



**P I E W A K   &  
P A R T N E R   G m b H**  
INGENIEURBÜRO FÜR  
HYDROGEOLOGIE  
UND UMWELTSCHUTZ

Piewak & Partner GmbH • Jean-Paul-Straße 30 • 95444 Bayreuth

Jean-Paul-Straße 30  
95444 Bayreuth  
Telefon (0921) 50 70 36 - 0  
Telefax (0921) 50 70 36 - 10  
E-Mail: [info@piewak.de](mailto:info@piewak.de)  
<http://www.piewak.de>

Geschäftsführer  
Dipl.-Geologe Manfred Piewak  
Dipl.-Geologe Ralf Wiegand  
HRB Bayreuth 1792

Sachverständige und  
Untersuchungsstelle  
gem. § 18 BBodSchG

## **Bayreuth, Herzogmühle, Erstaufnahmeeinrichtung - Baugrunduntersuchung -**

Auftraggeber:  
Stadt Bayreuth, Hochbauamt



**Projekt:** Bayreuth, Herzogmühle, Erstaufnahmeeinrichtung,  
Baugrunduntersuchung

**Landkreis:** Bayreuth

**Auftraggeber:** Stadt Bayreuth, Hochbauamt

**Projektnummer:** 14357

**Bearbeiter:** Dr. Ing. Thomas Röckel, Diplom-Geologe

**Ort/Datum:** Bayreuth, 13.04.2015



## Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung und Aufgabenstellung .....	1
2	Lage und Geländemorphologie.....	1
3	Geologische und hydrogeologische Verhältnisse.....	2
4	Bauvorhaben.....	3
5	Geotechnische Aufgabenstellung .....	3
6	Verwendete Unterlagen.....	4
7	Untersuchungsarbeiten .....	5
7.1	Probenahme .....	6
8	Baugrundbeurteilung.....	7
8.1	Schicht 1: Mutterboden.....	7
8.2	Schicht 2: Auffüllung .....	7
8.3	Schicht 3: organogene Böden.....	7
8.4	Schicht 4: bindige Deckschichten .....	8
8.5	Schicht 5: gemischtkörnige Deckschichten .....	8
8.6	Schicht 6: grobkörnige Deckschichten.....	9
8.7	Schicht 7: Fels, verwittert .....	9
8.8	Grund- und Schichtwasserverhältnisse.....	10
9	Bodenmechanische Kennwerte und Bodenklassifikation .....	12
10	Hinweise zur Bauausführung.....	13
10.1	Gründung von Einzel- und Streifenfundamente.....	13
10.2	Betonstopfsäulen .....	14
10.3	Duktile Pfähle .....	15
10.4	Hinterfüllen von Bauwerken.....	16
10.5	Hinweise zur Bauausführung und Wasserhaltung.....	17
10.6	Bodenaustausch .....	17
10.7	Aushub der Baugruben.....	18
10.8	Schutz der Gebäude gegen Wasser.....	18
10.9	Sicherung von Nachbarbauwerken .....	19
11	Zusammenfassung und abschließende Hinweise.....	19
12	Schlussbemerkung .....	20

## Anlagen

Anlage 1	Lage des Untersuchungsgebietes, Maßstab 1 : 25.000
Anlage 2	Lageplan mit Kennzeichnung der Aufschlusspunkte, Maßstab 1 : 500
Anlage 3	Darstellung der Rammkernsondierungen
Anlage 4	Darstellung der Rammsondierungen
Anlage 5	Darstellung des Profilschnittes



## **1 Veranlassung und Aufgabenstellung**

Die Stadt Bayreuth, Hochbauamt, beabsichtigt eine Zentrale Aufnahmeeinrichtung für Asylbewerber in der Herzogmühle in 95444 Bayreuth zu errichten.

Die Piewak & Partner GmbH, Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz, Bayreuth, wurde von der Stadt Bayreuth beauftragt, für dieses Bauvorhaben eine Baugrunduntersuchung durchzuführen.

## **2 Lage und Geländemorphologie**

Das Untersuchungsgebiet befindet sich in Bayreuth in der Herzogmühle auf den Grundstücken mit den Flur-Nrn. 1544, 1545 und 3682.

Das Untersuchungsgebiet wird derzeit als Wohngebiet genutzt. Auf dem Untersuchungsgelände sind einige Wohnblöcke, Asphalt- und Pflasterflächen, Wiesen und zahlreiche Bäume vorhanden. Einige Wohnblöcke wurden bereits abgerissen. Die bestehenden Wohnblöcke außer Wohnblock 14 werden noch zurückgebaut.

Das Untersuchungsgebiet wird im Süden durch die Kleingartenanlage, im Westen durch ein Wohngebiet mit Bebauungen, im Norden durch weitere Wohnhäuser und landwirtschaftlich genutzte Flächen, im Osten durch einen Radweg, Wiesen sowie Äcker begrenzt. In der näheren Umgebung des Untersuchungsgebietes befinden sich der Stadtbauhof, die Kläranlage und der Rote Main.

Das Untersuchungsgebiet liegt sich an der südwestlichen Talgrenze des Roten Mains. Das zentrale Gelände ist relativ eben. Es steigt nach Südwesten rasch und nach Nordosten bzw. Osten allmählich an. Im Südwesten ist eine Böschung vorhanden, die etwa parallel zur Grundstücksgrenze nach Nordwesten verläuft. Die Geländehöhe im Untersuchungsgebiet liegt nach dem erhaltenen Höhenplan zwischen ca. 329 und 340 m ü. NN.



### 3 Geologische und hydrogeologische Verhältnisse

Die Stadt Bayreuth und ihre nähere Umgebung ist dem „Obermainischen Hügelland bzw. Bruchschollenland“ zugehörig. Dieses wird im Südwesten durch den fränkischen Jura und im Nordosten durch das thüringisch-fränkische Mittelgebirge (Fichtelgebirge und Frankenwald) begrenzt. Der Untergrund des Bayreuther Raumes setzt sich aus Gesteinen des Unteren Jura (Lias) und der Trias (Buntsandstein, Muschelkalk, Keuper) zusammen.

Das tektonische Bild des Bayreuther Gebietes zeigt Südost-Nordwest gerichtete große Bruchlinien. Es treten aber auch einzelne kurze Südwest-Nordost gerichtete Verwerfungen auf, die eine jedoch nur untergeordnete Rolle spielen. An den Bruchlinien wurden die Schichten der Trias und des Unteren Jura in einzelne Schollen zerlegt, die gegeneinander verstellt bzw. verworfen sind. Quartäre Überdeckungen treten in Form von Lößlehm, Solifluktions- und Hangschutt, Sanden und Kiesterrassen hervor.

Der Untergrund des Untersuchungsgebietes wird durch den Mittleren Burgsandstein aufgebaut. Diese geologische Einheit ist dem Mittleren Keuper zugehörig. Der Mittlere Burgsandstein ist 40 bis 50 m mächtig. Kennzeichnend für den Mittleren Burgsandstein, wie auch für den gesamten Sandsteinkeuper (Burgsandstein und Blasensandstein), ist ein rascher Wechsel zwischen Arkosen, Mürbsandsteinen, Tonsandsteinen und Tonsteinen. Insgesamt kann er als Sandstein-Tonstein-Wechselfolge charakterisiert werden. Die Sandsteine sind grünlich weiß und kaolinhaltig, vereinzelt auch karbonatisch. Sie wechseln mit graugrünen bis rotbraunen Tonsteinpartien, die partiell stärker sandig ausgebildet sind. Den untersten Bereich des Mittleren Burgsandsteins bildet der sog. „Basisletten“.

Der Burgsandstein wird durch die Auensedimente des Roten Mains überlagert, die im Untersuchungsbereich ca. 4 bis 6 m mächtig sind.

Als Grundwasserleiter fungieren die Sande und Kiese des Mainquartärs. Diese stehen in der Regel im Kontakt mit dem unterlagernden Burgsandstein, der als Kluft-Poren-Grundwasserleiter anzusprechen ist.

Die Vorflut im Untersuchungsgebiet erfolgt über den Roten Main, dann Richtung Main, Rhein und weiter bis zur Nordsee.



#### **4 Bauvorhaben**

Es ist der Neubau der Zentralen Aufnahmeeinrichtung für Asylbewerber in der Herzogmühle vorgesehen. Im Rahmen des Projektes sind neun Gebäude (mit Nummerierung von 1 bis 9) vorgesehen. Zusätzlich ist im Norden ein Lagergebäude geplant. Im mittleren Bereich sind ein Sportplatz und ein Bereich für Speisesaal bzw. Küche sowie Heizzentrale vorgesehen. Auf dem Gelände sind zusätzlich Straßen und im Südosten PKW-Parkplätze geplant.

Die geplanten Gebäude werden nach dem vorliegenden Lageplan nicht unterkellert und sollen zwei und drei Geschosse besitzen. Die Gebäude 2 bis 6 wurden dreigeschossig geplant (EG, 1.OG und 2.OG). Die Gebäude 1, 7, 8, 9 sind zweigeschossig vorgesehen (EG und 1.OG)

Die Gebäude 3 bis 6 sollen als Wohnbereiche genutzt werden.

Die Gebäude sollen eine Breite von etwa 14 bis 16 m und eine Länge von etwa 47 bis 60 m besitzen. Das Lagergebäude im Norden soll eine Breite von etwa 15 m und eine Länge von etwa 30 m umfassen.

Detaillierte Angaben über Art, Größe und Bauwerkslasten lagen zur Zeit der Gutachtenerstellung nicht vor. Es wird momentan davon ausgegangen, dass die Gründung überwiegend auf Einzel- und Streifenfundamenten erfolgen soll.

#### **5 Geotechnische Aufgabenstellung**

Aus gutachterlicher Sicht ergeben sich folgende Aufgabenstellungen:

- Ermittlung und Darstellung des Schichtaufbaus
- Geologisch-lithologische Beschreibung der angetroffenen Schichten
- Einschätzung der Grundwasserverhältnisse
- Erarbeitung eines Baugrundmodells mit Angabe der wichtigsten bodenmechanischen Parameter
- Folgerungen zur Tragfähigkeit des Untergrundes
- Empfehlungen zu erdbautechnischen Maßnahmen



## 6 Verwendete Unterlagen

Zur Erstellung des vorliegenden Baugrundgutachtens wurden folgende Unterlagen verwendet:

- [U1] Lageplan, Erstaufnahmeeinrichtung V5, Maßstab, 1 : 500, 03.12.2014
- [U2] Lageplan, Kanal mit Schachthöhen
- [U3] Topographische Karte, Blatt 6035, Bayreuth, Maßstab 1 : 25.000
- [U4] Geologische Karte, Blatt 6035, Bayreuth, Maßstab 1 : 200.000
- [U5] Erläuterungen zur Geologischen, Blatt 6035 Bayreuth, Karte 1:25.000
- [U6] Profile der Rammkernsondierungen
- [U7] Profile der Rammsondierungen
- [U8] Schichtenverzeichnisse der Rammkernsondierungen und Schürfe von 2008
- [U9] Protokolle der Rammsondierungen von 2008
- [U10] ZTVE-StB 09, Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau
- [U11] DIN-Taschenbuch Erkundung und Untersuchung des Baugrunds
- [U12] DIN-Taschenbuch Erd- und Grundbau
- [U13] Kommentar mit Kompendium Erd- und Felsbau zur ZTVE-StB 09, Prof. Dr.-Ing. R. Floß, 2009
- [U14] „Betonböden für Hallen- und Freiflächen“, Zement-Merkblatt Tiefbau, Bauberatung Zement, Bundesverband der Deutschen Zementindustrie e.V., Köln
- [U15] RStO 12, Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen



## 7 Untersuchungsarbeiten

Zur Erkundung des Untergrundes kamen durch die Piewak & Partner GmbH zwischen dem 05.02.2015 und dem 11.02.2015 insgesamt zwölf Rammkernsondierungen (RKS1/15 bis RKS12/15), zehn Rammsondierungen (DPL1/15 bis DPL10/15) mit der Leichten Rammsonde (Spitzenquerschnitt von 5 cm<sup>2</sup>) und zwei Sondierungen (DPH1/15 bis DPH2/15) mit der Schweren Rammsonde (Spitzenquerschnitt von 15 cm<sup>2</sup>) zur Ausführung. Im Jahr 2008 wurden im Untersuchungsgebiet sieben Rammkernsondierungen (RKS1 bis RKS7) und sieben Rammsondierungen mit der leichten Rammsonde (DPL1 bis DPL7)) durchgeführt. Die RKS 7 und DPL 7 liegen außerhalb des jetzigen Untersuchungsgebietes. Zusätzlich wurden die Ergebnisse der Untersuchungsarbeiten in 2008 (RKS 1 bis RKS 6 und DPL 1 bis DPL 6) verwendet. Zum Unterscheiden wurden die im Jahr 2015 durchgeführten Sondierungen mit der Ziffer (/15) ergänzt.

