

Bebauungsplanverfahren BRV606
„Klimagerechte Pilotsiedlung Marienhöhe“ in Erfurt

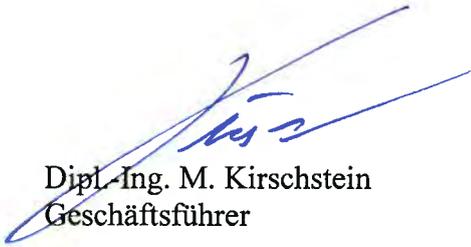
**Bodenuntersuchung und Auswertung zur Ermittlung der
Grundlagen der Regenwasserbewirtschaftung**

Bauherr: **Stadtverwaltung Erfurt**
 Amt für Stadtentwicklung und Stadtplanung
 Löberstraße 34
 99096 Erfurt

Projekt-Nr.: **5134**

Der Bericht umfasst 13 Seiten und 3 Anlagenkomplexe.

Erfurt, 28.01.2014



Dipl.-Ing. M. Kirschstein
Geschäftsführer



Dipl.-Geol. M. Stolle
Projektgeologin

INHALTSVERZEICHNIS

1. Bauvorhaben, Standort und Gegenstand des Gutachtens.....	4
2. Felduntersuchungen.....	4
3. Geologische Situation	5
4. Homogenschichten	7
5. Hydrogeologische Verhältnisse	10
5.1 GRUNDWASSERSITUATION	10
5.2 WEITERE WASSERHAUSHALTSKOMPONENTEN.....	11
5.3 VERSICKERUNGSFÄHIGKEIT DES UNTERGRUNDES	11
6. Anmerkungen	13

UNTERLAGENVERZEICHNIS

U 1	Angebotsanfrage Amt für Stadtentwicklung und Stadtplanung Erfurt vom 19.11.2013
U 2	Angebot vgs vom 26.11.2013
U 3	Auftrag durch Amt für Stadtentwicklung und Stadtplanung Erfurt vom 29.11.2013
U 4	Vertrag 61.03-17/13 Landeshauptstadt Erfurt, Stadtverwaltung vom 12.12.2013
U 5	Übersichtskarte Thüringen M 1:200.000 (1992)
U 6	Topographische Karte M 1:10.000 (TK10) digital
U 7	Geologische Karte von Thüringen, M 1:25.000, Blatt Erfurt West (5031) und Blatt Erfurt (5032) + Erläuterungsheft
U 8	Grundwasser in Thüringen, Bericht zu Menge und Beschaffenheit, Hrsg. Thüringer Ministerium f. Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt, Ausgabe 1996
U 9	Ingenieurgeologische Karte der Auslaugungserscheinungen M 1:100.000, Blatt Gotha (M 32 - 46)
U 10	Arbeitsblatt DWA-A 138 Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, DWA, April 2005, einschließlich DWA-Kommentar vom August 2008
U 11	Ergebnisbericht Hydrogeologische Erkundung Erfurt-Gispersleben, Hydrogeologie GmbH, vom 19.04.1993

ANLAGENVERZEICHNIS

A 1 Lagepläne

A 1.1 Übersichtsplan M 1:100.000

A 1.2 Lageplan M 1:10.000

A 1.3 Aufschlusslageplan M 1:1.000

A 2 Ergebnisse der Felduntersuchungen

A 2.1 Aufschlussprofil RKS 1

A 2.2 Aufschlussprofil RKS 2

A 2.3 Aufschlussprofile RKS 3

A 2.4 Aufschlussprofile RKS 4

A 2.5 Aufschlussprofile RKS 5

A 2.6 Aufschlussprofile RKS 6

A 2.7 Aufschlussprofile SCH 1

A 2.8 Aufschlussprofile SCH 2

A 2.9 Aufschlussprofile SCH 3

A 2.10 Aufschlussprofile SCH 4

A 2.11 Aufschlussprofile SCH 5

A 2.12 Aufschlussprofile SCH 6

A 2.13 Aufschlussprofile SCH 7

A 2.14 Aufschlussprofile SCH 8

A 2.15 Aufschlussprofile SCH 9

A 2.16 Aufschlussprofile SCH 10

A 3 Auswertung der Versickerungsuntersuchungen (23 Blatt)

1. Bauvorhaben, Standort und Gegenstand des Gutachtens

Durch das Amt für Stadtentwicklung und Stadtplanung der Landeshauptstadt Erfurt wurde die vgs Ingenieure Dr. Köhler & Kirschstein GmbH im Rahmen des

Bebauungsplan BRV609 „Klimagerechte Pilotsiedlung Marienhöhe“ in Erfurt mit der Grundlagenmittlung zur Erarbeitung eines Konzeptes zur Regenwasserbewirtschaftung

beauftragt.

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im Westen von Erfurt. Es wird vom Hauptfriedhof im Westen, der Binderslebener Landstraße im Norden und einer Bahnstrecke (ehem. Westbahnhof) sowie der Kleingartensiedlung Marienhöhe im Osten und Süden begrenzt. Auf der Fläche soll perspektivisch eine klimagerechte Siedlung aus anteilig Mehr- und Einfamilienhäusern entstehen.

Derzeit handelt es sich um Ackerflächen, Unland und Kleingärten. Im Zuge der Bebauung und Anlage von Straßen, Gehwegen usw. kommt es zur Versiegelung derzeit un bebauter Flächen. Im Einklang mit dem Wasserhaushaltsgesetz ist es anzustreben, auf versiegelten Flächen anfallendes Niederschlagswasser zu versickern.

Mit dem Ziel einer ortsnahen Versickerung von Niederschlagswasser ist zunächst das natürlich gegebene Potential am Standort zu bestimmen. Die Untersuchungen sollen möglichst genaue und belastbare Werte für die zu erwartende Durchlässigkeit des Untergrundes liefern. Weiterhin sind Kenntnisse über die räumliche Ausbreitung durchlässiger und undurchlässiger Schichten notwendig.

Zur Ermittlung der Durchlässigkeit des Untergrundes wurden durch die vgs Ingenieure auftragsgemäß Versickerungsversuche in Schürfen durchgeführt. Darüber hinaus wurden Rammkernsondierungen zur Erkundung des vorhandenen Schichtenaufbaus ausgeführt.

Auf Basis der durchgeführten Erkundungen und einschlägiger Kartenwerke soll der Bericht einen Beitrag liefern zur Klärung des gegenwärtigen Wasserhaushaltes im Einzugsbereich der geplanten Bebauung.

2. Felduntersuchungen

Zur Untersuchung des Schichtenaufbaus und Bewertung der Versickerungsfähigkeit des Untergrundes wurden auf den Flächen insgesamt 6 einzelne Rammkernsondierungen und 10 Baggerschürfe sowie parallel je eine Rammkernsondierung durchgeführt. In den Schürfungen wurden je 1 bis 4 Versickerungsversuche in verschiedenen Schichten ausgeführt. Die Auswertung dieser Versuche ist in Anlage 3 enthalten.

Detaillierte Angaben zur durchgeführten Erkundung sind in Tabelle 1 zusammengestellt:

Tab. 1: Felduntersuchungen

lfd. Nr.	Bezeichnung	Teufe [m]		Anzahl Versicherungs- versuche	Datum	Firma
		RKS	SCH			
<i>Rammkernsondierungen</i>						
1	RKS 1	3,40			19.12.2013	vgs
2	RKS 2	2,40			19.12.2013	
3	RKS 3	2,30			19.12.2013	
4	RKS 4	3,15			20.12.2013	
5	RKS 5	5,00			19.12.2013	
6	RKS 6	2,60			20.12.2013	
<i>Schürfe</i>						
1	SCH 1		3,50	1,00	17.12.2013	Fa. Menger
2	SCH 2		3,00	3,00	17.12.2013	
3	SCH 3		1,80	2,00	17.12.2013	
4	SCH 4		4,30	2,00	17.12.2013	
5	SCH 5		2,40	2,00	17.12.2013	
6	SCH 6		3,10	4,00	17.12.2013	
7	SCH 7		3,20	4,00	17.12.2013	
8	SCH 8		2,30	2,00	17.12.2013	
9	SCH 9		2,30	1,00	17.12.2013	
10	SCH 10		2,30	1,00	17.12.2013	
<i>Summe:</i>		<i>18,85</i>	<i>28,20</i>	<i>22,00</i>		

Nach Abschluss der Erkundungsarbeiten wurde der ursprüngliche Zustand weitestgehend wiederhergestellt. Die Bohrung wurde mit Bohrgut und die Schürfungen mit Erdaushub verfüllt und lagenweise verdichtet.

Die Absteckung und höhenmäßige Einmessung erfolgte durch das Vermessungsbüro Koczulap (m NHN). Lage und Höhe der Aufschlussansatzpunkte dienen nur deren räumlicher Einordnung und sind nicht im Sinne einer Ingenieurvermessung, z. B. für Planungszwecke, zu verwenden.

Die Lage der Aufschlussansatzpunkte ist dem Aufschlussplan Anlage 1.3 zu entnehmen. In Anlage 2 sind die Aufschlussprofile dargestellt.

3. Geologische Situation

Aus regionalgeologischer Sicht liegt das Untersuchungsgebiet im Thüringer Becken, speziell am Rande der Erfurter Keupermulde südwestlich der Erfurter Störungszone.

Als oberste von der Erosion verschont gebliebene Schicht des triassischen Tafeldeckgebirges streicht im Untergrund des Untersuchungsgebietes der Untere Keuper (ku) mit reduzierter Mächtigkeit aus. Der Untere Keuper in seiner Gesamtheit ist charakterisiert durch eine starke Wechselhaftigkeit, als Ausdruck für ein „unruhiges“ Bildungsmilieu. Die Ablagerungen entstanden in sog. Überflutungsfazies in einem in Rücken und Rinnen gegliederten Sedimentationsraum.

Der Untere Keuper kann in vier Zyklen, den Sandstein S1-, Sandstein SX-, Sandstein S2- und Sandstein S3-Zyklus unterteilt werden. Die Basis bilden mehr oder weniger deutlich ausgeprägte Sandsteinschichten meist in Verbindung mit Ton- / Schluffsteinen und selten Dolomiten. Darüber folgen i. d. R. Ton- / Schluffsteine mit Dolomitlagen, welche am Top von dolomitisch – kalkigen Sedimenten (Kalksteine, Dolomit) begrenzt werden.

Farblich liegen die Sedimente von grünlichgrauer, gelbgrauer, gelbbrauner, rotfarbiger, bei kohligen Beimengungen (daher auch die frühere Bezeichnung Kohlenkeuper) auch schwarzbrauner Tönung in den unterschiedlichsten Mischungsverhältnissen vor.

Generell ist für den hangenden Gesteinsbereich eine ausgeprägte Verwitterungszone typisch. Die Festgesteine des Unteren Keupers liegen in dieser Zone entfestigt/bröcklig/mürbe bzw. völlig zu Lockergesteinen zersetzt vor.

Gemäß U 9 befindet sich das Untersuchungsgebiet im Grenzbereich zwischen Rayons B-a-I und B-b-I-2, d.h. Auslaugungserscheinungen sind aufgrund der geologischen Situation nicht zu erwarten bzw. Erdfälle und Senkungen sind möglich, kommen jedoch selten vor. In Summe ist unter ingenieurgeologischen Aspekten einzuschätzen, dass bautechnisch zu berücksichtigende geologische Untergrundschwächen am Standort nicht vorhanden sind bzw. diesbezüglich keine Einschränkungen für eventuelle Versickerungen von nicht schädlich verunreinigten Oberflächenwässern bestehen.

Das Tafeldeckgebirge liegt unter einer quartären, schwankende Mächtigkeiten aufweisenden Lockergesteinsdecke. Großflächig verbreitet und den oberflächlichen Abschluss darstellend, treten im Untersuchungsgebiet unter natürlichen Bedingungen aus umgelagertem Keuperzersatz bestehende Hanglehm- und in geringerem Umfang Hangschuttablagerungen auf. Darüber hinaus ist Löß teils in hohen Mächtigkeiten, in den Aufschlüssen bis 3,8 m erkundet, verbreitet. Löß ist ein pleistozänes, äolisches abgelagertes Sediment. Neben dem echten Fluglöß sind überwiegend dessen Derivate wie Schwemmlöß, Lößlehm und lößhaltige Fließerden verbreitet. Oberflächennah ist der Löß häufig entkalkt und zu Lößlehm umgewandelt. In diesem Zusammenhang entstehende konkretionäre Kalkabscheidungen werden als Lößkindel bezeichnet.

Anthropogene Auffüllungen spielen auf den Ackerflächen weitestgehend eine untergeordnete Rolle. Nennenswerte Mächtigkeiten werden nur im Bereich von Schurf 6 und Schurf 7, d.h. im äußersten Osten erreicht. Im Bereich von Wegen und Straßen, in der Kleingartensiedlung und auf der Unlandfläche zwischen den Gartenanlagen muss mit anthropogenen Auffüllungen in größeren Mächtigkeiten und größerer Verbreitung gerechnet werden.

4. Homogenschichten

Auf der Grundlage der geologischen Situation und der durchgeführten Aufschlüsse werden am Standort **5 Schichten** mit jeweils vergleichbaren Eigenschaften unterschieden.

