

GUTACHTEN

Nr. 1810281

Projekt:	Neubau von drei Mehrfamilienwohnhäusern
Ort:	Rodgau, Dudenhöfer Straße 69 a-c
Bauherr:	Stadt Rodgau
Planer:	de+ architekten gmbh, Berlin
Klärungsauftrag:	Untergrundverhältnisse, Gründungsmöglichkeiten, Bauausführung, Aushubentsorgung
Ort und Datum:	Seligenstadt, den 22.11.2018
Anlagen:	1. Lageplan 2. Bodenprofile, Rammsondierungen 3. Chemische Analysen
Aushändigung:	2 - fach an Auftraggeber (zzgl. pdf-Dateien per E-Mail) 1 - fach an Planer (pdf-Dateien per E-Mail)

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Anlass und Auftrag	3
2. Gelände und Bauvorhaben	3
3. Leistungsumfang	3
4. Untergrundverhältnisse	4
4.1 Baugrund + Bodenkennwerte	4
4.2 Erdbeben	5
4.3 Schadstoffe im Boden	5
4.4 Grundwasser	6
5. Gründungsfolgerungen	6
5.1 Bemessungsangaben	6
5.2 Setzungen	7
6. Auflagerung der Fußbodenplatten	7
7. Bauausführung	8
7.1 Homogenbereiche gemäß DIN 18300	8
7.2 Bau-/Fundamentgruben	8
8. Park-/Fahrflächen	9
9. Versickerung von Niederschlagswasser	10
10. Zusammenfassung	10
11. Schlussbemerkungen	11

1. Anlass und Auftrag

Das Architekturbüro „de+ architekten gmbh“ plant im Auftrag der Stadt Rodgau den Neubau von drei Mehrfamilienwohnhäusern an der Dudenhöfer Straße 69 in Rodgau. Das Geotechnische Büro Meßmer wurde mit Schreiben vom 31.10.2018 von der Stadtverwaltung beauftragt, eine Baugrunduntersuchung durchzuführen und Vorschläge für die Gründung und Bauausführung der Neubauten auszuarbeiten.

Zur Projektbearbeitung wurden uns vom Architekturbüro ein Lageplan im Maßstab 1 : 200 sowie ein Schnittplan im Maßstab 1 : 100 (Planstand 10.10.2018) zur Verfügung gestellt. Außerdem kann die von unserem Büro im Jahr 2016 durchgeführte orientierende Baugrund- und Schadstofferkundung (AZ 1605128) herangezogen werden.

2. Gelände und Bauvorhaben

Bei dem untersuchten Areal handelt es sich um eine mit Sanden und Tonen verfüllte ehemalige Sandgrube am westlichen Rand des Rodgauer Stadtteils Jügesheim, die Anfang der 1950er Jahren auch als Gemeindemüllplatz genutzt wurde. Nach den im Jahr 2016 durchgeführten Untersuchungen war eine Gefährdung der Schutzgüter Boden-Mensch nicht zu erkennen, so dass inzwischen die Bebauung mit drei Mehrfamilienwohnhäusern geplant ist. Die Gebäude mit Außenabmessungen von ca. 17 x 12 m sollen ohne Keller mit jeweils vier Vollgeschossen errichtet werden. Die aktuellen Geländehöhen schwanken zwischen ca. 125,9 und 125,4 mNN.

Detaillierte Angaben über die zu erwartenden Bauwerkslasten und die Art der Lastabtragung liegen derzeit nicht vor. Die Gründung der Baukörper muss wegen der heterogenen Auffüllböden entweder über Streifenfundamente mit Fundamentvertiefung oder über Balkenrost mit Gründungsbrunnen bzw. Pfählen erfolgen. Aufgrund der Planunterlagen kann OK FFB EG mit 126,2 mNN und somit eine planmäßige Fundament-Gründungsebene von ca. 125,2 mNN angenommen werden.

Nach dem Schwierigkeitsgrad der Konstruktion des Bauwerkes, der Baugrundverhältnisse sowie der zwischen Bauwerk, Baugrund und deren Umgebung bestehenden Wechselwirkungen kann das Projekt in die Geotechnische Kategorie GK 2 eingeordnet werden.

3. Leistungsumfang

Zur vertieften Erkundung des Baugrundes wurden im Bereich der Baufenster am 08.11. 2018 zusätzlich zu den bereits 2016 abgeteuften Bohrungen RKS 1-alt und RKS 6-alt vier weitere Kleinbohrungen (RKS 2 – RKS 5) im Sondierbohrverfahren gemäß DIN EN ISO 22475-1 (Durchmesser 60 - 40 mm) zur Kenntnis der Bodenbeschaffenheit bis in Tiefen von 7 m unter Gelände niedergebracht. Zur Feststellung der Tragfestigkeit und der Schichtgrenzen wurden außerdem drei Rammsondierungen (DPH 1 – DPH 3) mit der schweren Rammsonde (DPH nach DIN ISO 22476-2) in Tiefen von 6 m durchgeführt.

Die Ansatzpunkte der Aufschlüsse wurden lage- und höhenmäßig eingemessen. Die Lage der Aufschlusspunkte geht aus dem Lageplan in **Anlage 1** hervor. Die Höheneinmessung wurde auf den im Lageplan gekennzeichneten Kanaldeckel bezogen, dessen Oberkante mit 126,87 mNN angesetzt wurde.

Aus den Kleinbohrungen wurden gestörte Bodenproben entnommen und zum Zweck der einheitlichen Benennung und Beschreibung nach DIN EN 14688-1 sowie zur bautechnischen Klassifizierung nach DIN 18196 und 18300 einer detaillierten bodenmechanischen Ansprache unterzogen. Die Ergebnisse der Baugrundaufschlüsse wurden in Form von höhengerecht angeordneten Bodenprofilen gemäß DIN 4023 gemeinsam mit den benachbarten Rammdiagrammen in **Anlage 2** dargestellt.

Zur genaueren Bestimmung der Durchlässigkeit des Untergrundes im Hinblick auf eine eventuelle Rigolenversickerung wurden im Labor Siebanalysen durchgeführt und nach den empirischen Formeln von Beyer ausgewertet (siehe **Anlage 3**).

Zur Deponierung der Aushubböden wurde eine Bodenmischprobe zusammengestellt und auf die Parameter der LAGA-Richtlinie und des Merkblattes „Entsorgung von Bauabfällen“ analysiert. Die chemischen Analysen wurden von der Fa. Isega Umweltanalytik GmbH, Hanau, durchgeführt. Der Laborbericht ist zusammen mit dem Probenahmeprotokoll und den Analyse-Ergebnissen in **Anlage 4** aufgeführt.

4. Untergrundverhältnisse

4.1 Baugrund + Bodenkennwerte

Nach der Geologischen Karte (Blatt Seligenstadt) stehen im Untersuchungsgebiet jungpleistozäne Hochflut- und Terrassenablagerungen des Mains an. In den Kleinbohrungen wurde im Einzelnen folgender Schichtaufbau festgestellt (siehe auch Anlage 2):

Zuoberst ist in nahezu allen Bohrungen eine dünne, 0,05 – 0,2 m starke **Mutterboden-Deckschicht** bzw. Grasnarbe vorhanden. Darunter erstrecken sich wie erwartet die anthropogenen **Auffüllböden** in Form schluffig-feinsandiger Tone der Bodengruppe TA und schwach schluffiger bis schluffiger, z.T. schwach kiesiger Sande der Bodengruppen SU/SU* bis in Tiefen zwischen 1,1 und 1,9 m unter Gelände. In den früheren Untersuchungen zeigten sich zonenweise auch Tonböden der Bodengruppe TL sowie sandig-kiesig-tonige Schluffe der Bodengruppe UL.

Die Auffüllungen sind durch die zonenweise und unregelmäßige Einlagerung von Glas-, Bauschutt-, Asche-, Schlacke-, Porzellan-, vereinzelt auch Plastikresten sowie durch die Einschaltung von Sandbändern und Tonschmitzen und durch organische Beimengungen charakterisiert.

Unter der Auffüllzone folgen **Terrassensande** überwiegend in Form von Mittel-Grobsanden der Bodengruppe SE bis in die jeweiligen Endtiefen. Innerhalb des Mittel-Grobsand-Horizontes sind vereinzelt Feinsandzwischenlagen ausgebildet. Aufgrund der Bohr- und Rammwiderstände kann i.A. von mitteldichter bis dichter Lagerung der Sande ausgegangen werden. Lediglich im Bereich der Bohrung RKS 3 zeigt sich oberflächennah geringmächtig lockere Lagerung.