Die Endtiefen der Rammkernsondierungen betragen maximal 5,50 m bez. GOK, die Rammtiefen der leichten Rammsondierungen maximal 6,10 m bez. GOK und die Rammtiefen der DPH maximal 7,60 m bez. GOK.

Die Aufschlüsse wurden lage- und höhenmäßig eingemessen. Im Baugelände sind die GPS-Koordinaten der Aufschlüsse aufgenommen. Diese können um wenige Meter von der tatsächlichen Position abweichen. In den Aufschlüssen wurden zusätzlich die Wasserspiegellagen zur Klärung der Grundwasserverhältnisse eingemessen.

Die Lage der Ansatzpunkte der Sondierungen kann der Anlage 2 entnommen werden. Die Schichtenprofile der Rammkernsondierungen wurden im Gelände nach DIN 4022 aufgenommen und nach DIN 4023 zeichnerisch dargestellt (Anlage 3). Die Darstellung der Rammprofile ist der Anlage 4 zu entnehmen. Der Profilschnitt ist in Anlage 5 ersichtlich.



In der folgenden Tabelle 1 finden sich die wichtigsten Daten zu den einzelnen Sondieraufschlüssen:

Aufschluss	Ansatzpunkt Höhe in m [bez. NN]	erreichte Endteufe in m [bez. GOK*]	erreichte Endteufe in m [bez. NN]	Rechtswert	Hochwert	Bemerkungen
RKS 1/15	330,22	5,50	324,72	4468402	5535445	kein Bohrfortschritt
RKS 2/15	329,80	5,50	324,30	4468401	5535464	kein Bohrfortschritt
RKS 3/15	330,41	4,60	325,81	4468371	5535381	kein Bohrfortschritt
RKS 4/15	330,45	4,40	326,05	4468408	5535351	kein Bohrfortschritt
RKS 5/15	330,70	4,50	326,20	4468425	5535310	kein Bohrfortschritt
RKS 6/15	330,75	4,75	326,00	4468493	5535257	kein Bohrfortschritt
RKS 7/15	332,81	5,50	327,31	4468446	5535253	kein Bohrfortschritt
RKS 8/15	330,62	4,65	325,97	4468579	5535272	kein Bohrfortschritt
RKS 9/15	330,26	5,50	324,76	4468423	5535398	kein Bohrfortschritt
RKS 10/15	329,86	4,90	324,96	4468471	5535397	kein Bohrfortschritt
RKS 11/15	330,12	5,30	324,82	4468521	5535367	kein Bohrfortschritt
RKS 12/15	329,70	4,25	325,45	4468485	5535458	kein Bohrfortschritt
DPL 1/15	330,41	4,40	326,01	4468376	5535405	kein Rammfortschritt
DPL 2/15	330,52	4,50	326,02	4468379	5535356	kein Rammfortschritt
DPL 3/15	330,67	4,70	325,97	4468401	5535302	kein Rammfortschritt
DPL 4/15	331,04	4,20	326,84	4468428	5535282	kein Rammfortschritt
DPL 5/15	330,84	4,60	326,24	4468463	5535273	kein Rammfortschritt
DPL 6/15	330,59	5,20	325,39	4468485	5535314	kein Rammfortschritt
DPL 7/15	332,48	3,90	328,58	4468481	5535240	kein Rammfortschritt
DPL 8/15	330,48	6,10	324,38	4468445	5535347	kein Rammfortschritt
DPL 9/15	330,23	4,90	325,33	4468545	5535319	kein Rammfortschritt
DPL 10/15	331,04	4,60	326,44	4468579	5535236	kein Rammfortschritt
DPH 1/15	329,70	7,60	322,10	4468532	5535386	kein Rammfortschritt
DPH 2/15	329,47	5,10	324,37	4468444	5535487	kein Rammfortschritt

**Tabelle 1:** Höhen, Koordinaten (Gauss-Krüger 12°) und Endteufen der Sondieransatzpunkte

\* Geländeoberkante, nachfolgend GOK genannt

## 7.1 Probenahme

Im Rahmen der Beurteilung der Baugrundverhältnisse wurden aus den Rammkernsondierungen Bodenproben der Güteklasse 3 entnommen.



## **8 Baugrundbeurteilung**

Der Baugrund lässt sich vereinfachend in 7 Schichten gliedern.

Unter dem Mutterboden (Schicht 1) folgt eine Auffüllung (Schicht 2). Unter der Auffüllung sind überwiegend organogene Böden (Schicht 3) und bindige Deckschichten (Schicht 4) vorhanden. Darunter stehen gemischtkörnige Deckschichten (Schicht 5) oder grobkörnige Deckschichten (Schicht 6) an. Die unterste in den Sondierungen angetroffene Schicht ist der verwitterte Fels (Schicht 7).

### **8.1 Schicht 1: Mutterboden**

Der Mutterboden ist etwa 0,20 m bis 0,30 m mächtig (im Mittel 0,25 m). Da diese Schicht als Baugrund keine Verwendung findet, wird nicht näher auf sie eingegangen. Der Mutterboden ist für landschaftsgestalterische Zwecke von Bedeutung. Er sollte deshalb abgeschoben und für die Wiedernutzung getrennt gelagert werden.

### **8.2 Schicht 2: Auffüllung**

Auffüllungen wurden im Untersuchungsgebiet in den Rammkernsondierungen RKS 1/15, RKS 2/15, RKS 3/15, RKS 4/15, RKS 5/15, RKS 9/15 und in allen Rammkernsondierungen aus dem Jahr 2008 [U8] unter dem Mutterboden angetroffen.

Die Mächtigkeiten der Auffüllungen schwanken zwischen 0,80 m und 2,30 m. Sie können stellenweise bis 2,50 m u. GOK anstehen. Hierbei handelt es sich um eine bindige, relativ heterogen zusammengesetzte Schicht. Ermittelt wurden schluffige, sandige, kiesige Tone von brauner Farbe. Teilweise sind recht viele Ziegelstückchen enthalten. Die angetroffene Konsistenz der Tone war weich bis breiig, weich und weich bis steif.

Die Tone besitzen überwiegend mittelplastische, vereinzelt auch leicht plastische Eigenschaften. Sie sind somit den Bodengruppen [TM] und [TL] sowie der Bodenklasse 4 zuzuordnen.

Die Auffüllung ist sehr feuchtigkeits- und witterungsempfindlich und der Frostempfindlichkeitsklasse F3 zugehörig. Die Tone gehören der Verdichtbarkeitsklasse V3 an.

### **8.3 Schicht 3: organogene Böden**

Organogene Böden wurden in den allen Rammkernsondierungen, außer in RKS 7/15 und RKS 10/15, meist direkt unter der Auffüllung angetroffen. Nur in RKS 6 war zwischen Auffüllung und dem organogenen Boden noch eine gemischtkörnige Deckschicht vorhanden. In den Aufschlüssen RKS 2 und RKS 4 wurden nochmals organische Tone unter einer Grobsandschicht angetroffen.

Hierbei handelt es sich um schluffige, schwach feinsandige, organische Tone von grauer bis dunkelgrauer Farbe.

Organogene Deckschichten besitzen überwiegend weiche und weiche bis breiige Konsistenzen. Sie können stellenweise Torflagen und Pflanzenreste sowie Holzreste (RKS 4) enthalten. Die Deckschichten reichen bis in eine maximale Tiefe von 4,65 m u. GOK (RKS 6/15). Die organogenen Deckschichten gehören den Bodengruppen OU und OT sowie den Bodenklasse 4 und 5 an. Bei weicher bis breiiger Konsistenz sind sie der Bodenklasse 2 zuzuordnen.

Die organogenen Deckschichten sind sehr feuchtigkeits-, witterungs- und frostempfindlich. Die Frostempfindlichkeitsklasse ist die Klasse F2 bzw. F3. Diese Schicht ist keiner Verdichtbarkeitsklasse zugehörig und sehr kompressibel.

#### **8.4 Schicht 4: bindige Deckschichten**

Bindige Deckschichten wurden lediglich in den Aufschlüssen RKS 6/15, RKS 7/15 und RKS 8/15 aufgeschlossen. Sie besitzen relativ geringe Mächtigkeiten von 0,8 bis 1,2 m. Hierbei handelt es sich überwiegend um schluffige Tone mit unterschiedlichen Sand- und Kiesanteilen. Die bindige Deckschicht besitzt meist braune und hellbraune sowie violette Farben. Die angetroffene Konsistenz der Tone war größtenteils weich und weich bis steif.

Bodenmechanisch gehören die bindigen Deckschichten den Bodengruppen TL und TM sowie der Bodenklasse 4 an.

Die bindigen Böden sind sehr feuchtigkeits- und witterungsempfindlich und der Frostempfindlichkeitsklasse F3 sowie der Verdichtbarkeitsklasse V3 zugehörig.

#### **8.5 Schicht 5: gemischtkörnige Deckschichten**

Die gemischtkörnigen Deckschichten wurden im Untersuchungsgebiet in allen Aufschlüssen angetroffen. Sie lagern meistens unter den organogenen Böden. Hierbei handelt es sich um Sande und Kiese mit unterschiedlichem Schluff- und Tongehalt. Diese besitzen braune, graue bis graubraune oder rotbraune Farben und sind locker bis mitteldicht sowie mitteldicht gelagert. Die Schicht ist den Bodengruppen GU, SU und GU\*, SU\* sowie den Bodenklassen 3 und 4 zuzuordnen.

Die Böden der Bodengruppen GU\* und SU\* sind sehr witterungs- und frostempfindlich. Sie sind der Frostempfindlichkeitsklasse F3 und der Verdichtbarkeitsklasse V2 zuzuordnen.

Die Böden der Bodengruppen GU und SU sind gering bis mittel frostempfindlich und werden durch die Frostempfindlichkeitsklasse F2 sowie die Verdichtbarkeitsklasse V1 charakterisiert. Diese Schicht ist erosionsempfindlich.



## 8.6 Schicht 6: grobkörnige Deckschichten

Die grobkörnigen Deckschichten wurden überwiegend im südlichen Bereich des Untersuchungsgebietes angetroffen. Hierbei handelt es sich einerseits um grobsandige Mittelsande und mittelsandige bis feinkiesige Grobsande von grauer Farbe. Weiterhin traten, meist direkt dem verwitterten Fels auflagernd, sandige Kiese mit graubrauner Farbe auf. Diese zeigten teilweise Übergänge zu schwach schluffigen Kiesen und werden dann als gemischtkörnige Deckschichten beschrieben. Die Lagerung der grobkörnigen Deckschichten ist z. T. locker bis mitteldicht, überwiegend aber mitteldicht.

Die Sande werden der Bodengruppe SW und die Kiese der Bodengruppe GW zugeordnet. Sie gehören damit der Bodenklasse 3 an.

Böden der Bodengruppe SW und GW sind der Frostempfindlichkeitsklasse F1 sowie der Verdichtbarkeitsklasse V1 zugehörig.

## 8.7 Schicht 7: Fels, verwittert

Der verwitterte Fels wurde in allen Aufschlüssen außer RKS 11/15 angetroffen. Die Felsoberkante im Untersuchungsgebiet liegt zwischen etwa 321,87 m NN (DPH 1/15) und 327,17 m NN. Hierbei handelt es sich um eine Wechsellagerung von verwitterten Sandsteinen und verwitterten Tonsteinen des Mittleren Burgsandsteins.

Bei dem verwitterten Fels handelt es sich um bereichsweise stark verwitterte, hellgraue bis gelbe Sandsteine die recht stark geklüftet sind. Daneben tritt rotbrauner und graugrüner Tonstein, z.T. mit Sandsteinlagen auf.

Das verwitterte Gestein ist besonders an diesen Trennflächen entfestigt und deshalb mürb bis sehr mürb. Der ursprüngliche Gesteinsverband ist aber noch erhalten.

Diese Schicht ist der Bodenklasse 6 zuzuordnen. Mit zunehmender Tiefe geht die Baugrundschiebt in einen nicht verwitterten Sandstein über. Horizontale Übergänge des verwitterten Sandsteines in einen frischen Sandstein sind ebenfalls möglich. Fels der Bodenklasse 7 tritt mit zunehmender Tiefe auf.

Wegen seiner starken Verwitterung und Klüftung ist der Sandstein sehr frostempfindlich.

In den leichten Rammsondierungen zeigen Schlagzahlen von 150 Schlägen pro zehn Zentimeter Eindringtiefe und in den schweren Rammsondierungen Schlagzahlen von 80 Schlägen pro zehn Zentimeter Eindringtiefe, dass auch hier der Fels angetroffen wurde. Dies bestätigt auch der Vergleich mit den angrenzenden Rammkernaufschlüssen.