<u>Schicht 1:</u>	Auffüllung
<u>Schicht 2:</u>	Löß
<u>Schicht 3:</u>	Hanglehm
<u>Schicht 4:</u>	Hangschutt
<u>Schicht 5.1:</u>	Festgestein (ku), VZ - VE
<u>Schicht 5.2:</u>	Festgestein (ku), VA - VU

Die **Klassifizierung der Festgesteine** bzw. Tonsteine (veränderlich feste Gesteine / Halbfestgesteine) erfolgt vorrangig nach dem Verwitterungsgrad entsprechend Merkblatt zur Felsbeschreibung für den Straßenbau (FGSV, Ausgabe 1992). Vollständig zersetzte Ton-/ Schluffsteine werden als Lockergesteine behandelt.

Tab. 2: Verwitterungsgrade der Festgesteine

Unterschicht	Bezeichnung	Code nach ^{UT 3}	Entsprechung nach <i>Wallrauch</i>
1	zersetzt bis entfestigt	VZ - VE	w5 – w3
2	angewittert bis unverwittert	VA - VU	w2 – w0

Die **Klassifizierung der Lockergesteine** gemäß DIN EN ISO 14688-1 erfolgt bei grob- und gemischtkörnigen Böden (einschl. GU*/GT* bis < 40 % Feinkorn) nach der Korngrößenverteilung und bei feinkörnigen Böden nach den bestimmenden plastischen Eigenschaften. Zusätzlich wird bei gemischtkörnigen Böden die Unterscheidung des Feinkorns nach Ton- und Schluffkorn sowohl nach der Korngröße als auch den plastischen Eigenschaften gewichtet. Hierzu ist anzumerken, dass bereits ab Feinkorngehalten von ca. 15 ... 20 % diese zunehmend die Bodeneigenschaften dominieren. Hinsichtlich der Kurzzeichen werden die gebräuchlichen Bezeichnungen nach DIN 4022 weiterverwendet.

Oberboden, natürlich anstehend oder aufgefüllt, wird nicht als eigenständige Baugrundsicht ausgehalten. Er wurde auf den landwirtschaftlich genutzten Flächen in Mächtigkeiten von im Mittel 0,30 m angetroffen. Aufgefüllt können jedoch Mächtigkeiten bis 0,80 m, wie z. B. im Bereich von Schurf 6 und Schurf 7 erreicht werden, ohne dass es sich unterhalb der belebten Bodenzone, die im Maximum mit ca. 0,5 m anzusetzen wäre, im engeren Sinne noch um Oberboden handelt. Er ist ein schützenswertes Gut und gemäß BBodSchV in nutzbarem Zustand zu erhalten und vor der Vernichtung oder Vergeudung zu schützen. Er ist gesondert vor Beginn der Bautätigkeit abzuschleppen, fachgerecht zu lagern und in die Bodenklasse 1 nach DIN 18300 einzuordnen. Mutterboden / Oberboden ist entsprechend seiner Funktion zu verwerten.

Schicht 1: Auffüllungen

Auffüllungen wurden in Mächtigkeiten zwischen 0,3 m und 0,8 m angetroffen. Je nach Lage der Aufschlüsse weisen die Auffüllungen sehr unterschiedliche Zusammensetzungen auf. Im Straßenbereich, Brühler Herrenberg an der Westgrenze des Untersuchungsgebietes, liegt unter einer dünnen Decke aus „Krumelaspalt“ eine Tragschicht aus schwach schluffigem bis schluffigem, sandigem Kies (Mineralgemisch) in mitteldichter Lagerung vor.

Neben der Straße wurden u. a. Auffüllungen aus leicht- bis mittelplastischem, schwach sandigem, schwach kiesigem bis kiesigem, vereinzelt auch steinigem Ton in steifer Konsistenz erkundet.

Auf der Ackerfläche an den Standorten der Schürfe SCH 6 und SCH 7 wurde aufgefüllter Oberboden in einer relativ hohen Mächtigkeit (0,7 m bis 0,8 m) angetroffen. In Schurf SCH 6 folgte darunter eine Lage (Mächtigkeit 0,1 m) aus Asche und Hausbrandresten mit Ziegelstücken.

Nach Auskunft eines Anliegers soll es sich hierbei um einen verfüllten Bombentrichter handeln!

Schicht 2: Löß

Löß weist eine stark schwankende Mächtigkeit zwischen 0,95 m und 3,80 m auf und ist nicht im gesamten Untersuchungsgebiet verbreitet. Die Schichtoberkante wurde oberflächennah und bis in Tiefen von 0,40 m angetroffen. Unter der Homogenschicht Löß sind originärer Löß und dessen Derivate wie Lößlehm und Schwemmlöß zusammengefasst. Oberflächennah kann Löß schwach humos oder auch humos ausgebildet und zu Schwarzerde umgewandelt sein.

Generell handelt es sich um einen hellbraunen bis braunen, leicht- bis mittelplastischen, schwach feinsandigen bis feinsandigen Ton / Schluff. Der Anteil an Grobschluff kann merklich dominieren. Zum Erkundungszeitpunkt lag Löß überwiegend in steifer, vereinzelt auch steifer bis halbfester oder halbfester Konsistenz vor.

In Anlehnung an die DIN 18130 ist Löß als schwach durchlässig bis durchlässig zu klassifizieren.

Löß ist generell stark wasserempfindlich und neigt insbesondere bei mechanischer Beanspruchung in Verbindung mit Wasser zu rascher Konsistenzverschlechterung und/oder Strukturzusammenbrüchen (Sackungsgefahr bei originärem Löß).

Schicht 3: Hanglehm

Schicht 3 – Hanglehm bezeichnet den umgelagerten Festgesteinszersatz. In geringem Umfang kann auch Löß beigemischt sein. In Folge der Wechselhaftigkeit des Ausgangsgesteins (Unterer Keuper), variiert die Zusammensetzung der Schicht 3 deutlich. Es handelt sich um wechselnd sandige, wechselnd kiesige, leicht-bis mittelplastische, selten auch ausgeprägt plastische Tone bis hin zu mitteldichten, stark schluffigen, kiesigen Sanden. Zum Erkundungszeitpunkt wies die Schicht 3 eine steife oder steife bis halbfeste, selten auch halbfeste Konsistenz auf. Der Übergang zu Schicht 4 – Hangschutt ist meist fließend. Steht Hanglehm oberflächennah an, ist er i. d. R. zu Oberboden umgewandelt.

Die Durchlässigkeit des Hanglehm ist als gering (schwach durchlässig) einzuschätzen.

Schicht 3 erscheint in verschiedenen Grau- und Brauntönungen, vereinzelt auch in gelben Farben.

Hanglehm ist generell als wasserempfindlich einzuschätzen und neigt bei gleichzeitiger mechanischer Beanspruchung zur raschen Konsistenzverschlechterung.

Die Mächtigkeit der Schicht 3 schwankt zwischen 0,2 und 2,0 m. Erkundet wurde die Schichtoberkante zwischen 0,00 m u. GOK und 3,80 m u. GOK. Die Schichtbasis liegt 0,35 m (praktisch vollständig zu Oberboden umgewandelt) bis 4,2 m unter Gelände.

Schicht 4: Hangschutt

Hangschutt wurde nur sporadisch zwischen 2,30 m und 4,20 m u. GOK in Mächtigkeiten um 0,20 m angetroffen. Der hellbraune, graubraune oder auch gelbbraune Hangschutt besteht aus stark schluffigen, schwach sandigen bis sandigen, schwach steinigen bis steinigen Kiesen in lockerer bis mitteldichter oder mitteldichter Lagerung.

Hangschutt ist aufgrund seiner Korngrößenzusammensetzung zunächst als durchlässig einzuschätzen.

Schicht 5.1: Festgestein, VZ - VE

Im Untergrund stehen die Ton-, Schluff-, Feinsandsteine und Dolomite des Unteren Keupers (ku) an. Schicht 5.1 tritt im Untersuchungsgebiet flächendeckend auf. Allerdings wird das Festgestein überwiegend durch eine variierend mächtige Lockergesteinsdecke verhüllt. Erkundet wurde das verwitterte bis entfestigte Festgestein ab einer Teufe von 0,35 bis 4,20, m u. GOK im Liegenden / unter den Schichten 1, 2, 3 und 4, dabei wurde die Schicht 5.1 0,25 bis 2,20 m mittels Baggerschürfen und Rammkernsondierung aufgeschlossen.

Das „unruhige“ und variable Bildungsmilieu spiegelt sich neben den wechselnden Korngrößen auch in einem breiten Farbspektrum, welches von grau und graugrün über braun bis gelb reicht, wieder. Das Festgestein liegt im erkundeten Tiefenbereich in zersetzter bis entfestigter Form vor.

Die Eigenschaften im oberen Schichtabschnitt werden von zersetzten bis stark verwitterten Ton-/ Schluffsteinen dominiert. Sie können im verwitterten Zustand als schwach feinsandige bis feinsandige Tone beschrieben werden, welche zum Erkundungszeitpunkt in steifer oder halbfester Konsistenz vorlagen. Der Kies- und Steinanteil kann in Abhängigkeit von eingelagerten Dolomit- oder auch Kalksteinlagen und -bänken schwanken.

Bezüglich der Kornbindung ist das Festgestein überwiegend als sehr mürbe bis mürbe, mit zunehmender Tiefe auch fest zu beschreiben. Während die Ton- und Schluffsteine eher blättrig bis dünnplattig ausgebildet sind, ist die Schichtung der Sandsteine und Dolomite als dünnplattig bis dickplattig bzw. dünnbankig zu beschreiben. Im Zersatzhorizont ist die ursprüngliche Gesteinsstruktur teilweise gestört.

Sandstein-, Dolomit- oder auch Kalksteinlagen weisen i. d. R. eine höhere Festigkeit und Verwitterungsresistenz auf, als die umgebenden Ton-/ Schluffsteine aufweisen.

Werden Ton-/Schluffsteine der Witterung ausgesetzt bzw. bei Feuchtigkeit zusätzlich befahren, dann schreitet die Entfestigung, verbunden mit deutlicher Konsistenzverschlechterung, rasch fort,

verbunden mit einer starken Reduzierung der Tragfähigkeits- und Verformungseigenschaften (veränderlich feste Gesteine).

Ton- und Schluffsteine stellen i. d. R. Grundwassergeringleiter dar. Sandsteine und Dolomite sind in Abhängigkeit der Klüftigkeit und den Öffnungsweiten eher als Grundwasserleiter zu bezeichnen. Bei Wechsellagerungen besteht die Möglichkeit der Ausbildung von Schichtquellen.

5. Hydrogeologische Verhältnisse

5.1 Grundwassersituation

Die Grundwasseroberfläche liegt anhand von Kartenwerken U8 im Untersuchungsgebiet zwischen 210 m NHN und 230 m NHN, also etwa 25 m bis 30 m u. GOK. Der unterirdische Abfluss ist in Richtung Osten bis Ost Südosten etwa zur Gera gerichtet. Als Grundwasserleiter fungieren der Untere Keuper sowie der Obere Muschelkalk, beides Kluftgrundwasserleiter. Die Mächtigkeit dieses Grundwasserkomplexes schwankt, bei vollständiger Ausbildung, zwischen 114 m und 124 m. Dabei beschränkt sich die Grundwasserführung überwiegend auf die sandigen und dolomitischen Bankzonen des Unteren Keupers und die bankigen Kalksteine des Oberen Muschelkalks. Die eingelagerten tonig – mergeligen Schichten hingegen wirken als Grundwassergering- oder –nichtleiter. In der Literatur (U 7) wird für den Unteren Keuper und Oberen Muschelkalk eine Spannbreite der Transmissivität anhand hydrogeologischer Bohrungen / Bohrbrunnen von $3,0 \cdot 10^{-6}$ m²/s bis $1,8 \cdot 10^{-3}$ m²/s angegeben. Im Mittel kann ein Wert von $4 \cdot 10^{-4}$ m²/s angenommen werden. Eine Vielzahl von Quellaustritten sind aus dem Grundwasserkomplex bekannt. Es überwiegen Schichtquellen, Stau- und Kluftquellen sind jedoch ebenso vorhanden. Konkret wurden zum Beispiel im Rahmen einer Kanalbaumaßnahme südlich des Untersuchungsgebietes Wasserzutritte beobachtet. Weiterhin sind Probleme mit dem Zutritt von Wasser in hangabwärts / südlich gelegene Gebäude bekannt.

Das Untersuchungsgebiet befindet sich morphologisch gesehen auf der Südflanke eines schmalen, lang gezogenen Rückens. Auf der Nordseite dieser Struktur ist etwa 262 m ü. NN die Quelleinfassung der Peterbornquelle, einer Schichtquelle, gelegen.

Im Grundwasserkomplex Unterer Keuper / Oberer Muschelkalk liegen überwiegend gespannte Strömungsverhältnisse vor.

Einen zweiten unteren Grundwasserleiterkomplex bildet der Mittlere Muschelkalk. Dieser ist für die oberflächennahe Versickerung am Standort jedoch nicht relevant. Allerdings kommt es innerhalb dieses Kluft- und Karstgrundwasserleiters zu Auflockerungs- und Lösungsvorgängen (Subrosion), welche zur Herausbildung von Einsenkungen und Erdfällen führen und die Schichten des Oberen Muschelkalks als auch des Unteren Keupers mit erfassen. So gibt es im Tal der Gera diverse Verkarstungsstrukturen aus dem Mittleren Muschelkalk, welche sich in unterschiedlichen Kiesmächtigkeiten sowie Grundwasserübertritten widerspiegeln.