Abweichungen hinsichtlich der Schichtausbildung und Schichtmächtigkeit zwischen den Bohrpunkten sind naturgemäß nicht auszuschließen. Aufgrund der vorliegenden Untersuchungen können erfahrungsgemäß vereinfachend die folgenden charakteristischen Bodenkennwerte angegeben werden:

	Auffüllungen	Sande, locker	Sande, mitteldicht	Sande, dicht
Wichte des Bodens γ_k [kN/m ³]	17,5	18,0	19,0	20,0
Reibungswinkel φ'_k [°]	30,0	32,5	35,0	37,5
Kohäsion c'_k [kN/m ²]	0	0	0	0
Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m ²]	-	25 - 30	45 - 55	70 - 80

Die o.a. Kenngrößen sind für erdstatische Berechnungen zu verwenden.

4.2 Erdbeben

Gemäß Erdbebenzonenkarte DIN EN 1998-1/NA:2011-01 liegt das Baugelände im Bereich der Erdbebenzone 0. Der Ansatz einer Horizontalbeschleunigung ist nicht erforderlich ($a_g = 0$). Ausgehend von den geologischen Verhältnissen und der Bodenansprache ist die geologische Untergrundklasse T und die Baugrundklasse C zugrunde zu legen.

4.3 Schadstoffe im Boden

Die bis in Tiefen zwischen 1,1 und 1,9 m unter Gelände, gemäß alter Unterlagen örtlich auch bis 2,8 m unter GOF reichenden tonigen und sandigen Auffüllböden sind generell mit wechselnden Anteilen an Bauschutt-, Schlacke-, Asche-, Plastik-, Porzellan- und Glasresten durchmischt. Grundsätzlich kann auch die nestartige Einlagerung von Lederresten und Bauschutt- oder Müll-Komponenten nicht ausgeschlossen werden.

Im Hinblick auf die erforderliche Entsorgung der aufgefüllten Böden wurde eine Mischprobe (MP 1) aus den Böden der späteren Baugrubenaushubzone zusammengestellt und auf die Parameter des Merkblattes "Entsorgung von Bauabfällen" der Regierungspräsidien Darmstadt-Gießen-Kassel vom 10.12.2015 analysiert und bewertet. Auf der Grundlage der durchgeführten chemischen Analysen (siehe Anlagen 4) sind die aufgefüllten Aushubböden in **LAGA-Einbauklasse Z 2** einzustufen. Damit bestätigen sich die bereits im Zuge der orientierenden Erkundung 2016 festgestellten erhöhten Schadstoffkonzentrationen der Auffüllböden.

Es wird darauf hingewiesen, dass Boden mit einem Anteil an Beton- bzw. Bauwerksresten über 10 % als Bauschutt zu entsorgen ist. Für Bauschuttkomponenten werden daher ggf. Separationsarbeiten mit dem Sieblöffel erforderlich.

Grundsätzlich ist zu beachten, dass einige Deponien zur Annahme des Aushubbodens zusätzlich zur LAGA-Analyse die Untersuchung weiterer chemischer Parameter gemäß Deponieverordnung fordern. Hierzu werden sechs Monate lang Rückstellproben vorgehalten, die bei Bedarf analysiert werden können.

Deponien akzeptieren häufig nur chemische Analysen, die nicht älter als 6 Monate sind. Bei Aushubmengen > 500 cbm können weitere LAGA-Analysen erforderlich werden. Die vorgelegten chemischen Analysen können daher nur als Orientierung gelten.

Die gewachsenen Bodenschichten sind naturgemäß organoleptisch unauffällig, so dass hier bei analytischen Untersuchungen Einbauklasse Z 0 erwartet werden darf.

4.4 Grundwasser

Während der Aufschlussarbeiten im November 2018 wurde der Hauptgrundwasserleiter zwischen ca. 5,5 und 5,9 m unter Gelände (entsprechend ca. 119,95 – 119,75 mNN) angeschnitten. Bei den Bohrungen im November 2016 lag der Grundwasserspiegel nur geringfügig höher.

Die festgestellten Wasserhorizonte sind nur für den Zeitpunkt der Aufschlussarbeiten maßgebend. Aufgrund von für das Untersuchungsgebiet zu erwartenden Schichtwasserspiegelschwankungen ist daher ein Bemessungs-**Höchstgrundwasserstand von 121,0 mNN** anzusetzen.

Bei der Planung ist außerdem zu berücksichtigen, dass sich in niederschlagsreichen Zeiträumen auch oberhalb der angegebenen Wasserstände örtlich und zeitlich begrenzt Sickerwässer ausbilden können.

5. Gründungsfolgerungen

5.1 Bemessungsangaben

Die planmäßige Höhenstellung von Streifen- und ggf. Einzelfundamenten ($\approx 125,2$ mNN) führt in unterschiedlich zusammengesetzte, mit Bauschutt- und Müllkomponenten sowie organischen Beimengungen durchsetzte Auffüllungen. Diese an den Bohrstellen bis in Tiefen von 1,9 m unter GOF reichenden Auffüllböden sind teils hoch und vor allem unterschiedlich kompressibel und für die direkte Abtragung der Bauwerkslasten – auch im Hinblick auf mögliche Verrottungsprozesse – nicht geeignet.

Aus diesem Grund werden Zusatzmaßnahmen erforderlich, wobei sich für sämtliche Fundamente eine **Fundamentvertiefung** bis auf die gut tragfesten Terrassensande anbietet. Diese kann voraussichtlich **mittels Unterbeton** ausgeführt werden.

Unter Voraussetzung einer Gründung auf gewachsenen Terrassensanden können für die Bemessung von **Streifenfundamenten** (unter Berücksichtigung einer ausreichenden Grundbruchsicherheit und minimaler Setzungsdifferenzen) folgende **Bemessungswerte des Sohlwiderstandes** $\sigma_{R,d}$ (Horizontalkräfte = 0) zugrunde gelegt werden:

Kleinste Einbindetiefe des Fundamentes	Bemessungswerte des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ in kN/m ² bei Streifenfundamenten mit Breiten b bzw. b' von	
	0,5 m	$\geq 1,0$ m
$\geq 1,0$ m	420	490

Zwischenwerte können geradlinig interpoliert werden. Bei **Einzelfundamenten** kann der Bemessungswert des Sohlwiderstandes um **20 % erhöht** werden. In der Sohlfläche darf infolge der aus ständigen Einwirkungen resultierenden charakteristischen Beanspruchung keine klaffende Fuge auftreten. Bei Rechteckfundamenten ist diese Bedingung eingehalten, wenn die Sohldruckresultierende innerhalb der 1. Kernweite liegt.

Anstelle der Fundamentvertiefung, die den kompletten Bodenaustausch unter den Fundamenten erfordert, kann auch eine **Brunnengründung** in Verbindung mit einem Fundamentbalkenrost in Betracht gezogen werden, bei der ausbetonierte Betonschachtringe direkt auf der Oberfläche des gewachsenen Terrassensand-Horizontes aufgesetzt werden. Für **Brunnendurchmesser $\geq 1,0$ m** und **Einbindung $\geq 1,5$ m unter Gelände** kann dann ein Bemessungswert des Sohlwiderstandes (Horizontalkräfte = 0) von

$$\sigma_{R,d} = 800 \text{ kN/m}^2$$

angesetzt werden.

Diese Variante hat den Vorteil, dass sich die im Hinblick auf die Z 2 - Einstufung relativ kostenintensiv zu entsorgenden Aushubmassen infolge des punktuellen Eingriffs stark reduzieren.

Soll ein Bodeneingriff weitgehend vermieden werden, sind ggf. auch Verfahren des Spezialtiefbaus (z.B. Verdrängungspfähle oder Kleinbohrpfähle) in Betracht zu ziehen. Zur Vorbemessung von Bohrpfählen kann in den Terrassensanden ein Bruchwert der Pfahlmantelreibung $q_{s,k} = 0,1 \text{ MN/m}^2$ und ein charakteristischer Pfahlspitzendruck $q_{b,k} = 2,5 \text{ MN/m}^2$ angesetzt werden. Für verpresste Mikropfähle ist $q_{s,k} = 0,2 \text{ MN/m}^2$ anzusetzen.

5.2 Setzungen

Um eine Vorstellung von der Größenordnung der zu erwartenden Fundamentsetzungen zu erhalten, wurden Berechnungen nach DIN 4019 auf der Grundlage überschlägiger Gebäudelasten durchgeführt. Die errechneten absoluten Setzungsbeträge von Streifenfundamenten liegen bei voller Ausnutzung des Bemessungswiderstandes und bei Fundamentbreiten bis 1 m in Größenordnungen zwischen 1 und 1,5 cm.

