

LAGO A3  
Vermögensverwaltungs GmbH  
Blumenstraße 16  
  
93055 Regensburg

Akkreditiert nach  
DIN EN ISO/IEC 17025



DAP-PL-3830.00

Die Akkreditierung gilt für die  
beurkundeten Prüfverfahren

21.01.2014

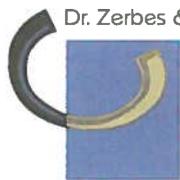
## 1. Ausfertigung

# BAUGRUNDGUTACHTEN (VORUNTERSUCHUNG)

<b>Baumaßnahme</b>	Regensburg-Irl, ehem. Südzucker-Areal, Kassetten 11 und 12
<b>Bauherr</b>	LAGO A3 Vermögensverwaltungs GmbH Blumenstraße 16 93055 Regensburg
<b>Untersuchungszweck</b>	Untersuchung und Beurteilung der Bodenverhältnisse, geotechnischer Kurzbericht (Voruntersuchung)
<b>Geotechnischer Bericht Nr.</b>	13.02.152
<b>Verteiler</b>	1. bis 3. Ausfertigung an LAGO A3

Dieser Bericht umfasst 19 Seiten und 3 Anlagen  
152\_Baugrundgutachten.DOC

O:\OWDATEN\2013\13-152\PROJEKT-AUFTRAG\14\01\13-



## INHALTSÜBERSICHT

		Seite
1	VERANLASSUNG	3
2	DIE BAUMASSNAHME	4
3	DER BAUGRUND	5
3.1	Erkundung	5
3.1.1	Geologie	5
3.1.2	Felduntersuchungen	7
3.1.3	Laborversuche	8
3.1.4	Grundwasserverhältnisse	8
3.1.5	Kontamination / Altlasten	9
3.2	Schichtaufbau und -eigenschaften	11
4.	EMPFEHLUNGEN FÜR BECKENVERFÜLLUNG UND GRÜNDUNG	16
4.1	Allgemeines zu den Sedimentationsteichen (Bodenstapelteiche)	16
4.2	Bewertung der Rübenerde als Auffüllmaterial	16
4.3	Umwelttechnische Bewertung potenzieller Auffüllmaterialien	17
4.4	Geländeauffüllung nach Ausbau der Rübenerde und setzungsempfindlicher Lehme	18
5	VERZEICHNIS DER ANLAGEN	19

## INHALTSÜBERSICHT

		Seite
1	VERANLASSUNG	3
2	DIE BAUMASSNAHME	4
3	DER BAUGRUND	5
3.1	Erkundung	5
3.1.1	Geologie	5
3.1.2	Felduntersuchungen	7
3.1.3	Laborversuche	8
3.1.4	Grundwasserverhältnisse	8
3.1.5	Kontamination / Altlasten	9
3.2	Schichtaufbau und -eigenschaften	11
4.	EMPFEHLUNGEN FÜR BECKENVERFÜLLUNG UND GRÜNDUNG	16
4.1	Allgemeines zu den Sedimentationsteichen (Bodenstapelteiche)	16
4.2	Bewertung der Rübenerde als Auffüllmaterial	16
4.3	Umwelttechnische Bewertung potenzieller Auffüllmaterialien	17
4.4	Geländeauffüllung nach Ausbau der Rübenerde und setzungsempfindlicher Lehme	18
5	VERZEICHNIS DER ANLAGEN	19

## 1 VERANLASSUNG

Die *LAGO A3 Vermögensverwaltungs GmbH* beauftragte uns am 03.05.2013 schriftlich mit Bodenuntersuchungen und einem geotechnischen Kurzbericht für ein ehemals von der Südzucker AG in Regensburg-Irl genutztes Areal („Kassetten 11 und 12“). Vorliegend handelt es sich auftragsgemäß um eine Voruntersuchung nach DIN 4020 „geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke“. Die Auftragsvergabe erfolgte auf der Grundlage unseres Angebots vom 10.04.2013.

Das Bauvorhaben wird im Vorfeld der Baugrunduntersuchung nach DIN 4020 je nach Lasten, Setzungsempfindlichkeit der Gewerbebebauung und gewählter Gründungsvariante in die geotechnische Kategorie 2-3 (mittlerer bis hoher Schwierigkeitsgrad) eingestuft.

Zur Bearbeitung standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

1. Topografische Karte M 1 : 25.000, Blatt 6938, Regensburg
2. Geologische Karte von Bayern M 1 : 25.000, Blatt 6938, Regensburg
3. Geologische Karte des Donautales 1 : 200.000, Blatt Regensburg-Passau
4. Geologisches Jahrbuch, Reihe E, Heft 25, Geologische und geophysikalische Untersuchungen im Donauquartär zwischen Ulm und Passau, Hannover 1983.
5. Grundwassergleichenkarte von Bayern 1 : 500.000.- Stand 1985; München (Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft).
6. Hydrogeologische Raumgliederung von Bayern (GLA-Fachberichte 20, 2003).
7. Lageplan des IB Decker i. M. 1 : 5000 vom 28.08.2008
8. Geotechnischer Kurzbericht (Voruntersuchung) unseres Institutes Nr. 09.08.044 vom 26.03.2009
9. Baugrundgutachten zur Gründung der Halle Teiche 8 und 9 unseres Institutes Nr. 12.02.131 vom 23.07.2012
10. Fremdüberwachungsbericht Nr. 12.33.191 vom 10.09.2012 zur Verfüllung der Teiche 8 und 9

Auf der Grundlage unseres Angebotes vom 10.04.2013 wurden nach den örtlichen Gegebenheiten 6 Rammkernbohrungen DN 80/60 abgeteuft. Ergänzend wurden in den Kassetten 8 Baggerschurfen ausgeführt.

Mit den Felduntersuchungen wurde bereits im Mai 2013 begonnen.

Wegen naturschutzrechtlicher Belange (Brutperiode seltener Vögel) konnten die Baugrundaufschlüsse erst im Oktober 2013 abgeschlossen werden.

## 2 DIE BAUMASSNAHME

Das Baugelände liegt westlich von Irl, ca. 200 m nördlich der BAB A 3 an der Kremser Straße.

Auf dem Gelände befinden sich „Kassetten“ (Schlammstapelteiche) der Südzucker AG, die im Zuge der Erschließungsmaßnahmen des Gewerbegebietes sukzessive verfüllt und bebaut werden sollen.

In 2012 wurde im Westen mit der Erschließung des Geländes begonnen. Im Zuge dieser Maßnahme wurden die Sedimente der Sedimentationsteiche 8 und 9 abgetragen, die Teiche verfüllt und mit einer Logistic – Halle überbaut.

Aus dieser Baumaßnahme, die von uns geotechnisch begleitet wurde, liegen daher geotechnische und grundbautechnische Erfahrungswerte vor.

Konkrete Pläne zur geplanten Bebauung lagen uns zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung noch nicht vor.

Der nächst gelegene Vorfluter ist der Aubach, der mit einem minimalen Abstand von ca 100 m südlich des Geländes verläuft, der Hauptvorfluter Donau fließt ca. 1,5 km nördlich des Untersuchungsgebietes.

Die Lage des Untersuchungsgebietes und der Aufschlusspunkte können den Anlagen 1 entnommen werden.

## 3 DER BAUGRUND

### 3.1 Erkundung

#### 3.1.1 Geologie

Einen Überblick über die Geologie des Untersuchungsgebietes geben die Geologische Karte des Donautales 1 : 200.000, Blatt Regensburg – Passau, sowie die Geologische Karte von Bayern 1 : 25.000, Blatt 6839 Regensburg. Ergänzende Informationen gehen auch aus dem Geologischen Jahrbuch, Heft 25 (Geologische und geophysikalische Untersuchungen im Donauquartär zwischen Ulm und Passau) hervor.

Das Untersuchungsgelände liegt im Verbreitungsgebiet quartärer (pleistozäner) Niederterrassensedimente der Donau, nach Norden schließen sich jüngere Sedimente der Talau der Donau an.

Die Niederterrassenablagerungen bestehen als Fluss-Sedimente allgemein aus einer Wechsellagerung von sandigen Kiesen und kiesigen oder schluffigen Sanden, in denen auch Schluffe und Tone aus Stillwässern und Altarmen vorkommen können. Organische Tone und Torf wurden in den Erkundungsbohrungen nicht angetroffen, nach der geologischen Entstehungsgeschichte ist das Vorkommen solcher Bildungen jedoch nicht ausgeschlossen. Die einzelnen Schichten können sich aufgrund ihrer Bildungsbedingungen sowohl in vertikaler als auch in horizontaler Erstreckung kleinräumig abwechseln, so dass die Mächtigkeit stark schwankt. Die quartäre Niederterrasse wird von (meist geringmächtigen) Decklehmen überlagert.

Im Untergrund unterhalb der quartären Donausedimente folgen im Allgemeinen Reste der nach Norden zur Donau hin ausdünnenden Sedimente der tertiären Süddeutschen Molasse. Hierbei handelt es sich generell ebenfalls um Tone, Sande, Kiese und Schluffe, die als Ablagerungen älterer Flusssysteme ebenfalls in gegenseitiger Wechsellagerung vorkommen und in der Mächtigkeit der einzelnen Schichtglieder großen Schwankungen unterworfen sein können. Das Tertiär ist jedoch nur noch in schleier- oder rinnenförmiger Verbreitung (z.B. auch Rinnen des sog. Braunkohletertiärs) vorhanden und kann daher auch vollständig fehlen.

Beim Fehlen der tertiären Ablagerungen folgen unterhalb der quartären Terrassensedimente Gesteine der Kreide. Hierbei handelt es sich vorwiegend um Sandsteine, kalkige Sandsteine, Sandkalke, z.T. auch um Kalksteine und Mergelsteine. Die Gesteine der Kreidezeit weisen eine reliefartige Oberfläche auf, d.h. der feste Fels steht nicht überall in gleicher Tiefe unter GOK an. Je

nach Ausbildung kann der Fels in dünnbankigen Lagen oder in kompakterer Ausbildung vorliegen und unterschiedlich stark verwittert (Sand) und geklüftet sein.

Unterhalb der Gesteine der Kreide folgen verkarstete Karbonatgesteine (Kalke, Dolomite) des Malms (Jura).

Die Donau folgt in Regensburg dem markanten und bedeutenden Störungssystem des Donaurandbruches, an dem die moldanubischen Gesteine des Bayerischen Waldes z.T. um mehrere 100 m gegen die Karbonatgesteine des Jura und die überlagernden Sedimente der Kriede und z.T. der Molasse versetzt wurden. Das Untersuchungsgebiet liegt in etwa im Kreuzungsbereich des Donaurandbruches zur etwa N-S-orientierten Störungszone der sog. Keilberg-Störung. Der Donaurandbruch und auch die Keilberg-Störung stellen dabei ein Störungssystem dar, an dem die Bewegung nicht allein an einer konkreten Störung, sondern staffelartig an einer Störungsschar stattfand. Im Wirkungsbereich des Donaurandbruches und der Keilberg-Störung, in dem auch das Untersuchungsgebiet liegt, können die genannten Gesteine gegeneinander verschoben und verdreht sowie in ihrer ursprünglichen Gesteinslagerung verändert und entfestigt sein.

Einen Überblick über die Hydrologie geben die Grundwassergleichenkarte von Bayern 1 : 500.000 (1985) sowie die Hydrogeologischen Raumgliederung von Bayern (GLA-Fachbericht 20, 2003).

Danach liegt das Baugebiet in der Grundwasserlandschaft quartärer Flusstalfüllungen. Die Grundwasserverhältnisse werden durch das Abflussgeschehen innerhalb der quartären Sedimente zum überregional wirksamen Vorfluter, der Donau, bestimmt, lokal kann eine Überprägung durch kleinere Gräben (z.B. Aubach und Aufragen) erfolgen. Die Grundwasserfließrichtung ist in nordöstlicher Richtung (zur Donau hin) anzunehmen. Die Lage des geplanten Gewerbegebietes zu lokalen Vorflutern und zur Donau geht aus dem Übersichtslageplan in Anlage 1.1 hervor. Angaben zu den angetroffenen Grundwasserverhältnissen werden in Kap. 3.1.4 gemacht.

Die fluvioglazialen Terrassensedimente sind aufgrund der sedimentologischen Dominanz von Kiesen und Sanden im Allgemeinen ein guter Grundwasserleiter. Das Wasser innerhalb der quartären Kiese bildet das 1. GW-Stockwerk. Gemäß dem GLA-Fachbericht zur Hydrogeologischen Raumgliederung von Bayern bilden die quartären Flusstalfüllungen einen Poren-Grundwasserleiter mit einem karbonatischen bis silikatischen Gesteinschemismus. Im Mittel kann innerhalb der gut durchlässigen Kiese und Sande von einer Durchlässigkeit in der Größenordnung von  $k_f = 5 \times 10^{-3}$  bis  $5 \times 10^{-5}$  m/s ausgegangen, in schluffigen Bereichen ist die Durchlässigkeit entsprechend geringer.

Darunter sind bei ausreichender Mächtigkeit entsprechender Sedimente jeweils GW-Stockwerke in den Tertiärsedimenten, v.a. aber innerhalb von Kreidesedimenten zu erwarten. Die Durchlässigkeit ist hier abhängig von der Gesteinsverwitterung und -beschaffenheit (Klüftigkeit), so dass ein einheitlicher  $k_f$ -Wert nicht angegeben werden kann. Bei den Gesteinen der Kreide handelt es sich je

nach Verwitterungs- und Zersetzungsgrad sowie Gesteinsausbildung um Poren- bzw. Poren-Kluft-Grundwasserleiter. Die zwischen Quartär- und Kreidesedimenten eingeschalteten Tertiärsedimente bilden (soweit überhaupt vorhanden) nur theoretisch einen eigenen GW-Leiter, da aufgrund der Sedimentausbildung (v.a. Tone des Braunkohletertiärs) innerhalb eventuell vorhandener Tertiärsedimente eher wenig durchlässige bis undurchlässige Verhältnisse vorherrschen.

### 3.1.2 Felduntersuchungen

Die Rammkernbohrungen RKB II.1 – RKB II.6 wurden von den Dämmen der Feldwege aus durchgeführt.

Da das Baugelände im Bereich der Kassetten 11 und 12 wegen deren geringen Tragfähigkeit nicht befahrbar war, mussten die Baggerschurfen (Nr. 7 –14) ebenfalls von den Dämmen der Feldwege aus niedergebracht werden.

Die bereits im Jahr 2009 durchgeführten Kleinbohrungen sind mit I.ff bezeichnet (s. Lageplan in Anlage 1.2 und Anlage 3.1-3.3).

Anzahl	Art der Bodenaufschlüsse	max. Tiefe [m]	Ergebnisse
6	Rammkernbohrungen DN 80 <sup>1)</sup> (RKB)	8,0	Anlage 2.1-2.6
8	Baggerschurfen	5,2	Anlage 2.7-2.14

<sup>1)</sup> (bei Bohraussendurchmesser DN 80 nach EN ISO 22745-1-B-CS 80 und bei Bohraussendurchmesser kleiner DN 80 nach EN ISO 22475-1-SDB 40)

Bei den (Klein-) Bohrungen im Rammkernbohrverfahren wird der Untergrund schichtweise aufgeschlossen. Dabei wurden gestörte Proben gewonnen. Die Proben weisen nach DIN 22475-1 je nach Bohrdurchmesser und Bodenart die Entnahmekategorie A und die Güteklassen 2 (in bindigen Böden) bis Entnahmekategorie C und Güteklasse 5 (in den steinigen Kiesen) auf. Es wurden insgesamt 6 gestörte Proben entnommen die bis zum 30.09.2014 in unserem Institut aufbewahrt werden.