5.2 Weitere Wasserhaushaltskomponenten

Neben der Grundwassersituation ist der Wasserhaushalt eines Gebietes von den herrschenden klimatischen Bedingungen wie Gebietsniederschlag und Verdunstungsrate, der Flächenversiegelung, dem oberirdischen Abfluss, usw. abhängig.

Momentan wird das Gebiet landwirtschaftlich und gartenbaulich genutzt. Teils handelt es sich um Brachland. Der Grad der Flächenversiegelung ist als sehr gering einzuschätzen.

Klimatisch ist das Gebiet in die Provinz „Mitteldeutsches Binnenlandklima“ einzuordnen. Für die nahe gelegene Wetterstation Erfurt – Bindersleben wird in U 11 ein mittlerer Jahresniederschlag von 528 mm pro Jahr genannt. Für die potentielle Gebietsverdunstung wird eine Spannbreite von 575 mm bis 600 mm pro Jahr und für die reale Verdunstung von 410 mm bis 530 mm angegeben.

Die reale Verdunstung auf einer Fläche ist eine komplexe Größe, welche sich aus der Evaporation und Transpiration unter Berücksichtigung boden- und vegetationsbedingter Faktoren zusammensetzt. Sie variiert u.a. je nach Zusammensetzung des Bodens und dem Bewuchs.

Weitere Faktoren sind ober- und unterirdische Zu- und Abflüsse. Als Wasserscheide für den oberirdischen Abfluss kann in etwa die Binderslebener Landstraße angesehen werden. Sie verläuft etwa auf dem Kamm zwischen der Marienhöhe und der Peterbornsiedlung. Damit ist das oberirdische Einzugsgebiet als eher klein zu bezeichnen.

Angaben zur momentanen Grundwasserneubildung können auf Basis der vorliegenden Daten noch nicht getätigt werden, da hierfür eine komplexe Berechnung unter Berücksichtigung einer Vielzahl von Einflussfaktoren wie z. B. des oberflächlichen Abflusses notwendig wäre.

5.3 Versickerungsfähigkeit des Untergrundes

Die Versickerungsfähigkeit des Untergrundes wurde anhand von In-situ-Versuchen in 10 Schürfen ermittelt. Die Auswertung der einzelnen Versickerungsversuche ist in Anlage 3 enthalten.

Die Ergebnisse von Versickerungsversuchen erfassen neben der Durchlässigkeit des Erdstoffes im Detail auch Einflüsse wie z. B. vorhandene Grab- und Wühlgänge oder auch die spezifische Lagerung des Erdstoffes. Weiterhin hängt die mittels Versickerungsversuch bestimmte Durchlässigkeit von der Anzahl, Form und Vernetzung der Poren ab.

Zur repräsentativen Erfassung der Durchlässigkeiten im Untersuchungsgebiet wurden in jedem Schurf ein bis vier Einzelversuche in verschiedenen Tiefen und Locker-/ Festgesteinshorizonten ausgeführt.

In der nachstehenden Tabelle sind neben den Ergebnissen der Versuche auch die Homogen-schichten angegeben, in welchen der Versuch ausgeführt wurde.

Im Rahmen der Auswertung wurde ein Bemessungswasserstand von 25 m u. GOK zu Grunde gelegt, so dass der hieraus entstehende Einfluss vernachlässigbar klein ist.

Tab. 3: Ergebnisse der Versickerungsversuche

Schurf	Versuch	Homogenschicht	k_f -Wert
SCH 1	1	2	$6,89 \cdot 10^{-6}$ m/s
SCH 2	1	2	$1,90 \cdot 10^{-4}$ m/s (Mäusebau geflutet)
	2	2	$4,44 \cdot 10^{-4}$ m/s (Mäusebau geflutet)
	3	2	$5,80 \cdot 10^{-5}$ m/s
SCH 3	1	5.1	$4,13 \cdot 10^{-5}$ m/s
	2	5.1	$1,13 \cdot 10^{-5}$ m/s
SCH 4	1	2	$2,39 \cdot 10^{-5}$ m/s
	2	2	$8,04 \cdot 10^{-6}$ m/s
SCH 5	1	3	$1,68 \cdot 10^{-5}$ m/s
	2	3	$2,41 \cdot 10^{-6}$ m/s
SCH 6	1	5.1	$3,02 \cdot 10^{-4}$ m/s
	2	5.1	$4,32 \cdot 10^{-4}$ m/s
	3	5.1	$2,48 \cdot 10^{-4}$ m/s
	4	5.1	$1,99 \cdot 10^{-4}$ m/s
SCH 7	1	3	$1,76 \cdot 10^{-4}$ m/s
	2	3	$5,09 \cdot 10^{-5}$ m/s
	3	3	$4,17 \cdot 10^{-5}$ m/s
	4	3	$2,30 \cdot 10^{-5}$ m/s
SCH 8	1	5.1	$4,76 \cdot 10^{-6}$ m/s
	2	5.1	$3,76 \cdot 10^{-6}$ m/s
SCH 9	1	5.1	$2,47 \cdot 10^{-6}$ m/s
SCH 10	1	5.1	$8,12 \cdot 10^{-6}$ m/s
	2	5.1	$2,08 \cdot 10^{-6}$ m/s

Für die Schicht 2 – Löß ergibt sich ein Schwankungsbereich für den k_f -Wert von $6,89 \cdot 10^{-6}$ m/s bis $4,44 \cdot 10^{-4}$ m/s, wobei die Maximalwerte in Schurf 2 kritisch zu sehen sind, da bereits während der Versuchsdurchführung festgestellt wurde, dass der Abfluss massiv über Grabgänge von Kleintieren (Mäusebau) erfolgte. Für die Bildung eines repräsentativeren Mittelwertes wurden diese Werte nicht berücksichtigt.

Im Mittel wies die Schicht 2 – Löß im Ergebnis der Versickerungsversuche einen k_f -Wert von $2,4 \cdot 10^{-5}$ m/s auf.

Weiterhin wurden Versickerungsversuche in der Schicht 3 – Hanglehm ausgeführt, dabei schwanken die Resultat für den k_f -Wert zwischen $2,41 \cdot 10^{-6}$ m/s und $1,76 \cdot 10^{-4}$ m/s.

Anhand der Daten wurde für die Schicht 3 – Hanglehm ein Mittelwert von $k_f = 5,2 \cdot 10^{-5}$ m/s berechnet.

Die Durchlässigkeit des zersetzten bis entfestigten Festgesteins (Schicht 5.1) hängt maßgeblich von der Gesteinsart und der Häufigkeit von Trennflächen (Klüfte, Schichtflächen, usw.) ab. Im Rahmen der Feldversuche zeigte sich dies ebenso an einem breiten Ergebnisspektrum von minimal $2,08 \cdot 10^{-6}$ m/s bis maximal $4,32 \cdot 10^{-4}$ m/s. Aufgrund der Variabilität ist der berechnete Mittelwert von $1,14 \cdot 10^{-4}$ m/s nur eingeschränkt ansetzbar. Ton- und Schluffsteinhorizonte werden eher geringere Durchlässigkeiten aufweisen. In Sandstein- und Dolomitlagen sind auch höhere Durchlässigkeiten möglich.

Generell ist der Untergrund im Untersuchungsgebiet zunächst noch als durchlässig zu bezeichnen. Die angegebenen Werte gelten für den derzeit vorliegenden Zustand. Beeinflussungen der lokalen, hydrogeologischen Situation durch Flächenversiegelung, Bodenverdichtung usw. sind dabei nicht berücksichtigt.

Aussagen zur Auswirkung von zentralen und dezentralen Versickerungsanlagen auf engräumige Grundwassersituation können zum jetzigen Zeitpunkt nicht getätigt werden.

Bei der Planung von Versickerungsanlagen ist zu beachten, dass im Ausstrichbereich des Grundwasserkomplexes Unterer Keuper / Oberer Muschelkalk häufig Schichtquellen auftreten.

Für die Bemessung von dauerhaft funktionsfähigen Versickerungsanlagen sollten die ermittelten k_f -Werte grundsätzlich abgemindert werden. Wir empfehlen die ausgewiesenen Mittelwerte mindestens um eine Zehnerpotenz abzumindern. Zudem ist Wert auf eher flächen-/linienhafte Versickerungen anstelle von zentralen Lösungen zu legen, um das unterschiedliche Versickerungspotential auszunutzen und in Anlehnung an den jetzigen Zustand keine lokal begrenzten Einleitungen und Veränderungen des Wasserhaushaltes zu provozieren, die hinsichtlich ihrer Auswirkungen gerade auch auf die Bebauung im Abstrom, d.h. in Richtung Tal, kaum zuverlässig erfasst werden können.

6. Anmerkungen

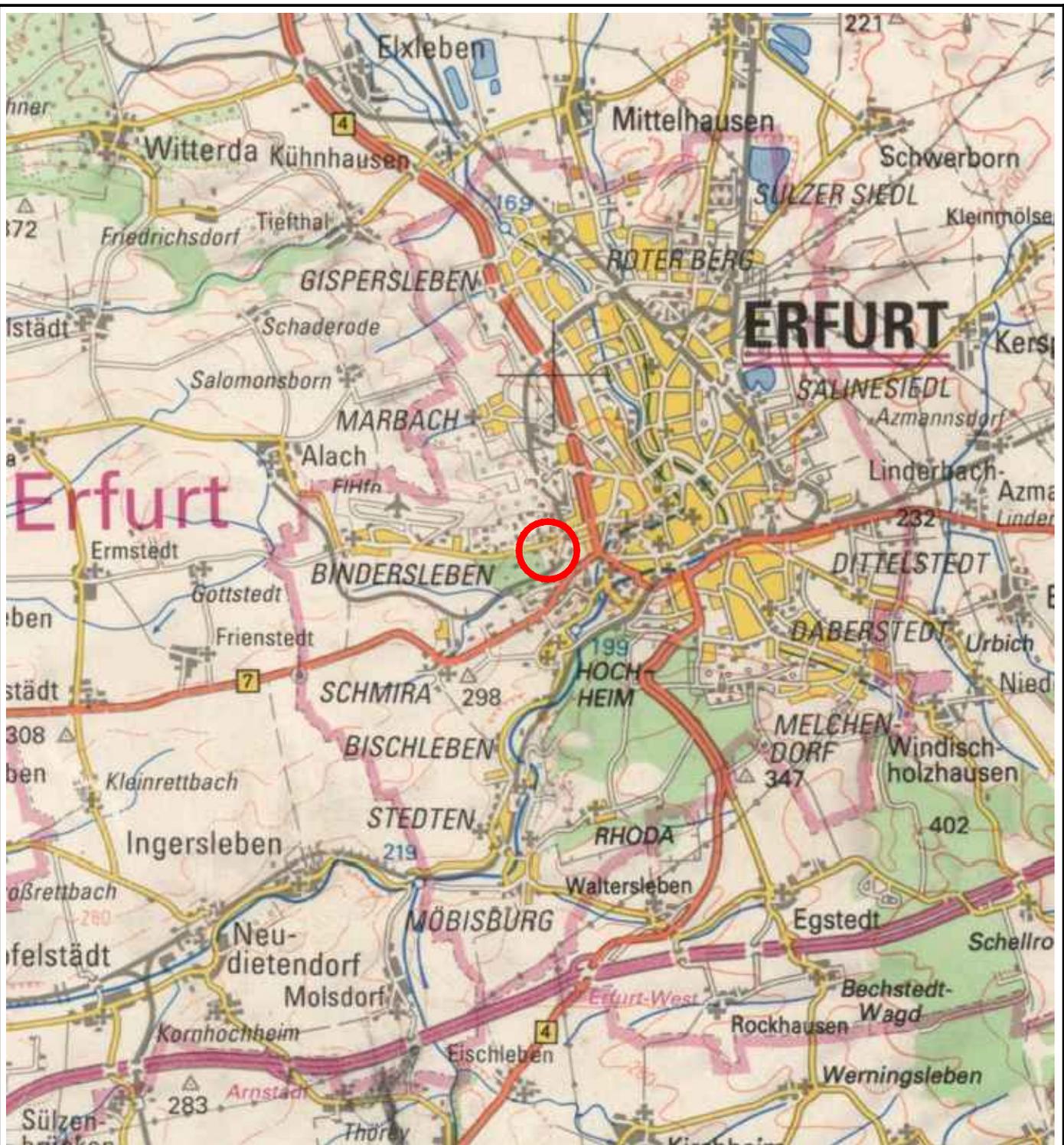
Die vgs INGENIEURE Dr. Köhler & Kirschstein GmbH führte auftragsgemäß eine

Bodenuntersuchung und Auswertung zur Ermittlung der Grundlagen der Regenwasserbewirtschaftung

im Rahmen des Bebauungsplan BRV609 „Klimagerechte Pilotsiedlung Marienhöhe“ in Erfurt.