## 8.8 Grund- und Schichtwasserverhältnisse

Das Grundwasser wurde im Untersuchungsgebiet in den allen Aufschlüssen angetroffen. Der Grundwasserzustand schwankt im Untersuchungsgebiet zwischen 329,02 und 331,90 m ü. NN. Folgende Grundwasserstände wurden nach Beendigung der Bohrarbeiten gemessen:

Aufschluss	Ansatzpunkt Höhe in m [bez. NN]	Grundwasserstand nach Bohrende in m [bez. GOK]	Grundwasserstand nach Bohrende in m [bez. NN]	Bemerkungen
RKS 1/15	330,22	0,72	329,50	Grundwasser
RKS 2/15	329,80	0,60	329,20	Grundwasser
RKS 3/15	330,41	0,48	329,93	Grundwasser
RKS 4/15	330,45	0,79	329,66	Grundwasser
RKS 5/15	330,70	0,30	330,40	Grundwasser
RKS 6/15	330,75	1,15	329,60	Grundwasser
RKS 7/15	332,81	2,15	330,66	Grundwasser
RKS 8/15	330,62	1,60	329,02	Grundwasser
RKS 9/15	330,26	0,61	329,65	Grundwasser
RKS 10/15	329,86	0,60	329,26	Grundwasser
RKS 11/15	330,12	1,00	329,12	Grundwasser
RKS 12/15	329,70	0,18	329,52	Grundwasser
DPL 1/15	330,41	0,80	329,61	Grundwasser
DPL 2/15	330,52	0,65	329,87	Grundwasser
DPL 3/15	330,67	0,20	330,47	Grundwasser
DPL 4/15	331,04	0,45	330,59	Grundwasser
DPL 5/15	330,84	0,58	330,26	Grundwasser
DPL 6/15	330,59	1,03	329,56	Grundwasser
DPL 7/15	332,48	0,58	331,90	Grundwasser
DPL 8/15	330,48	0,75	329,73	Grundwasser
DPL 9/15	330,23	0,95	329,28	Grundwasser
DPL 10/15	331,04	1,40	329,64	Grundwasser
DPH 1/15	329,70	0,15	329,55	Grundwasser
DPH 2/15	329,47	0,15	329,32	Grundwasser

**Tabelle 2:** Gemessene Wasserstände in den Aufschlüssen nach Bohrende

Der verwitterte und geklüftete Sandstein sowie die darüber lagernden Sande und Kiese fungieren als Grundwasserleiter. Die relativ mächtige Tonschicht unter der Auffüllung ist als Grundwasserdeckschicht (Grundwasserstauer) ausgebildet. Deshalb wird das in den Sondierungen ermittelte Grundwasser als gespanntes Grundwasser interpretiert.

Inwieweit das Wasser des Roten Mains mit den Sanden und Kiesen bzw. dem verwitterten und geklüfteten Sandstein in hydraulischem Kontakt steht, kann aufgrund der vorliegenden Baugrunduntersuchung nicht endgültig geklärt werden. Aufgrund der recht verschiedenen ermittelten Grundwasserstände in den einzelnen Aufschlüssen (siehe Tabelle 2) wird jedoch angenommen, dass die organischen Tone unter der Auffüllung zumindest teilweise als dichtende Schicht



wirken und in diesem Fall keine hydraulische Kopplung besteht.

Nach stärkeren Niederschlägen kann es im Quartär bzw. in den Auffüllungen zu einem Aufstau von Schichtwasser kommen. Insbesondere in den Auffüllungen kann sich Sickerwasser aufstauen, da der Untergrund (bindige Deckschichten) wenig durchlässig ist. Entsprechend den jahreszeitlichen Bedingungen ist mit Schwankungen des Grundwasserspiegels zu rechnen. Das Grundwasser kann bei hohen Grundwasserständen nahe an die Geländeoberkante reichen. Während des Bodenaushubs muss in jedem Fall mit Wasserandrang gerechnet werden. Da unter der Auffüllung die bindigen Deckschichten (organische Tone) anstehen, muss außerdem bei Niederschlägen mit Stauwasser gerechnet werden.

## 9 Bodenmechanische Kennwerte und Bodenklassifikation

In Tabelle 3 sind die wesentlichen Angaben zum Baugrundmodell zusammenfassend dargestellt. Aufgrund der Feld- und Laboruntersuchungen sowie den Erfahrungen mit ähnlichen Bodenverhältnissen können für erdstatische Berechnungen die in Tabelle 3 angegebenen Rechenwerte angenommen werden. Der Mutterboden findet als Baugrund keine Verwendung. Deshalb sind dafür keine Bodenkennwerte angegeben. Wegen der großen Heterogenität der Auffüllungen können auch für sie keine typischen erdstatischen Parameter zugewiesen werden.

Die bautechnische Klassifizierung erfolgte nach DIN 18196, DIN 1055 (Teil 2) und DIN 18300.

	organogene Böden	bindige Deckschichten	gemischtkörnige Deckschichten	grobkörnige Deckschichten	Fels, verwittert
Schicht-Nr.	3	4	5	6	7
Bodenart nach DIN 4022	T, u, s', org	T, u, s, (s*), g, (g')	S, u, (t), (u*), (g)/ G, s, (s*), u	mS, gs / gS, ms, fg / G, s	Sandstein
Bodengruppe nach DIN 18196	OU / OT	TL / TM	SU, GU / SU*,GU*	SW, GW	-
Bodenklassen nach DIN 18300	4 / 5 (2)	4	3 / 4	3	6
Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB 09	F3, F2	F3	F2 / F3	F1	F2 - F3
Verdichtbarkeitsklasse ZTVA-StB 12	-	V3	V1 / V2	V1	-
Konsistenz	weich, weich - breiig	weich, (weich - steif)	-	-	-
Plastizität	-	leicht - mittel	-	-	-
Lagerungsdichte	-	-	locker, locker-mitteldicht, mitteldicht-dicht	(locker), mitteldicht	-
Wichte [kN/m <sup>3</sup> ] nach DIN 1055, erdfeucht	14,0	19 - 20	17,0 / 20,0	19,0	22 - 24
Wichte [kN/m <sup>3</sup> ] unter Auftrieb nach DIN 1055	4,0	9 - 10	9 / 12,0	11,0	14 - 16
Reibungswinkel nach DIN 1055	15	27,5 / 22,5	30-32,5	32,5	35**
Kohäsion c' [kN/m <sup>2</sup> ] nach DIN 1055	0	0	0	0	**
Wasserdurchlässigkeitswert k <sub>f</sub> [m/s]	10 <sup>-9</sup> - 10 <sup>-10</sup>	10 <sup>-8</sup> - 10 <sup>-10</sup>	10 <sup>-7</sup> - 10 <sup>-8</sup>	10 <sup>-3</sup> - 10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-6</sup> - 10 <sup>-7</sup>
Steifemodul Es [MN/m <sup>2</sup> ]	0,5 - 1	1 - 3	20 - 80	50 - 100	100 - 300

**Tabelle 3:** Baugrundmodell: Schichtung, Eingruppierung und Bodenkenngrößen

\*\* Ersatzreibungswinkel



## 10 Hinweise zur Bauausführung

Die Gründung der geplanten Gebäude sollte auf einer Bodenplatte und auf Einzel- bzw. auf Streifenfundamenten erfolgen. Die Höhe der Fertigfußbodenoberkante und die genauen Lasten der geplanten Gebäude standen zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung noch nicht fest. Die geplanten Gebäude werden nicht unterkellert. Die derzeitige Geländeoberkante schwankt im Untersuchungsgebiet zwischen etwa 329,5 und 332,8 m NN.

Der Wasserspiegel des Roten Mains beim HQ 100 erreicht ein Niveau von ca. 331,2 m NN. Das Gelände liegt im Mittel (ohne RKS 7/15 und DPL 7/15, die deutlich höher liegen) bei etwa 330,35 m NN. Nach Abschieben des Oberbodens ergibt sich, dass das Gelände im Mittel um etwa 0,8 bis 1,0 aufgefüllt werden müsste um das Niveau des HQ 100 zu erreichen.

Wird auf einem Niveau von 331,0 m NN eine etwa 0,3 m mächtige kapillarbrechende Schicht und eine Bodenplatte (mit Estrich) von etwa 0,3 m hergestellt, dann ergibt sich für die Fußbodenoberkante ein Niveau von etwa 331,6 m NN.

Geht man jedoch von der zukünftigen Klimaentwicklung aus, dann ist häufiger mit extremen Wetterlagen u. a. auch mit kurzen aber extremen Niederschlägen zu rechnen, die zu allen Jahreszeiten auftreten können. Das kann unter Umständen zu noch aufgetretenen Hochwässern führen, welche die bisher bekannten Werte deutlich übersteigen könnten. Aus diesem Grund sollte am Rande des Baugebietes ein Damm von einigen Dezimetern Höhe errichtet werden.

### 10.1 Gründung von Einzel- und Streifenfundamente

Die Fundamente sollten mindestens 1,20 m u. GOK einbinden, um eine frostsichere Gründung zu gewährleisten.

Unter Berücksichtigung einer 0,10 m dicken Sauberkeitsschicht dürfte die Gründung in einer Tiefe von etwa 1,30 m u. FFOK erfolgen. Bei Fußbodenoberkanten bei ca. 331,6 m ergibt sich ein Gründungsniveau bei ca. 330,3 m NN.

Im Untersuchungsgebiet wurden im Gründungsniveau überwiegend Auffüllungen sowie gemischtkörnige und bindige Deckschichten angetroffen. Entlang der von Schnitt F-F muss noch bis zum Gründungsniveau aufgefüllt werden.

Die Auffüllung besitzt eine heterogene Zusammensetzung und ist als Gründungsschicht nicht geeignet. Unter den Auffüllungen folgen häufig organische Tone in weicher bis steifer Konsistenz. Diese Schicht ist mehr als 1 m mächtig. Die organischen Tone sind zur Aufnahme von Lasten ungeeignet, da sie stark kompressibel sind und entsprechende Verdichtungen des Bodens für eine Gründung nicht erreicht werden können. Eine Gründung mit Fundamenten und Bodenplatte wäre ohne größeren Bodenaustausch nicht möglich.



Aus diesen beiden Gründen (Setzungen und Entsorgung) wird von einer Flachgründung abgeraten.

Als Alternative wird eine Tiefgründung vorgeschlagen. Auf Grund der örtlichen Verhältnisse wird eine Gründung auf Betonstopfsäulen einer Gründung auf duktilen Pfählen bzw. einer Bohrpfahlgründung vorgezogen. Insbesondere ist bei dieser Variante keine Wasserhaltung nötig und die Bauzeit, mit einer erheblichen Lärmbelastung bei der Bohrpfahlherstellung, verkürzt sich wesentlich.

Denkbar ist eine Verbesserung des Baugrundes durch Schotterstopfsäulen. Auf Grund der weichen bis breiigen Schichten mit organischen Anteilen kommt aber in erster Linie eine Gründung auf vermörtelten Schotterstopfsäulen (Betonrüttelsäulen) bzw. auf duktilen Pfählen in Frage. Die Gründungsvariante ist in erster Linie eine Frage der Lasten und der Wirtschaftlichkeit.

## 10.2 Betonstopfsäulen

Als bevorzugte Lösung zur Abtragung der Lasten werden Betonstopfsäulen oder duktile Pfähle angesehen.

Nach den Schlagzahlen und den Bohrergebnissen dürften die bindigen Böden überwiegend eine undrainierte Kohäsion von mindestens  $15 \text{ kN/m}^2$  aufweisen. Bereichsweise sind die bindigen Deckschichten mit weicher bis breiiger Kohäsion aber mächtiger als 1 bis 2 m. Hier kann die undrainierte Kohäsion auch unter  $15 \text{ kN/m}^2$  liegen.

Eine Gründung der Schottersäulen sollte auf dem verwitterten Fels erfolgen. Der Durchmesser für Schotterstopfsäulen beträgt in der Regel etwa 0,45 bis 0,6 m. Ob Einzel- und Streifenfundamente auf vermörtelten Schottersäulen (Betonstopfsäulen) gegründet werden sollen, oder die Schottersäulen als Bodenverbesserungsmaßnahme ausgeführt werden, ist vom Hersteller anzugeben. Der Säulenabstand bei der Bodenverbesserung liegt in der Regel bei etwa 2 bis 3 m. Es wird vorläufig davon ausgegangen, dass unvermörtelte Schottersäulen wegen geringer undrainierter Kohäsion nicht überall in der Lage sind, die Lasten der Gebäude abzutragen.

Bei vermörtelten Schotterstopfsäulen werden in der Regel Säulengruppen unter den Einzelfundamenten hergestellt. Im Allgemeinen kann man davon ausgehen, dass eine vermörtelte Schottersäule eine Last von etwa  $500 \text{ kN/m}^2$  aufnehmen kann. Dies ist vom Hersteller festzulegen.

Das Erdplanum muss die bestehenden Unebenheiten ausgleichen. Das Bohrplanum sollte eine Mächtigkeit von 0,3 bis 0,5 m besitzen. Hierzu sollte Schottermaterial angefahren werden. Zumindest die beiden oberen Lagen sollten gut verdichtet werden. Die Auffüllung für den Hochwasserschutz kann hier zumindest bereits teilweise erfolgen.