Die Lage der Aufschlusspunkte ist den Anlagen 1 zu entnehmen. Die Aufschlusspunkte wurden durch unser Institut nach Lage und Höhe eingemessen.

### 3.1.3 Laborversuche

Die bei den Aufschlussarbeiten angetroffenen Bodenschichten konnten den Bodengruppen der DIN 18 196 mittels augenscheinlicher Bodenansprache (im Rahmen der vorliegend durchgeführten Voruntersuchung) ausreichend genau zugeordnet werden.

### 3.1.4 Grundwasserverhältnisse

Bei den Felduntersuchungen wurde während der Aufschlussarbeiten in folgender Tiefe der Wasserspiegel eingemessen:

Aufschluss-Nr.	Wasserstand angebohrt [m unter GOK]	Wasserstand angebohrt [mNN]	Ruhewasserstand [mNN]
RKB 1	4,9	330,5	330,5
RKB 2	2,4	333,0	333,0
RKB 3	3,9	330,9	330,9
RKB 4	4,1	330,7	330,7
RKB 5	4,2	330,8	330,8
RKB 6	5,1	330,1	330,1
Sch 7	4,7	329,1	329,1
Sch 8	4,9	328,3	328,3
Sch 9	-	-	-
Sch 10	3,8	329,4	329,4
Sch 11	4,4	328,8	328,8
Sch 12	-	-	-
Sch 13	4,4	329,6	329,6
Sch 14	4,6	329,7	329,7

Am 26.08.2013 erfolgte eine Stichtagsmessung der bestehenden Südzuckerpegel (SZ) auf dem Areal. Dabei wurde in folgende Tiefen der Wasserspiegel eingemessen:

<b>Aufschluss- Nr.</b>	<b>Wasserstand [m unter POK]</b>	<b>RuheWasserstand [mNN]</b>
SZ 1	3,47	331,1
SZ 2	4,88	328,9
SZ 5	3,20	329,7
SZ 6	2,81	329,6
SZ 7	2,24	331,7
SZ 8	4,01	329,3
SZ 9	5,22	329,5
SZ 9a	5,54	329,0

Unabhängig vom zusammenhängenden Grundwasser ist auf den Schluffen insbesondere nach Niederschlagsereignissen mit Schichtenwasser zu rechnen.

Der höchste Grundwasserstand darf im südlichen Hallenbereich nach Vorgab des WWA Regensburg mit 332,0 mNN angenommen werden. Bzgl. der hydrogeologischen Verhältnisse verweisen wir auf unseren hydrogeologischen Bericht Nr. 09.41.105 vom 29.04.2009.

### 3.1.5 Kontamination / Altlasten

Bei der augenscheinlichen Beurteilung der bei den Felduntersuchungen angetroffenen Bodenschichten wurden keine organoleptischen Besonderheiten oder Anzeichen für eine schädliche Kontamination des Untergrundes festgestellt.

Einzelne Teilflächen sind nach Auskunft des Umweltamtes der Stadt Regensburg im Bayerischen Altlastenkataster als Verdachtsfläche erfasst und im Lageplan dargestellt.

Eine Altlastenuntersuchung ist nicht Bestandteil des vorliegend beauftragten ersten Erkundungsschrittes.

Die Verdachtsmomente bestehen im Wesentlichen aus der ehemaligen Nutzung als Kies / Sandgruben und der späteren Verfüllung mit Rübenerde bzw. der „Wilden Verfüllung“ mit Ablagerungen unbekannter Herkunft und Zusammensetzung.

Weitere Verdachtsmomente ergaben sich gemäß Schreiben der Stadt Regensburg aus der Verfüllung von Bombenkratern. In diesem Zusammenhang wird auch auf die Problematik der Kriegsaltlasten hingewiesen, vor Bebauung des Geländes ist eine Freigabe durch eine zugelassene Fachfirma erforderlich.

### 3.2 Schichtaufbau und -eigenschaften

Nachstehend sind die Bodengruppen und –klassen detailliert beschrieben:

- Schicht 1: Mutterboden (aufgefüllt)
- Schichtpaket 2: Auffüllungen
- Schicht 2a: nicht bindige Auffüllungen (Kies und Sand)
- Schicht 2b: bindige Auffüllungen
- Schichtpaket: 3 Quartär
- Schicht 3a: quartärer Schluff
- Schicht 3b: quartärer Kies
- Schicht 4: kreidezeitlicher Sandstein

#### Schicht 1: Mutterboden

Mutterboden wurde nur in den Bohrungen RKB II.1, RKB II.5 und RKB II.6 in Mächtigkeiten 0, m angetroffen.

Folgende Tabelle enthält die wesentlichen Eigenschaften der Mutterböden:

Schicht 1 / Mutterboden	Beurteilung
Erkundete Schichtmächtigkeiten	i. M. 0,4m
Boden- und Felsklassen (DIN 18300)	Bodenklasse 1 (Oberboden)
Bodengruppen (DIN 18196)	überwiegend OU (Schluffe mit organischen Beimengungen)
Lagerungsdichte / Konsistenz	meist weich, stark witterungsabhängig
Scherfestigkeit (DIN 18196)	(sehr) gering
Verdichtungsfähigkeit (DIN 18196)	schlecht
Zusammendrückbarkeit (DIN 18196)	muß ausgetauscht werden
Durchlässigkeitsbeiwert k (DIN 18130)	OU $k_f = 1 \cdot 10^{-6} \text{ m/s bis } 1 \cdot 10^{-9} \text{ m/s}$ [schwach bis sehr schwach durchlässig]
Witterungs- und Erosionsempfindlichkeit (DIN 18196) Frostempfindlichkeitsklasse (ZTVE-StB 09)	sehr groß bzw. F3 (sehr frostempfindlich)

Tabelle 1: Tabellarische Beurteilung der Mutterböden

## Schichtpaket 2: Auffüllungen

### Schicht 2a: nicht bindige Auffüllungen

Nicht bindige Auffüllungen wurden bei den Bohrungen RKB II.1 bis RKB II.6 in Form von z.T. (stark) schluffigen Kiesen und Sanden mit wechselndem Steinanteil angetroffen, z. T. mit Ziegelresten vermengt, auch Blöcke können nicht vollständig ausgeschlossen werden.

Folgende Tabelle enthält die wesentlichen Eigenschaften der nicht bindigen Auffüllungen:

Schicht 2a/ nicht bindige Auffüllungen Kies und Sand	Beurteilung
Erkundete Schichtmächtigkeiten	bis 4,1 m u. GOK in RKB II.1
Boden- und Felsklassen (DIN 18300)	überwiegend 3 -4 (5-6), je nach Steinanteil bzw. Vorhandensein von Blöcken
Bodengruppen (DIN 18196)	[GW, GI, GU, SW, SI, SU], A
Lagerungsdichte / Konsistenz	überwiegend mitteldicht
Scherfestigkeit (DIN 18196)	groß
Verdichtungsfähigkeit (DIN 18196)	mittel bis sehr gut
Zusammendrückbarkeit (DIN 18196)	mittel bis gering
Durchlässigkeitsbeiwert k (DIN 18130)	$k_f = 1 \cdot 10^{-4}$ m/s bis $1 \cdot 10^{-6}$ m/s [durchlässig bis]
Witterungs- und Erosionsempfindlichkeit (DIN 18196) Frostempfindlichkeitsklasse (ZTVE-StB 09)	vernachlässigbar klein, untergeordnet groß bis mittel; überwiegend F1 (nicht frostempfindlich) bis untergeordnet F2 (gering bis mittel frostempfindlich)

Tabelle 2: Tabellarische Beurteilung der nicht bindigen Auffüllungen

### Schicht 2b: bindige Auffüllungen

Bindige Auffüllungen im Wegebereich wurden in den Bohrungen RKB II.2, RKB II.3, RKB II.4 und RKB II.6 bis in Tiefen von 6,4 m (RKB II.2) m unter GOK angetroffen. Sie bestehen aus sandigem, teils schwach kiesigem, schwach steinigem Schluff, untergeordnet mit Ziegelresten.

Folgende Tabelle enthält die wesentlichen Eigenschaften der bindigen Auffüllungen.

Schicht 2b/ bindige Auffüllungen	Beurteilung
Erkundete Schichtmächtigkeiten	in RKB II.2 bis 6,4 m unter GOK
Boden- und Felsklassen (DIN 18300)	Bodenklasse 4, lokal bei ausgeprägt plastischem Verhalten Klasse 5 möglich, breiige Böden Klasse 2
Bodengruppen (DIN 18196)	überwiegend [SU*, UL, UM, TL, TM], A
Lagerungsdichte / Konsistenz	weich bis steif
Scherfestigkeit (DIN 18196)	mittel und gering
Verdichtungsfähigkeit (DIN 18196)	schlecht bis mittel
Zusammendrückbarkeit (DIN 18196)	groß bis mittel

Schicht 2b/ bindige Auffüllungen	Beurteilung
Durchlässigkeitsbeiwert k (DIN 18130)	$k_f \leq 1 \cdot 10^{-7}$ m/s (schwach durchlässig)
Witterungs- und Erosionsempfindlichkeit (DIN 18196) Frostempfindlichkeitsklasse (ZTVE-StB 09)	sehr groß bis mittel, überwiegend F3 (sehr frostempfindlich)

Tabelle 3: Tabellarische Beurteilung der bindigen Auffüllungen

### Schicht 2c: bindige Auffüllungen (aufgefüllte Rübenerde)

Aufgefüllte Rübenerde wurde in allen Baggerschurfen in Form von (stark) feinsandigem Schluff bis in Tiefen von max. 4,8 m unter GOK in Sch 8 (328,35 mNN) angetroffen.

Folgende Tabelle enthält die wesentlichen Eigenschaften der bindigen Auffüllungen.

Schicht 2c/ Rübenerde	Beurteilung
Erkundete Schichtmächtigkeiten	in Sch 8 bis 4,8 m unter GOK
Boden- und Felsklassen (DIN 18300)	Nach Abtrocknen Bodenklasse 4, lokal bei tonigen Bereichen Klasse 5 möglich, unter Wasser und bei Wassersättigung Klasse 2
Bodengruppen (DIN 18196)	überwiegend [SU*, UL, UM, TL, TM], A
Lagerungsdichte / Konsistenz	weich
Scherfestigkeit (DIN 18196)	gering
Verdichtungsfähigkeit (DIN 18196)	Muss ausgetauscht werden
Zusammendrückbarkeit (DIN 18196)	groß
Durchlässigkeitsbeiwert k (DIN 18130)	$k_f \leq 1 \cdot 10^{-7}$ m/s (schwach durchlässig)
Witterungs- und Erosionsempfindlichkeit (DIN 18196) Frostempfindlichkeitsklasse (ZTVE-StB 09)	sehr groß F3 (sehr frostempfindlich)

Tabelle 4: Tabellarische Beurteilung der Rübenerde

### Schichtpaket 3: Quartär

#### Schicht 3a: quartärer Schluff

Die Schluffe wurden bei den Bohrungen RKB II.4, RKB II.5 und RKB II.6 angetroffen. Es handelt sich um (stark) feinsandigen, z. T. organischen Schluff in weicher bis steifer Konsistenz. Eine genaue Abgrenzung quartärer Lehme zu tertiären Lehmen ist im Einzelaufschluss nur bedingt möglich und baupraktisch nicht relevant.

Folgende Tabelle enthält die wesentlichen Eigenschaften der Schluffe:

Schicht 3a / quartärer Schluff	Beurteilung
Erkundete Schichtmächtigkeiten	In RKB II.4 bis 6,1 m unter GOK (328,7 mNN)
Boden- und Felsklassen (DIN 18300)	Bodenklasse 4, lokal bei ausgeprägt plastischem Verhalten Klasse 5 möglich, breiige Böden Klasse 2
Bodengruppen (DIN 18196)	überwiegend SU*, UL, UM, TL, TM
Lagerungsdichte / Konsistenz	Weich bis steif
Scherfestigkeit (DIN 18196)	mittel und gering
Verdichtungsfähigkeit (DIN 18196)	schlecht bis mittel
Zusammendrückbarkeit (DIN 18196)	groß bis mittel
Durchlässigkeitsbeiwert $k$ (DIN 18130)	$k_f \leq 1 \cdot 10^{-7}$ m/s (schwach durchlässig)
Witterungs- und Erosionsempfindlichkeit (DIN 18196) Frostempfindlichkeitsklasse (ZTVE-StB 09)	sehr groß bis mittel, überwiegend F3 (sehr frostempfindlich)

Tabelle 5: Tabellarische Beurteilung der quartären Schluffe

#### Schicht 3b: quartärer Kies

Die quartären Kiese wurden mit Ausnahme von Sch 9 in allen Bohrungen und Schurfen angetroffen. Sie sind als (stark) sandige, z. T. steinige Kiese anzusprechen.

Generelle Eigenschaften der Sande sind in nachfolgender Tabelle zusammengestellt.

Schicht 3b / Kies	Beurteilung
Erkundete Schichtmächtigkeiten	bis Endteufe bzw. Felshorizont
Boden- und Felsklassen (DIN 18300)	Bodenklassen 3-4
Bodengruppen (DIN 18196)	überwiegend GW, GI, GU
Lagerungsdichte / Konsistenz	überwiegend mitteldicht
Scherfestigkeit (DIN 18196)	groß
Verdichtungsfähigkeit (DIN 18196)	gut bis sehr gut
Zusammendrückbarkeit (DIN 18196)	sehr gering bis gering
Durchlässigkeitsbeiwert $k$ (DIN 18130)	$k_f = 1 \cdot 10^{-3}$ m/s bis $1 \cdot 10^{-5}$ m/s [durchlässig bis

Schicht 3b / Kies	Beurteilung
	stark durchlässig]
Witterungs- und Erosionsempfindlichkeit (DIN 18196) Frostempfindlichkeitsklasse (ZTVE-StB 09)	überwiegend sehr gering bis mittel; F2 (gering bis mittel frostempfindlich) und F1 (nicht frostempfindlich)

Tabelle 6: Tabellarische Beurteilung der Kiese

#### Schicht 4: Fels (Sandstein)

Die Felsoberkante wurde bei den Bohrungen RKB II.1 bis RKB II.6 ab einem Niveau von ca. 327,5 mNN (RKB 6) angetroffen und ist reliefartig ausgeprägt. Die Felsoberkante darf nicht interpoliert werden.

Es handelt sich um nach oben hin zersetzten, grünlichen Sandstein.

Schicht 4 / Fels	Beurteilung
Erkundete Schichtmächtigkeiten	ab ca. 327,5 mNN
Boden- und Felsklassen (DIN 18300)	oberflächlich 6 (leicht lösbarer Fels), zunehmend 7 (schwer lösbarer Fels)

Tabelle 7: Tabellarische Beurteilung von Fels

Weitergehende Angaben zu den jeweiligen Böden sind den Bohrprofilen der Anlagen 2 zu entnehmen.