Die absoluten Setzungsbeträge von Gründungsbrunnen ($\varnothing 1$ m) errechnen sich bei voller Lastbeaufschlagung in einer Größenordnung von 1,3 cm. Eine endgültige Stellungnahme zur Frage der Setzungen und Setzungsunterschiede ist allerdings erst möglich, wenn uns der Fundamentplan mit Lastangaben vorliegt.

Es wird empfohlen, sämtliche Streifenfundamente – soweit möglich balkenrostartig – zusammenzuschließen und zur Überbrückung von Ungleichartigkeiten des Untergrundes und zum Abbau von Spannungsspitzen konstruktiv nach Angaben des Tragwerkplaners (z.B. 3 $\varnothing 14$ oben und unten) zu bewehren.

Die durch die Setzungsdifferenzen auftretenden Winkelverdrehungen liegen voraussichtlich im zulässigen Bereich, so dass eine Beeinträchtigung der Bauwerkskonstruktion nicht zu erwarten ist. Erfahrungsgemäß handelt es sich bei Spannungsbeeinflussung der Sande um Sofortsetzungen, die nach Errichtung des Rohbaues größtenteils abgeklungen sind.

6. Auflagerung der Fußbodenplatten

Die Fußbodenplatten sind freitragend auszubilden und konstruktiv zur Aussteifung an die Fundamente anzuschließen.

Unter den Bodenplatten ist eine mindestens 0,15 m starke kapillarbrechende Schicht aus schlufffreiem Grobkies oder Schotter (z.B. Körnung 5 - 8/32 o.ä.) vorzusehen. Bei Ausführung in WU-Beton oder bei bituminöser Abdichtung gemäß DIN 18533 kann diese entfallen.

7. Bauausführung

7.1 Homogenbereiche gemäß DIN 18300

Gemäß DIN 18300:2015 ist der Boden entsprechend seinem Zustand vor dem Lösen in Homogenbereiche einzuteilen. Danach sind beim Aushub folgende Homogenbereiche (HB) zu unterscheiden (siehe auch Kapitel 4.1 und Anlage 2):

HB I: Mutterboden → Bodengruppe OH

HB II: Auffüllungen:

Tone → Bodengruppen TL/TA, Konsistenz 0,8 – 1,5, Plastizität 10 - 40 %

Schluffe → Bodengruppe UL, Konsistenz 0,8 – 1,5, Plastizität 4 - 8 %

Sande → Bodengruppen SU/SU*, Lagerungsdichte 0,3 – 0,5

HB III: Terrassensande → Bodengruppe SE, Lagerungsdichte $D = 0,3 - 0,6$

Die Beurteilung der Homogenbereiche beruht naturgemäß nur auf den stichprobenartig durchgeführten Aufschlüssen. Für die Klassifizierung des Bodens ist deshalb letztlich der großräumige Aufschluss in der Baugrube maßgebend.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass für eine präzise Definition von Homogenbereichen umfangreiche bodenmechanische Laborversuche an ungestörten Proben erforderlich sind. Vorstehende Angaben sind daher nur als angenäherte Erfahrungswerte zu verstehen.

7.2 Bau-/Fundamentgruben

Für die Herstellung der Bau-/Fundamentgruben gelten die DIN 4124 und die Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben der Deutschen Gesellschaft für Erd- und Grundbau (EAB). Danach kann in den Sanden bis 45° und in den Tonen bis 60° geböschet werden.

Es ist zu berücksichtigen, dass die oberflächennah anstehenden bindigen Sande und die Tone/Schluffe bei Zutritt von Wasser und bei Befahren mit Baugeräten rasch aufweichen. Die Baustraßen sind daher mit Schotter zu stabilisieren.

Es darf erwartet werden, dass die anstehenden Böden kurzfristig standfest sind, so dass der Unterbeton für Fundamentvertiefungen in Erdschalung eingebracht werden kann. Ein Begehen der Gruben ist nicht zulässig. Der Unterbeton ist zur Vermeidung von Böschungsausbrüchen **unverzüglich** nach Grubenaushub einzubringen. Mehrausbruch bei wenig standfesten Böden ist in Kauf zu nehmen.

In sämtlichen vom Geotechnischen Büro Meßmer durchgeführten Bohrungen wurden die Auffüllungen maximal 1,9 m tief unter Gelände aufgeschlossen. Bei diesen Tiefen ist normalerweise (bei Aushubböden Z 0) eine Fundamentvertiefung am Wirtschaftlichsten.

Allerdings ist zu erwarten, dass bei einem kompletten Bodenaustausch des Z 2 – Bodens unverhältnismäßig hohe Entsorgungskosten anfallen. Außerdem wird darauf hingewiesen, dass in einer Untersuchung der Fa. AIC aus dem Jahr 1992 im nordwestlichen Abschnitt Auffülltiefen zwischen 2,6 und 2,8 m unter GOF angegeben wurden, was in dieser Form allerdings nicht verifiziert werden konnte. Sollte dies tatsächlich der Fall sein, müsste bei Auffülltiefen > 2 m auf eine Brunnengründung umgestellt werden. Sofern daher nicht von vornherein zur Vermeidung eines Bodeneingriffs Vollverdrängungspfähle favorisiert werden, wird die Konzeption einer Brunnengründung angeraten. Eine abschließende Bewertung ist jedoch nur durch eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der verschiedenen Varianten möglich.

Die Stahlbetonschachtringe sind von innen mittels Greiferwerkzeug auszuräumen und sukzessive auf die Gründungssohle niederzubringen. Nach Erreichen des gut tragfähigen Terrassenhorizontes kann der Hohlraum mit Beton verfüllt werden. Bei fachgerechter Verfüllung des Arbeitsraumes ist prinzipiell auch das Einstellen in die Schachtbaugrube möglich.

8. Park-/Fahrflächen

Im Hinblick auf die auf dem Erdplanum z.T. anstehenden Tone ist für die Dimensionierung des Oberbaus Frostempfindlichkeitsklasse F 3 anzusetzen. Es wird dann bei Ansatz der Belastungsklasse Bk0,3 gemäß RStO 12 eine Gesamtdicke des frostsicheren Aufbaues von mindestens 0,5 m erforderlich.

Die o.a. Gesamtdicke setzt auf dem Unterbau-/Untergrundplanum einen Verformungsmodul im Lastplattendruckversuch von mindestens $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ (entsprechend $E_{vd} \geq 25 \text{ MN/m}^2$) voraus. Es ist davon auszugehen, dass die geforderten Tragfähigkeitswerte innerhalb der Auffüllsande bei günstigen Witterungsverhältnissen und intensiver Nachverdichtung erreicht werden können. In Bereichen mit tonigem Erdplanum wird empfohlen, die Tragschichtstärke z.B. durch eine mindestens 0,25 m starke Grobschotterpackung Körnung 0/56 zu verstärken. Außerdem ist hier auf das Aushubplanum ein Geotextil (z.B. Bauvlies GRK 3) aufzulegen.

Bei Pflasterung der von Pkw befahrenen Flächen ist auf dem Schottertragschichtplanum ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ zu fordern. Als Baustoff für die ungebundene Tragschicht kann ein Brechsand-Splitt-Schotter-Gemisch der Körnung 0/45 oder 0/56 gewählt werden. Im Übrigen sind die Anforderungen an das Frostschutz- bzw. Tragschichtmaterial gemäß ZTV SoB-StB 04 zu stellen.

Tragschicht- bzw. Stabilisierungsmaterial ist lagenweise einzubringen, wobei die Dicke der Schüttlagen 0,3 m nicht übersteigen sollte. Jede Schüttlage ist auf 100 % der einfachen Proctordichte zu verdichten. Die Schüttstoffe sind – soweit möglich – mit einer seitlichen Verbreiterung gegenüber den Außenkanten des späteren Fahr- bzw. Parkflächen-Oberbaues einzubringen, die einem Druckverteilungswinkel von 45° gegenüber der Horizontalen entspricht.

Es wird darauf hingewiesen, dass langfristig im Hinblick auf die verbleibenden Auffüllböden kleinere Absenkungen nicht ausgeschlossen werden können. Diese können ggf. durch Einlage eines knotensteifen Geogitters (z.B. Secugrid 40/40, Tensar SS 40 oder gleichwertig) minimiert werden.