Beim Herstellen der Schottersäulen werden zusätzliche Massen in den Untergrund eingebracht. Dies kann dazu führen, dass sich das Planum hebt. Bei hoch liegendem Grundwasser kann auch Wasser austreten. Die Funktionsfähigkeit der Spezialgründung ist hierbei vom Hersteller nachzuweisen.

Vor Beginn der Erstellung der endgültigen Statik ist das System der vermörtelten Schottersäulen bzw. Betonstopfsäulen auf die Lasten abzustimmen. Zur gleichmäßigen Auflage der Lasten dürfte es sinnvoll sein eine etwa einen Meter mächtige, gut tragfähige Schottertragschicht unter der Bodenplatte aufzubauen, da das Gelände noch nicht vollständig profiliert ist und noch Massen angefahren werden müssen. Somit dürfte die Kombination von Betonstopfsäulen mit Schottertragschicht die optimale Lösung für das Bauwerk darstellen.

Die Dimensionierung der Säulen erfolgt vom Hersteller. Notwendig ist hierfür, dass dem Auftragnehmer neben dem Bodengutachten auch die vorgesehenen Bodenpressungen zur Verfügung gestellt werden.

In den weichen und lockeren Schichten ist anzunehmen, dass der Schotter in diese weichen und lockeren Schichten abwandert. Dies führt zu einer Erhöhung des Schotter- und Bindemittelverbrauchs.

Es wird empfohlen, die Herstellung der Rüttelstopfsäulen bzw. Betonstopfsäulen zu überwachen. Die Herstellung der (vermörtelten) Schottersäulen ist zu dokumentieren, insbesondere sind die Versenktiefen des Rüttlers, der Eindringwiderstand (Stromaufnahme), Schotter- und Mörtelverbrauch zu dokumentieren.

### **10.3 Duktile Pfähle**

Denkbar wäre auch die Herstellung von duktilen Pfählen. Duktile Pfähle besitzen eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung durch das Deutsche Institut für Bautechnik. Die Pfähle werden aus gemufften Gussrohren Durchmesser 118 x 7,5 mm, 118 x 9,0 mm, 170 x 9,0 mm oder 170 x 10,6 mm hergestellt. Die Pfähle aus duktilem Gusseisen sind zusammengesetzte Rohre, die aus Teillängen zusammengefügt werden. Die Teillängen werden über eine dem duktilen Gusseisenpfahl eigene Muffe miteinander verbunden. Die Pfähle dürfen planmäßig nur durch axiale Druckkräfte beansprucht werden.

Der Einbau der Pfähle darf nicht erfolgen, wenn der Baugrund Grundwasser oder Sickerwasser aus Halden und/oder Aufschüttungen enthält, das eine hohe Korrosionswahrscheinlichkeit für Mulden- und Lochkorrosion von Stahl nach DIN 50929-3 besitzt.



Im Bereich des Baufeldes gibt es keine besonderen Hinweise auf Korrosion durch Haldenwässer oder Wässer aus Auffüllungen.

Das Innere der Rohre ist während oder nach dem Einbringen in den Boden mit Zementmörtel zu verfüllen.

Die Krafteinleitung vom Gussrohr in den Fundamentkörper erfolgt durch eine Druckverteilerplatte. Um ein eventuelles Aufsetzmaß des Füllbetons im Pfahlrohr auszugleichen, wird beim Setzen der Pfahlplatte der entstandene Hohlraum der Platte mit Zementmörtel verfüllt.

Wenn die Scherfestigkeit des undrainierten Bodens unter  $15 \text{ kN/m}^2$  liegt (dies ist teilweise der Fall), ist ein Knicksicherheitsnachweis nach Theorie II. Ordnung entsprechend DIN 18800-2 (ohne Annahme einer seitlichen Stützung durch den Boden) zu führen. Eine ungewollte Ausmitte von  $s_v = l/150$  ist zu berücksichtigen, wobei  $l$  die freie nicht gestützte Länge des Pfahles ist.

Die Weiterleitung der für die Bemessung maßgeblichen Pfahlkräfte im Fundamentkörper ist nach den geltenden Baubestimmungen nachzuweisen. Da die Pfähle beim Einrammen nicht beschädigt werden dürfen, kann es erforderlich sein, die Rammarbeiten vor dem Erreichen der Mindesteinbindelänge abubrechen. Für diese Pfähle ist die äußere Tragfähigkeit durch Probelastungen nachzuweisen. Bei reinen Aufstandspfählen ist dieser Nachweis nicht erforderlich. Hier entfällt auch die Einbindung. Als Kriterium gilt, dass sich die Pfähle in 20 Sekunden weniger als einen Zentimeter rammen lassen.

Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung ist zu beachten.

Die maximal zulässige Belastung der Pfähle unter Anrechnung der inneren Mörtelfüllung ist in folgender Tabelle zusammengestellt:

<b>Gussrohr Durchmesser</b>	<b>maximal zulässige Belastung der Pfähle unter Anrechnung der inneren Mörtelfüllung</b>
118 x 7,5 mm	507 kN
118 x 9,0 mm	605 kN
170 x 9,0 mm	951 kN
170 x 10,6 mm	1106 kN

**Tabelle 4:** Maximal zulässige Belastung der Pfähle

Es ist von einer Mantelverpressung der duktilen Pfähle auszugehen.

#### **10.4 Hinterfüllen von Bauwerken**

Nach ZTVE-StB sind für die Hinterfüllung von Arbeitsräumen nicht bindige bis schwach bindige, grobkörnige und gemischtkörnige Verfüllmaterialien der Bodengruppen SE, SI, SW, GE, GI, GW, SU, ST, GU und GT zu verwenden. Die Hinterfüllmaterialien sind so einzubauen und zu verdichten, dass ein Verdichtungsgrad von  $D_{Pr} = 100 \%$  erreicht wird. Dies entspricht nach



ZTVE-StB 94 Tabelle 8, je nach Verfüllmaterial, einem Verformungsmodul von  $E_{v2} = 80$  bis  $100 \text{ MN/m}^2$ . Schwer zugängliche Bereiche sind mit Füllbeton zu hinterfüllen. Für die Verfüllmaterialien der Verdichtbarkeitsklasse V1 kann eine Feuchtwichte von  $\gamma = 21,0 \text{ kN/m}^2$  und ein Reibungswinkel von  $\varphi' = 35^\circ$  angesetzt werden.

Für diese Anforderungen ist bei der Bemessung der Außenwände der Erdruchdruckbeiwert  $K_0$  anzusetzen, der für die verschiedenen Hinterfüllmaterialien nach der Formel  $K_0 = 1 - \sin \varphi'$  zu ermitteln ist. Daraus errechnet sich nach der o. g. Formel ein Erdruchdruckbeiwert von  $K_0 = 0,43$ .

Bezüglich der Hinterfüllung von Bauwerken, bei denen der aktive Erddruck angesetzt werden kann, ist das Hinterfüllmaterial nur mit einer mitteldichten Lagerung einzubauen. Dies entspricht nach ZTVE-StB einer Proctordichte  $D_{Pr} = 98 \%$ .

## 10.5 Hinweise zur Bauausführung und Wasserhaltung

Erst unmittelbar vor Beginn der Gründungsarbeiten sollte die Freilegung des Planums erfolgen bzw. bis zum endgültigen Versiegeln durch eine Sauberkeitsschicht abgedeckt werden. Ein zusammenhängender Grundwasserkörper wurde bei den Geländeuntersuchungen in geringer Tiefe festgestellt.

Das Grundwasser ist gespannt. Beim Öffnen von Baugruben ist ein starker Wasserandrang zu erwarten. Die Wasserhaltung kann offen mit gut funktionierenden Pumpensämpfen und Drainagen erfolgen.

Das Oberflächenwasser und das Wasser oberhalb der Böschung ist durch hangparallele Gerinne oder Gräben zu sammeln und abzuleiten.

Eine Abnahme des Erdplanums im Rahmen einer Baugrubenabnahme durch den Gutachter wird empfohlen.

## 10.6 Bodenaustausch

Als Material für einen möglichen Bodenaustausch wird ein weitgestufter Kiessand kantiger Kornform empfohlen (Bodengruppe GW, Frostschutz z. B. 0/56). Der Kiessand ist lagenweise einzubringen und auf  $D_{Pr} \geq 98 \%$  (entspricht einer mitteldichten Lagerung) zu verdichten, wobei der erreichte Verdichtungsgrad durch Verdichtungskontrollen zu überprüfen ist. Das Kiespolster sollte Entwässerungsmaßnahmen allgemein unterstützen.



## 10.7 Aushub der Baugruben

Die in den Sondierungen und Schürfen angetroffenen Schichten können oberhalb des Grundwasserspiegels, sofern dies die Baustellenverhältnisse erlauben, frei geböschet werden.

Dabei dürfen folgende Böschungswinkel nicht überschritten werden:

- rollige und gemischtkörnige Deckschichten  $\beta = 45^\circ$
- weiche bindige Deckschichten  $\beta = 45^\circ$
- bindige Deckschichten, steif bis halbfest  $\beta = 60^\circ$

Lange Zeit offen stehende Böschungen ohne Schutz sind zu vermeiden.

Bei starkem Wasseranfall ist o. g. Böschungswinkel entsprechend zu reduzieren. Bei Aufweichen der Bodenschichten durch Wasseraufnahme sind die Böschungsneigungen ebenfalls entsprechend zu reduzieren.

Wird die Standsicherheit der Grubenwände durch Witterungseinflüsse (Eindringen von Wasser, Quellen, Austrocknen, Frostwirkung) sowie durch den Baustellenbetrieb beeinträchtigt, sind von vornherein flachere Böschungen vorzusehen oder diese durch Abdecken mit Kunststoff-Folien zu schützen.

Ein Aufweichen der Deckschichten ist zu vermeiden. Aufgeweichte Böden und aufgelockerte Böden sind auszutauschen.

Bei der Ausführung der Arbeiten sind gemäß DIN 4124 Verkehrs-, Stapel- und Kranlasten zu berücksichtigen.

## 10.8 Schutz der Gebäude gegen Wasser

Entsprechend DIN 4095 (Dränung zum Schutz baulicher Anlagen) wird folgende Dränmaßnahme empfohlen:

- Abdichtung mit Dränung (Stau- und Sickerwasser in schwach durchlässigen Böden).

Nach DIN 4095 ist für Bauwerke über 200 m<sup>2</sup> ein Flächendrän vorzusehen. Wird die Trag-schicht der Bodenplatte aus Frostschutzmaterial (z. B. B32, Sieblinie B nach DIN 1045) hergestellt, erfüllt die Frostschutzschicht die Funktion eines Flächendrängs.

Das Gefälle der Ringdrainage soll mindestens 0,5 % betragen. Der höchste Punkt einer Dränung muss dabei tiefer als das zu schützende Objekt (in der Regel Oberkante Kellerfußboden) liegen. Die Standsicherheit der Fundamente darf durch die Dränstränge nicht beeinträchtigt werden.



Voraussetzung für eine wirksame Dränung ist eine ausreichende Vorflut unter Berücksichtigung des höchsten Wasserstandes im Vorfluter. Es ist anzustreben, einen Anschluss in freiem Gefälle an einen offenen Vorfluter oder Regenwasserkanal zu schaffen.

Falls eine Dränung nicht zulässig ist, sollte der tieferliegende Baukörper als wasserundurchlässige Weiße Wanne ausgeführt werden.

## **10.9 Sicherung von Nachbarbauwerken**

Für Maßnahmen zur Gebäudesicherung wird auf die Anwendung der DIN 4123 und DIN 4124 verwiesen.

Beim Aushub der Kanalgräben im unmittelbaren Bereich von Bebauungen ist die DIN 4123 "Gebäudesicherung im Bereich von Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen" zu beachten. Die bestehenden Gebäude dürften auf Einzel- oder Streifenfundamenten gegründet sein.

## **11 Zusammenfassung und abschließende Hinweise**

Die Stadt Bayreuth, Hochbauamt, beabsichtigt eine Zentrale Aufnahmeeinrichtung für Asylbewerber in der Herzogmühle in 95444 Bayreuth zu errichten.

Die Piewak & Partner GmbH, Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz, Bayreuth, wurde von der Stadt Bayreuth beauftragt, für dieses Bauvorhaben eine Baugrunduntersuchung durchzuführen.

Zur Erkundung des Untergrundes kamen durch die Piewak & Partner GmbH zwischen dem 05.02.2015 und dem 11.02.2015 insgesamt zwölf Rammkernsondierungen (RKS/15), zehn Rammsondierungen (DPL/15) mit der Leichten Rammsonde (Spitzenquerschnitt von 5 cm<sup>2</sup>) und zwei Sondierungen (DPH/15) mit der Schweren Rammsonde (Spitzenquerschnitt von 15 cm<sup>2</sup>) zur Ausführung. 2008 wurden im Untersuchungsgebiet sieben Rammkernsondierungen (RKS) und sieben Rammsondierungen mit der leichten Rammsonde (DPH) durchgeführt. Die RKS 7 und DPL 7 liegen außerhalb des jetzigen Untersuchungsgebietes. Zusätzlich wurden die Ergebnisse der Untersuchungsarbeiten in 2008 (RKS 1 bis RKS 6 und DPL 1 bis DPL 6) verwendet.