## 4. Empfehlungen für Beckenverfüllung und Gründung

### 4.1 Allgemeines zu den Sedimentationsteichen (Bodenstapelteiche)

Der an den Zuckerrüben nach Vorreinigung auf den Äckern anhaftende Boden wird abgewaschen und die Boden-Wassersuspension in die Sedimentationsteiche gepumpt. Das Wasser-Boden-Gemisch verteilt sich über das gesamte Becken, wobei sich gröbere Kornfraktionen nahe der Einleitungsstelle und die feinkörnigen Böden überwiegend in den mittleren Beckenregionen absetzen. Zur Begrenzung des Stickstoffgehaltes können die Böden teilweise mit Gräsern bepflanzt werden.

Nach der Sedimentation wird das Wasser abgepumpt. Nach einer Sedimentationszeit von mehreren Jahren und Schichtdicken von etwa 0,5 m bis 1,5 m ist der Wassergehalt soweit reduziert, dass die Rübenerde stichfest und transportfähig ist. In diesem Zustand wird die Rübenerde wieder in begrenzter Schichtstärke auf die Felder ausgebracht.

Gemäß mündlicher Auskunft der Südzucker AG (Frau Dr. Röger) vom 11.03.2009 wurde nach Beendigung der Nutzung ehemaliger Becken bereits eine Rekultivierung durchgeführt. Die Dämme der Zufahrtsstraßen zu den Kassetten wurden in die mit Rübenerde (teilgefüllten) Becken geschoben. Bei einem Vor-Kopf- Einbau konnte das Planum jeweils mit Raupen befahren werden. Nach der Planie ergab sich ein Geländeniveau von etwa 1 m unter Oberkante der ursprünglichen Zufahrtsstraßen. Die rekultivierten Flächen werden derzeit landwirtschaftlich genutzt.

### 4.2 Bewertung der Rübenerde als Auffüllmaterial

Die vorliegende Bewertung erfolgt auf Grundlage der Veröffentlichung von D. Salden „Untersuchungen zur Verwendbarkeit von Rübenerde als Baustoff für Dichtungsschichten sowie für Dämme und Deiche“.

Die Rübenerde ist im abgetrockneten (stichfestem) Zustand als Schüttmaterial für untergeordnete Flächen (z. B. Geländemodellierung, Lärmschutzwälle) geeignet.

Bezüglich der Bodengruppen und bodenmechanischen Eigenschaften verweisen wir auf Kap. 3.2/ Schicht 2c.

Je nach Einbauort und Überbauung wird bei Geländeauffüllungen ein Verdichtungsgrad von  $D_{Pr} \geq 95$  bis  $\geq 100$  % erforderlich.

Da die Rübenerde teilweise zu nass ist, muss diese „gelüftet“ oder durch die Zugabe von Bindemittel (Weißfeinkalk und ggf. Zement) stabilisiert werden.

Im Wesentlichen gelten für den Einbau folgende bautechnische Materialanforderungen, die Anforderungen bei einem Einbau als Sorptionsschicht müssen noch mit dem Wasserwirtschaftsamt Regensburg abgestimmt werden:

Aufgrund des feinkörnigen Materials mit einem hohen Anteil von Tonmineralien, die große Adsorptionsflächen bieten, und dem daraus resultierenden Retenzionspotenzial für Schadstoffe, erscheint die Rübenerde grundsätzlich als Sorptionsschicht im Sinne der ZTV wwG geeignet.

<b>Anforderungen an Rübenerde als Auffüllmaterial</b>	
Gehalt an organischen Bestandteilen	<3 Gew-%
Fließgrenze $w_L$	$\leq 80$ Gew-%
Ausrollgrenze $w_p$	$\leq 20$ Gew-%
Plastizitätszahl $I_p$	$\geq 10$ Gew-%

#### 4.3 Umwelttechnische Bewertung potenzieller Auffüllmaterialien

Die umweltrechtlichen Anforderungen werden sich voraussichtlich an den *Abtragungsgenehmigung nach dem Bayrischen Abtragungsgesetz (BayAbgrG) Auffüllung einer Teilfläche (Teich 9)* der Stadt Regensburg vom 25.01.2012 anlehnen.

Im Bereich des Bauabschnittes I wurde bis 2 m über dem Mittleren Höchsten Grundwasserstand MHGW nur ein Einbau von Böden zugelassen, die dem natürlichen Hintergrund entsprechen und Z0-Werte enthalten. Darüber war der Einbau von Recyclingmaterial (RW1-Material) zulässig.

Vorbehaltlich der Bestätigung durch die Fachbehörden kann ein MGHW-Stand im Nordenosten der Kasette 12 mit 330,0 mNN im Südenwesten mit 330,4 mNN angesetzt werden.

#### 4.4 Geländeauffüllung nach Ausbau der Rübenerde und setzungsempfindlicher Lehme

Im Bereich der unmittelbar westlich gelegenen Logistichalle wurde die Rübenerde unter zeitweiser Grundwasserabsenkung mittels Brunnen durch gut tragfähige Kies – Sand – Gemische ersetzt.

Zu dieser Variante liegen bereits aus der in 2012 durchgeführten Verfüllung der Teiche 8 und 9 Erfahrungen vor.

Bei den Bohrungen RKB II. 1 und II.5 wurden die gut tragfähigen Terrassenkiese in geringer Tiefe von 331,3 mNN bzw. 331,5 mNN erbohrt, bei RKB II.6 auf einem Niveau von 332,7 mNN. Im Bereich der Kassetten 11 und 12 wurden die Kieshorizonte überwiegend zwischen 328,4 mNN und 329,2 angetroffen.

Damit sind die Untergrundverhältnisse in etwa vergleichbar mit den ehemals im Bereich der Logistichalle vorhandenen Untergrundschiehtungen. Vorliegend erfolgte eine Baugrunderkundung mittels Kleinbohrungen, mit denen unter den Terrassenkiesen etwa auf einem Niveau von 328 mNN -328,5 mNN Sandstein erbohrt wurde.

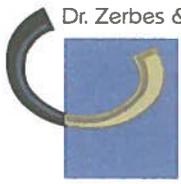
Im Bauabschnitt I wurden bereichsweise mit Ton gefüllte Tertiärrinnen angetroffen, in denen infolge des Eigengewichtes der Auffüllungen langanhaltende (bis zu 6 Monaten) Konsolidationssetzungen in einer Größenordnung von ca. 3 cm gemessen wurden.

Die Tertiärböden wurden zwar in den punktuellen Aufschlüssen nicht angetroffen, können aber auch im Bereiche der Kassetten 11 und 12 nicht ausgeschlossen werden.

Im Vorfeld der Bebauung wird daher nach dem Entfernen der Teichsedimente und Gewährleistung der Befahrbarkeit eine Verdichtung des Erkundungsrasters empfohlen.

Für Rückfragen stehen wir allen Beteiligten gerne zur Verfügung.

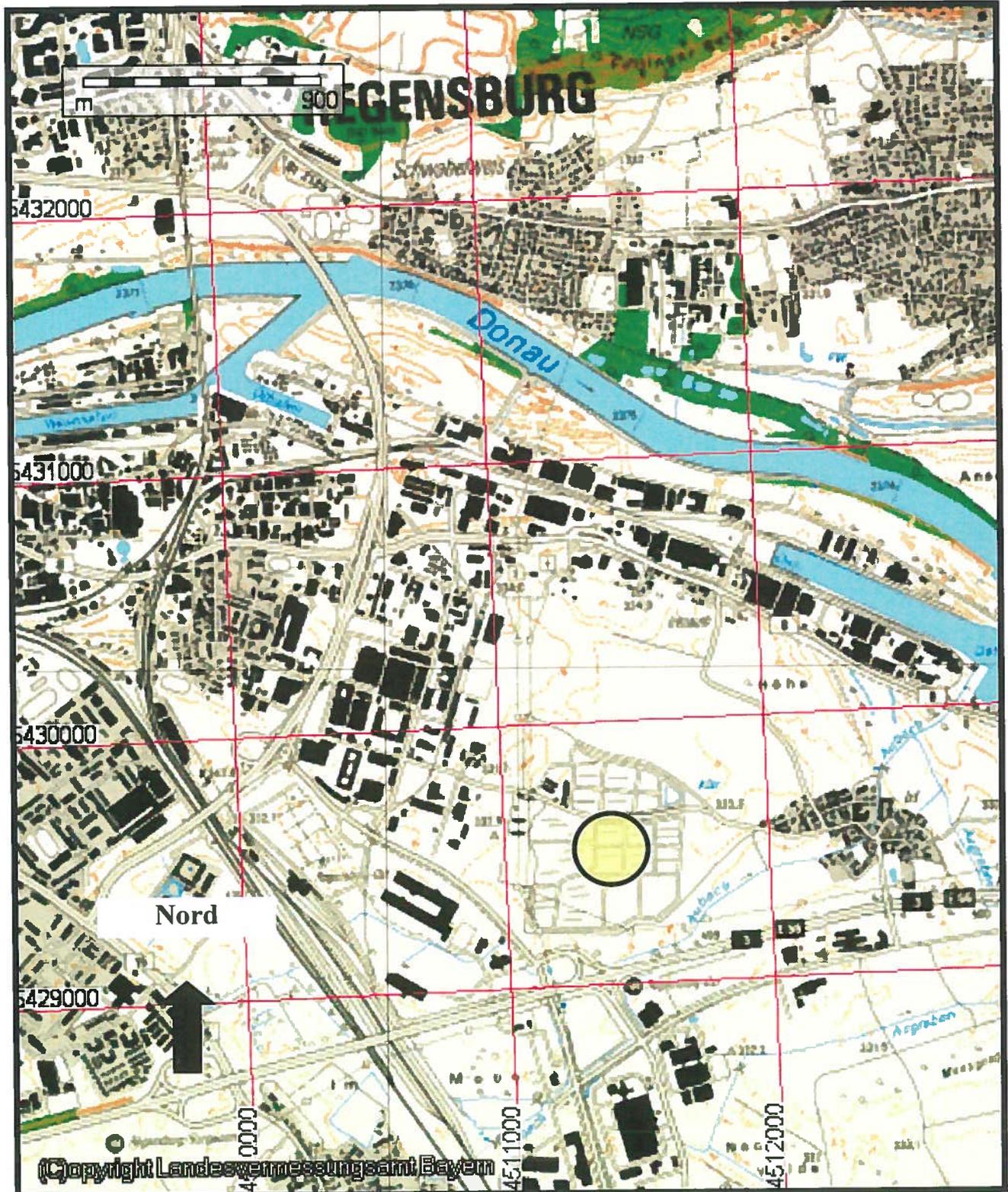
M. Kargl, Dipl.-Ing. (Univ.)  
Fachbereichsleiter Geotechnik



## 5 VERZEICHNIS DER ANLAGEN

1. - Ausschnitt aus der Topographischen Karte
  - Lageplan mit Eintragung der Untersuchungsstellen M 1 : 1000
  - geologische Profile
  
2. Bohr- und Schurfprofile

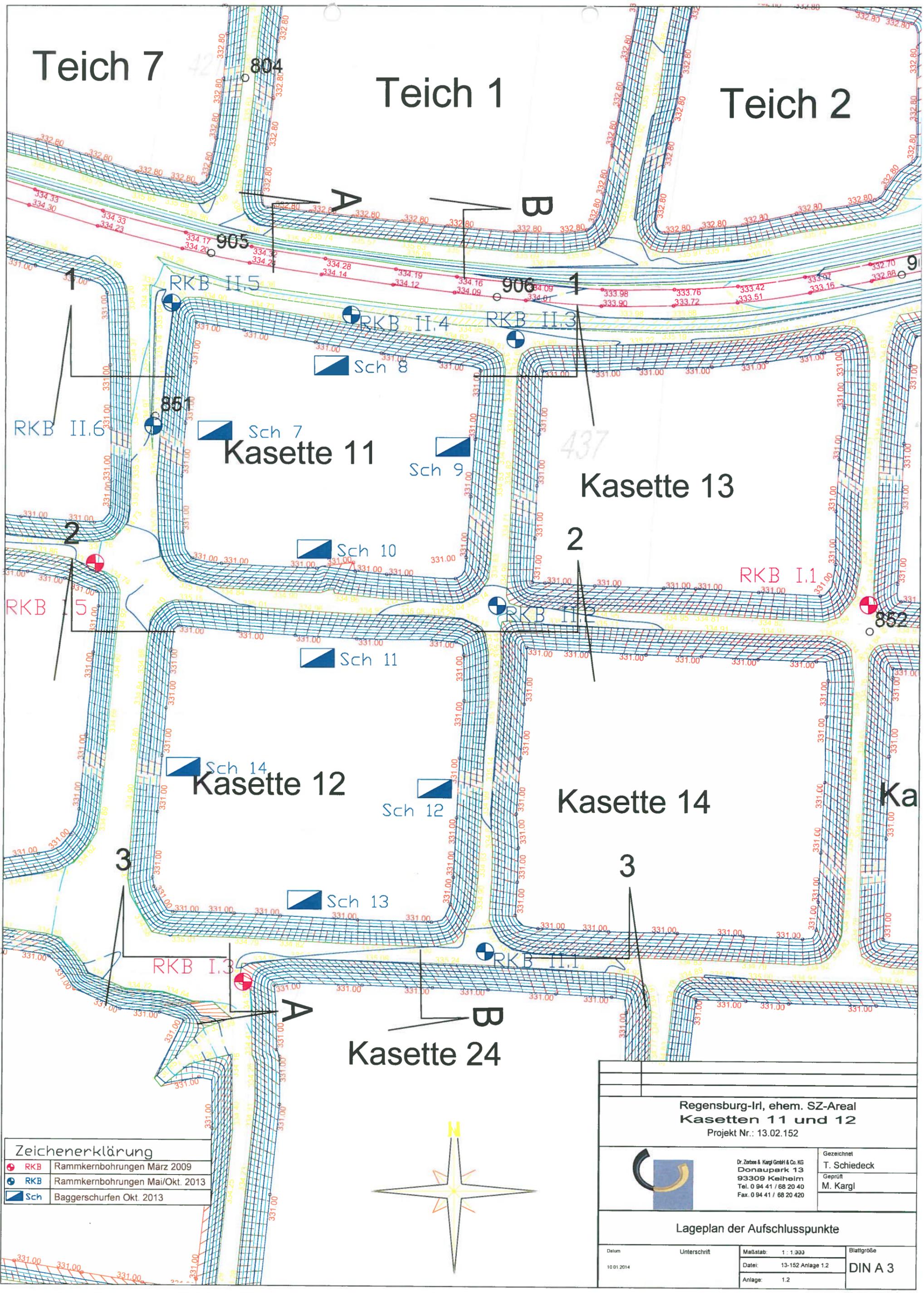
## Übersichtslageplan, Auszug aus TK 25, Blatt 6938, Regensburg