9. Versickerung von Niederschlagswasser

Zur Vorbemessung kann die Durchlässigkeit im Bereich geplanter Versickerungsanlagen auf Basis der Siebanalysen (siehe Anlage 3) abgeschätzt werden. Hierbei wurde der Durchlässigkeitskoeffizient des wassergesättigten Bodens aufgrund der empirischen Formeln nach *Beyer* für Sande der Bodengruppe SE in einer Größenordnung von $k_{f,g} \approx 2 \times 10^{-4}$ m/s ermittelt.

Gemäß Anhang B der DWA-A 138 ist für die unterschiedlichen Bestimmungsmethoden ein Korrekturfaktor einzuführen. Für Sieblinienauswertung beträgt der Korrekturfaktor 0,2. Hieraus resultiert eine maßgebliche Sickerate der Terrassensande von

$$k_{f,u} = 4 * 10^{-5} \text{ m/s}$$

Der mittlere höchste Grundwasserstand MHGW kann mit 121,0 mNN angesetzt werden, so dass Sickeranlagen wie z.B. Rigolen bis in Tiefen von 122,0 mNN geführt werden können.

Für eine abschließende Verifizierung wird empfohlen, im Bereich geplanter Sickeranlagen weitere Bodenerkundungen durchzuführen.

10. Zusammenfassung

Das vorliegende Gründungsgutachten beschreibt die durch sechs Bohraufschlüsse und drei Rammsondierungen festgestellten Baugrundverhältnisse in geologischer, hydrogeologischer und bodenmechanischer Hinsicht.

Nach den Untersuchungsergebnissen führt die planmäßige Gründungsebene der nicht unterkellerten Neubauten in heterogene und kompressible Auffüllungen. Es wird daher empfohlen, diese mittels Unterbetonplomben oder Gründungsbrunnen zu durchfahren, so dass die Gründungselemente im gewachsenen Sandboden abgesetzt werden.

Zur Minimierung der schadstoffbelasteten Aushubmassen ist die Brunnengründung zu favorisieren. Zur weitgehenden Vermeidung können Verdrängungspfähle gewählt werden. Die Wirtschaftlichkeit der verschiedenen Verfahren ist ggf. durch Kostenvergleich zu ermitteln.

Für die Bemessung der Gründung werden die erforderlichen Kennwerte, die zulässigen Sohldrücke sowie die Größenordnung der zu erwartenden Setzungen angegeben. Die oberflächennah anstehenden Auffüllböden erfordern eine freitragende Auflagerung der Fußbodenplatten.

Zur Gewährleistung einer fachgerechten Bauausführung werden Vorschläge ausgearbeitet. Auf die Witterungsempfindlichkeit der örtlich anstehenden bindigen Böden wird hingewiesen. Zur Auflagerung der Parkflächen-Tragschicht werden zumindest über Auffülltonen zusätzliche Stabilisierungsmaßnahmen erforderlich.

Die Entsorgung der ausgehobenen Auffüllböden kann auf Basis der Einbauklasse Z 2 erfolgen.

11. Schlussbemerkungen

Die bautechnischen Aussagen beziehen sich auf den uns zum Zeitpunkt der Erstellung des Gutachtens bekannten Planungsstand. Sie sind im Rahmen der Planung fortzuschreiben. Bei allen Erdarbeiten sind die einschlägigen Unfallverhütungsvorschriften zu beachten, vor allem die Sicherheitsvorschriften der Bauberufsgenossenschaft und die Ausführung der DIN 4124.

Die zugrunde gelegten Höhenbezüge sowie die Lage und Höhenstellung des Objektes sind wesentlicher Bestandteil des vorliegenden Berichtes. Sie sind daher vor Beginn der Baumaßnahme sorgfältig zu prüfen. Sollten sich im Zuge der weiteren Planung oder bei der Ausführung noch Fragen in gründungstechnischer, hydrogeologischer oder abfallrechtlicher Hinsicht ergeben, bitten wir, unser Büro zur Bearbeitung heranzuziehen. Dies gilt insbesondere, wenn Abweichungen gegenüber den erwähnten Annahmen bzw. der Baugrundbeschreibung im Zuge der Bauausführung vorliegen.

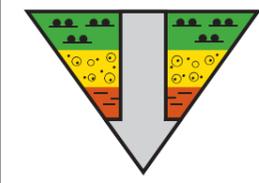
Es wird empfohlen, unser Büro zur Baugrubenabnahme und zur Überprüfung der in der Baugrube großflächig anstehenden Bodenarten einzuschalten. Um Zusendung der endgültigen Fundament- und Lastenpläne zur Kenntnisnahme des aktuellen Planungsstandes und zur Überprüfung der tatsächlichen Setzungenbewegungen wird gebeten. Eine umfangreiche Qualitätskontrolle der Tiefbauarbeiten während der Herstellung ist zu gewährleisten.

Dieses Gutachten ist urheberrechtlich geschützt. Es darf Dritten, ausgenommen für die Vertretung eigener, sich aus dem Zweck des Gutachtens ergebender Interessen, nur mit Genehmigung des Unterzeichners zugänglich gemacht werden.

Seligenstadt, den 22.11.2018

Meßmer, Dipl.-Ing.





LAGEPLAN mit Eintragung der Aufschlusspunkte

Maßstab 1 : 500

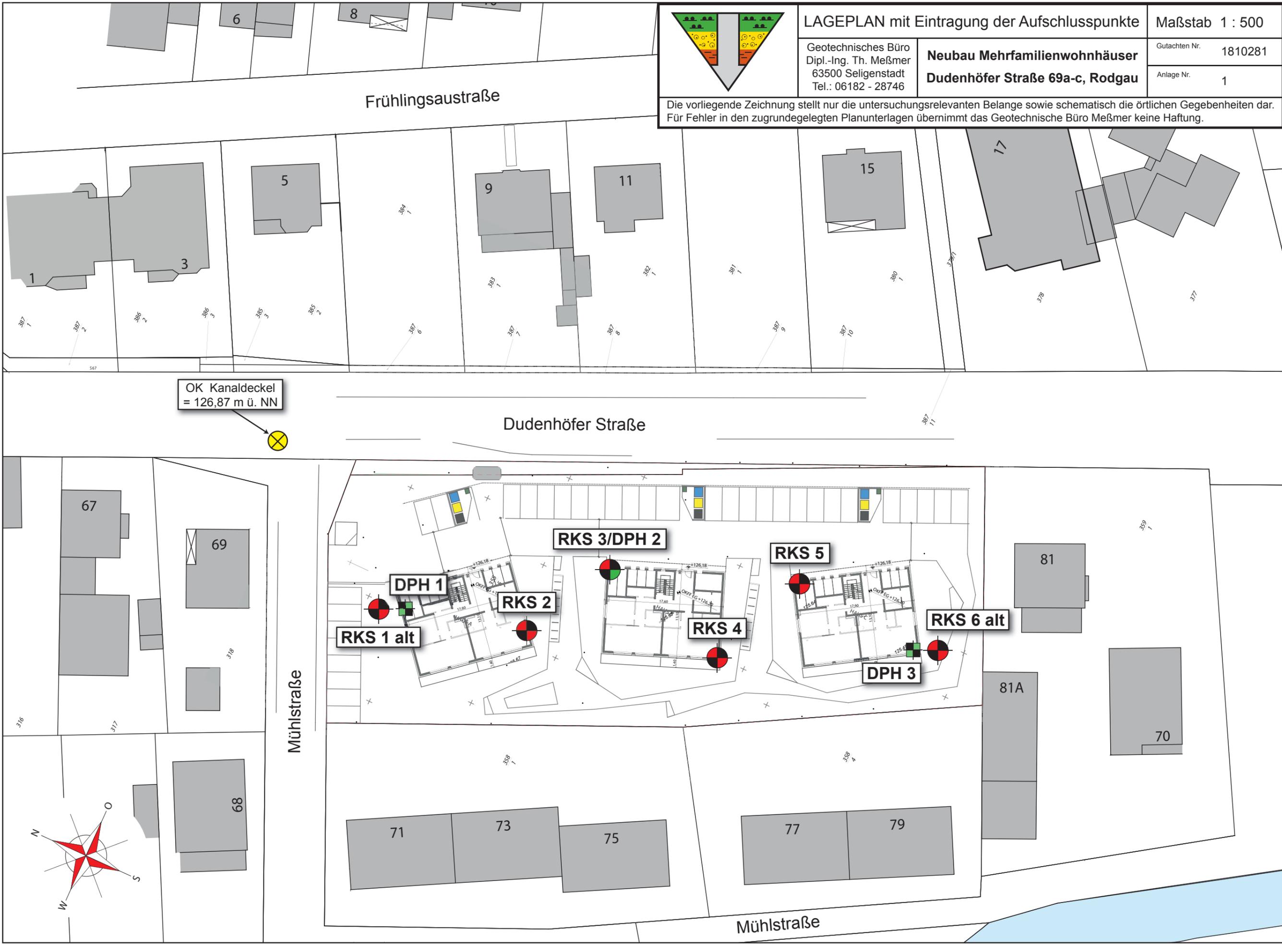
Geotechnisches Büro
Dipl.-Ing. Th. Meßmer
63500 Seligenstadt
Tel.: 06182 - 28746

Neubau Mehrfamilienwohnhäuser
Dudenhöfer Straße 69a-c, Rodgau

Gutachten Nr. 1810281

Anlage Nr. 1

Die vorliegende Zeichnung stellt nur die untersuchungsrelevanten Belange sowie schematisch die örtlichen Gegebenheiten dar. Für Fehler in den zugrundegelegten Planunterlagen übernimmt das Geotechnische Büro Meßmer keine Haftung.