Das vorliegende Baugrundgutachten enthält Angaben zu den Bodengruppen und Bodenklassen, zur Ausbildung der Baugruben und zur Wasserhaltung. Zur Zeit der Gutachtenerstellung lagen uns keine Angaben über die geplanten Bauwerkslasten vor.

Die Gründung der Gebäude kann auf Grund der gering tragfähigen Böden nicht als Flachgründung erfolgen.



Es wird eine Tiefgründung auf dem verwitterten Fels empfohlen. Wegen der geringen undrained Kohäsion der weichen bis breiigen Böden dürfte eine Gründung auf unvermörtelten Säulen meist nicht ausreichen.

Aus diesem Grunde kommen in erster Linie eine Gründung auf vermörtelten Schottersäulen (Betonrüttelsäulen) bzw. duktilen Pfählen in Frage.

In der Baugrube stehen bereichsweise feuchtigkeitsempfindliche Materialien an. Diese müssen vor Feuchtigkeit geschützt werden.

Hinweise zum Schutz des Gebäudes gegen Wassers sind gegeben.

## 12 Schlussbemerkung

Das vorliegende Gutachten wurde auf der Basis der im Text erläuterten Informationen und der durchgeführten Untersuchungen erstellt. Es enthält Angaben zu den Bodengruppen, Hinweise zur Ausbildung der Baugruben und zur Wasserhaltung sowie allgemeine Angaben zur Gründung des geplanten Gebäudes. Infolge des weitmaschigen Aufschlussnetzes können Abweichungen von den beschriebenen Baugrundverhältnissen auftreten. In diesem Fall bitten wir Sie, unser Büro zur Beratung zu benachrichtigen.

Für Rückfragen hinsichtlich der Baugrundverhältnisse und der Gründung sowie für die Durchführung der Verdichtungsprüfungen und der Gründungssohlabnahmen stehen wir Ihnen jederzeit zur Verfügung.

Das Gutachten ist nur in seiner Gesamtheit zu verwenden, daraus entnommene Auszüge bedürfen unserer schriftlichen Zustimmung.

Piewak & Partner GmbH  
Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz  
Bayreuth, 13.04.2015

Bearbeiter

Dr. Ing. Thomas Röckel  
Diplom-Geologe

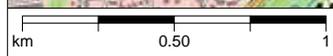
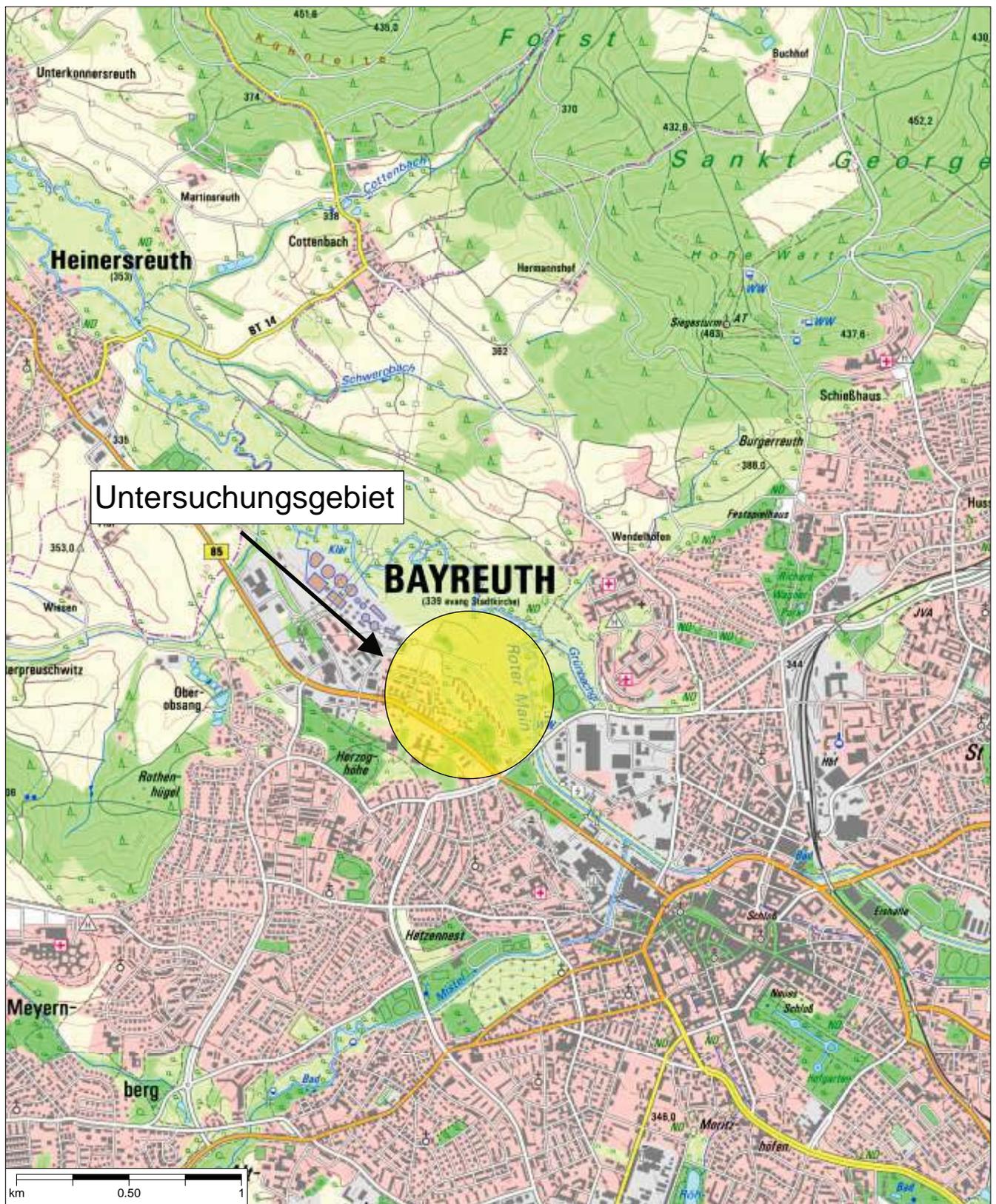
Geschäftsführer

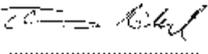
Manfred Piewak  
Diplom-Geologe  
Sachverständiger nach § 18 BBodSchG



## **Anlage 1**

### **Lage des Untersuchungsgebietes, Maßstab 1 : 25.000**

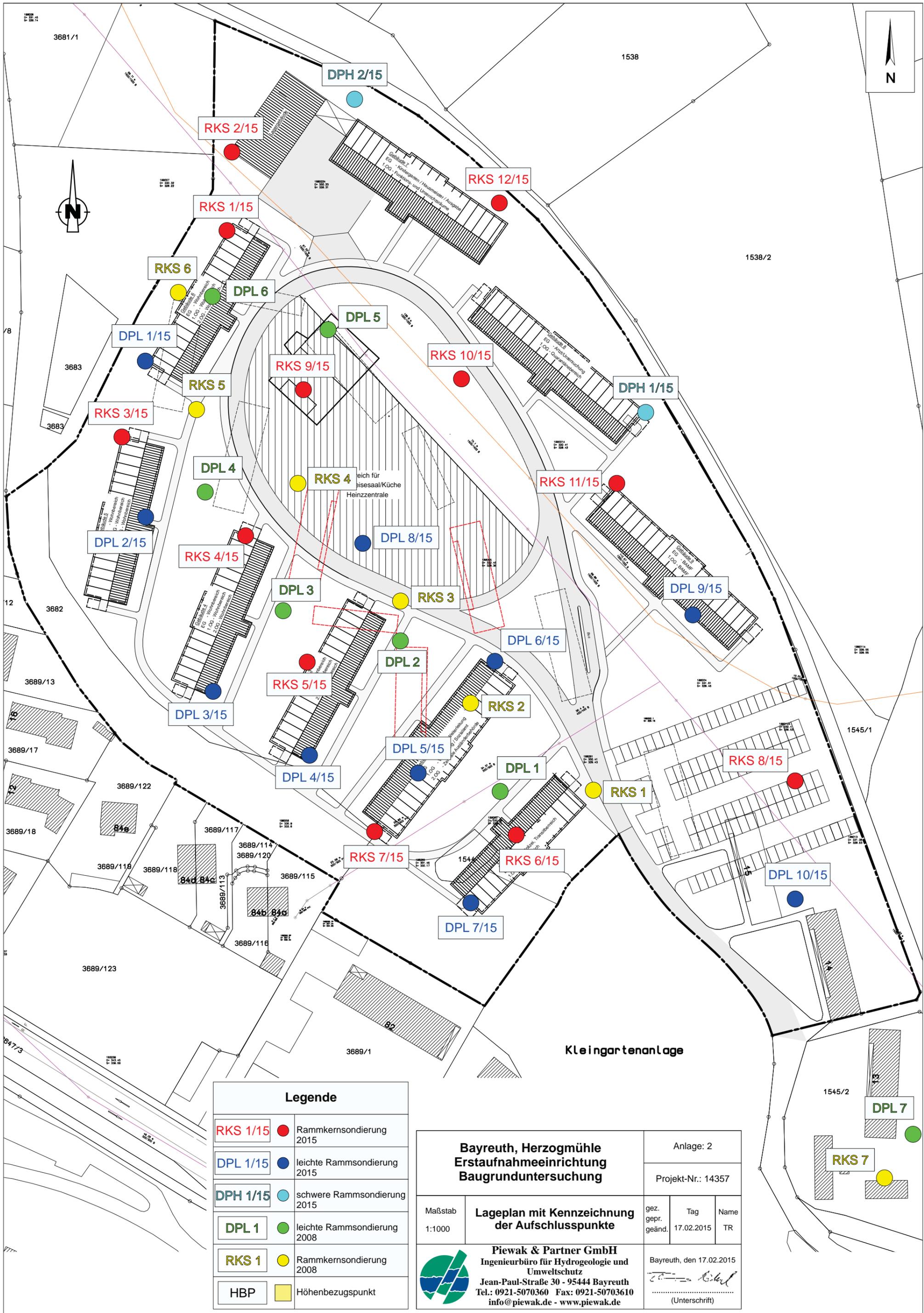


<b>Bayreuth, Herzogmühle Erstaufnahmeeinrichtung Baugrunduntersuchung</b>		Anlage: 1		
		Projekt-Nr.: 14357		
Maßstab 1:25000	<b>Lage des Untersuchungsgebietes</b>	gez. gepr. geänd.	Tag 05.02.2015	Name TR
 <b>Piewak &amp; Partner GmbH</b> Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz Jean-Paul-Straße 30 - 95444 Bayreuth Tel.: 0921-5070360 Fax: 0921-50703610 info@piewak.de - www.piewak.de		Bayreuth, den 05.02.2015  ..... (Unterschrift)		

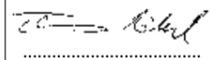


## **Anlage 2**

### **Lageplan mit Kennzeichnung der Aufschlusspunkte, Maßstab 1 : 1000**



Legende	
RKS 1/15	Rammkernsondierung 2015
DPL 1/15	leichte Rammsondierung 2015
DPH 1/15	schwere Rammsondierung 2015
DPL 1	leichte Rammsondierung 2008
RKS 1	Rammkernsondierung 2008
HBP	Höhenbezugspunkt

<b>Bayreuth, Herzogmühle</b> <b>Erstaufnahmeeinrichtung</b> <b>Baugrunduntersuchung</b>		Anlage: 2		
		Projekt-Nr.: 14357		
Maßstab 1:1000	<b>Lageplan mit Kennzeichnung</b> <b>der Aufschlusspunkte</b>	gez. gepr. geänd.	Tag	Name
			17.02.2015	TR
 <b>Piewak &amp; Partner GmbH</b> Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz Jean-Paul-Straße 30 - 95444 Bayreuth Tel.: 0921-5070360 Fax: 0921-50703610 info@piewak.de - www.piewak.de		Bayreuth, den 17.02.2015  (Unterschrift)		