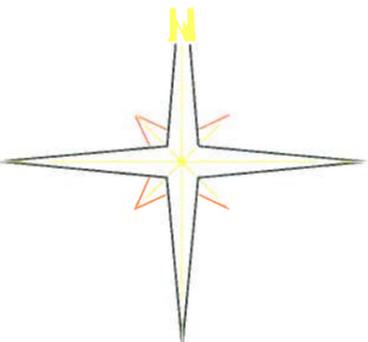
Teich 7

Teich 1

Teich 2



Zeichenerklärung	
	RKB Rammkernbohrungen März 2009
	RKB Rammkernbohrungen Mai/Okt. 2013
	Sch Baggerschurfen Okt. 2013



<b>Regensburg-Irl, ehem. SZ-Areal</b> <b>Kassetten 11 und 12</b> Projekt Nr.: 13.02.152			
	Dr. Zorbes & Kargl GmbH & Co. KG Donaupark 13 93309 Kelheim Tel. 0 94 41 / 68 20 40 Fax. 0 94 41 / 68 20 420		Gezeichnet <b>T. Schiedeck</b> Geprüft <b>M. Kargl</b>
	<b>Lageplan der Aufschlusspunkte</b>		
Datum 10.01.2014	Unterschrift	Maßstab: 1 : 1.000 Datei: 13-152 Anlage 1.2 Anlage: 1.2	Blattgröße <b>DIN A 3</b>

# RKB II.4

334,83 mNN

Sch 8

333,15 mNN

Sch 10

333,13 mNN



FOK Bodenplatte

Halle Kassetten 8/9 = 334,7 mNN

Sch 11

333,17 mNN

Sch 13

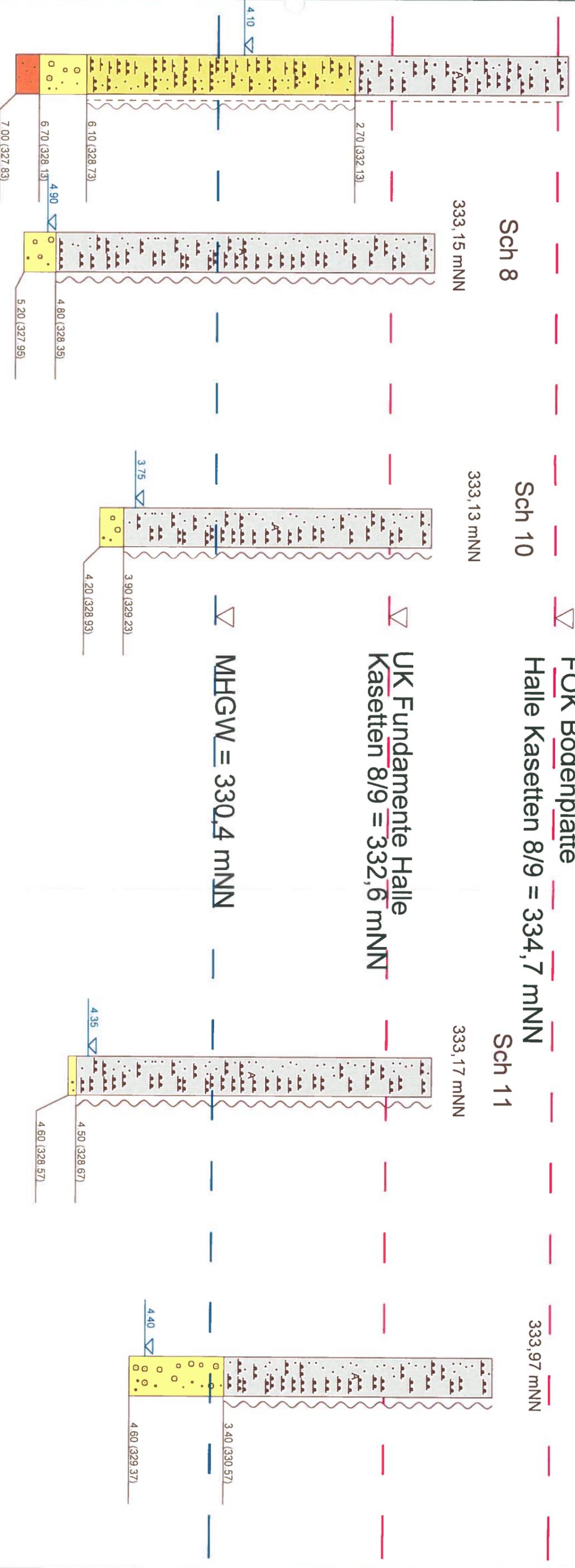
333,97 mNN



UK Fundamente Halle Kassetten 8/9 = 332,6 mNN



MHGW = 330,4 mNN



## Legende

- A = Auszug**
- T = Ton
  - S = Sand
  - l = Ton
  - u = Schluff
  - g = Kies
  - g = Kies
  - g = Kies
  - x = Kies
  - Z = Fels

### Wasserstände

- GW ▽ Grundwasser angebohrt
- GW ▽ Änderung des WSP
- GW ▽ Ruhestands
- SW ▽ Schweser

### Beschaffenheit nach DIN 4223

- mas
- unrig
- wich
- stuf
- halbfest
- fest
- klüftig

### Bauvorhaben

Regensburg-Irl, ehem. SZ-Gelände  
**Kassetten 11 und 12**  
 Projekt Nr.: 13.02.152

Dr. Zehner & Kopf GmbH & Co. KG  
 Donaupark 13  
 93309 Kelheim  
 Tel. 0 94 41 / 88 20 40  
 Fax. 0 94 41 / 88 20 420

Gezeichnet  
 T. Schliebeck  
 Geprüft  
 M. Kargl

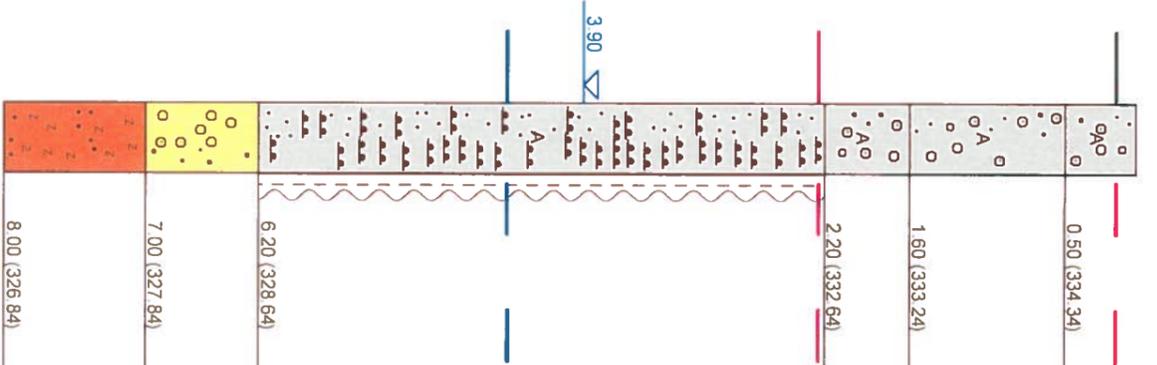
### Geologischer Schnitt A-A

Maßstab:  
 1 : 500/50

Datum 10.01.2014  
 Blattgröße  
 DIN A 3

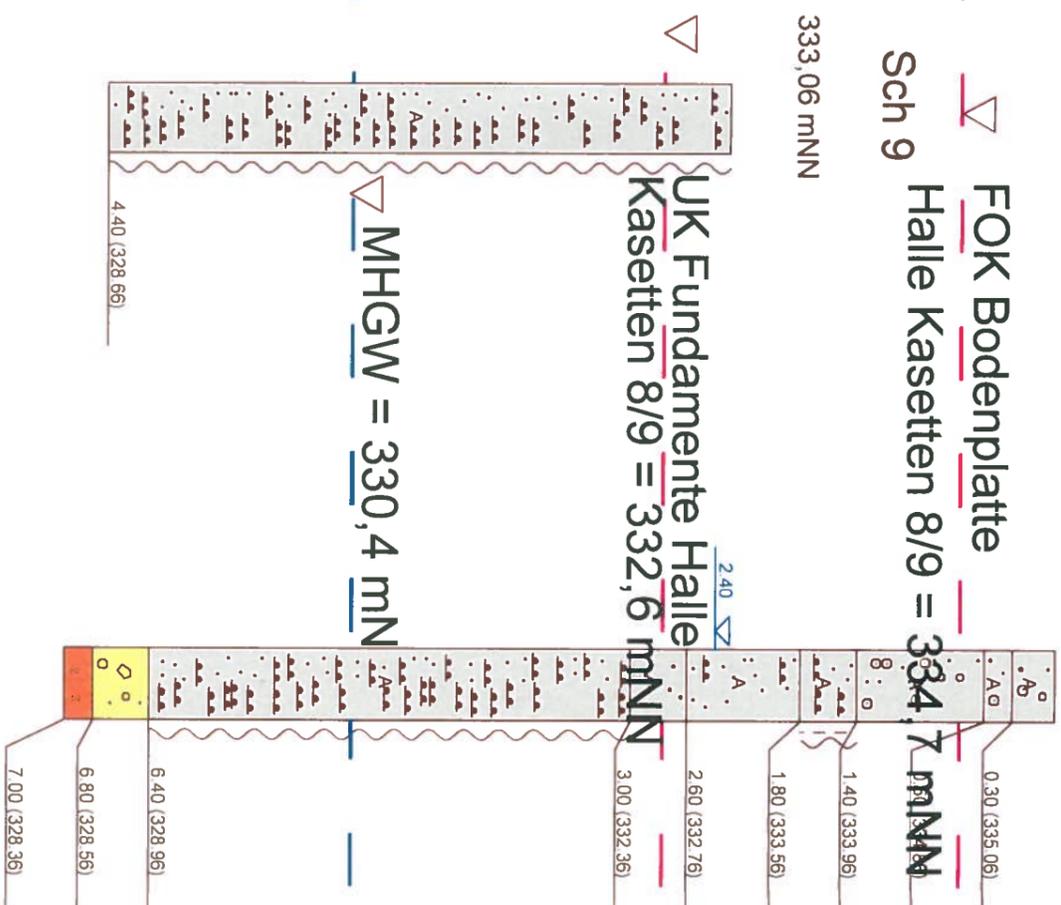
RKB II.3

334,84 mNN



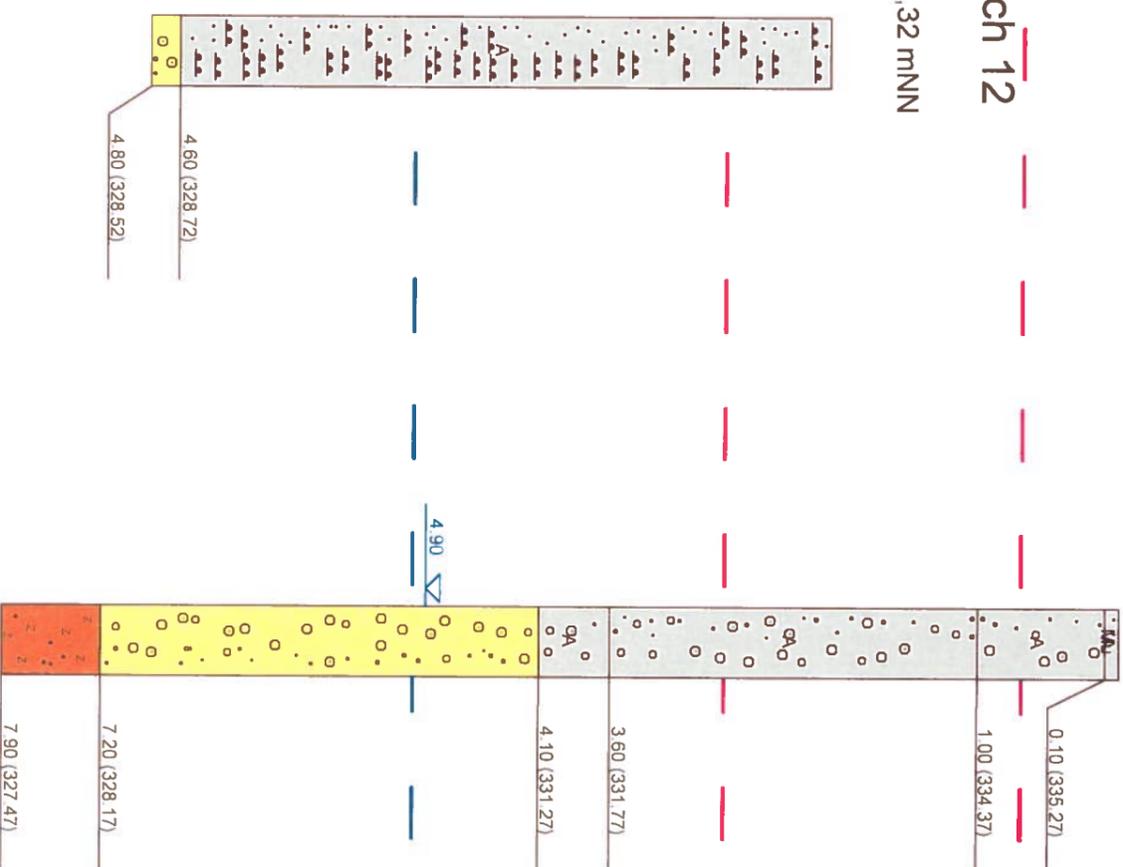
RKB II.2

335,36 mNN



RKB II.1

335,37 mNN



Legende

- A = A-Abtragung
- T = Ton
- l = lehmig
- S = Sand
- ls = sandig
- ls = lehmig
- U = Schluff
- u = schluffig
- G = Kies
- g = kiesig
- K = steinig
- Z = Fels

- Proben
- Sonderprobe
- Gesteinsprobe
- Kernprobe
- Wasserprobe

- Wasserstände
- Gundwasser angebohrt
- Änderung des MWSP
- Ruhwasserstand
- Schwerwasser

- Bodenoberfläche nach DIN 4723
- ross
- brüchig
- wirrig
- schluffig
- haldig
- haldig
- haldig

Bauvorhaben  
Regensburg-Irl, ehem. SZ-Gelände  
Kassetten 11 und 12  
Projekt Nr.: 13.02.152



Dr. Zohar & Kerg GmbH & Co. KG  
Donaupark 13  
93309 Keitheim  
Tel. 0 94 41 / 88 20 40  
Fax. 0 94 41 / 88 20 420