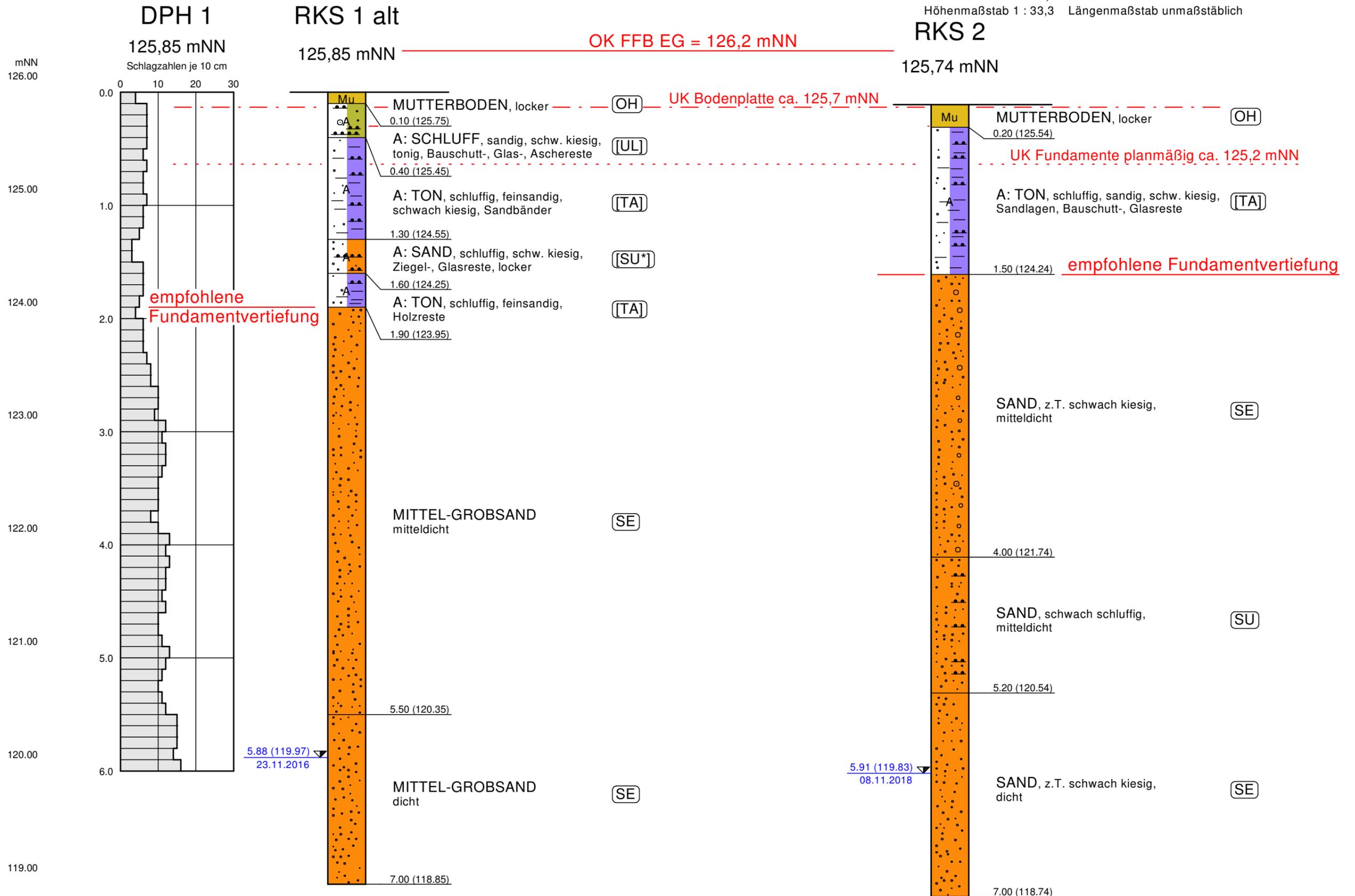


Legende

	TON		SAND		AUFFÜLLUNG
	SCHLUFF		MUTTERBODEN		

Geotechnisches Büro Dipl. Ing. Th. Meßmer Seligenstadt / Main Tel. 06182 - 28746	Neubau Mehrfamilienwohnhäuser Dudenhöfer Straße 69a-c, Rodgau	Gutachten Nr. 1810281
		Anlage Nr. 2.1

BODENPROFILE RKS 1 alt, RKS 2 RAMMDIAGRAMM DPH 1
 Höhenmaßstab 1 : 33,3 Längenmaßstab unmaßstäblich