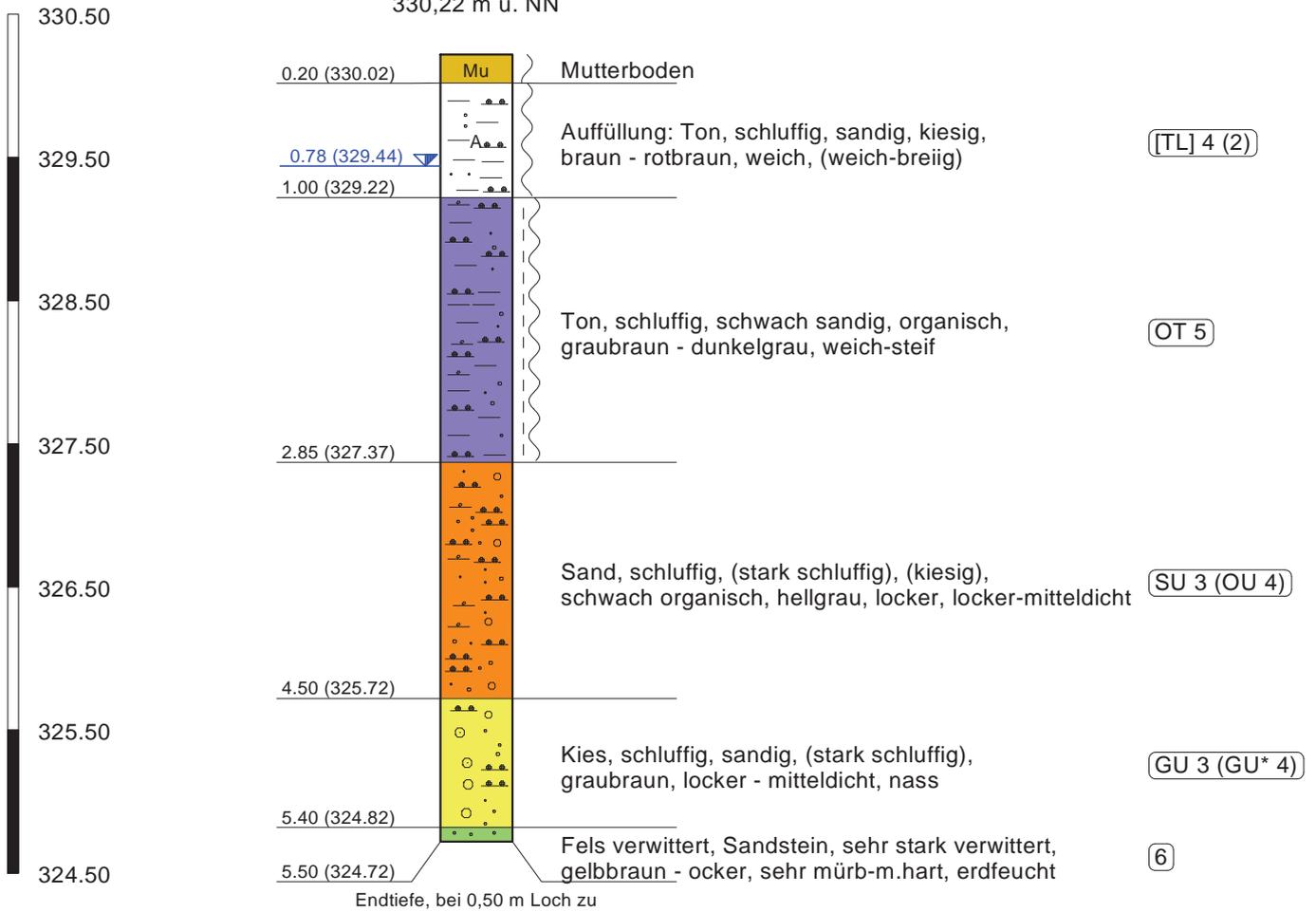
## **Anlage 3**

# **Darstellung der Rammkernsondierungen**

m NN

# RKS 1/15

330,22 m ü. NN



## Bayreuth, Herzogmühle, Erstaufnahmeeinrichtung

### Baugrunduntersuchung

### Rammkernsondierung

**Piewak & Partner GmbH**  
Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz

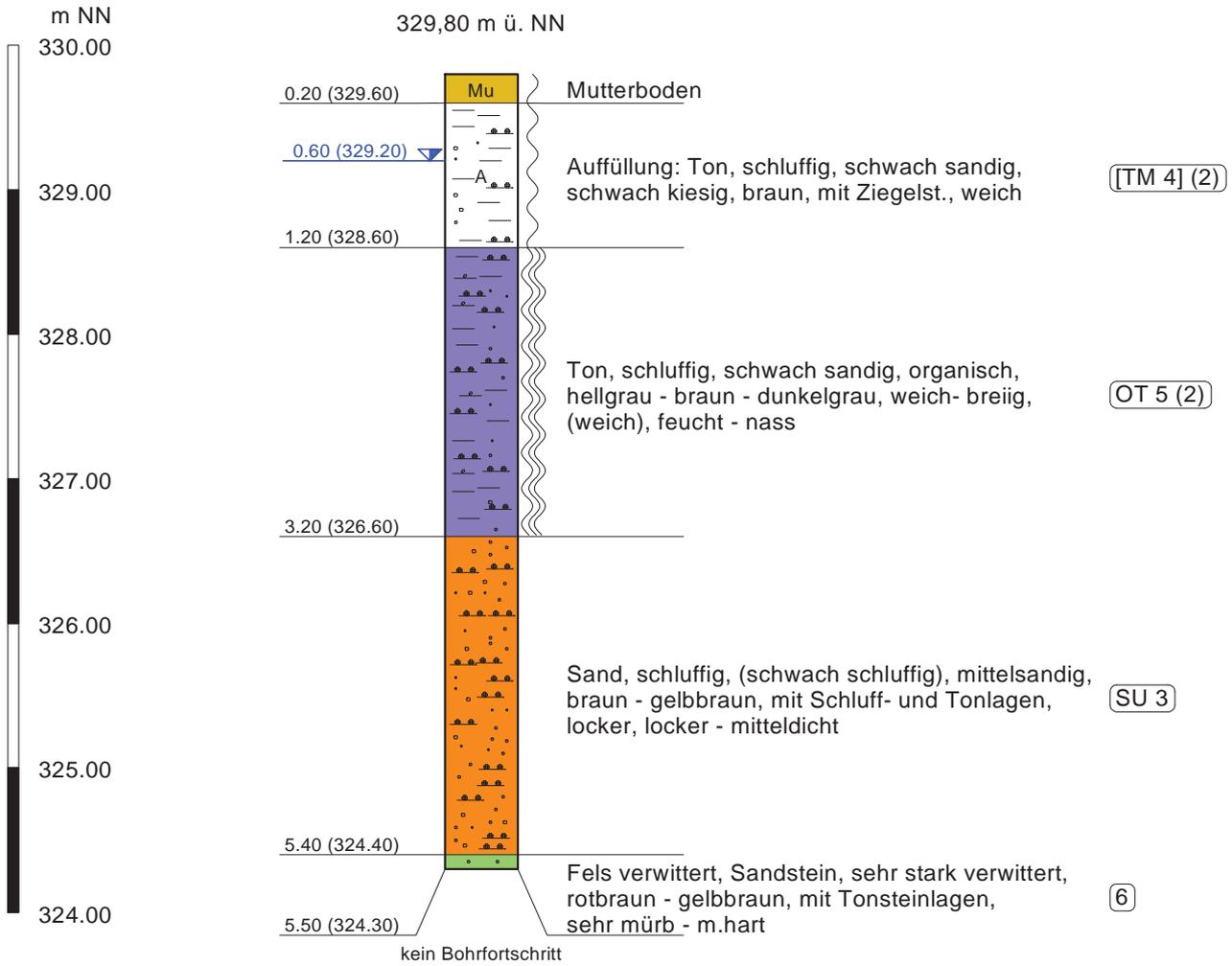


Jean-Paul-Straße 30, 95444 Bayreuth  
Tel.: 0921-5070360 ; Fax: 0921-50703610  
www.piewak.de ; infopiewak.de

Anlage: 3.1
Datum: 05.02.2015
Projektnummer: 14357
Maßstab vert.: 1:50
Maßstab horiz.: nicht maßstäblich

# RKS 2/15

329,80 m ü. NN



**Bayreuth, Herzogmühle, Erstaufnahmeeinrichtung  
Baugrunduntersuchung**

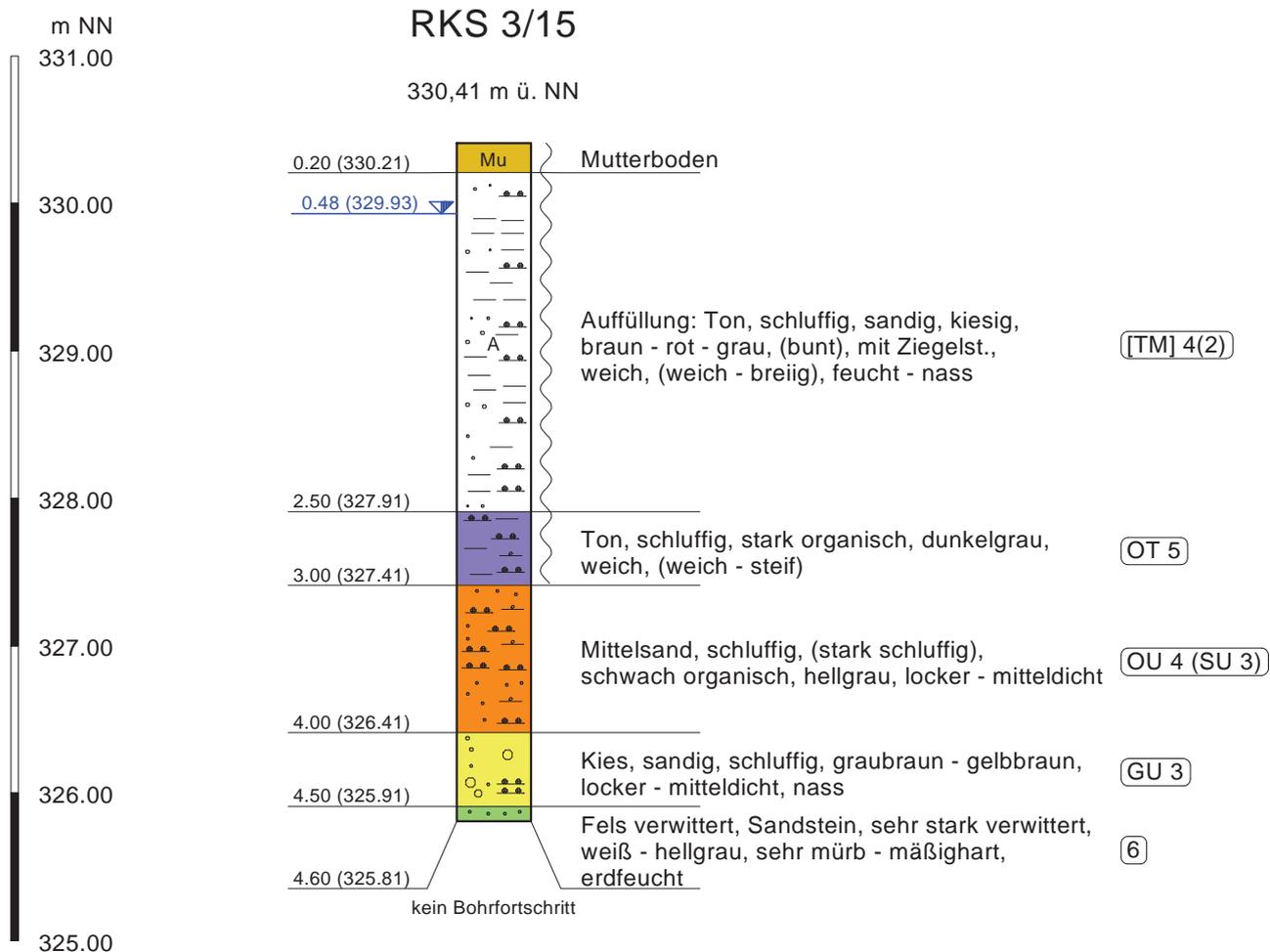
**Rammkernsondierung**

**Piewak & Partner GmbH**  
Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz



Jean-Paul-Straße 30, 95444 Bayreuth  
Tel.: 0921-5070360 ; Fax: 0921-50703610  
www.piewak.de ; infopiewak.de

Anlage: 3.2
Datum: 05.02.2015
Projektnummer: 14357
Maßstab vert.: 1:50
Maßstab horiz.: nicht maßstäblich



**Bayreuth, Herzogmühle, Erstaufnahmeeinrichtung**

**Baugrunduntersuchung**

**Rammkernsondierung**

**Piewak & Partner GmbH**  
Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz



Jean-Paul-Straße 30, 95444 Bayreuth  
Tel.: 0921-5070360 ; Fax: 0921-50703610  
www.piewak.de ; infopiewak.de

