg TS	9,9	9,6
Blei	DIN EN ISO 11885 2009-09	mg/kg TS	24	17
Cadmium	DIN EN ISO 11885 2009-09	mg/kg TS	0,25	0,19
Chrom, gesamt	DIN EN ISO 11885 2009-09	mg/kg TS	32	37
Kupfer	DIN EN ISO 11885 2009-09	mg/kg TS	14	13
Nickel	DIN EN ISO 11885 2009-09	mg/kg TS	21	27
Quecksilber	DIN EN ISO 12846 2012-08	mg/kg TS	< 0,1	< 0,1
Thallium	DIN EN ISO 11885 2009-09	mg/kg TS	< 0,4	< 0,4
Zink	DIN EN ISO 11885 2009-09	mg/kg TS	55	54

Prüfbericht Nr.: 1903831

Untersuchung Boden

Probenbezeichnung:			MP Oberboden	MP Auelehme
Labornummer:			1906847	1906848
Parameter	Methode	Einheit		
Naphthalin	DIN ISO 13877 2000-01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01
Acenaphthylen	DIN ISO 13877 2000-01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01
Acenaphthen	DIN ISO 13877 2000-01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01
Fluoren	DIN ISO 13877 2000-01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01
Phenanthren	DIN ISO 13877 2000-01	mg/kg TS	0,013	< 0,01
Anthracen	DIN ISO 13877 2000-01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01
Fluoranthren	DIN ISO 13877 2000-01	mg/kg TS	0,028	< 0,01
Pyren	DIN ISO 13877 2000-01	mg/kg TS	0,020	< 0,01
Benzantracen	DIN ISO 13877 2000-01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01
Chrysen	DIN ISO 13877 2000-01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01
Benzo(b)fluoranthren	DIN ISO 13877 2000-01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01
Benzo(k)fluoranthren	DIN ISO 13877 2000-01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01
Benzo(a)pyren	DIN ISO 13877 2000-01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01
Dibenz(a,h)anthracen	DIN ISO 13877 2000-01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01
Benzo(g,h,i)perylene	DIN ISO 13877 2000-01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01
Indeno(1,2,3,c,d)pyren	DIN ISO 13877 2000-01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01
Summe PAK in mg/kg TS	DIN ISO 13877 2000-01	mg/kg TS	0,061	n.n.

n.n. - nicht nachweisbar

Untersuchung Boden

Probenbezeichnung:			MP Oberboden	MP Auelehme
Labornummer:			1906847	1906848
Parameter	Methode	Einheit		
PCB 28	DIN ISO 10382 2003-05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
PCB 52	DIN ISO 10382 2003-05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
PCB 101	DIN ISO 10382 2003-05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
PCB 138	DIN ISO 10382 2003-05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
PCB 153	DIN ISO 10382 2003-05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
PCB 180	DIN ISO 10382 2003-05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Summe PCB in mg/kg TS	DIN ISO 10382 2003-05	mg/kg TS	n.n.	n.n.

n.n. - nicht nachweisbar

Prüfbericht Nr.: 1903831

Untersuchung Boden

Probenbezeichnung:			MP Oberboden	MP Auelehme
Labornummer:			1906847	1906848
Parameter	Methode	Einheit		
Benzol	DIN 38407-F 9 1991-05	mg/kg	< 0,05	< 0,05
Toluol	DIN 38407-F 9 1991-05	mg/kg	< 0,05	< 0,05
Ethylbenzol	DIN 38407-F 9 1991-05	mg/kg	< 0,05	< 0,05
p-/m-Xylol	DIN 38407-F 9 1991-05	mg/kg	< 0,1	< 0,1
o-Xylol	DIN 38407-F 9 1991-05	mg/kg	< 0,05	< 0,05
Styrol	DIN 38407-F 9 1991-05	mg/kg	< 0,05	< 0,05
Cumol	DIN 38407-F 9 1991-05	mg/kg	< 0,05	< 0,05
Mesitylen	DIN 38407-F 9 1991-05	mg/kg	< 0,05	< 0,05
Summe BTEX in mg/kg	DIN 38407-F 9 1991-05	mg/kg	n.n.	n.n.