Gezeichnet  
T. Schiedeck  
Geprüft  
M. Kargl

Geologischer Schnitt B-B

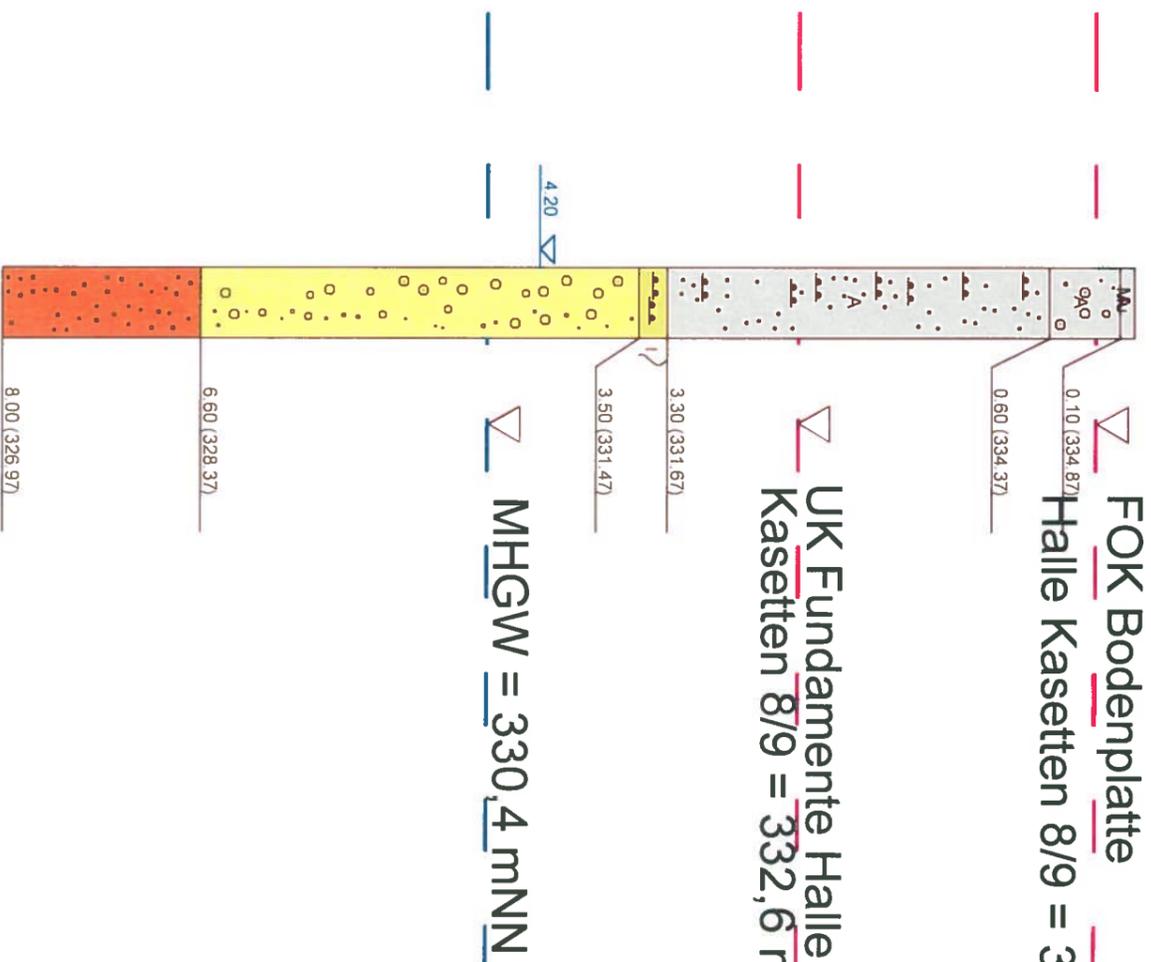
Maßstab:  
1 : 500/50

Datum: 15.01.2014  
Blattgröße: DIN A 3

Datier: 13-152 Anlage 1.3.2  
Anlage: 1.3.2

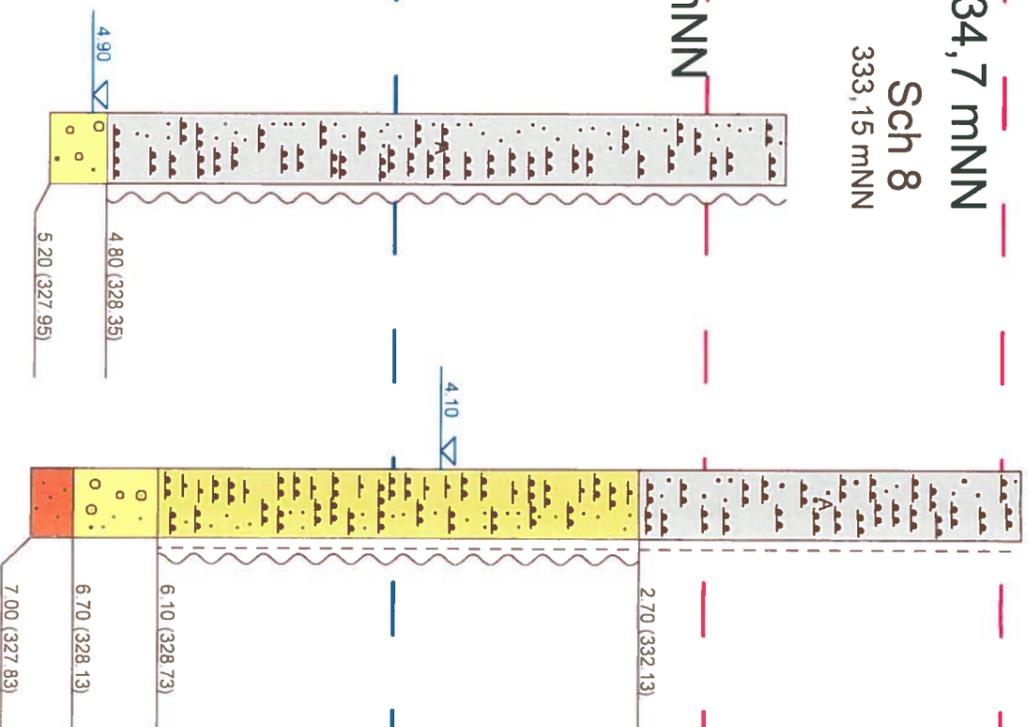
RKB II.5

334,97 mNN



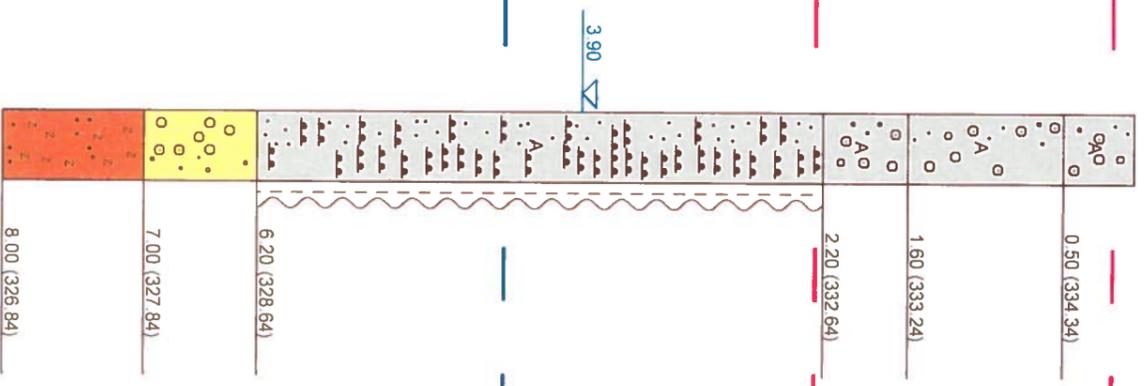
RKB II.4

334,83 mNN

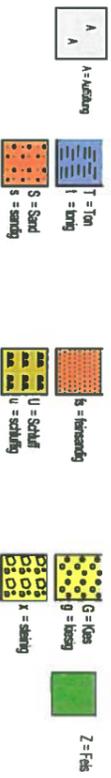


RKB II.3

334,84 mNN



Legende



Beschreibung nach DIN 4023



Bauvorhaben

Regensburg-IfI, ehem. SZ-Gelände  
Kassetten 11 und 12  
Projekt N.: 13.02.152

Dr. Zdeněk Škorpíček & Co. KG  
Donaupark 13  
93309 Kelheim  
Tel. 0 94 41 / 68 20 40  
Fax. 0 94 41 / 68 20 420

Gezeichnet  
T. Schiedeck  
Geprüft  
M. Kargl

Geologischer Schnitt 1-1

Maßstab:

1 : 250/50

Datum 15.01.2014  
Datei 13-152 Anlage 1.3.3  
Anlage 1.3.3

Blattgröße  
DIN A 3

RKB I.5

334,21 mNN

FOK Bodenplatte

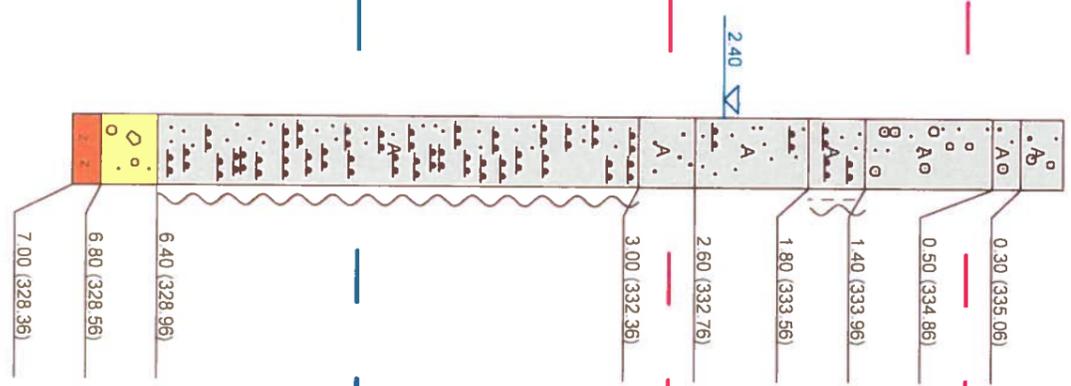
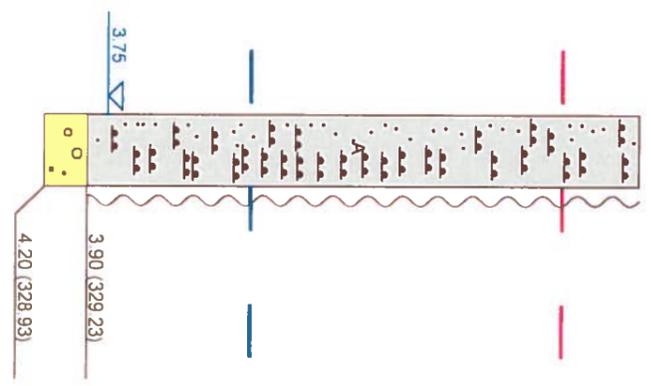
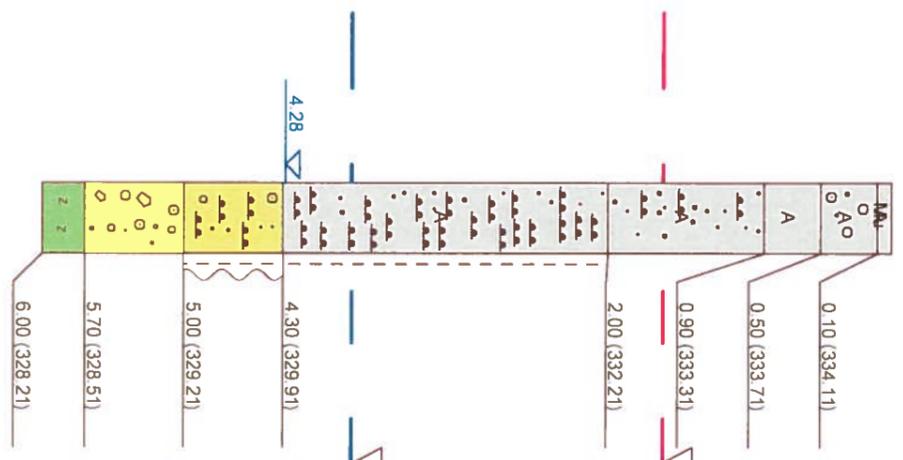
Halle Kassetten 8/9 = 334,7 mNN

Sch 10

333,13 mNN

UK Fundamente Halle  
Kassetten 8/9 = 332,6 mNN

MHGW = 330,4 mNN



Legende

A: Kies und Geröll	T: Ton	s: Sand	s: Sand	G: Kies und Geröll	g: Kies und Geröll	Z: Fels
I: Kies und Geröll	U: Sand und Schluff	u: Schluff und Ton	G: Kies und Geröll	g: Kies und Geröll	X: Sand und Schluff	

<b>Proben</b>	<b>Wasserstände</b>	<b>Beschreibung nach DIN 4023</b>
Sondierprobe	Grundwasser angebohrt	riss
Geol. Probe	Anlehnung des MNP	brüchig
Kernprobe	Rührwasserstand	weich
Wasserprobe	Schwebwasser	fest
		Kluft

Bauvorhaben

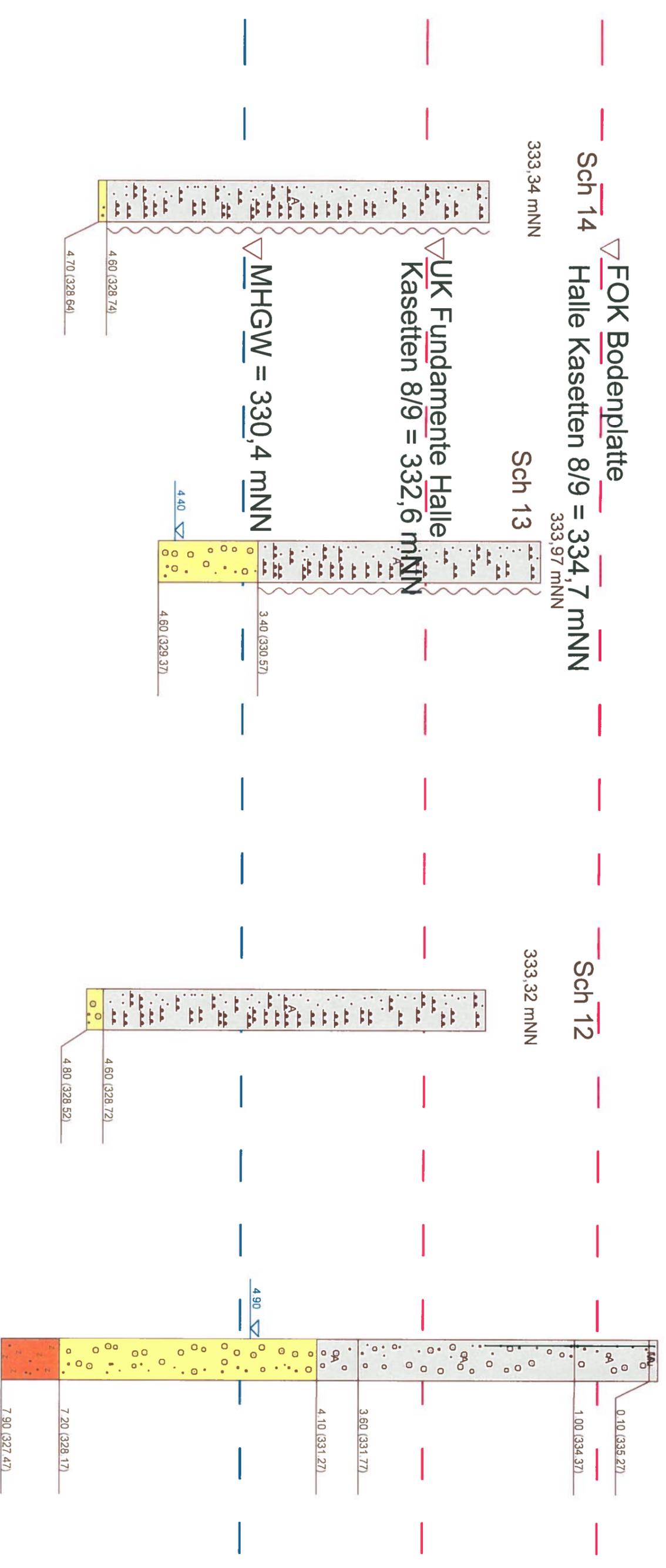
Regensburg-IfI, ehem. SZ-Gelände  
Kassetten 11 und 12  
Projekt Nr.: 13.02.152