Anlage: 3.3

Datum: 05.02.2015

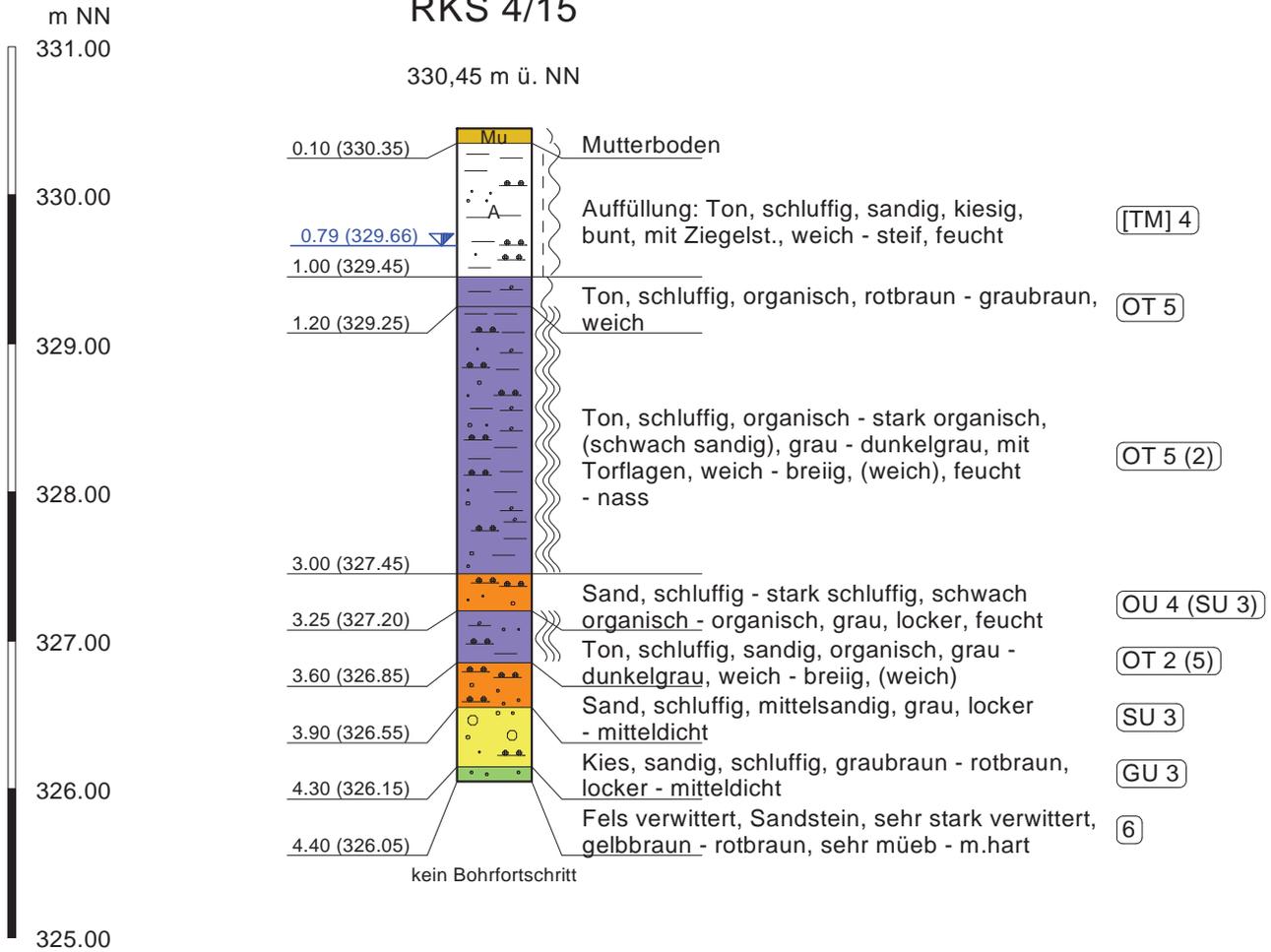
Projektnummer: 14357

Maßstab vert.: 1:50

Maßstab horiz.: nicht maßstäblich

# RKS 4/15

330,45 m ü. NN



## Bayreuth, Herzogmühle, Erstaufnahmeeinrichtung

### Baugrunduntersuchung

#### Rammkernsondierung

**Piewak & Partner GmbH**  
Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz

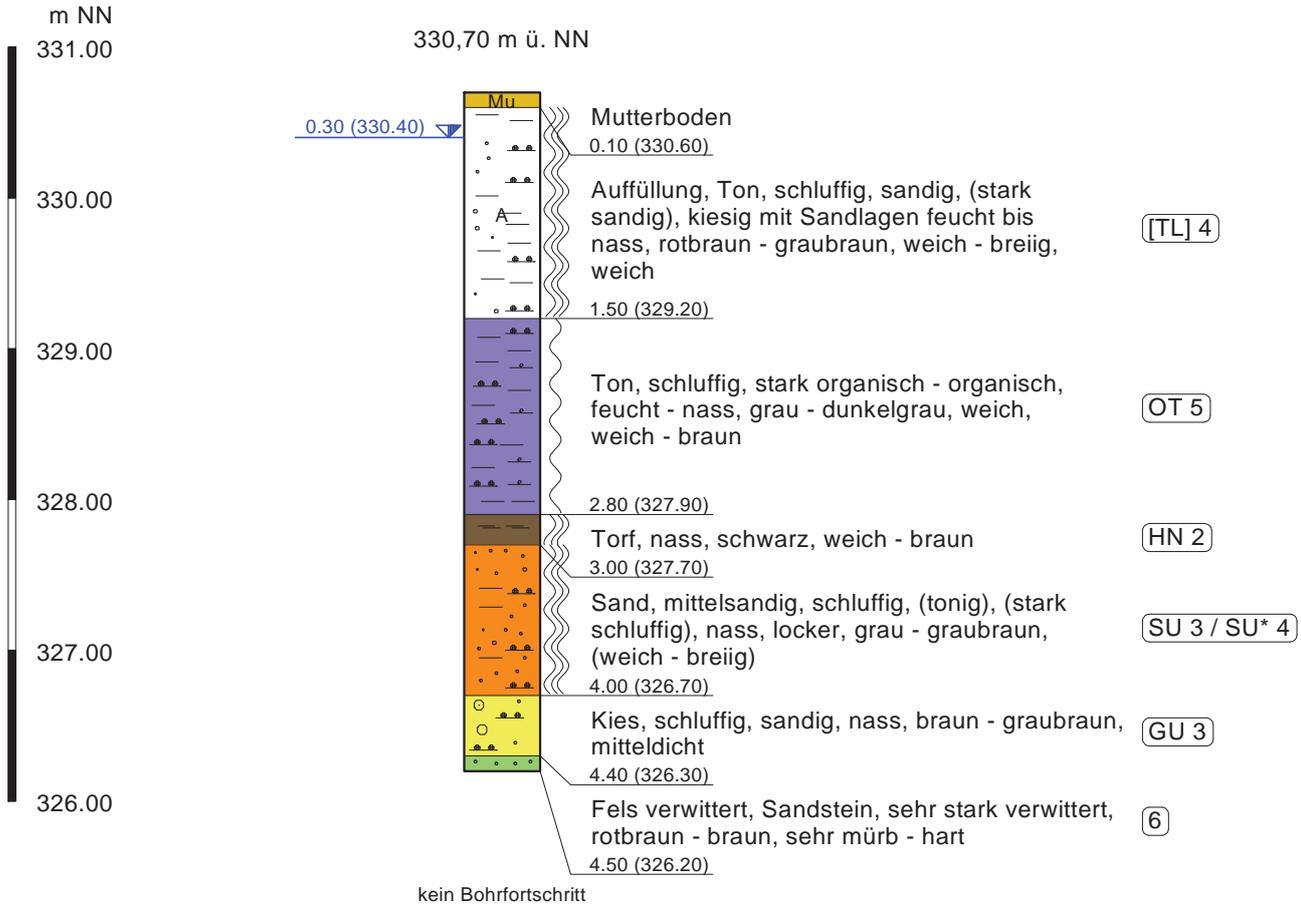


Jean-Paul-Straße 30, 95444 Bayreuth  
Tel.: 0921-5070360 ; Fax: 0921-50703610  
www.piewak.de ; infopiewak.de

Anlage: 3.4
Datum: 05.02.2015
Projektnummer: 14357
Maßstab vert.: 1:50
Maßstab horiz.: nicht maßstäblich

# RKS 5/15

330,70 m ü. NN



## Bayreuth, Herzogmühle, Erstaufnahmeeinrichtung

### Baugrunduntersuchung

### Rammkernsondierung

**Piewak & Partner GmbH**  
Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz



Jean-Paul-Straße 30, 95444 Bayreuth  
Tel.: 0921-5070360 ; Fax: 0921-50703610  
www.piewak.de ; infopiewak.de

Anlage: 3.5

Datum: 09.02.2015

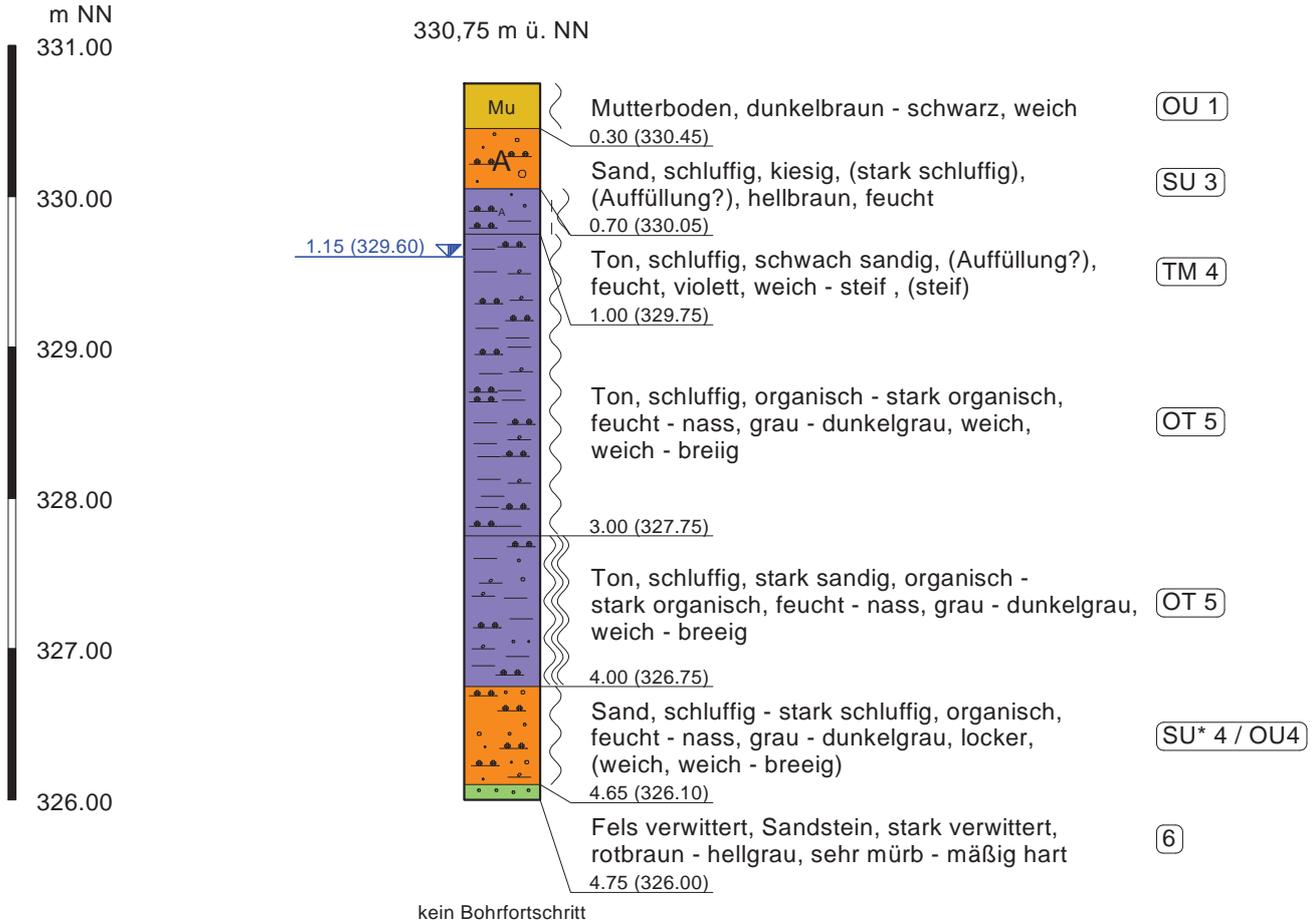
Projektnummer: 14357

Maßstab vert.: 1:50

Maßstab horiz.: nicht maßstäblich

# RKS 6/15

330,75 m ü. NN



## Bayreuth, Herzogmühle, Erstaufnahmeeinrichtung

### Baugrunduntersuchung

### Rammkernsondierung

**Piewak & Partner GmbH**  
Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz



Jean-Paul-Straße 30, 95444 Bayreuth  
Tel.: 0921-5070360 ; Fax: 0921-50703610  
www.piewak.de ; infopiewak.de