Bei wesentlichen Änderungen der Planungen/Absichten gegenüber den zum Bearbeitungszeitpunkt vorgelegenen Unterlagen/Informationen verlieren die Aussagen des Gutachtens ihre Gültigkeit bzw. sind ggf. zu ergänzen/modifizieren. In solchen Fällen empfehlen wir eine Rücksprache mit unserem Büro, bei der zu klären ist, ob zusätzliche Untersuchungen und/oder Änderungen an den Aussagen erforderlich sind bzw. wie weiter zu verfahren ist.

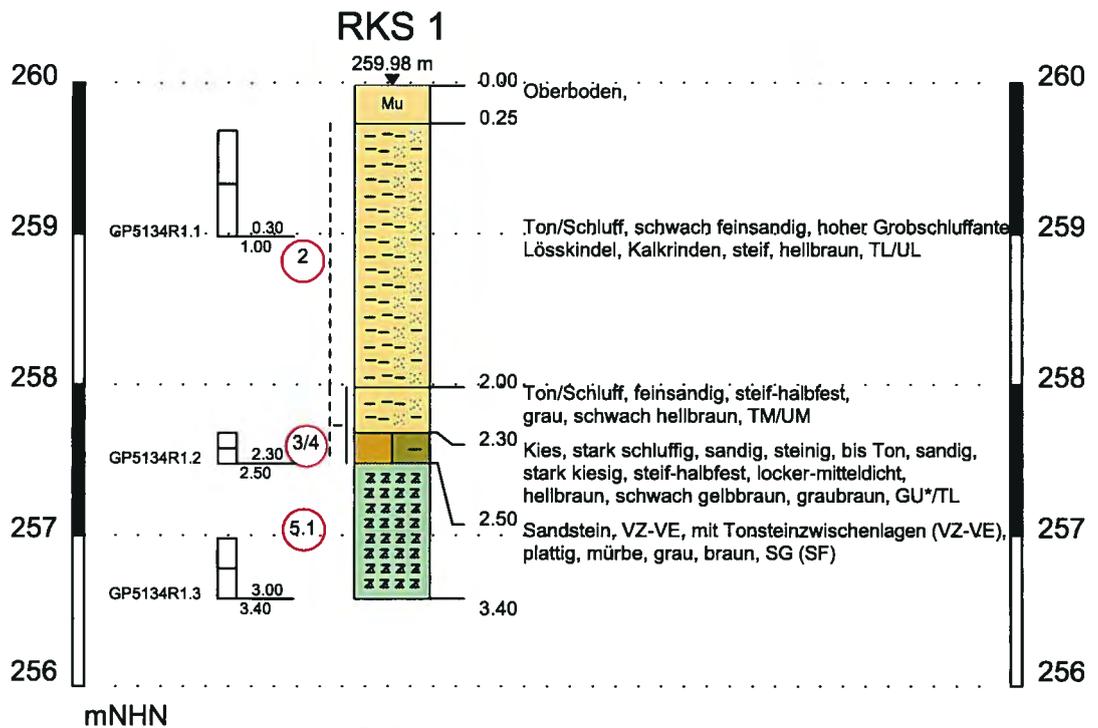
> ----- <



vgs INGENIEURE
Öststraße 10 (àP
0361 789 34 0
99096 Erfurt; Tel.: 0361-789 34 0 Fax: 789 34 56

à^ •&@ æ^ æ					Projekt-Nr. 5134
Ò~!dÄ æã} @@ÄÄ Versickerungsuntersuchung					Anlage-Nr. 1.1
Šè) *^ È æ •ææ	P4@) È æ •ææ	gezeichn.	*^ >-c	Datum	Bearbeiter
1:100 000	/	Na	Ki	03.12.2013	So

xid[| 10 od Fced FH Èç: (dñ çã) @@Èç^æ^æ^*) •) ç^* &@) •æè^| |@^ ç •æ FH >| | È. *

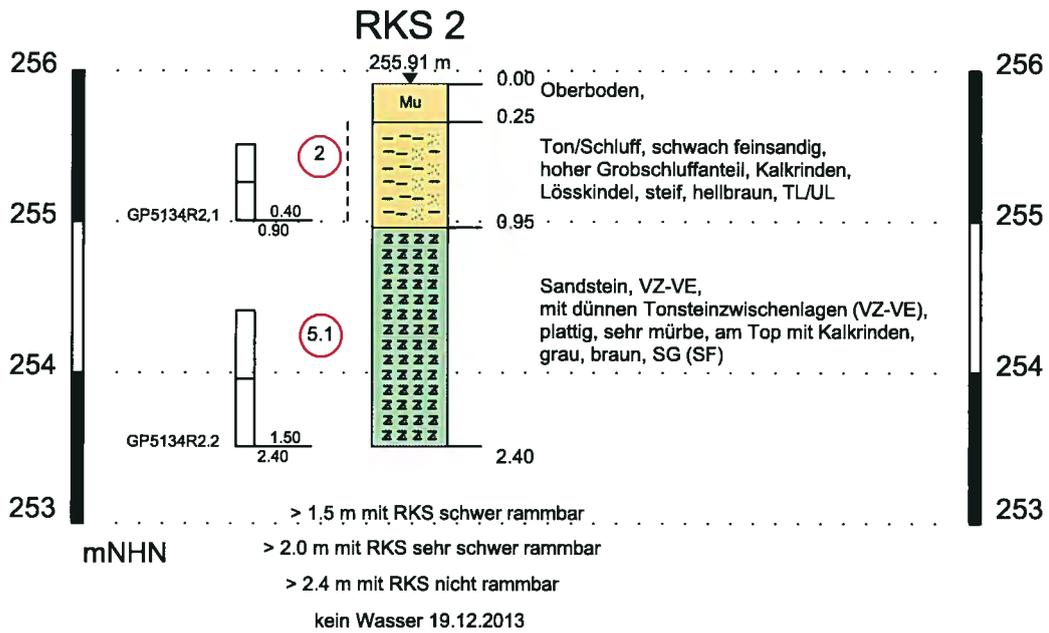


> 2.5 m mit RKS schwer rammbär
 > 3.0 m mit RKS sehr schwer rammbär
 > 3.4 m mit RKS nicht rammbär
 kein Wasser 19.12.2013

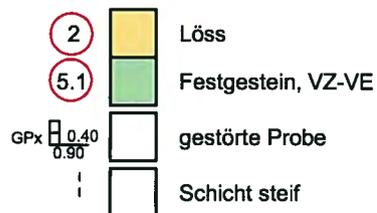
Zeichenerklärung



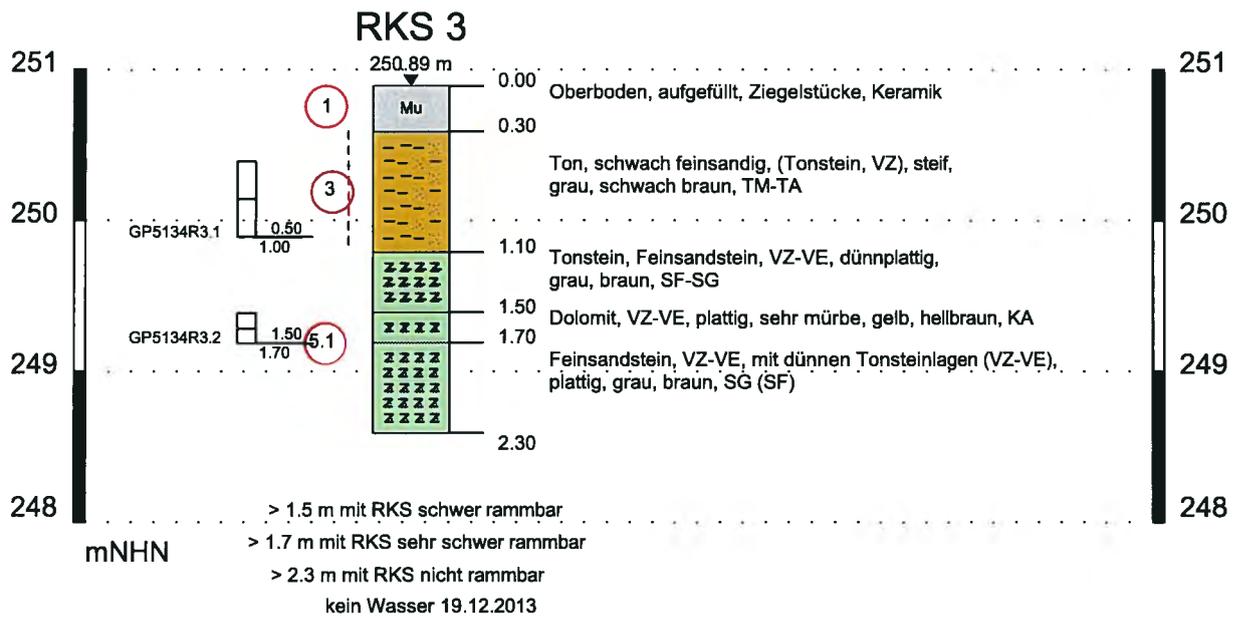
vgs INGENIEURE Dr. Köhler & Kirschstein GmbH Amstädter Straße 28 99096 Erfurt; Tel.: 0361-789 34 0 Fax: 789 34 56					
Aufschlussprofile					Projekt-Nr.
RKS 1					5134
Erfurt, Marienhöhe,					Anlage-Nr.
Versickerungsuntersuchung					2.1
Längen-Maßstab	Höhen-Maßstab	gezeichnet	geprüft	Datum	Bearbeiter
/	1:50	Na	Ki	08.01.2014	So



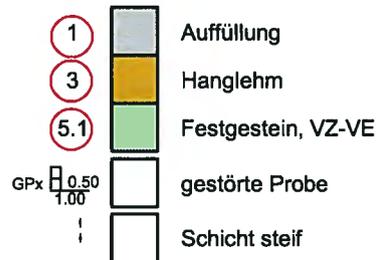
Zeichenerklärung



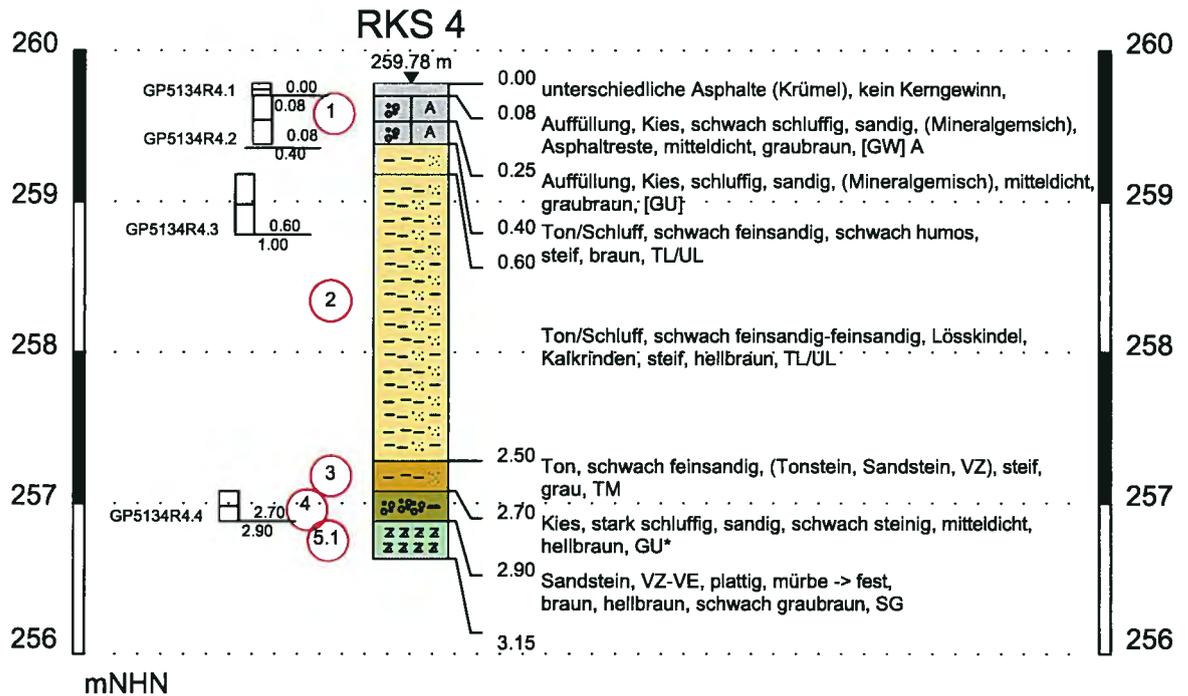
vgs INGENIEURE Dr. Köhler & Kirschstein GmbH Armstädter Straße 28 99096 Erfurt; Tel.: 0361-789 34 0 Fax: 789 34 56					
Aufschlussprofile					Projekt-Nr.
RKS 2					5134
Erfurt, Marienhöhe,					Anlage-Nr.
Versickerungsuntersuchung					2.2
Längen-Maßstab	Höhen-Maßstab	gezeichnet	geprüft	Datum	Bearbeiter
/	1:50	Na	Ki	08.01.2014	So