Dr. Zetes & Kargel GmbH & Co. KG  
Dornaupark 13  
93309 Kelheim  
Tel. 0 94 41 / 88 20 40  
Fax. 0 94 41 / 88 20 420

Gesetzlich  
T. Schiedeck  
Gepruft  
M. Kargl

Geologischer Schnitt 2-2

<b>Maßstab:</b> 1 : 250/50	<b>Blattgröße:</b> DIN A 3
Datum: 15.01.2014	Datum: 15.01.2014
Datiel: 13-152 Anlage 1.3.4	Datiel: 13-152 Anlage 1.3.4
Anlage: 1.3.4	Anlage: 1.3.4



Legende

<p><b>Proben</b></p> <p>■ Schmutzprobe □ Gesteinsprobe ☒ Kernprobe ● Wasserprobe</p>	<p><b>Wasserstände</b></p> <p>OH ▽ Grundwasser angestrichelt OH ▽ Änderung des WSP OH ▽ Ruhewasserstand SW ▽ Schwimmer</p>	<p><b>Beschaffenheit nach DIN 4123</b></p> <p>~ riss ~ hart ~ weich ~ steil</p> <p>— halbfest — fest — Kluftig</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



**Regensburg-IfI, ehem. SZ-Gelände  
Kassetten 11 und 12**  
Projekt Nr.: 13.02.152

Dr. Zehes & Kargl GmbH & Co. KG  
Donaupark 13  
93309 Kelheim  
Tel. 0 94 41 / 88 20 40  
Fax. 0 94 41 / 88 20 420