Legende

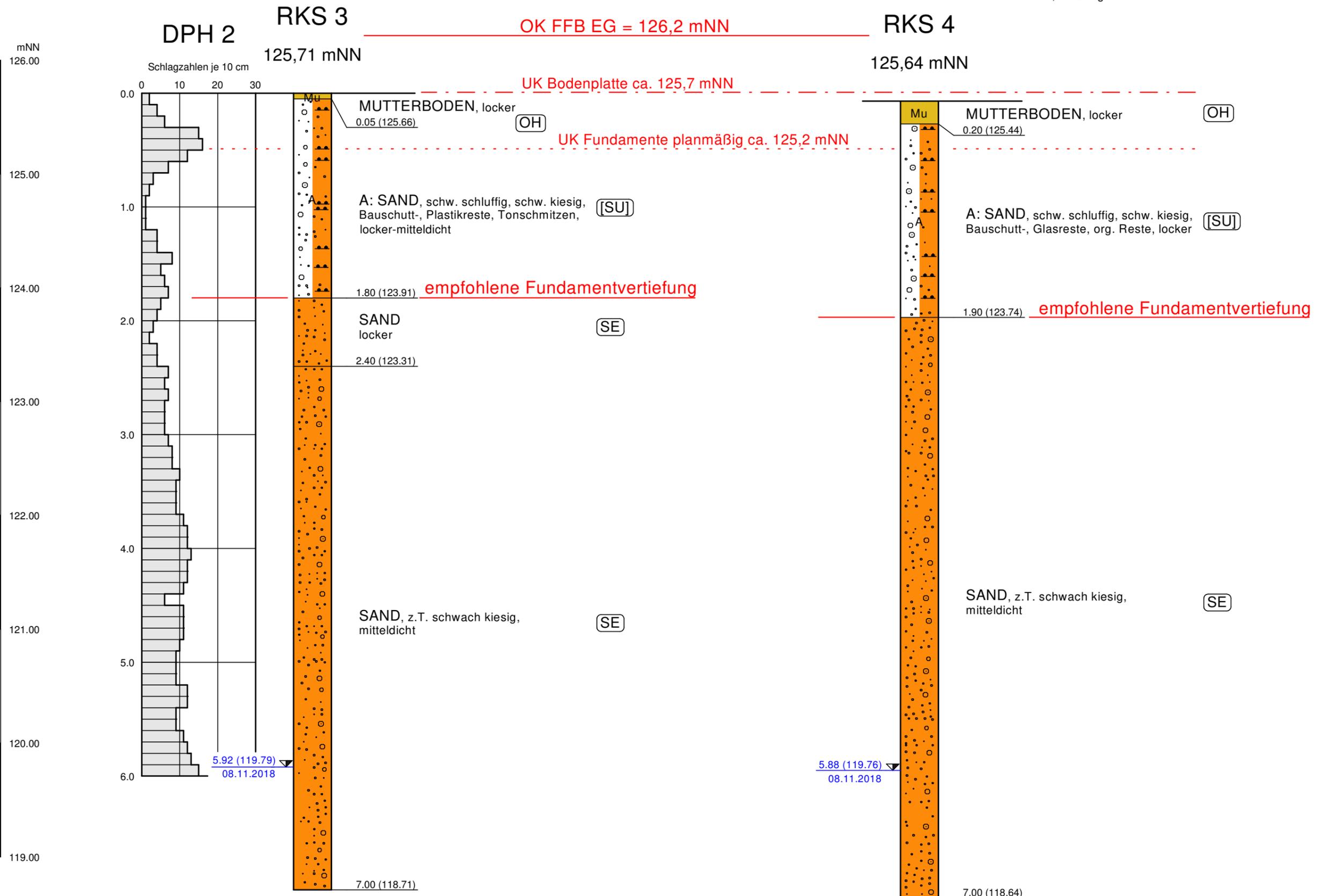
- SAND
- MUTTERBODEN
- A AUFFÜLLUNG

Geotechnisches Büro
Dipl. Ing. Th. Meßmer
Seligenstadt / Main
Tel. 06182 - 28746

Neubau Mehrfamilienwohnhäuser
Dudenhöfer Straße 69a-c, Rodgau

Gutachten Nr. 1810281
Anlage Nr. 2.2

BODENPROFILE RKS 3, RKS 4 RAMMDIAGRAMM DPH 2
Höhenmaßstab 1 : 33,3 Längenmaßstab unmaßstäblich



Legende

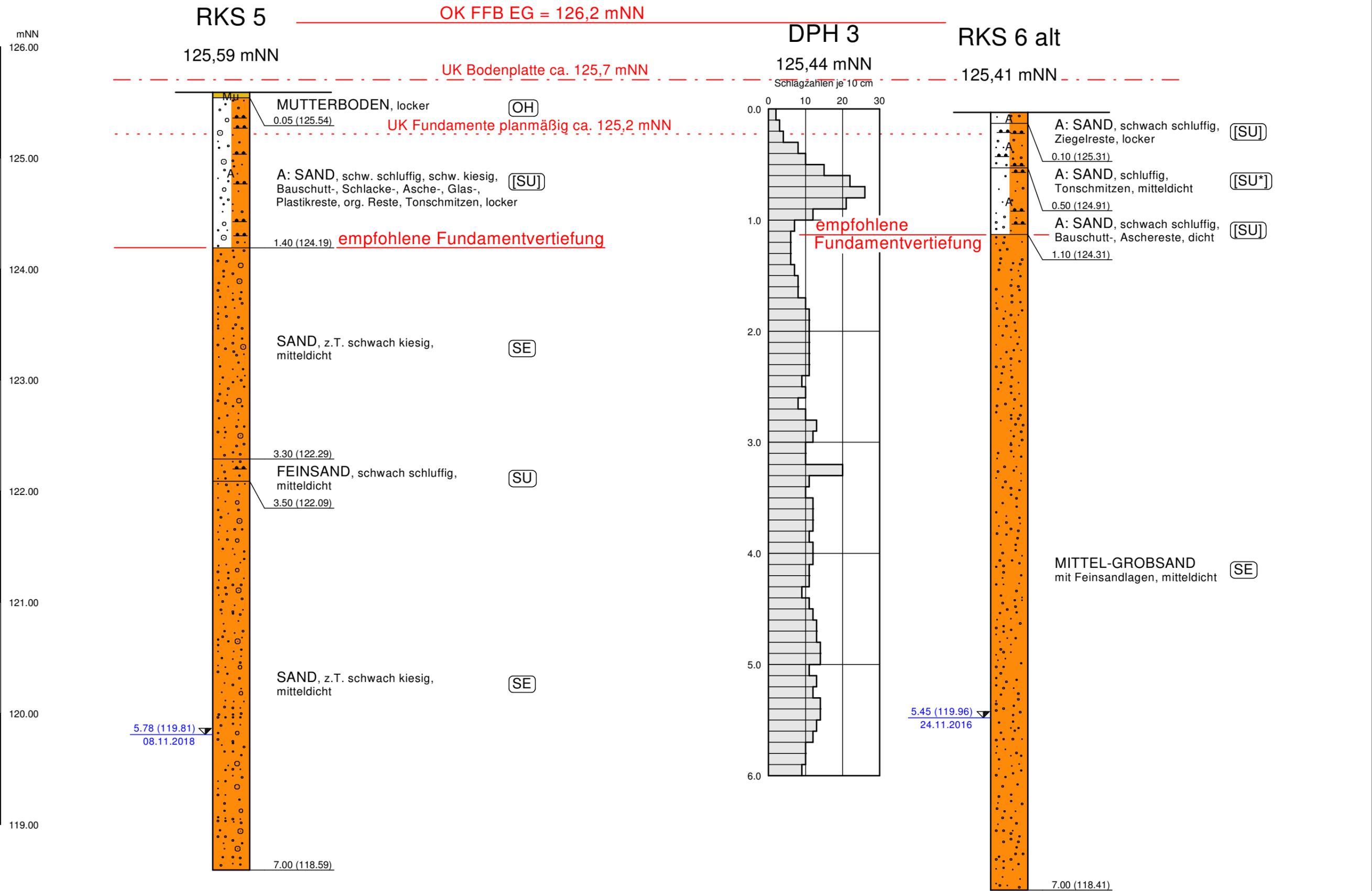
- SAND
- MUTTERBODEN
- AUFFÜLLUNG

Geotechnisches Büro
Dipl. Ing. Th. Meßmer
Seligenstadt / Main
Tel. 06182 - 28746

Neubau Mehrfamilienwohnhäuser
Dudenhöfer Straße 69a-c, Rodgau

Gutachten Nr. 1810281
Anlage Nr. 2.3

BODENPROFILE RKS 5, RKS 6 alt RAMMDIAGRAMM DPH 3
Höhenmaßstab 1 : 33,3 Längenmaßstab unmaßstäblich





Körnungslinie

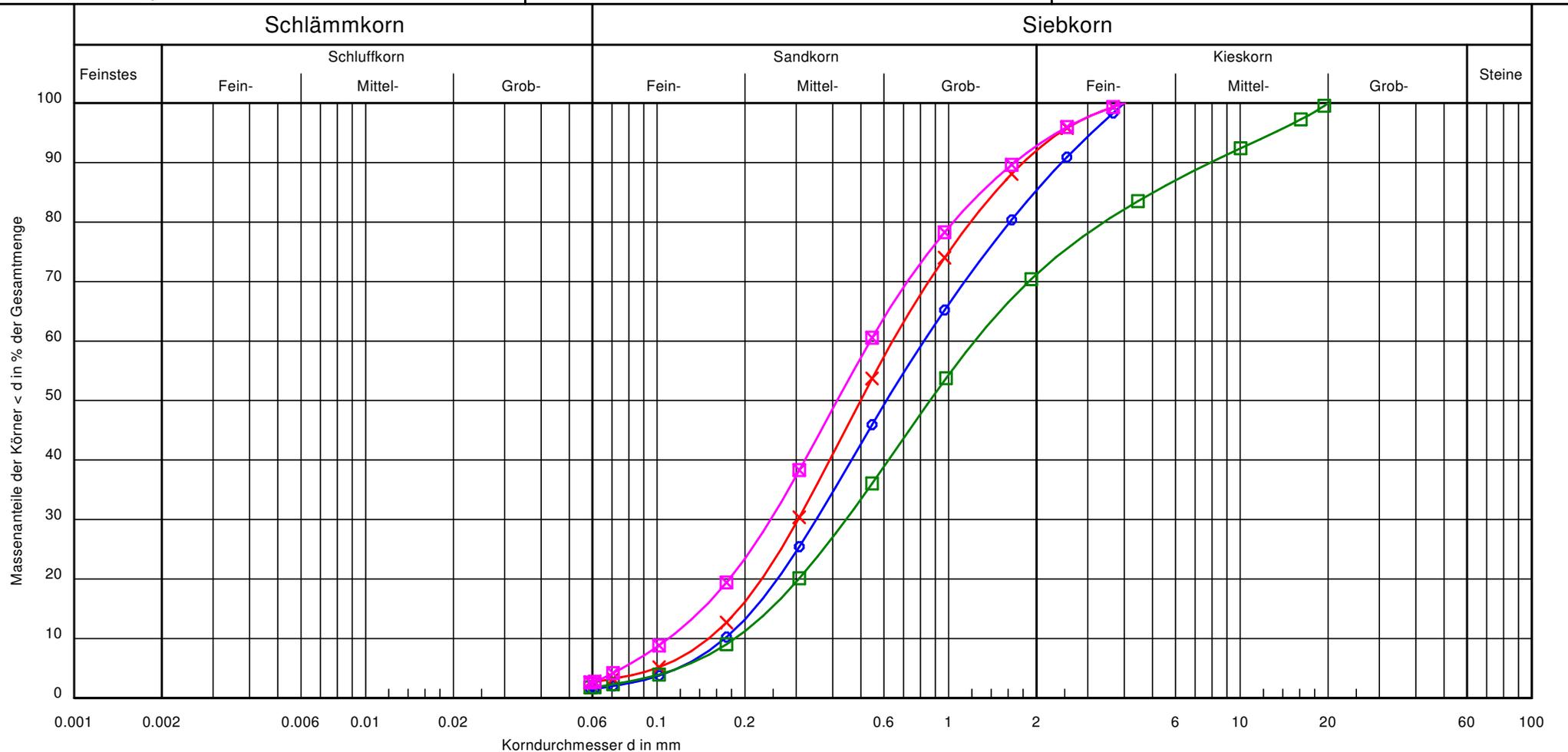
Neubau Mehrfamilienhäuser
Dudenhöfer Str. 69a-c, Rodgau