Zeichenerklärung

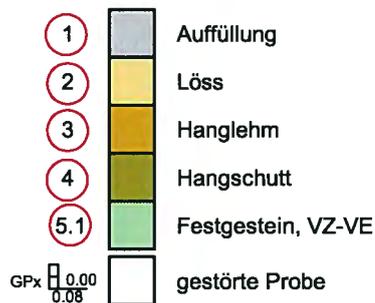


vgs						vgs INGENIEURE Dr. Köhler & Kirschstein GmbH Amstädter Straße 28 99096 Erfurt; Tel.: 0361-789 34 0 Fax: 789 34 56					
Aufschlussprofile						Projekt-Nr.					
RKS 3						5134					
Erfurt, Marienhöhe,						Anlage-Nr.					
Versickerungsuntersuchung						2.3					
Längen-Maßstab		Höhen-Maßstab		gezeichnet		geprüft		Datum		Bearbeiter	
/		1:50		Na		Ki		08.01.2014		So	



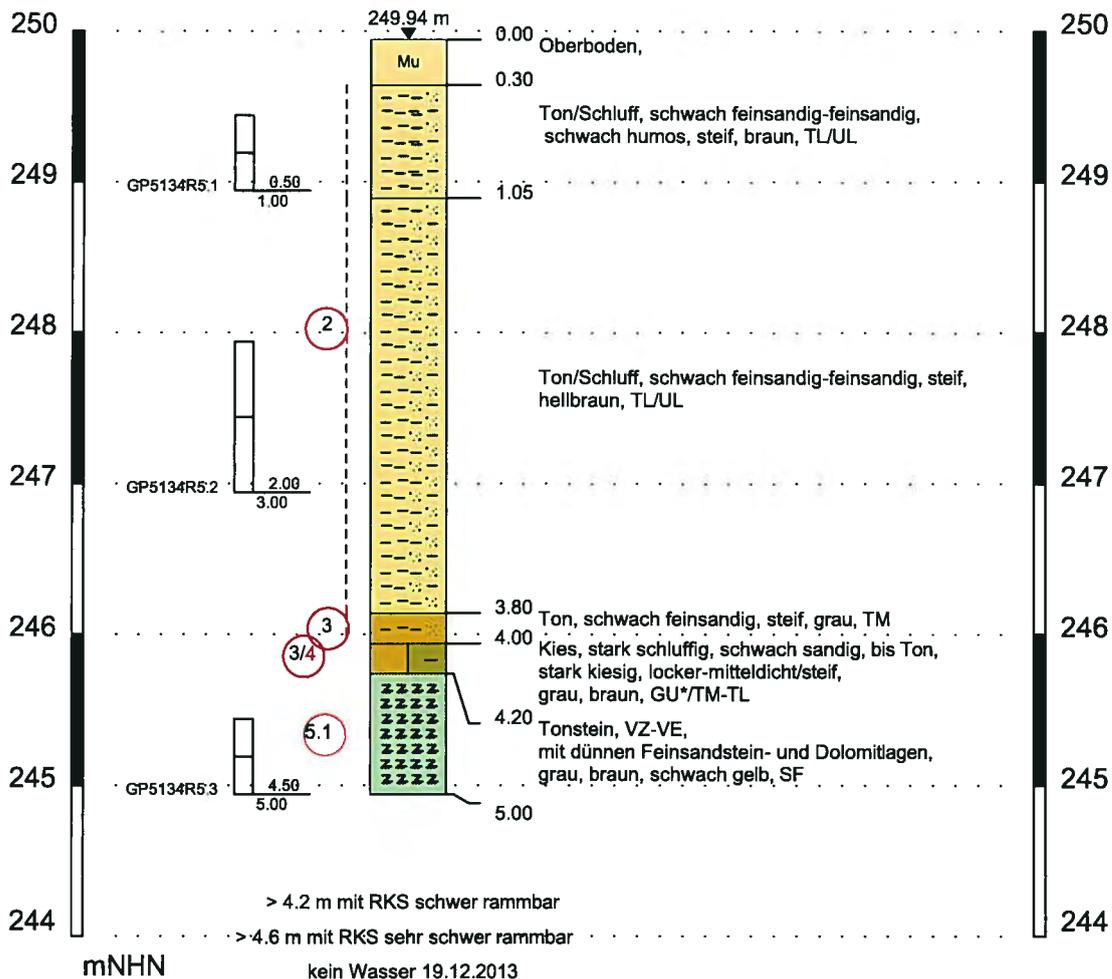
- > 2.7 m mit RKS schwer rammbaar
 - > 2.9 m mit RKS sehr schwer rammbaar
 - > 3.15 m mit RKS nicht rammbaar
- kein Wasser 20.12.2013

Zeichenerklärung

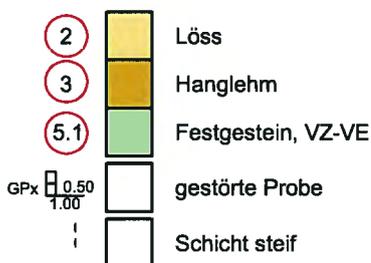


vgs		vgs INGENIEURE Dr. Köhler & Kirschstein GmbH Armstädter Straße 28 99096 Erfurt; Tel.: 0361-789 34 0 Fax: 789 34 56			
Aufschlussprofile RKS 4					Projekt-Nr. 5134
Erfurt, Marienhöhe, Versickerungsuntersuchung					Anlage-Nr. 2.4
Längen-Maßstab	Höhen-Maßstab	gezeichnet	geprüft	Datum	Bearbeiter
/	1:50	Na	Ki	08.01.2014	So

RKS 5



Zeichenerklärung



vgs

vgs INGENIEURE
Dr. Köhler & Kirschstein GmbH
Armstädter Straße 28
99096 Erfurt; Tel.: 0361-789 34 0 Fax: 789 34 56

Aufschlussprofile

Projekt-Nr.

RKS 5

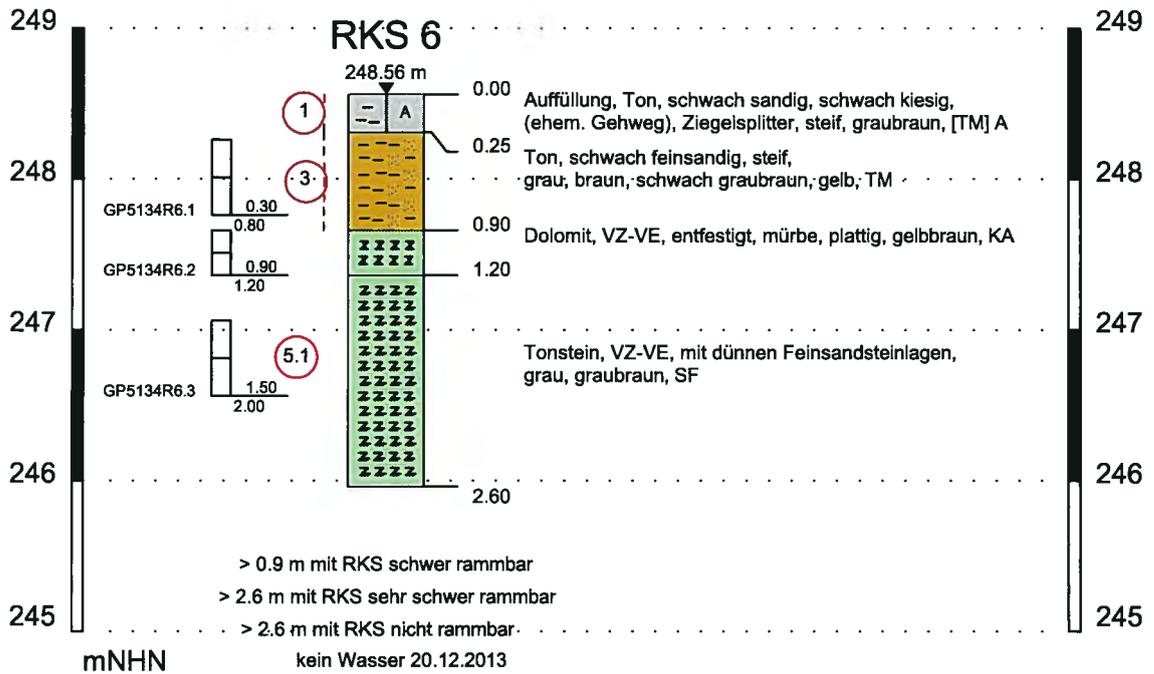
5134

Erfurt, Marienhöhe,
Versickerungsuntersuchung

Anlage-Nr.

2.5

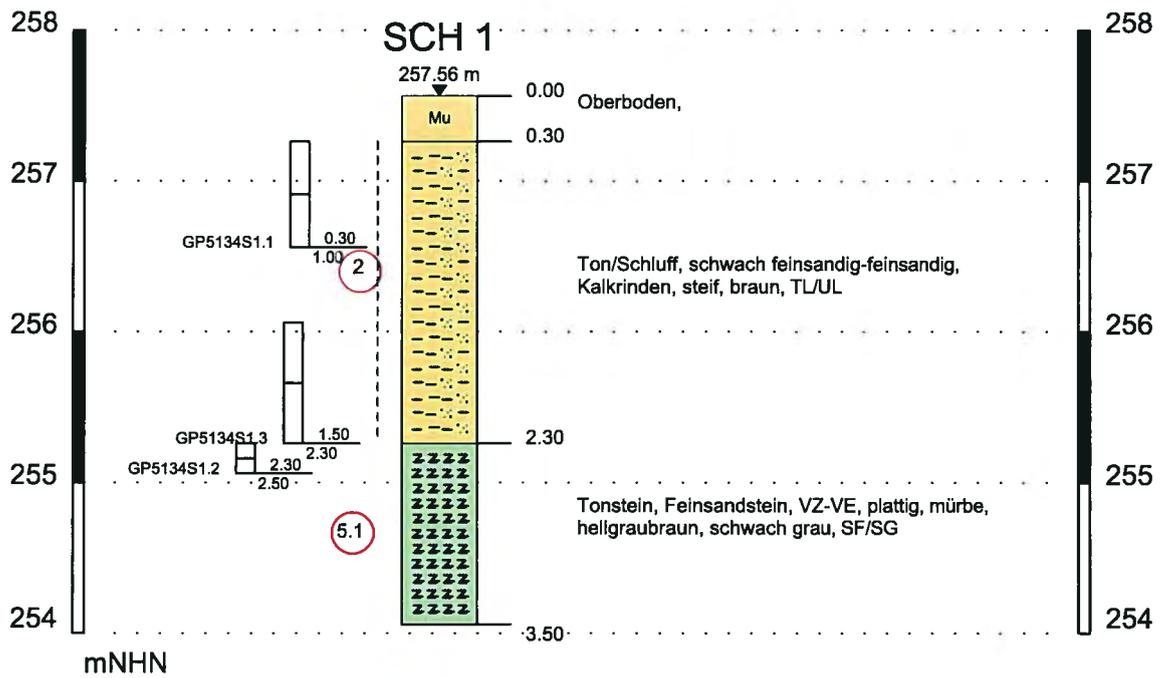
Längen-Maßstab	Höhen-Maßstab	gezeichnet	geprüft	Datum	Bearbeiter
/	1:50	Na	Ki	08.01.2014	So



Zeichenerklärung



vgs INGENIEURE Dr. Köhler & Kirschstein GmbH Armstädter Straße 28 99096 Erfurt; Tel.: 0361-789 34 0 Fax: 789 34 56					
Aufschlussprofile					Projekt-Nr.
RKS 6					5134
Erfurt, Marienhöhe,					Anlage-Nr.
Versickerungsuntersuchung					2.6
Längen-Maßstab	Höhen-Maßstab	gezeichnet	geprüft	Datum	Bearbeiter
/	1:50	Na	Ki	08.01.2014	So

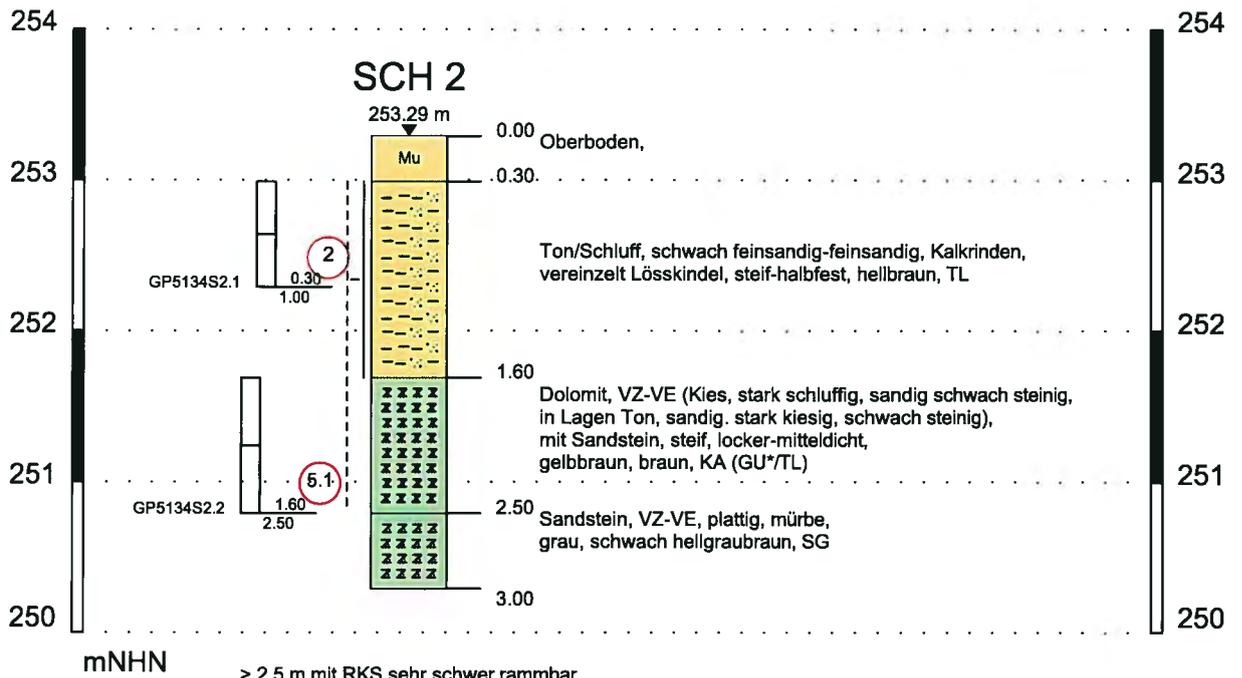


> 3.0 m mit RKS sehr schwer rammbär
 > 3.5 m mit RKS nicht rammbär
 kein Wasser 17.12.2013