Gezeichnet: T. Schliebeck  
Geprüft: M. Kargl

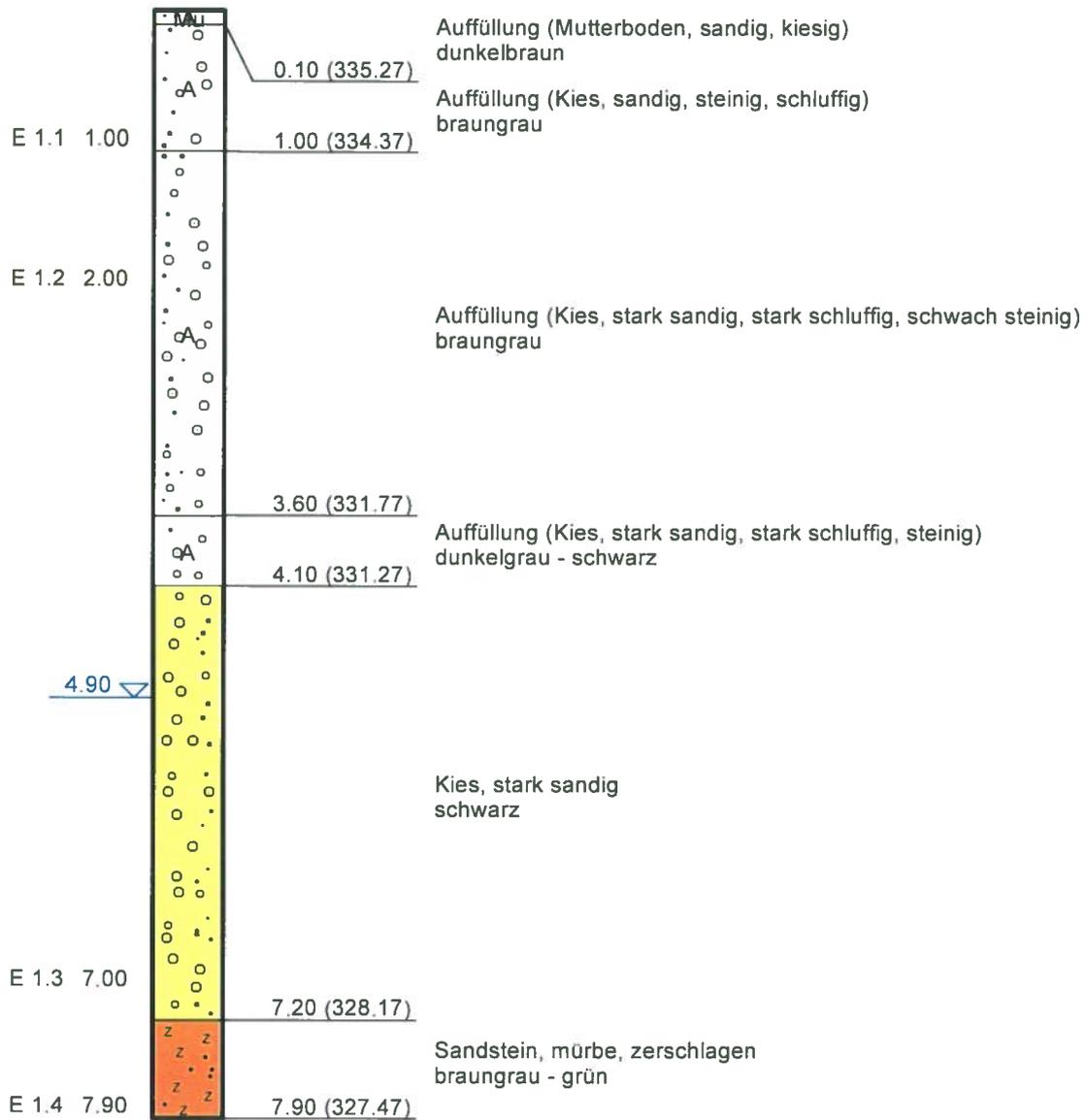
Geologischer Schnitt 3-3 DIN A 3

Maßstab: 1 : 250/50

Datum: 15.01.2014  
Datei: 13-152 Anlage 1.3.5  
Anlage: 1.3.5

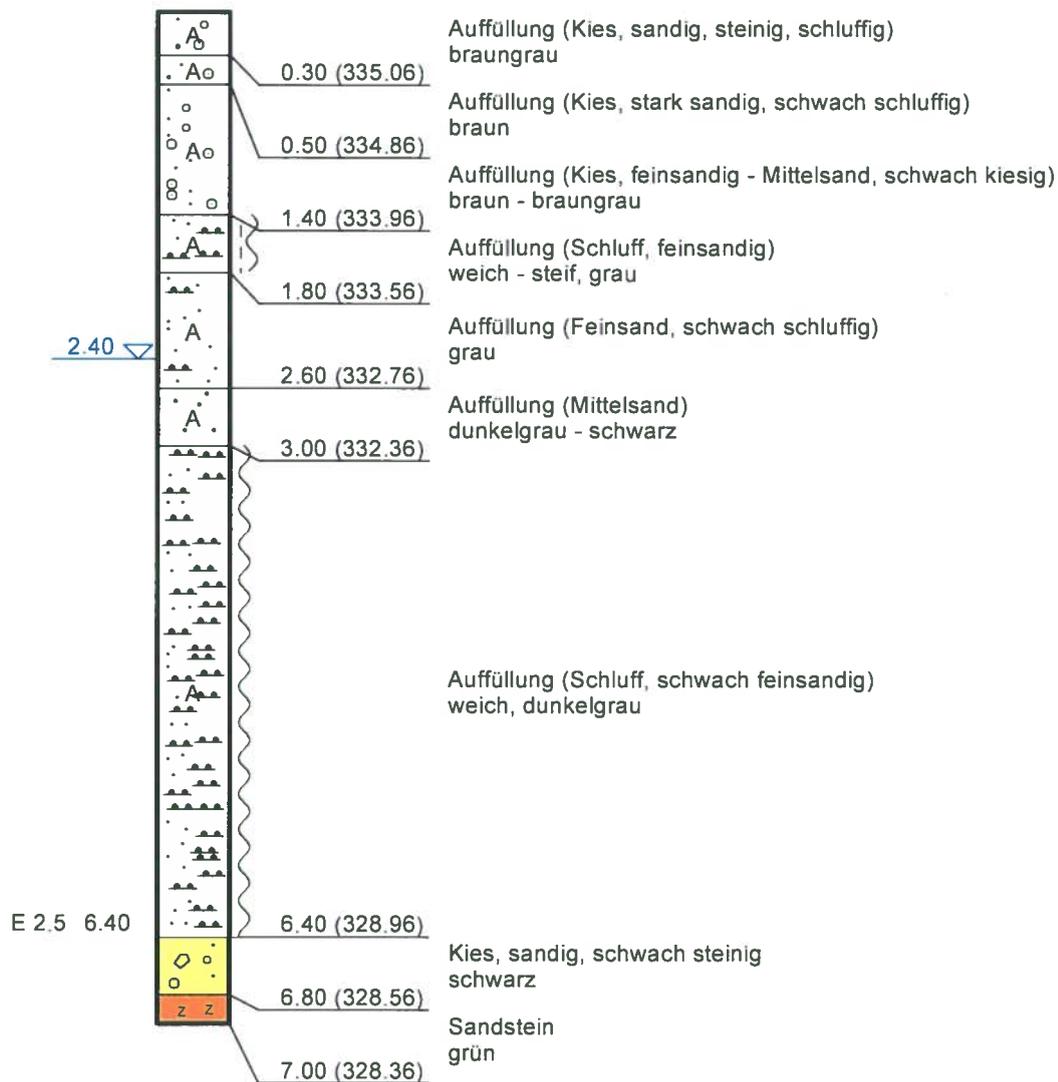
# RKB II.1

335,37 mNN



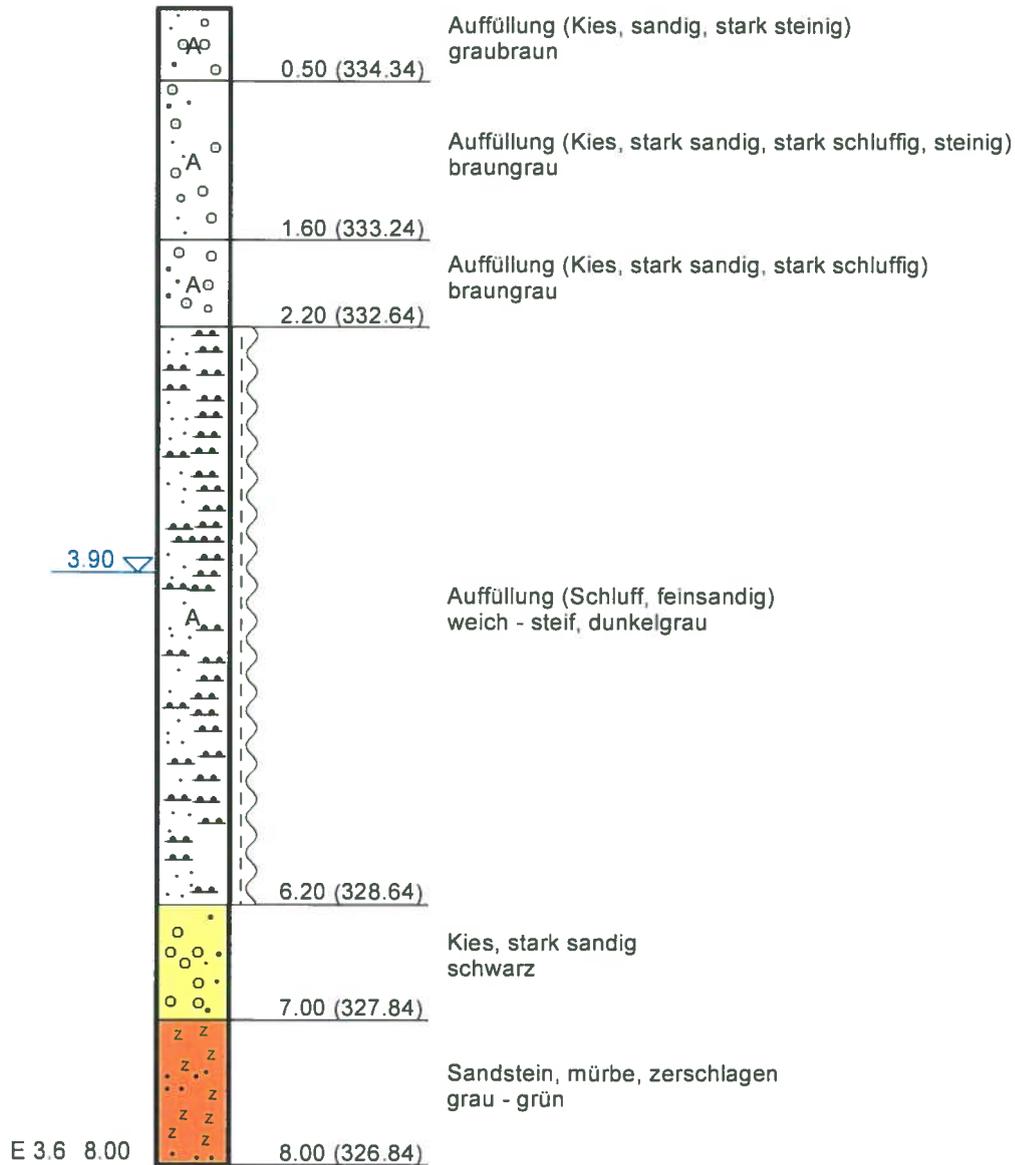
## RKB II.2

335,36 mNN



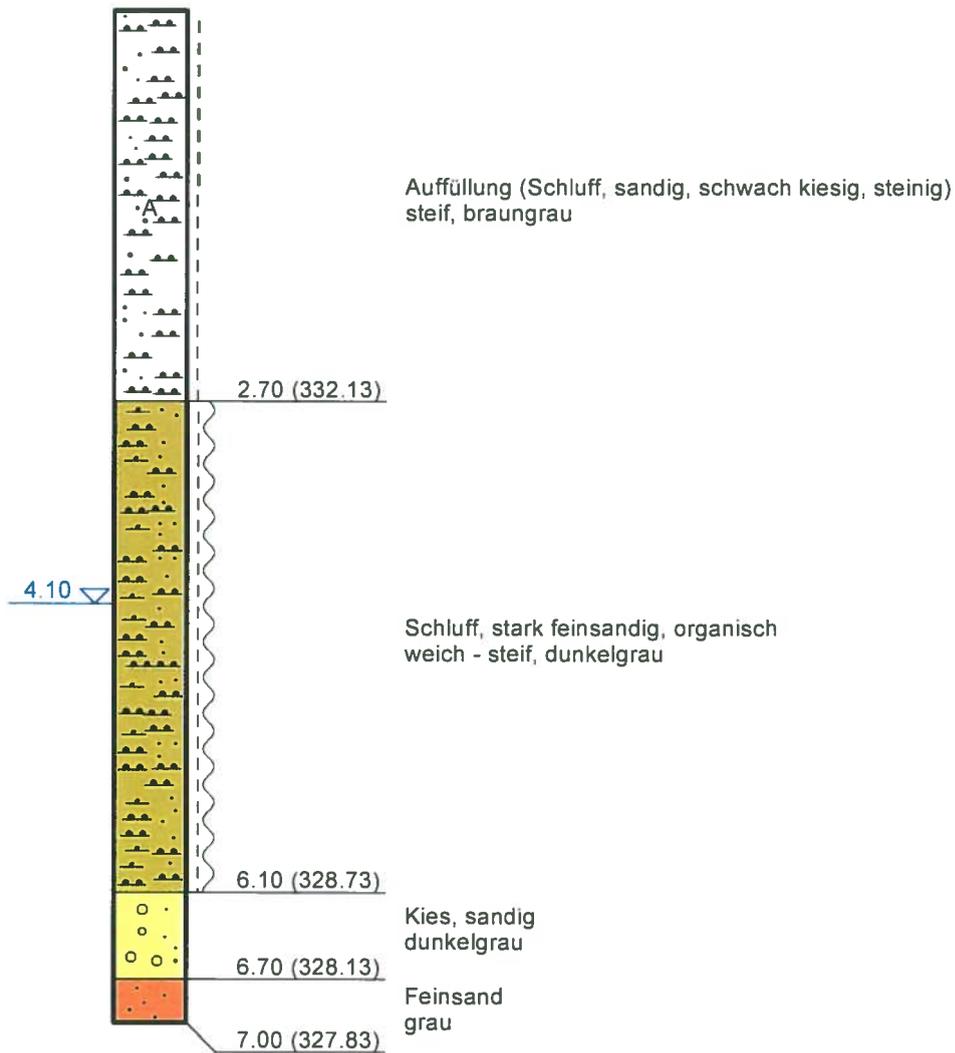
## RKB II.3

334,84 mNN



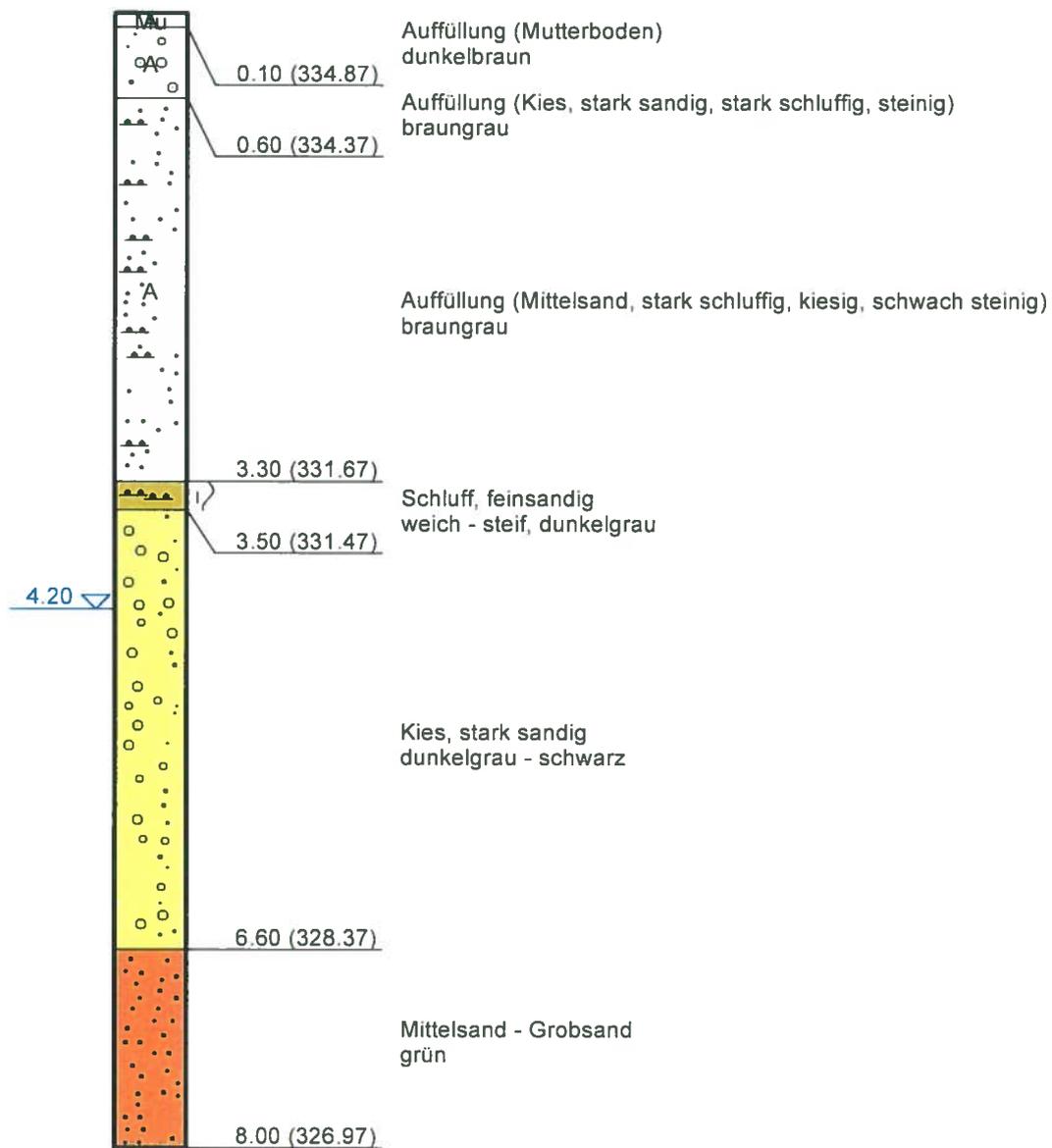
## RKB II.4

334,83 mNN



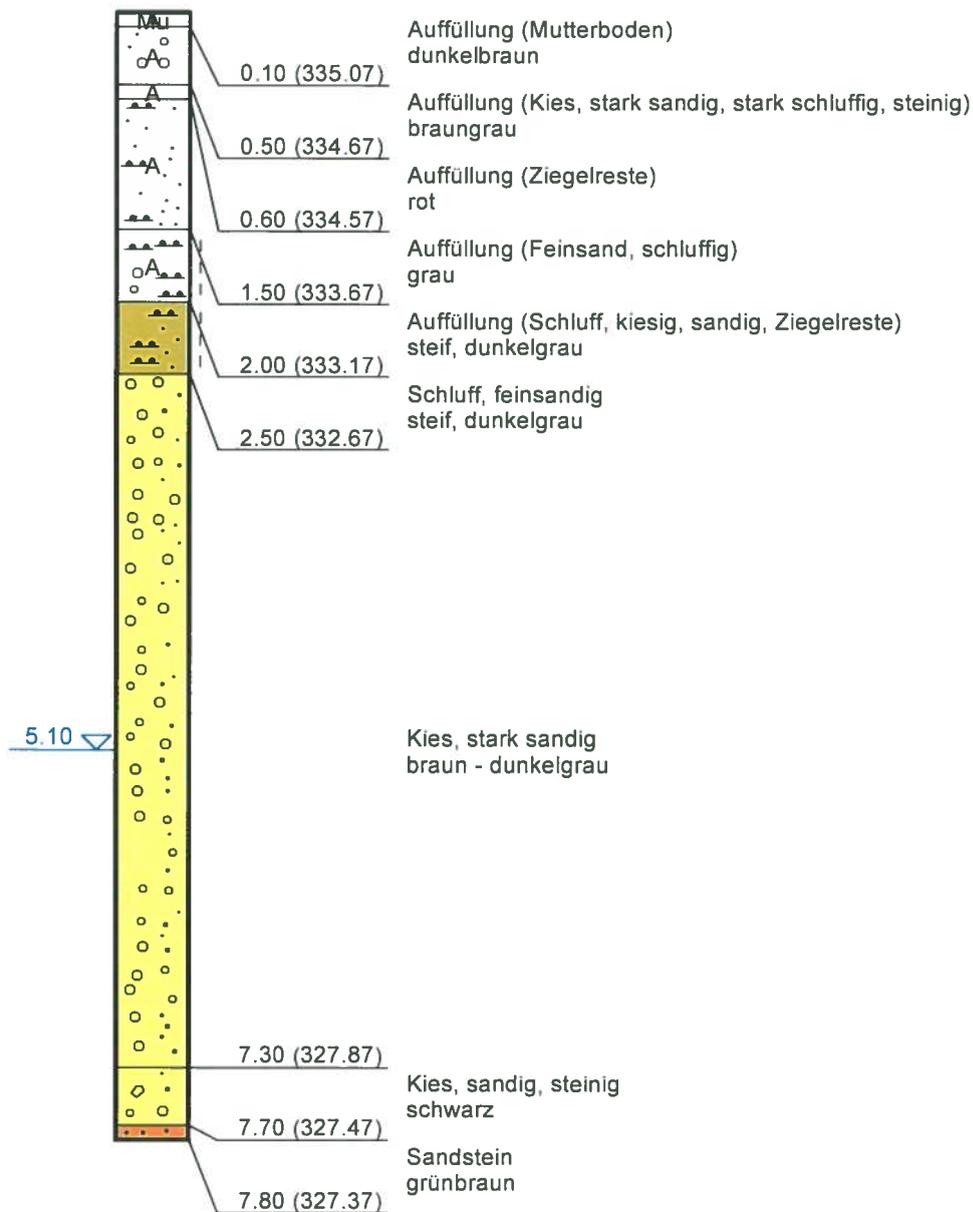
# RKB II.5

334,97 mNN



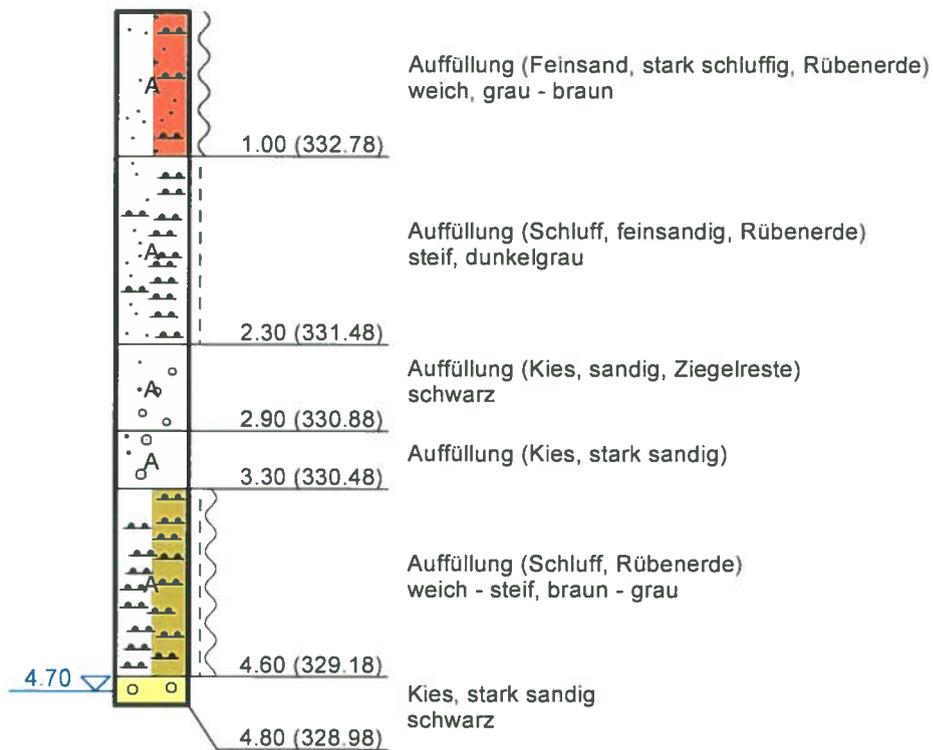
## RKB II.6

335,17 mNN



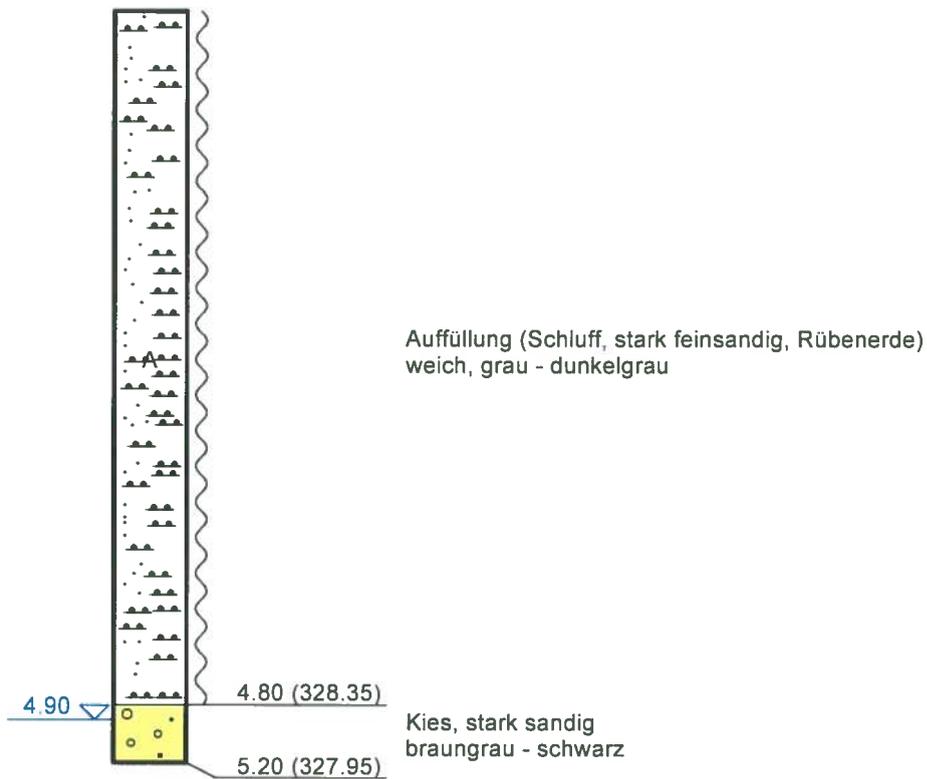
# Sch 7

333,78 mNN



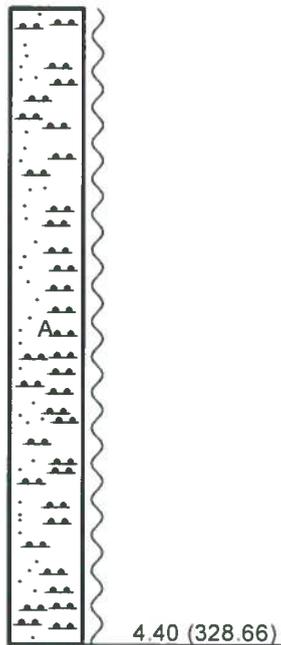