Prüfungsnummer: 3178, 3179, 3180, 3181

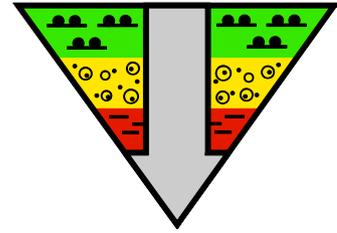
Probe entnommen am: 08.11.2018

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Kleinbohrung



Bezeichnung:					Bemerkungen:	3 Anlage: 1810281 Gutachten:
Bodenart:	mS, gs, fg'	mS, gs, fs', fg'	S, fg, mg'	mS, gs, fs', fg'		
Tiefe:	1,5 - 3,0 m	1,8 - 3,0 m	1,9 - 3,0 m	1,4 - 3,0 m		
U/C _c :	4.8/0.9	4.3/1.0	6.7/0.9	4.9/1.0		
Entnahmestelle:	RKS 2	RKS 3	RKS 4	RKS 5		
k [m/s] (Beyer):	2.6 * 10 ⁻⁴	2.0 * 10 ⁻⁴	2.7 * 10 ⁻⁴	1.1 * 10 ⁻⁴		
T/U/S/G [%]:	- /1.5/83.8/14.7	- /2.7/89.3/8.0	- /1.8/69.3/28.9	- /2.6/90.1/7.2		



Laborbericht

Probenehmer: Herr Zilch
 Tag der Probenahme: 08.11.2018
 Labor: ISEGA Umweltanalytik GmbH Hanau, Probennummer 60500
 Probenbezeichnung: **MP 1** (Mischprobe aus Bohrungen RKS 2 - 5)
 Laboreingang: 12.11.2018
 Projektbezeichnung: Neubau Mehrfamilienwohnhäuser Rodgau, Dudenhöfer Str. 69 a-c
 Art des Bodens: Umgelagerte Sande, untergeordnet Tone
 Entnahmetiefen: 0,05/0,2 – 1,4/1,9 m unter GOF

Anforderungen gemäß Merkblatt „Entsorgung von Bauabfällen“ der Regierungspräsidien Darmstadt-Gießen-Kassel, Stand: 10. Dezember 2015

Tabellen 1.1 – 1.2: Zuordnungswerte Feststoff für Boden (Sande)

Parameter	Dimension	Z 0	Z 0*	Z 1	Z 2	Messwerte MP 1
pH-Wert		-	-	-	-	7,4
TOC	Masse - %	0,5	0,5	1,5	5	< 0,5
EOX	mg/kg	1	1	3	10	< 0,5
Kohlenwasserstoffindex	mg/kg	100	200	300	1000	< 50
Σ BTEX	mg/kg	1	1	1	1	n.n.
Σ LHKW	mg/kg	1	1	1	1	n.n.
Σ PAK (EPA)	mg/kg	3	3	3	30	11,9
Benzo (a) pyren	mg/kg	0,3	0,6	0,9	3	0,91
Σ PCB (n. LAGA)	mg/kg	0,05	0,1	0,15	0,5	0,061
Arsen	mg/kg	10	15	45	150	2,23
Blei	mg/kg	40	140	210	700	24,3
Cadmium	mg/kg	0,4	1	3	10	< 0,1
Chrom	mg/kg	30	120	180	600	17,9
Kupfer	mg/kg	20	80	120	400	68,4
Nickel	mg/kg	15	100	150	500	3,79
Quecksilber	mg/kg	0,1	1	1,5	5	< 0,1
Thallium	mg/kg	0,4	0,7	2,1	7	< 0,4
Zink	mg/kg	60	300	450	1500	79,9
Cyanide, ges.	mg/kg	1	1	3	10	< 0,1

n.n. = nicht nachweisbar

Tabelle 1.3: Zuordnungswerte Eluat für Boden

Parameter	Dimension	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Messwerte MP 1
pH-Wert	--	6,5-9	6,5-9	6-12	5,5-12	8,2
el. Leitfähigkeit	µS/cm	500	500	1000	1500	137
Chlorid	mg/l	10	10	20	30	1,51
Sulfat	mg/l	50	50	100	150	10,8
Cyanid, ges.	µg/l	10	10	50	100	< 5
Phenolindex	µg/l	10	10	50	100	< 10
Arsen	µg/l	10	10	40	60	< 5
Blei	µg/l	20	40	100	200	< 5
Cadmium	µg/l	2	2	5	10	< 0,2
Chrom, ges.	µg/l	15	30	75	150	< 5
Kupfer	µg/l	50	50	150	300	< 10
Nickel	µg/l	40	50	150	200	< 10
Quecksilber	µg/l	0,2	0,2	1	2	< 0,2
Thallium	µg/l	1	1	3	5	< 0,5
Zink	µg/l	100	100	300	600	< 10

Fazit: Die untersuchte Bodenmischprobe MP 1 aus den aufgefüllten Bodenzonen des geplanten Baugrubenaushubs ist gemäß Merkblatt „Entsorgung von Bauabfällen“ der Regierungspräsidien Darmstadt, Gießen und Kassel vom 10.12.2015 der

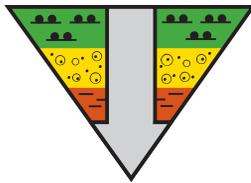
Einbauklasse Z 2

zuzuordnen.

Seligenstadt, den 22.11.2018

Meßmer, Dipl.-Ing.





Probenahmeprotokoll Feststoff nach LAGA PN 98

Geotechnisches Büro
Dipl.-Ing. Th. Meßmer
63500 Seligenstadt
Tel.: 06182 - 28746

Neubau Mehrfamilienwohnhäuser
Dudenhöfer Straße 69 a-c, Rodgau

Auftragsnummer	1810281
Probennummer	60500
Proben-/Meßstellenbezeichnung	MP 1 - Mischprobe aus Bohrungen RKS 2 - 5

Stadt/Gemeinde	Rodgau
Landkreis	Offenbach
Betrieb/ Auftraggeber	Stadt Rodgau Hintergasse 15 63110 Rodgau
Anwesende	Herr Zilch, Herr Hartmann
Probennehmer	Herr Zilch
Entnahmedatum	08.11.2018
Entnahmezeit	09:30 - 16:30 Uhr

Art des Feststoffes	Bodengemisch aus umgelagerten Böden
Herkunft	Untergrund
vermutete Schadstoffe bzw. Anlaß der PN	Deponierung bzw. Wiederverwertung des Aushubmaterials

Art der Lagerung	Untergrund		
Lagerungsdauer	-		
Einflüsse auf den Abfall	keine	Wetter bei der Probenahme	sonnig, trocken

Abfallmenge		Farbe	(hell-) braun	Geruch	erdig
Beschreibung des Abfalls bei der PN	Sande, schw. schluffig bis schluffig, örtlich schluffig-sandige, schw. kiesige Tone, mit Bauschutt-, Glas-, Plastik-, Schlacke-, Asche- + organischen Resten				
Festigkeit, Konsistenz, Homogenität, Korngröße, Feuchte, ect.	Erdfeuchte Böden: Sande, locker gelagert + Tone, steifkonsistent				

Durchführung der PN	Probengewinnung mittels Kleinrammbohrung (Ø 60 - 50 mm), Probenteiler		
Anzahl Einzelproben	4 Mischproben aus relevanten Bodenschichten (0,05/2 - 1,4/1,9 m u. GOF)		
Anzahl Mischproben	1	Menge	1.750 g
Probenüberführung	Transport ins Labor, ISEGA Umweltanalytik GmbH, Hanau		