Zeichenerklärung

- 2 Löss
- 5.1 Festgestein, VZ-VE
- GPx gestörte Probe
- Schicht steif

vgs		vgs INGENIEURE Dr. Köhler & Kirschstein GmbH Amstädter Straße 28 99096 Erfurt; Tel.: 0361-789 34 0 Fax: 789 34 56			
Aufschlussprofile SCH 1					Projekt-Nr. 5134
Erfurt, Marienhöhe, Versickerungsuntersuchung					Anlage-Nr. 2.7
Längen-Maßstab	Höhen-Maßstab	gezeichnet	geprüft	Datum	Bearbeiter
/	1:50	Na	Ki	08.01.2014	So

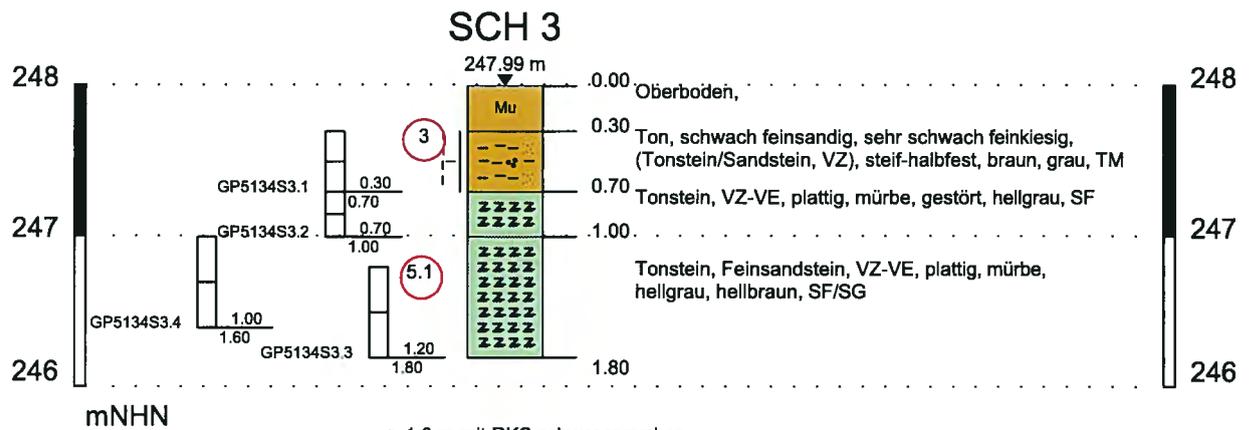


> 2.5 m mit RKS sehr schwer rammbaar
 > 3.0 m mit RKS nicht rammbaar
 kein Wasser 17.12.2013

Zeichenerklärung

- 2 Löss
- 5.1 Festgestein, VZ-VE
- GPx gestörte Probe
- Schicht steif
- Schicht steif-halbfest

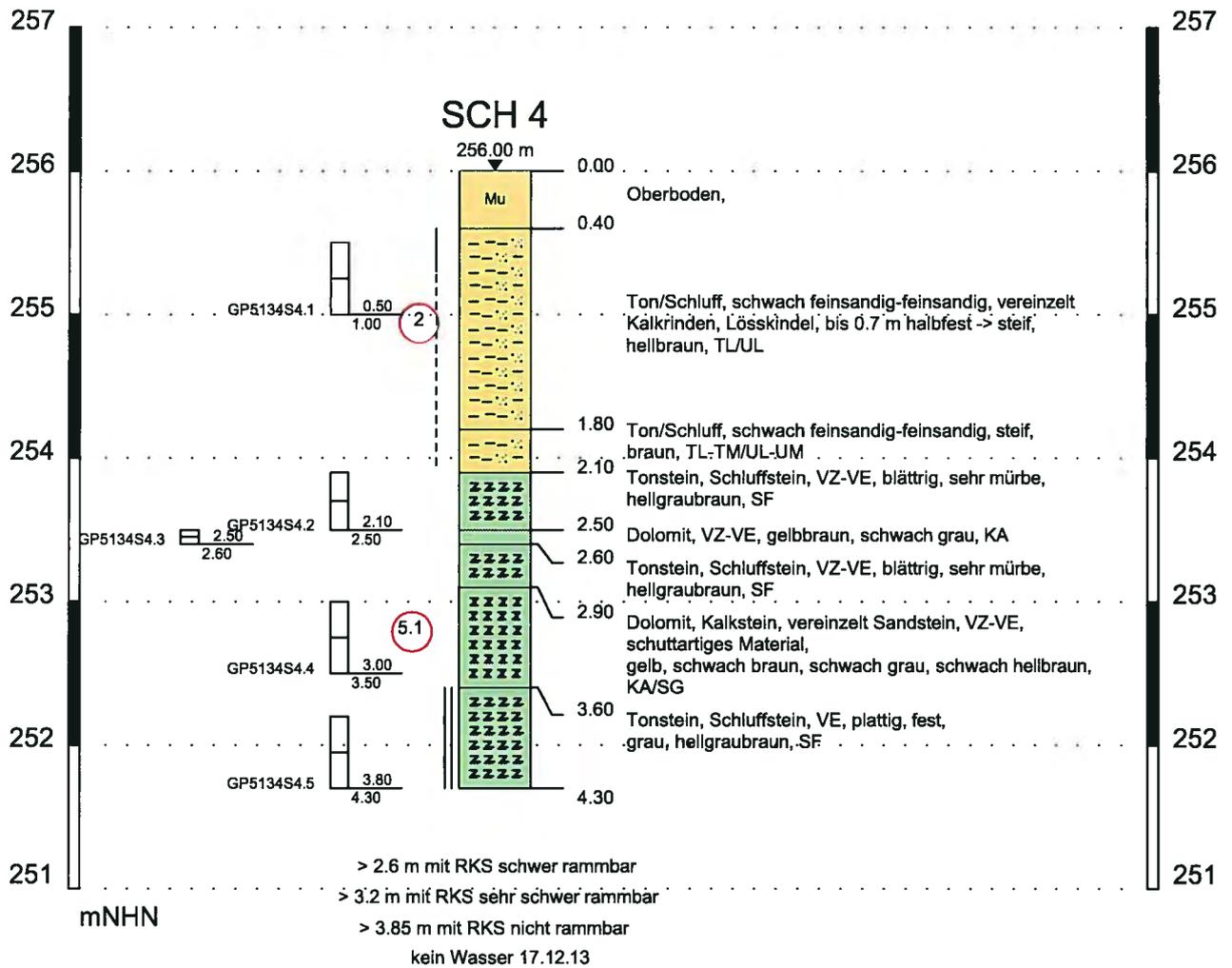
<div style="display: inline-block; vertical-align: middle; margin-left: 10px;"> <p>vgs INGENIEURE Dr. Köhler & Kirschstein GmbH Armstädter Straße 28 99096 Erfurt; Tel.: 0361-789 34 0 Fax: 789 34 56</p> </div>					
Aufschlussprofile SCH 2					Projekt-Nr. 5134
Erfurt, Marienhöhe, Versickerungsuntersuchung					Anlage-Nr. 2.8
Längen-Maßstab	Höhen-Maßstab	gezeichnet	geprüft	Datum	Bearbeiter
/	1:50	Na	Ki	08.01.2014	So



Zeichenerklärung

- 3 Hanglehm
- 5.1 Festgestein, VZ-VE
- GPx gestörte Probe
- Schicht steif-halffest

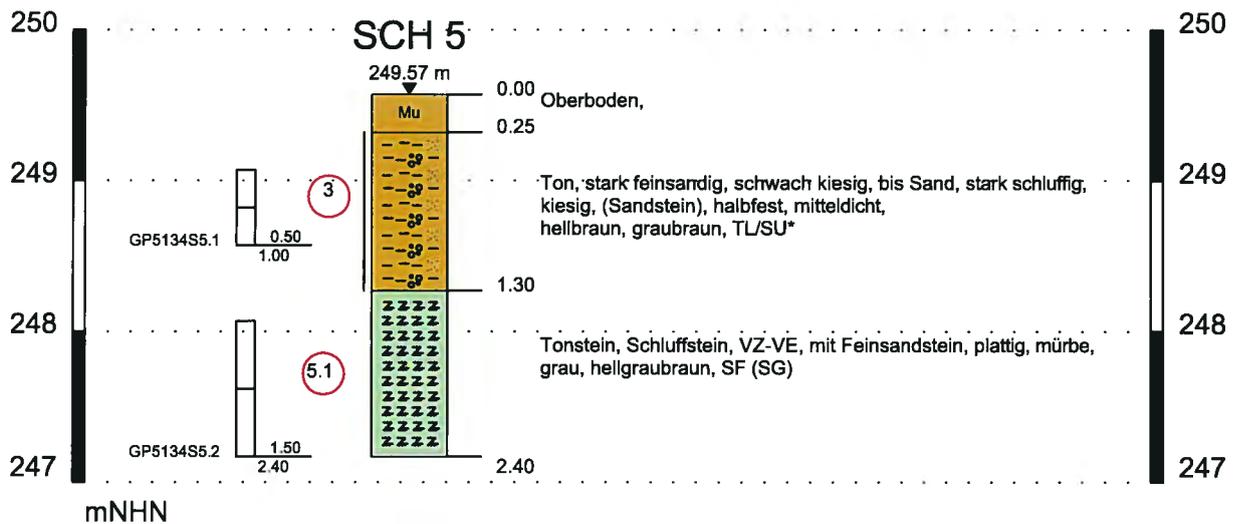
vgs		vgs INGENIEURE Dr. Köhler & Kirschstein GmbH Armstädter Straße 28 99096 Erfurt; Tel.: 0361-789 34 0 Fax: 789 34 56			
Aufschlussprofile					Projekt-Nr.
SCH 3					5134
Erfurt, Marienhöhe,					Anlage-Nr.
Versickerungsuntersuchung					2.9
Längen-Maßstab	Höhen-Maßstab	gezeichn.	geprüft	Datum	Bearbeiter
/	1:50	Na	Ki	08.01.2014	So



Zeichenerklärung



 vgs INGENIEURE Dr. Köhler & Kirschstein GmbH Amstädter Straße 28 99096 Erfurt; Tel.: 0361-789 34 0 Fax: 789 34 56					
Aufschlussprofile					Projekt-Nr.
SCH 4					5134
Erfurt, Marienhöhe,					Anlage-Nr.
Versickerungsuntersuchung					2.10
Längen-Maßstab	Höhen-Maßstab	gezeichnet	geprüft	Datum	Bearbeiter
/	1:50	Na	Ki	08.01.2014	So