## Sch 8

333,15 mNN



## Sch 9

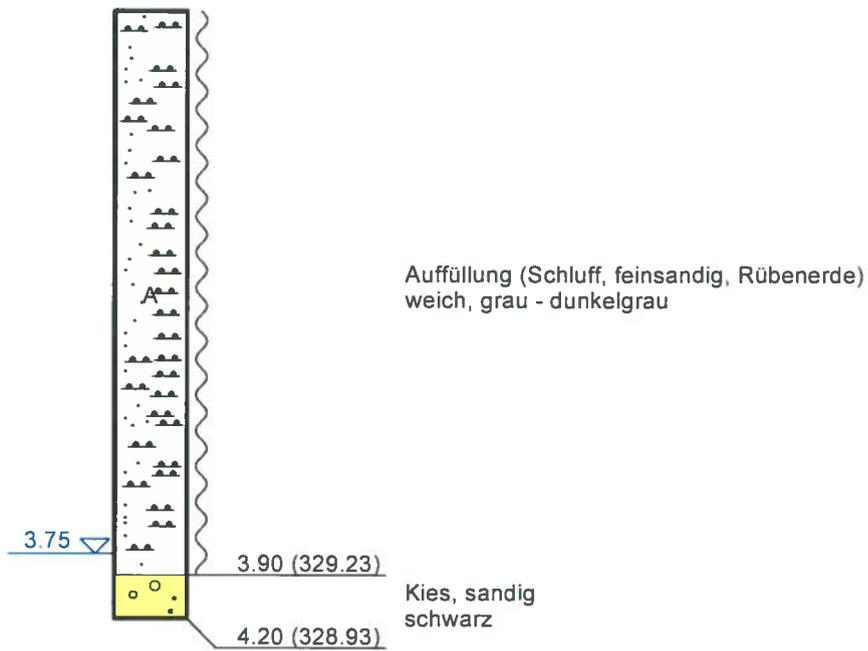
333,06 mNN



Auffüllung (Schluff, stark feinsandig, Rübenerde)  
weich, grau - dunkelgrau

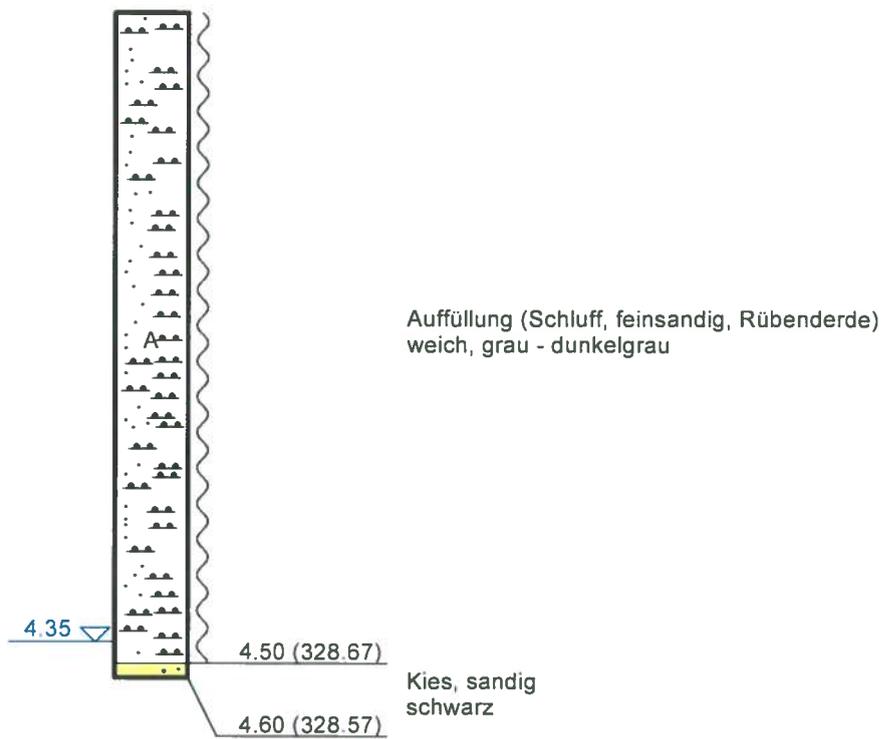
# Sch 10

333,13 mNN



# Sch 11

333,17 mNN



# Sch 12

333,32 mNN



Auffüllung (Schluff, feinsandig, Rübenderde)  
grau - dunkelgrau

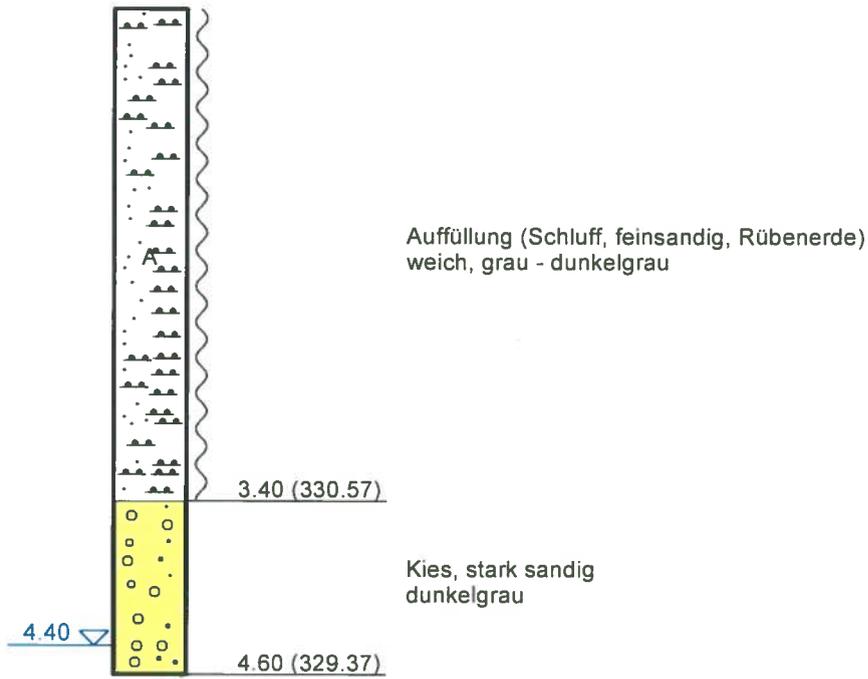
4.60 (328.72)

Kies, sandig  
schwarz

4.80 (328.52)

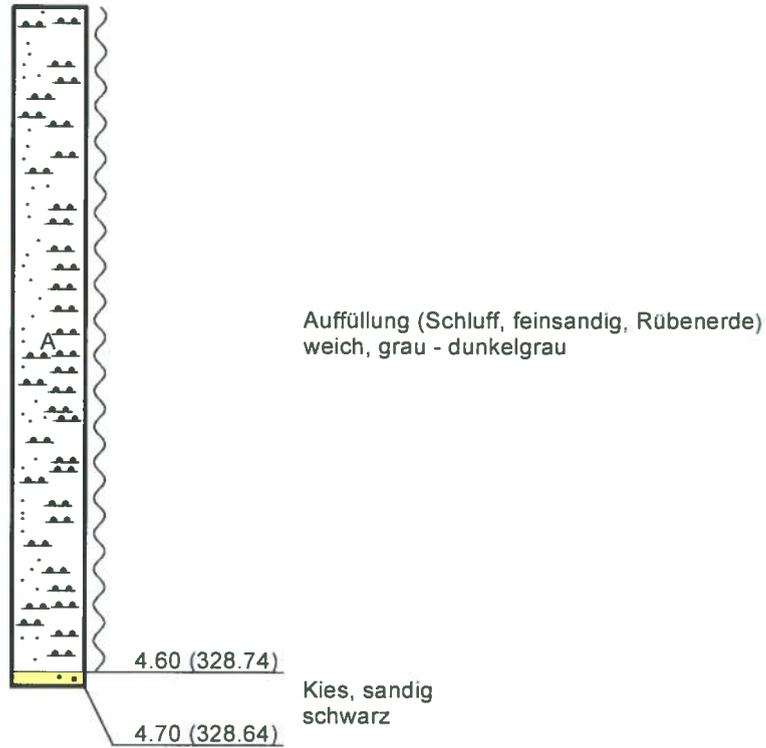
# Sch 13

333,97 mNN



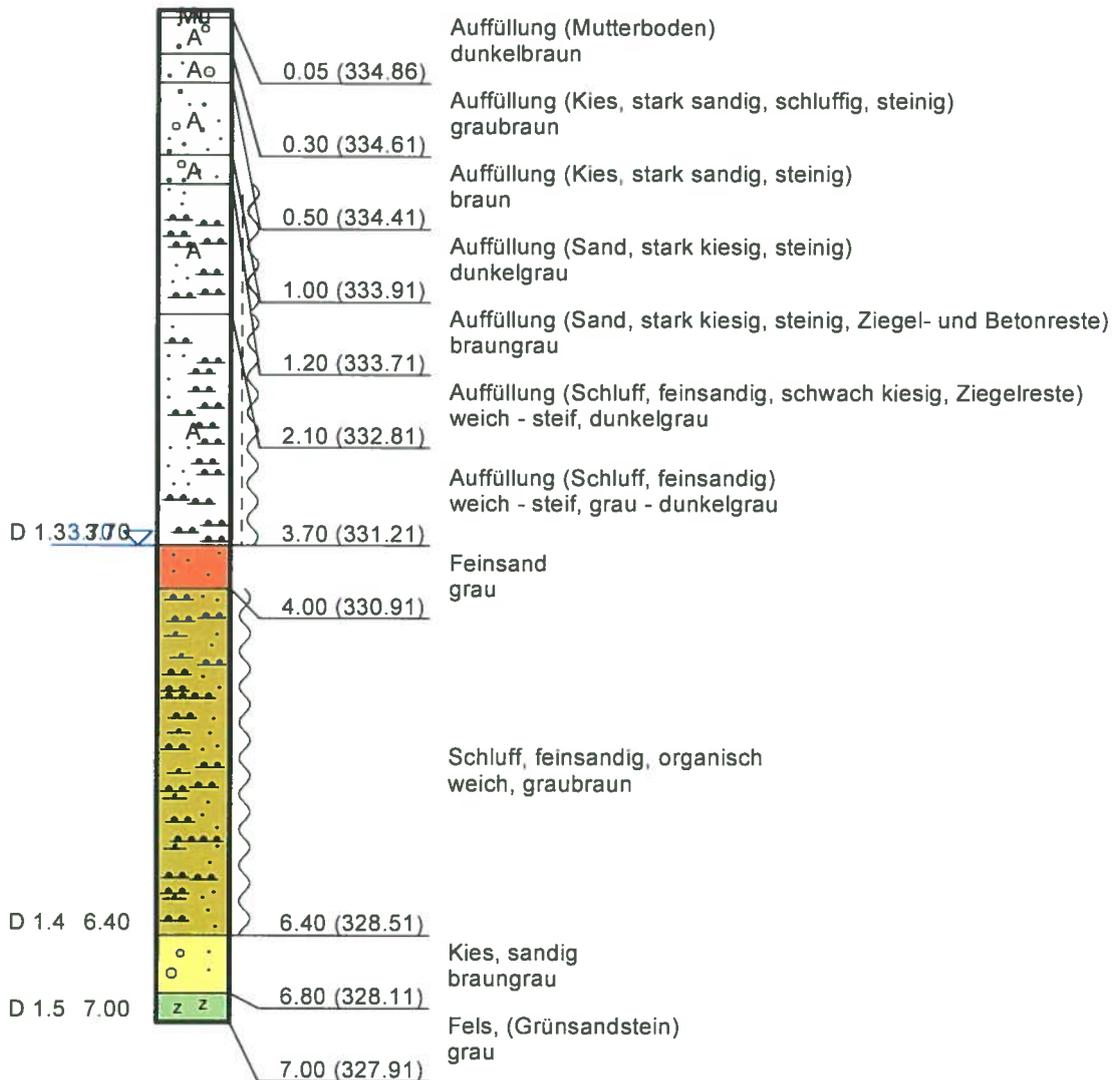
# Sch 14

333,34 mNN



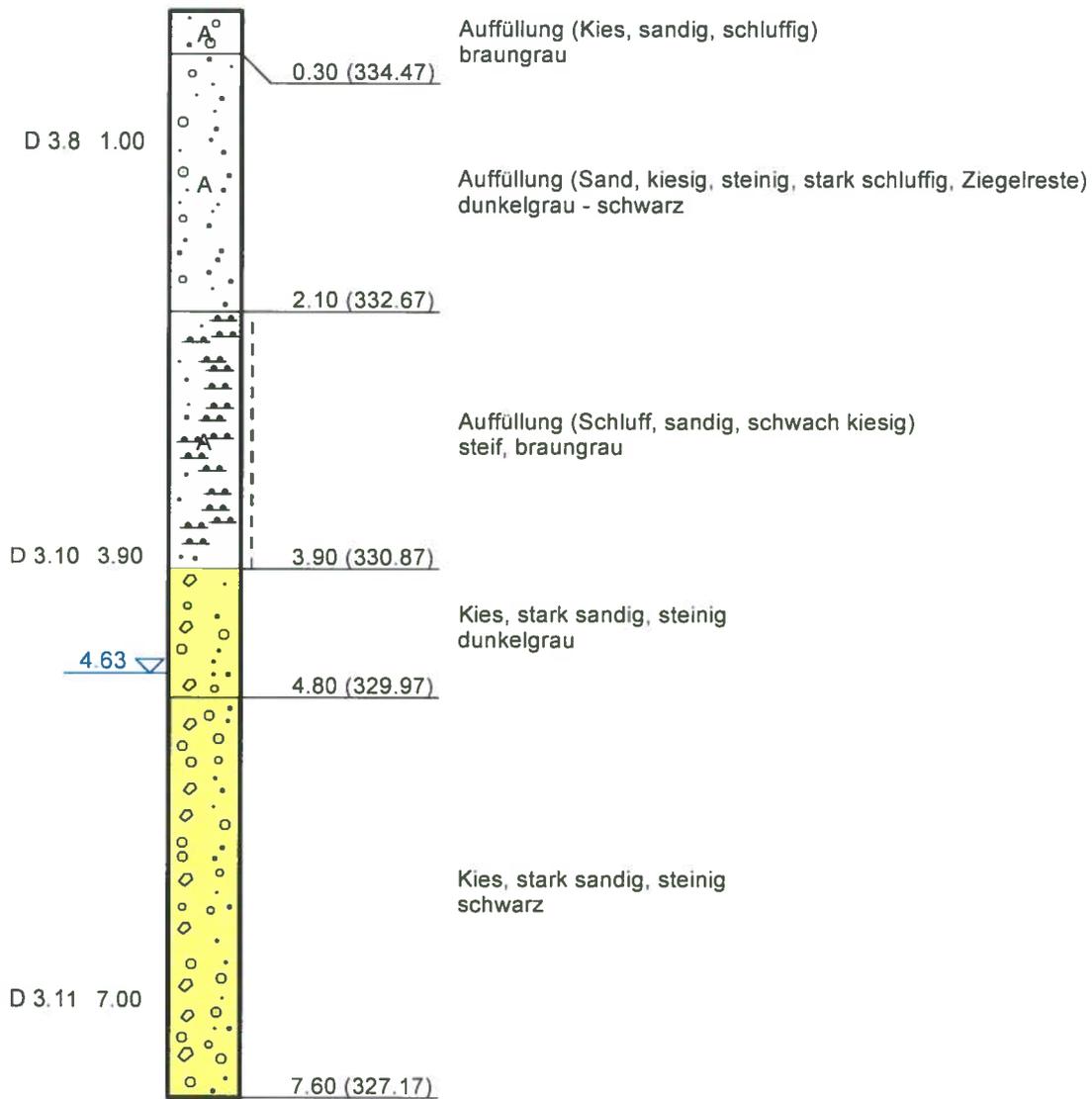
# RKB I.1

334,91 mNN



# RKB I.3

334,77 mNN



# RKB I.5

334,21 mNN