Vergleichsproben	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	Lageskizze	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
Beobachtungen / Bemerkungen zur PN			
Probenvorbereitung			

Unterschrift des Probennehmers



An
Geotechnisches Büro Meßmer
Wessemer Straße 27
63500 Seligenstadt

Agnes-Pockels-Straße 4
63457 Hanau
Telefon (0 61 81) 98 89 98-0
Telefax (0 61 81) 98 89 98-20
E-Mail: info@isega-hanau.de
www.isega-umweltanalytik.de

Sitz der Gesellschaft:
Zeppelinstraße 3-5
63704 Aschaffenburg

Seite 1 von 5

Prüfbericht-Nr.: 3237/18

Auftraggeber : Geotechnisches Büro Meßmer

Auftragsdatum : 12.11.2018

Eingang des Probenmaterials : 12.11.2018

Herkunft des Probenmaterials : vom Auftraggeber

Untersuchungszweck : Untersuchung von Feststoffproben

Projekt: Neubau Mehrfamilienhäuser
 Dudenhöfer Straße 69 a-c, 63110 Rodgau

Bearbeitungszeitraum : 12.11. – 20.11.18

Untersuchungen im Feststoff

Labor Nr.:	60500
Probenbezeichnung	MP 1
Probenentnahme	08.11.18
Trockensubstanz [%]	96,9
pH-Wert	7,4
TOC	Masse-% < 0,5

1. Metalle (Königswasseraufschluß gem. DIN EN ISO 11466)

Arsen	mg/kg TS	2,23
Blei	mg/kg TS	24,3
Cadmium	mg/kg TS	< 0,1
Chrom	mg/kg TS	17,9
Kupfer	mg/kg TS	68,4
Nickel	mg/kg TS	3,79
Quecksilber	mg/kg TS	< 0,1
Thallium	mg/kg TS	< 0,4
Zink	mg/kg TS	79,9

2. Summenparameter

Kohlenwasserstoffindex	mg/kg TS	< 50
EOX	mg/kg TS	< 0,5
Cyanide gesamt	mg/kg TS	< 0,1
Summe BTEX	mg/kg TS	n.n.
Summe LHKW	mg/kg TS	n.n.

3. PAK

Naphthalin	mg/kg TS	0,288
Acenaphthylen	mg/kg TS	0,106
Acenaphthen	mg/kg TS	0,700
Fluoren	mg/kg TS	0,217
Phenanthren	mg/kg TS	1,39
Anthracen	mg/kg TS	0,278
Fluoranthren	mg/kg TS	1,47
Pyren	mg/kg TS	2,83
Benz(a)anthracen	mg/kg TS	0,628
Chrysen	mg/kg TS	0,878
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	0,895
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	0,316
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,910
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	0,085
Benzo(ghi)perylene	mg/kg TS	0,455
Indeno(123-cd)pyren	mg/kg TS	0,506
Summe PAK	mg/kg TS	11,9

Auflistung der BTEX ,LHKW und PCB

Labor Nr.:	60500	
Probenbezeichnung	MP 1	
Probenentnahme	08.11.18	

1. LHKW

Dichlormethan	mg/kg TS	< 0,100
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	< 0,200
Trichlormethan	mg/kg TS	< 0,050
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TS	< 0,050
Tetrachlormethan	mg/kg TS	< 0,050
Trichlorethen	mg/kg TS	< 0,050
Tetrachlorethen	mg/kg TS	< 0,050

SUMME LHKW	mg/kg TS	n.n.
------------	----------	------

2. BTEX

Benzol	mg/kg TS	< 0,050
Toluol	mg/kg TS	< 0,050
Ethylbenzol	mg/kg TS	< 0,050
p/m-Xylol	mg/kg TS	< 0,050
o-Xylol	mg/kg TS	< 0,050
Styrol	mg/kg TS	< 0,050
Cumol	mg/kg TS	< 0,050

SUMME BTEX	mg/kg TS	n.n.
------------	----------	------

3. PCB

- PCB Nr. 28	mg/kg TS	< 0,002
- PCB Nr. 52	mg/kg TS	< 0,002
- PCB Nr. 101	mg/kg TS	0,004
- PCB Nr. 153	mg/kg TS	0,014
- PCB Nr. 138	mg/kg TS	0,018
- PCB Nr. 180	mg/kg TS	0,015

SUMME PCB	mg/kg TS	0,061
-----------	----------	-------

TS : Trockensubstanz

Untersuchungen im Eluat

Eluatherstellung gem. DIN EN 12457-4

Labor Nr.:		60500
Probenbezeichnung		MP 1
Probenentnahme		08.11.18
pH Wert		8,2
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	137

1. Metalle

Arsen	mg/l	< 0,005
Blei	mg/l	< 0,005
Cadmium	mg/l	< 0,0002
Chrom	mg/l	< 0,005
Kupfer	mg/l	< 0,010
Nickel	mg/l	< 0,010
Quecksilber	mg/l	< 0,0002
Thallium	mg/l	< 0,0005
Zink	mg/l	< 0,010

2. Summenparameter

Phenol Index	mg/l	< 0,010
Cyanide gesamt	mg/l	< 0,005

3. Anionen

Chlorid	mg/l	1,51
Sulfat	mg/l	10,8

ENDE DES BERICHTS

Hanau, den 20.11.18

M. Reichl

i. A.
Manfred Reichl
 (Kundenbetreuer)

Dieser Bericht wurde geprüft von: Dr. Georg Wanior (Geschäftsführer)

Untersuchungsmethoden

Untersuchungen im Königswasseraufschluß

Arsen	DIN EN ISO 11885: 2009-09 (E22) (A)
Blei	DIN EN ISO 11885: 2009-09 (E22) (A)
Cadmium	DIN EN ISO 11885: 2009-09 (E22) (A)
Chrom	DIN EN ISO 11885: 2009-09 (E22) (A)
Kupfer	DIN EN ISO 11885: 2009-09 (E22) (A)
Nickel	DIN EN ISO 11885: 2009-09 (E22) (A)
Quecksilber	DIN EN 1483: 2007-07 (A)
Thallium	DIN EN ISO 11885: 2009-09 (E22) (A)
Zink	DIN EN ISO 11885: 2009-09 (E22) (A)

Untersuchungen in der Originalsubstanz

Kohlenwasserstoffindex	DIN ISO16703:2005 (A)
LHKW und BTEX	DIN 38407-F 9: 1991-05 (A)
	DIN EN ISO 10301 (F 4): 1997-08 (A)
PAK	Extraktion mit Acetonitril, Quantifizierung mittels HPLC/DAD Merkblatt Nr. 1 des LUA-NRW 1994 (A)
pH-Wert	DIN ISO 10390:2005 (A)
Cyanide gesamt	DIN EN ISO 17380:2013-10 (A)
PCB	DIN ISO 10382:2003 (A)
TOC	DIN EN 13137:2001-12 (A)
EOX	DIN 38414-S 17:2014-04 (A)

Untersuchungen im Eluat

pH Wert	DIN 38 404-C5:2009-07 (A)
Elektrische Leitfähigkeit	DIN EN 27888:1993-11 (C8) (A)
Cyanide	DIN EN ISO 17380:2013-10 (A)
Chlorid	DIN EN ISO 10304-1:2009-07 (D20) (A)
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1:2009-07 (D20) (A)
Phenol Index	DIN EN ISO 14402-H37:1999-12 (A)
Arsen	DIN EN ISO 11885:2009-09 (E 22) (A)
Blei	DIN EN ISO 11885:2009-09 (E 22) (A)
Cadmium	DIN EN ISO 11885:2009-09 (E 22) (A)
Chrom	DIN EN ISO 11885:2009-09 (E 22) (A)
Kupfer	DIN EN ISO 11885:2009-09 (E 22) (A)
Nickel	DIN EN ISO 11885:2009-09 (E 22) (A)
Quecksilber	DIN EN 1483:2007-07 (A)
Thallium	DIN EN ISO 11885:2009-09 (E 22) (A)
Zink	DIN EN ISO 11885:2009-09 (E 22) (A)

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die uns vorliegende Probe. Die Veröffentlichung von Ergebnissen unserer Arbeiten sowie die Verwendung für Werbezwecke bedürfen auch auszugsweise unserer schriftlichen Genehmigung. A: Akkreditiert
Bei Proben, die vom Auftraggeber stammen, beziehen sich die Angaben, wie etwa Probenbezeichnung, Entnahmedatum und Luftmenge ebenfalls auf Kundenangaben.