n.n. - nicht nachweisbar

Prüfbericht Nr.: 1903831

Untersuchung Boden

Probenbezeichnung:			MP Oberboden	MP Auelehme
Labornummer:			1906847	1906848
Parameter	Methode	Einheit		
Dichlormethan	DIN EN ISO 10301 1997-08	mg/kg	< 0,01	< 0,01
cis-1,2-Dichlorethen	DIN EN ISO 10301 1997-08	mg/kg	< 0,01	< 0,01
Trichlormethan	DIN EN ISO 10301 1997-08	mg/kg	< 0,001	< 0,001
1,1,1-Trichlorethan	DIN EN ISO 10301 1997-08	mg/kg	< 0,001	< 0,001
Tetrachlormethan	DIN EN ISO 10301 1997-08	mg/kg	< 0,001	< 0,001
1,2-Dichlorethan	DIN EN ISO 10301 1997-08	mg/kg	< 0,01	< 0,01
Trichlorethen	DIN EN ISO 10301 1997-08	mg/kg	< 0,001	< 0,001
Tetrachlorethen	DIN EN ISO 10301 1997-08	mg/kg	< 0,001	< 0,001
Bromdichlormethan	DIN EN ISO 10301 1997-08	mg/kg	< 0,001	< 0,001
Dibromchlormethan	DIN EN ISO 10301 1997-08	mg/kg	< 0,001	< 0,001
Tribrommethan	DIN EN ISO 10301 1997-08	mg/kg	< 0,001	< 0,001
Summe LHKW in mg/kg	DIN EN ISO 10301 1997-08	mg/kg	n.n.	n.n.

n.n. - nicht nachweisbar

Prüfbericht Nr.: 1903831

Untersuchung Boden / Eluat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

Probenbezeichnung:			MP Oberboden	MP Auelehme
Labornummer:			1906847	1906848
Parameter	Methode	Einheit		
pH-Wert	DIN 38404-5 2009-07		7,26	7,43
Elektrische Leitfähigkeit	DIN EN 27888 1993-11	µS/cm	29,0	34,4
Chlorid	DIN EN ISO 10304-1-D20 2009-07	mg/l	0,29	0,86
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1-D20 2009-07	mg/l	3,2	2,9
Phenol-Index	DIN 38409-H 16: 1984-06	µg/l	< 5	< 5
Arsen	DIN EN ISO 11885 2009-09	µg/l	1,5	0,84
Blei	DIN EN ISO 11885 2009-09	µg/l	0,88	0,60
Cadmium	DIN EN ISO 11885 2009-09	µg/l	< 0,1	< 0,1
Chrom, gesamt	DIN EN ISO 11885 2009-09	µg/l	< 0,3	0,41
Kupfer	DIN EN ISO 11885 2009-09	µg/l	2,8	1,3
Nickel	DIN EN ISO 11885 2009-09	µg/l	< 1	< 1
Quecksilber	DIN EN ISO 12846 2012-08	µg/l	< 0,2	< 0,2
Zink	DIN EN ISO 11885 2009-09	µg/l	2,9	2,3
Cyanid, gesamt	DIN 38405-D 13 2011-04	µg/l	< 2,5	< 2,5



Probenvorbereitungsprotokoll zum Prüfbericht 1903831

Auftraggeber: Klipfel & Lenhardt Consult GmbH
Bahlinger Weg 27
DE – 79346 Endingen

Projekt: 18/132-1

Probenahmedatum: 22.05.2019

Probeneingang: 25.05.2019 Probe unversehrt

Probenart: Boden

Probenvorbereitung: 27.05.2019 – 28.05.2019

Zwischenlagerung: bei 4 – 8 °C (jede Bearbeitungsstufe)

Probenbezeichnung: MP Oberboden (1906847)
MP Auelehm (1906848)

Vorbereitung für Feststoffbestimmung

Teilung der Probe: Kegeln und Vierteln

Brechen Überkorn auf < 10 mm: ja / nein

Sieben auf < 2 mm: ja / nein

Vorbereitung für organische Parameter:

- chemische Trocknung
- Lufttrocknung
- Entfällt

Vorbereitung für anorganische Parameter:

- Trocknung bei 105 °C
- Mahlen

Trockenrückstand:

MP Oberboden	81,8 %
MP Auelehm	89,7 %



Probenvorbereitungsprotokoll zum Prüfbericht 1903831

Vorbereitung für Eluat: entfällt

Sieben auf < 2mm:	Ja
Einwaage für Eluat:	180 g
Wasservolumen:	1,8 l
Beginn Elution:	27.05.2019
Dauer Elution:	24 h
Temperatur Elution:	20 °C
Filtration:	Ja
Filtrationsdatum:	28.05.2019

Freiberg, den 05.06.2019

Analytik Institut
Dr. Rietzler & Kunze GmbH & Co. KG
Darmstädter Straße 2
D-09599 Freiberg

Dipl.-Chem. Bernd Schiller

stellvertr. Laborleiter / AQS-Beauftragter