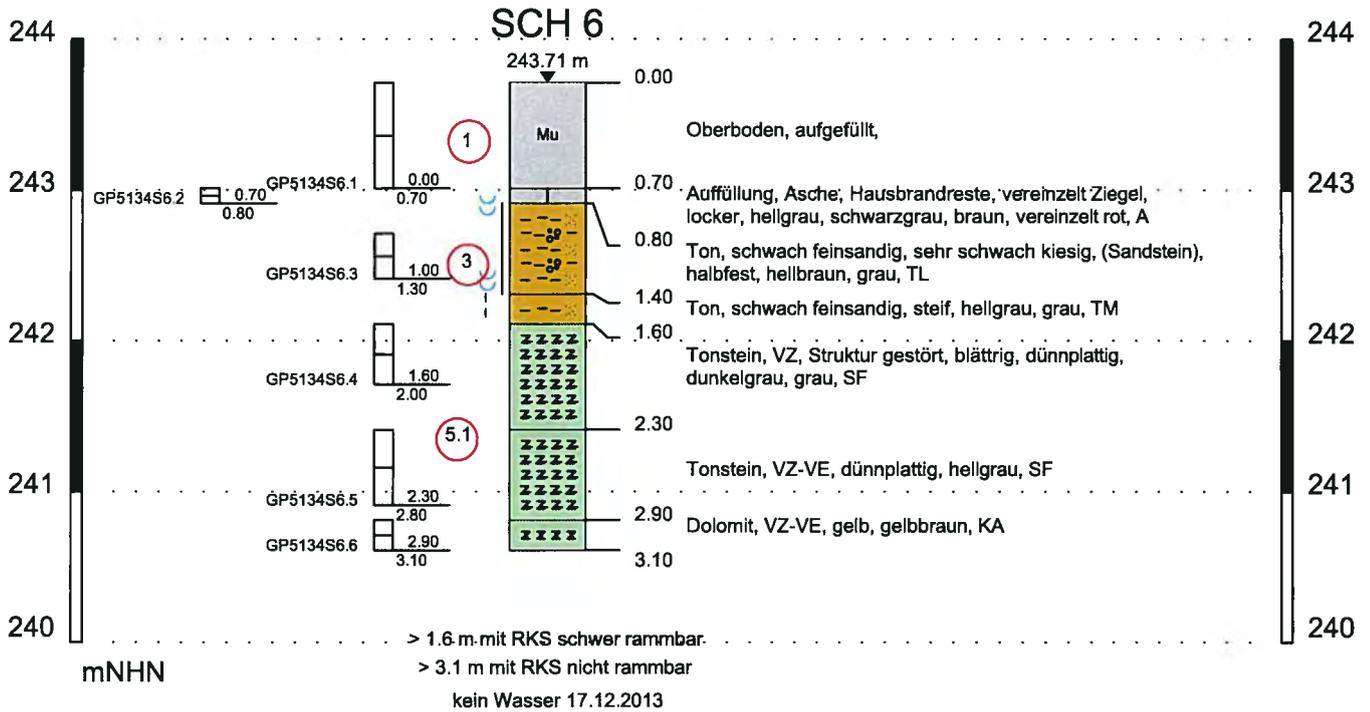


> 2.0 m mit RKS sehr schwer rammbär
> 2.4 m mit RKS nicht rammbär
kein Wasser 17.12.2013

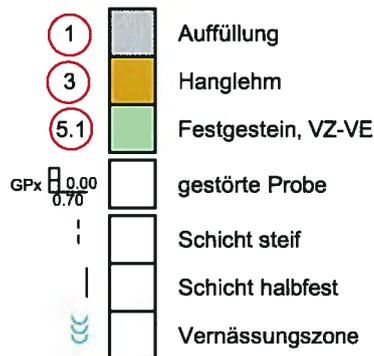
Zeichenerklärung



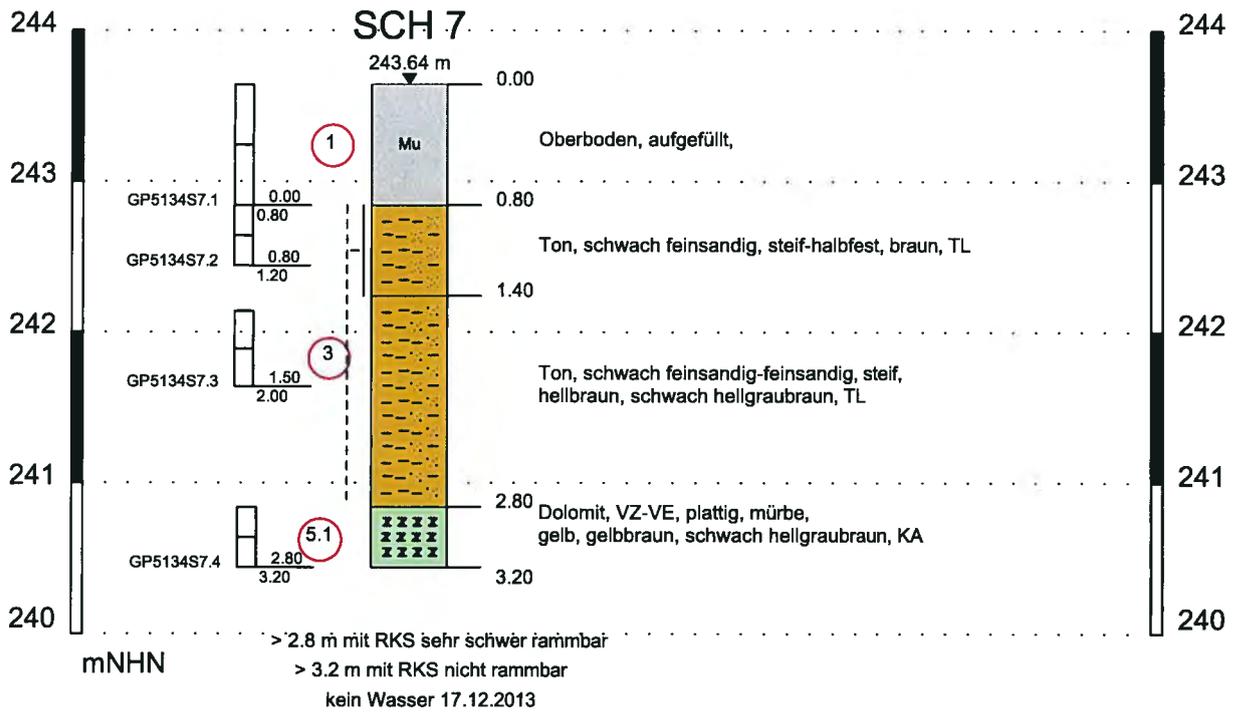
 vgs INGENIEURE Dr. Köhler & Kirschstein GmbH Amstädter Straße 28 99096 Erfurt; Tel.: 0361-789 34 0 Fax: 789 34 56					
Aufschlussprofile SCH 5					Projekt-Nr. 5134
Erfurt, Marienhöhe, Versickerungsuntersuchung					Anlage-Nr. 2.11
Längen-Maßstab	Höhen-Maßstab	gezeichnet	geprüft	Datum	Bearbeiter
/	1:50	Na	Ki	08.01.2014	So



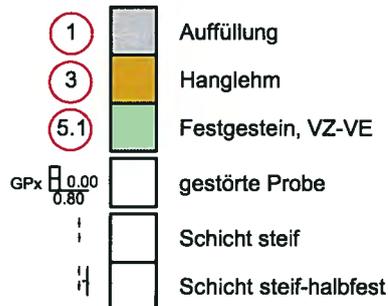
Zeichenerklärung



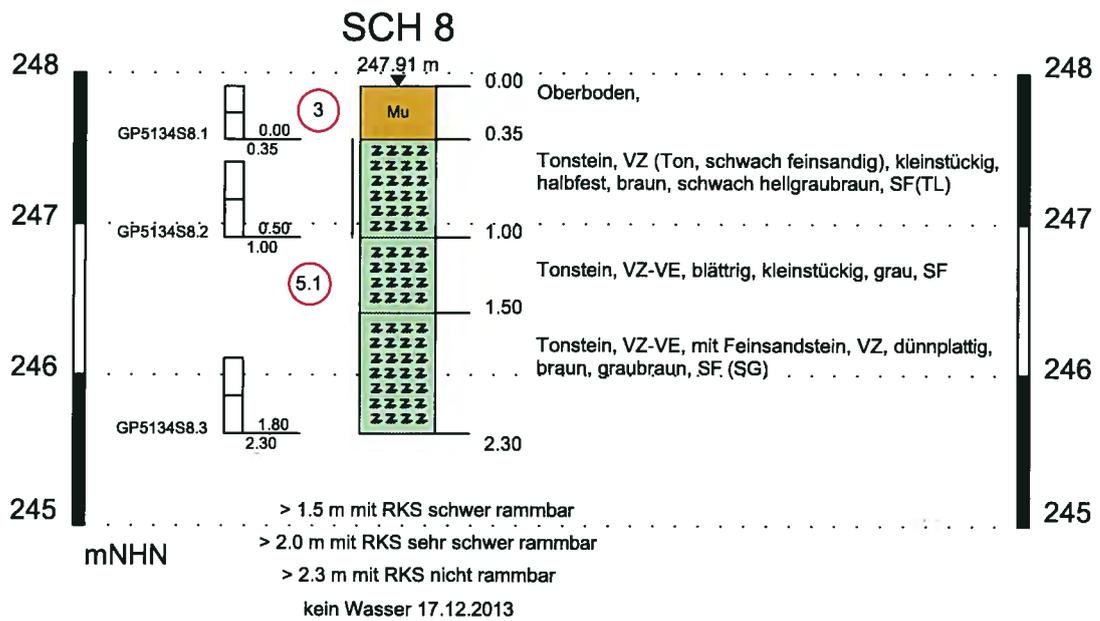
<div style="display: inline-block; vertical-align: middle; margin-left: 10px;"> <p>vgs INGENIEURE Dr. Köhler & Kirschstein GmbH Amstädter Straße 28 99096 Erfurt; Tel.: 0361-789 34 0 Fax: 789 34 56</p> </div>					
Aufschlussprofile					Projekt-Nr.
SCH 6					5134
Erfurt, Marienhöhe,					Anlage-Nr.
Versickerungsuntersuchung					2.12
Längen-Maßstab	Höhen-Maßstab	gezeichnet	geprüft	Datum	Bearbeiter
/	1:50	Na	Ki	08.01.2014	So



Zeichenerklärung



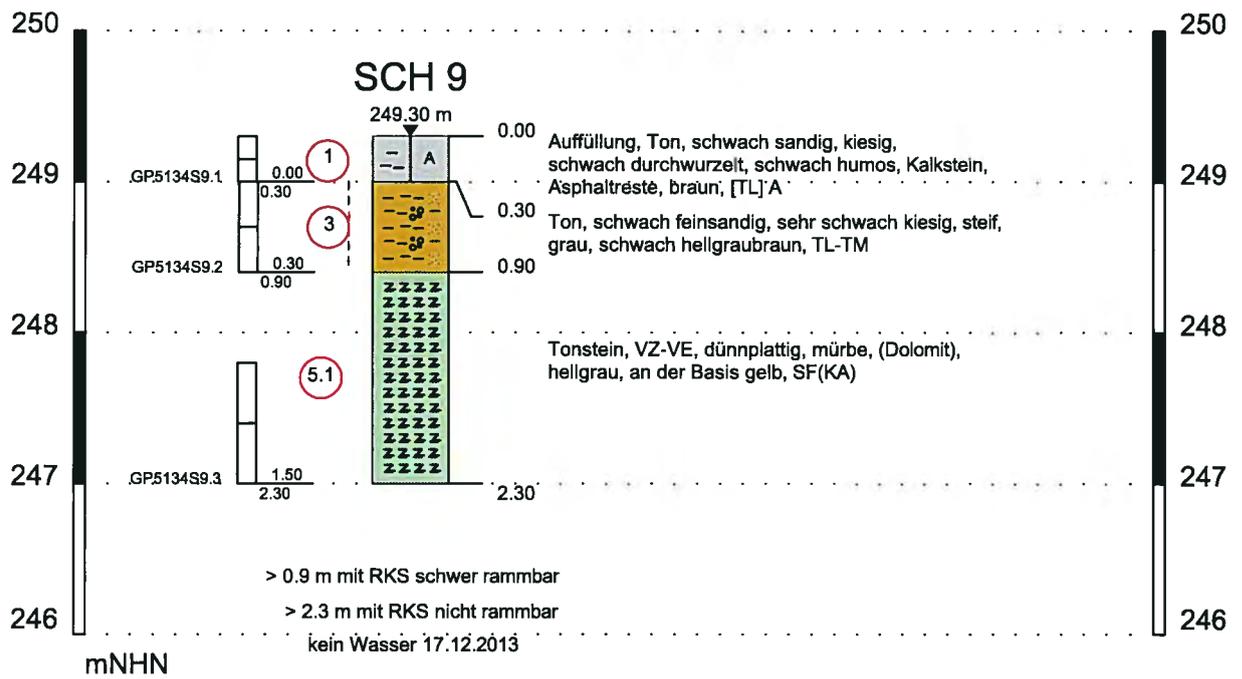
					
vgs INGENIEURE Dr. Köhler & Kirschstein GmbH Amstädter Straße 28 99096 Erfurt; Tel.: 0361-789 34 0 Fax: 789 34 56					
Aufschlussprofile SCH 7					Projekt-Nr. 5134
Erfurt, Marienhöhe, Versickerungsuntersuchung					Anlage-Nr. 2.13
Längen-Maßstab	Höhen-Maßstab	gezeichnet	geprüft	Datum	Bearbeiter
/	1:50	Na	Ki	08.01.2014	So



Zeichenerklärung



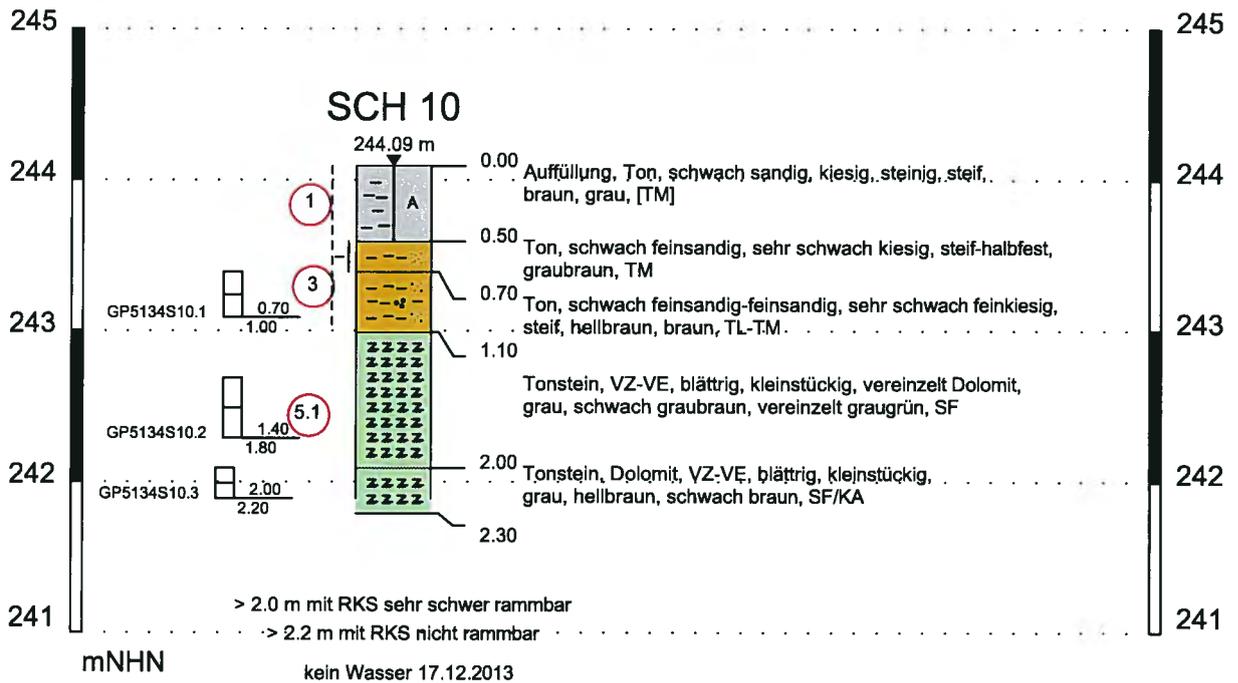
vgs INGENIEURE Dr. Köhler & Kirschstein GmbH Armstädter Straße 28 99096 Erfurt; Tel.: 0361-789 34 0 Fax: 789 34 56					
Aufschlussprofile					Projekt-Nr.
SCH 8					5134
Erfurt, Marienhöhe,					Anlage-Nr.
Versickerungsuntersuchung					2.14
Längen-Maßstab	Höhen-Maßstab	gezeichnet	geprüft	Datum	Bearbeiter
/	1:50	Na	Ki	08.01.2014	So



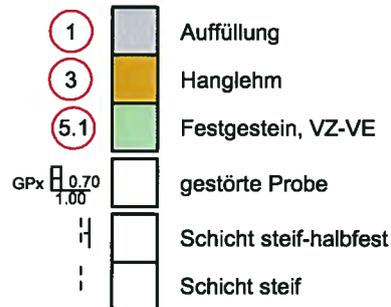
Zeichenerklärung



					
vgs INGENIEURE Dr. Köhler & Kirschstein GmbH Amstädter Straße 28 99096 Erfurt; Tel.: 0361-789 34 0 Fax: 789 34 56					
Aufschlussprofile					Projekt-Nr.
SCH 9					5134
Erfurt, Marienhöhe,					Anlage-Nr.
Versickerungsuntersuchung					2.15
Längen-Maßstab	Höhen-Maßstab	gezeichnet	geprüft	Datum	Bearbeiter
/	1:50	Na	Ki	08.01.2014	So



Zeichenerklärung



vgs INGENIEURE Dr. Köhler & Kirschstein GmbH Amstädter Straße 28 99096 Erfurt; Tel.: 0361-789 34 0 Fax: 789 34 56					
Aufschlussprofile					Projekt-Nr.
SCH 10					5134
Erfurt, Marienhöhe,					Anlage-Nr.
Versickerungsuntersuchung					2.16
Längen-Maßstab	Höhen-Maßstab	gezeichnet	geprüft	Datum	Bearbeiter
/	1:50	Na	Ki	08.01.2014	So

Projekt-Nr.: 5134		Anlage: 3, Blatt 6							
Projekt-Bez.: Versickerungsuntersuchung Marienhöhe, Erfurt									
Sohlbreite		0,22							
Sohllänge		Bu [m] 0,20							
Kopfbreite		Ao [m] 0,24							
Kopflänge		Bo [m] 0,22							
Tiefe		T [m uGOK] 1,70							
Sicherheitsbeiwert		η [-] 1							
Versickerung im Schurf									
		Schurf-Nr.: 3							
		Versuch: 2							
		Schurfsohle und Schurfwände							
		Bemessungsgrundwasserspiegel: 25,00 [m uGOK]							
		Homogenschicht: 5.1							
Zeit T	Zeitänderung dT	Wasserspiegel Hi	Spiegeländerung dH	Wassertiefe Z	Spiegelbreite Az	Spiegellänge Bz	Sickerfläche AS	Filtergeschwindigkeit v _f	Wasserdurchlässigkeitbeiwert k _f
[h : min : s]	[s]	[muGOK]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m ²]	[m/s]	[m/s]
18.12.2013 12:10:00		1,450	0,000	0,250	0,223	0,203	0,255		
18.12.2013 12:11:00	60	1,462	0,012	0,238	0,223	0,203	0,245	3,685E-05	3,67E-05
18.12.2013 12:12:00	60	1,468	0,006	0,232	0,223	0,203	0,240	1,880E-05	1,87E-05
18.12.2013 12:13:00	60	1,470	0,002	0,230	0,223	0,203	0,238	6,311E-06	6,28E-06
18.12.2013 12:15:00	120	1,475	0,005	0,225	0,223	0,203	0,234	8,027E-06	7,99E-06
18.12.2013 12:20:00	300	1,491	0,016	0,209	0,222	0,202	0,221	1,089E-05	1,08E-05
18.12.2013 12:25:00	300	1,502	0,011	0,198	0,222	0,202	0,211	7,808E-06	7,77E-06
18.12.2013 12:30:00	300	1,510	0,008	0,190	0,222	0,202	0,204	5,862E-06	5,84E-06
18.12.2013 12:35:00	300	1,524	0,014	0,176	0,222	0,202	0,193	1,087E-05	1,08E-05
18.12.2013 12:40:00	300	1,538	0,014	0,162	0,222	0,202	0,181	1,157E-05	1,15E-05
18.12.2013 12:45:00	300	1,546	0,008	0,154	0,222	0,202	0,174	6,864E-06	6,84E-06
18.12.2013 12:50:00	300	1,553	0,007	0,147	0,222	0,202	0,168	6,213E-06	6,19E-06
18.12.2013 12:55:00	300	1,573	0,020	0,127	0,221	0,201	0,151	1,970E-05	1,96E-05
18.12.2013 13:20:00	1500	1,600	0,027	0,100	0,221	0,201	0,128	6,246E-06	6,23E-06
18.12.2013 13:40:00	1200	1,620	0,020	0,080	0,221	0,201	0,111	6,645E-06	6,63E-06
18.12.2013 13:55:00	900	1,635	0,015	0,065	0,221	0,201	0,099	7,484E-06	7,47E-06
								Mittelwert	1,13E-05

Projekt-Nr.: 5134		Anlage: 3, Blatt 14							
Projekt-Bez.: Versickerungsuntersuchung Marienhöhe, Erfurt									
Sohlbreite		0,23							
Sohllänge		Bu [m] 0,22							
Kopfbreite		Ao [m] 0,25							
Kopflänge		Bo [m] 0,23							
Tiefe		T [m uGOK] 2,90							
Sicherheitsbeiwert		η [-] 1							
Versickerung im Schurf									
		Schurf-Nr.: 6							
		Versuch: 4							
		Schurfsohle und Schufwände							
		Bemessungsgrundwasserspiegel: 25,00 [m uGOK]							
		Homogenschicht: 5.1							
Zeit T	Zeitänderung dT	Wasserspiegel HI	Spiegeländerung dH	Wassertiefe Z	Spiegelbreite Az	Spiegellänge Bz	Sickerfläche As	Filtergeschwindigkeit v _f	Wasserdurchlässigkeit beiwert k _f
[h : min : s]	[s]	[muGOK]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m ²]	[m/s]	[m/s]
18.12.2013 13:46:00		2,695	0,000	0,205	0,231	0,221	0,236		
18.12.2013 13:46:30	30	2,713	0,018	0,187	0,231	0,221	0,219	1,396E-04	1,39E-04
18.12.2013 13:47:00	30	2,737	0,024	0,163	0,231	0,221	0,198	2,064E-04	2,06E-04
18.12.2013 13:47:30	30	2,747	0,010	0,153	0,231	0,221	0,189	9,008E-05	8,98E-05
18.12.2013 13:48:00	30	2,774	0,027	0,126	0,231	0,220	0,164	2,790E-04	2,78E-04
18.12.2013 13:48:30	30	2,788	0,014	0,112	0,231	0,220	0,152	1,566E-04	1,56E-04
18.12.2013 13:49:00	30	2,802	0,014	0,098	0,231	0,220	0,139	1,708E-04	1,70E-04
18.12.2013 13:49:30	30	2,818	0,016	0,082	0,231	0,220	0,124	2,176E-04	2,17E-04
18.12.2013 13:50:00	30	2,829	0,011	0,071	0,230	0,220	0,115	1,625E-04	1,62E-04
18.12.2013 13:50:30	30	2,838	0,009	0,062	0,230	0,220	0,106	1,430E-04	1,43E-04
18.12.2013 13:51:00	30	2,850	0,012	0,050	0,230	0,220	0,096	2,121E-04	2,12E-04
18.12.2013 13:51:30	30	2,858	0,008	0,042	0,230	0,220	0,088	1,529E-04	1,53E-04
18.12.2013 13:52:00	30	2,864	0,006	0,036	0,230	0,220	0,083	1,221E-04	1,22E-04
18.12.2013 13:52:30	30	2,873	0,009	0,027	0,230	0,220	0,075	2,029E-04	2,03E-04
18.12.2013 13:53:00	30	2,884	0,011	0,016	0,230	0,220	0,065	2,856E-04	2,85E-04
18.12.2013 13:53:30	30	2,898	0,014	0,002	0,230	0,220	0,052	4,507E-04	4,51E-04
								Mittelwert	1,99E-04

Projekt-Nr.: 5134		Anlage: 3, Blatt 17							
Projekt-Bez.: Versickerungsuntersuchung Marienhöhe, Erfurt									
Sohlbreite		0,22							
Sohllänge	Bu [m]	0,21							
Kopfbreite	Ao [m]	0,23	Versuch: 3						
Kopflänge	Bo [m]	0,22	Schurf-Nr.: 7						
Tiefe	T [m uGOK]	1,20	Versickerung durch: Schurfsohle und Schufwände						
Sicherheitsbeiwert	η [-]	1	Bemessungsgrundwasserspiegel: 25,00 [m uGOK]						
			Homogenschicht: 3						
Zeit T	Zeitänderung dT [s]	Wasserspiegel Hi [muGOK]	Spiegeländerung dH [m]	Wassertiefe Z [m]	Spiegelbreite Az [m]	Spiegellänge Bz [m]	Sickerfläche As [m²]	Filtergeschwindigkeit v _f [m/s]	Wasserdurchlässigkeitskoeffizient k _r [m/s]
18.12.2013 13:01:00		0,810	0,000	0,390	0,223	0,213	0,384		
18.12.2013 13:02:00	60	0,844	0,034	0,356	0,223	0,213	0,354	7,591E-05	7,53E-05
18.12.2013 13:03:00	60	0,872	0,028	0,328	0,223	0,213	0,330	6,699E-05	6,66E-05
18.12.2013 13:04:00	60	0,902	0,030	0,298	0,222	0,212	0,304	7,776E-05	7,73E-05
18.12.2013 13:05:00	60	0,922	0,020	0,278	0,222	0,212	0,287	5,490E-05	5,46E-05
18.12.2013 13:06:00	60	0,944	0,022	0,256	0,222	0,212	0,267	6,460E-05	6,42E-05
18.12.2013 13:07:00	60	0,960	0,016	0,240	0,222	0,212	0,254	4,950E-05	4,92E-05
18.12.2013 13:08:00	60	0,978	0,018	0,222	0,222	0,212	0,238	5,926E-05	5,90E-05
18.12.2013 13:09:00	60	0,990	0,012	0,210	0,222	0,212	0,228	4,127E-05	4,11E-05
18.12.2013 13:10:00	60	1,002	0,012	0,198	0,222	0,212	0,217	4,321E-05	4,30E-05
18.12.2013 13:11:00	60	1,012	0,010	0,188	0,222	0,212	0,208	3,748E-05	3,73E-05
18.12.2013 13:15:00	240	1,054	0,042	0,146	0,221	0,211	0,172	4,751E-05	4,73E-05
18.12.2013 13:21:00	360	1,082	0,028	0,118	0,221	0,211	0,148	2,452E-05	2,44E-05
18.12.2013 13:26:00	300	1,103	0,021	0,097	0,221	0,211	0,130	2,511E-05	2,51E-05
18.12.2013 13:31:00	300	1,125	0,022	0,075	0,221	0,211	0,111	3,076E-05	3,07E-05
18.12.2013 13:36:00	300	1,137	0,012	0,063	0,221	0,211	0,100	1,849E-05	1,85E-05
18.12.2013 13:41:00	300	1,158	0,021	0,042	0,220	0,210	0,082	3,940E-05	3,94E-05
								Mittelwert	4,71E-05