Anlage: 3.6

Datum: 09.02.2015

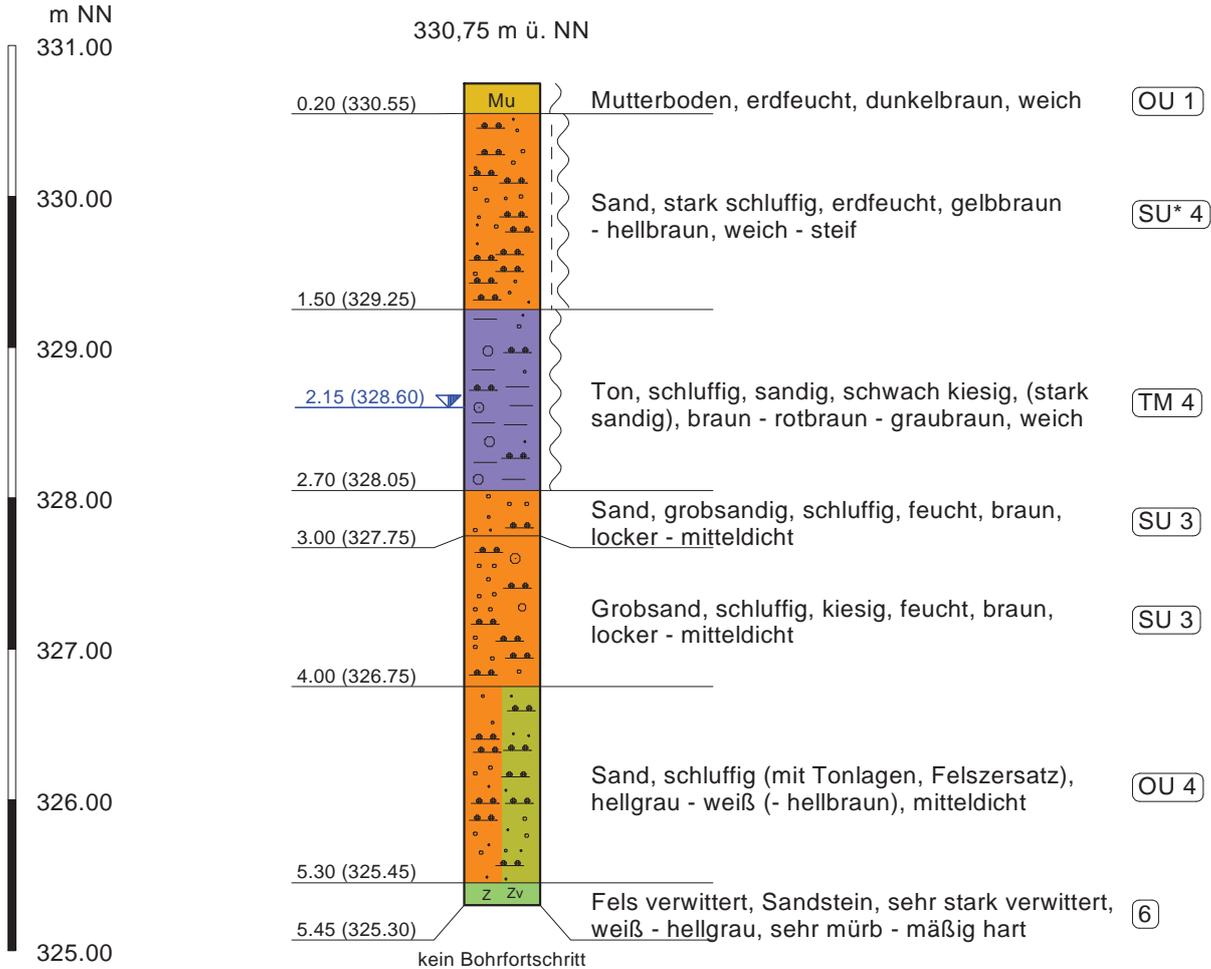
Projektnummer: 14357

Maßstab vert.: 1:50

Maßstab horiz.: nicht maßstäblich

# RKS 7/15

330,75 m ü. NN



## Bayreuth, Herzogmühle, Erstaufnahmeeinrichtung

### Baugrunduntersuchung

### Rammkernsondierung

**Piewak & Partner GmbH**  
Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz

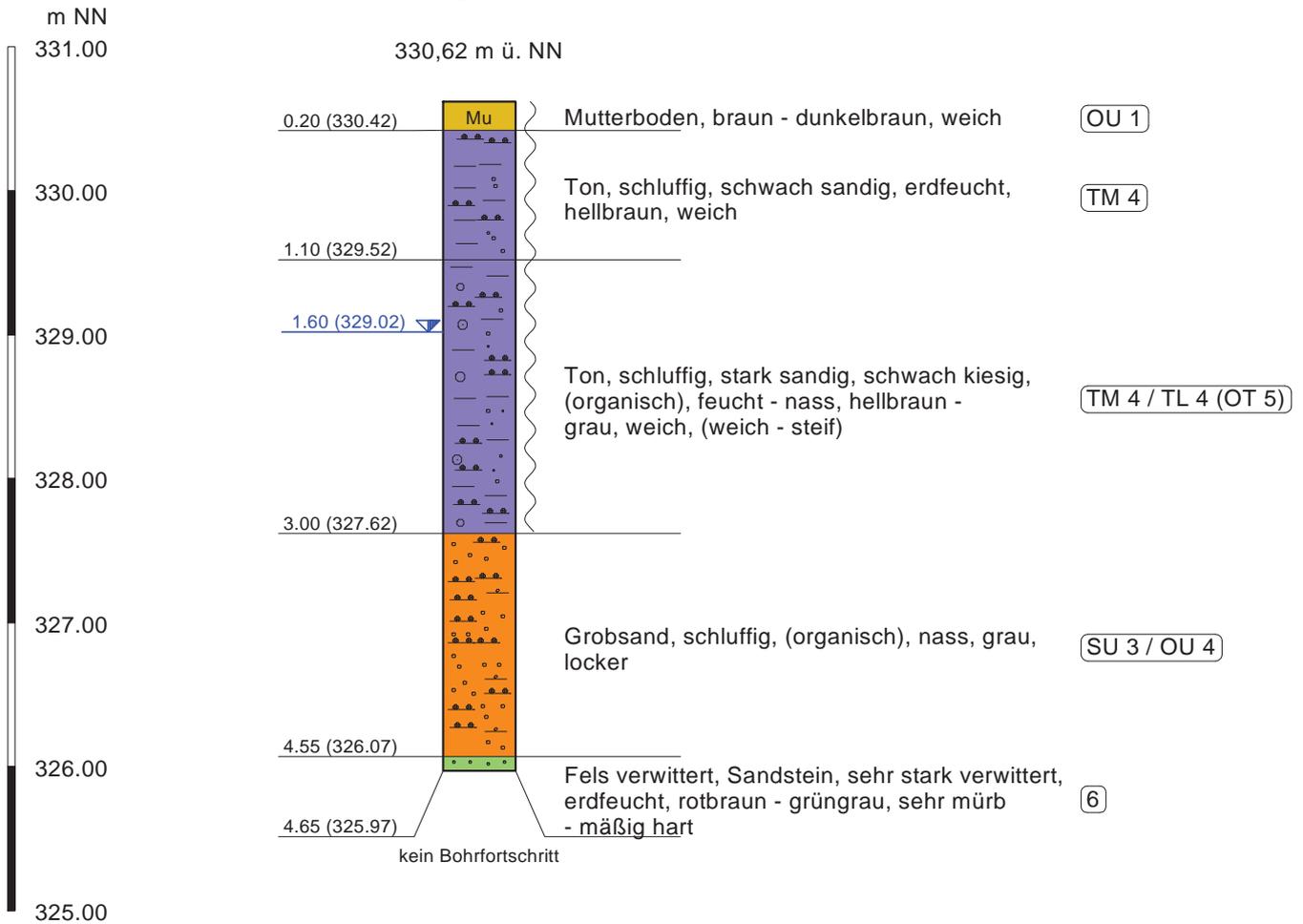


Jean-Paul-Straße 30, 95444 Bayreuth  
Tel.: 0921-5070360 ; Fax: 0921-50703610  
www.piewak.de ; infopiewak.de

Anlage: 3.7
Datum: 09.02.2015
Projektnummer: 14357
Maßstab vert.: 1:50
Maßstab horiz.: nicht maßstäblich

# RKS 8/15

330,62 m ü. NN



## Bayreuth, Herzogmühle, Erstaufnahmeeinrichtung

### Baugrunduntersuchung

#### Rammkernsondierung

**Piewak & Partner GmbH**  
Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz



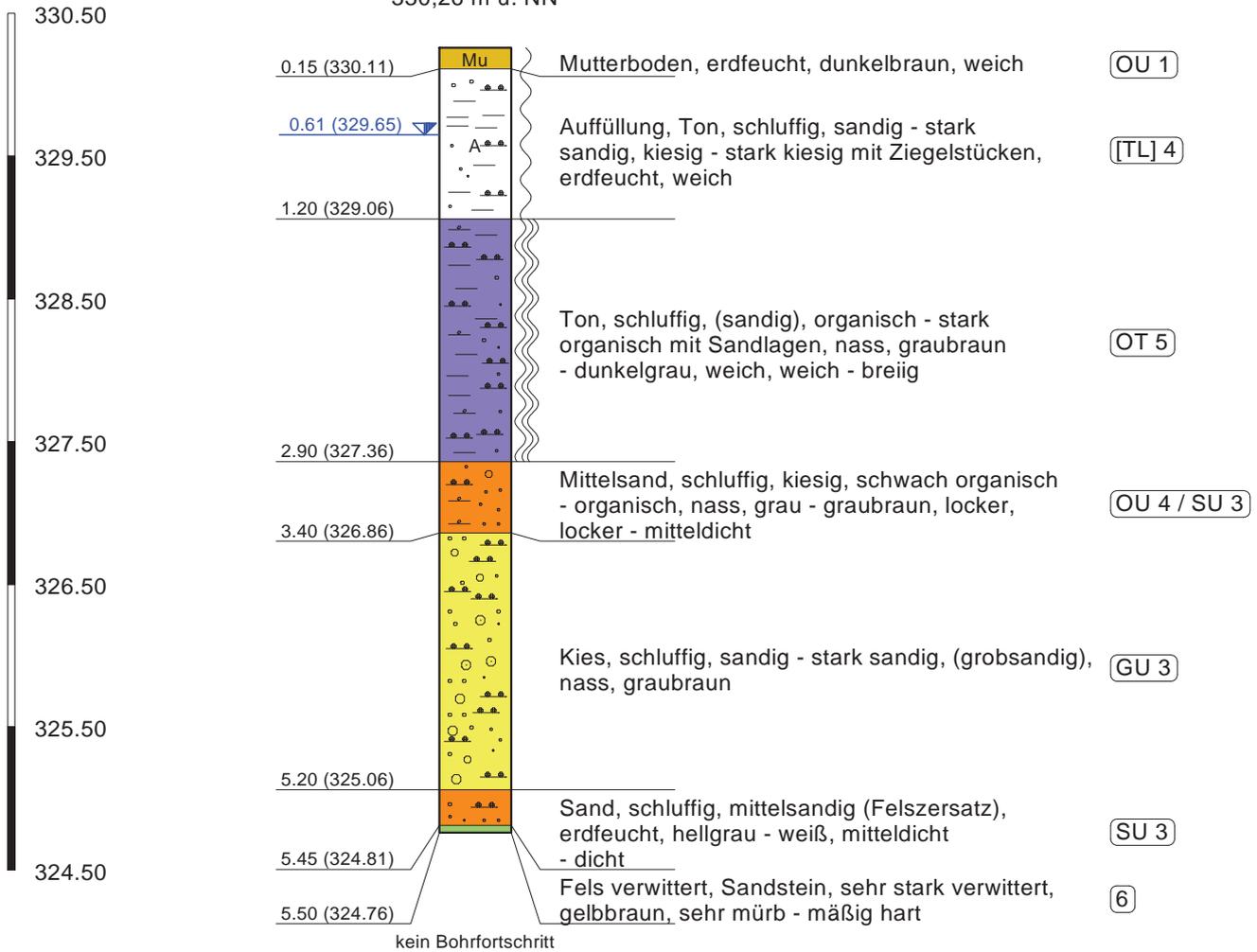
Jean-Paul-Straße 30, 95444 Bayreuth  
Tel.: 0921-5070360 ; Fax: 0921-50703610  
www.piewak.de ; infopiewak.de

Anlage: 3.8
Datum: 09.02.2015
Projektnummer: 14357
Maßstab vert.: 1:50
Maßstab horiz.: nicht maßstäblich

m NN

# RKS 9/15

330,26 m ü. NN



## Bayreuth, Herzogmühle, Erstaufnahmeeinrichtung

### Baugrunduntersuchung

### Rammkernsondierung

**Piewak & Partner GmbH**  
Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz



Jean-Paul-Straße 30, 95444 Bayreuth  
Tel.: 0921-5070360 ; Fax: 0921-50703610  
www.piewak.de ; infopiewak.de

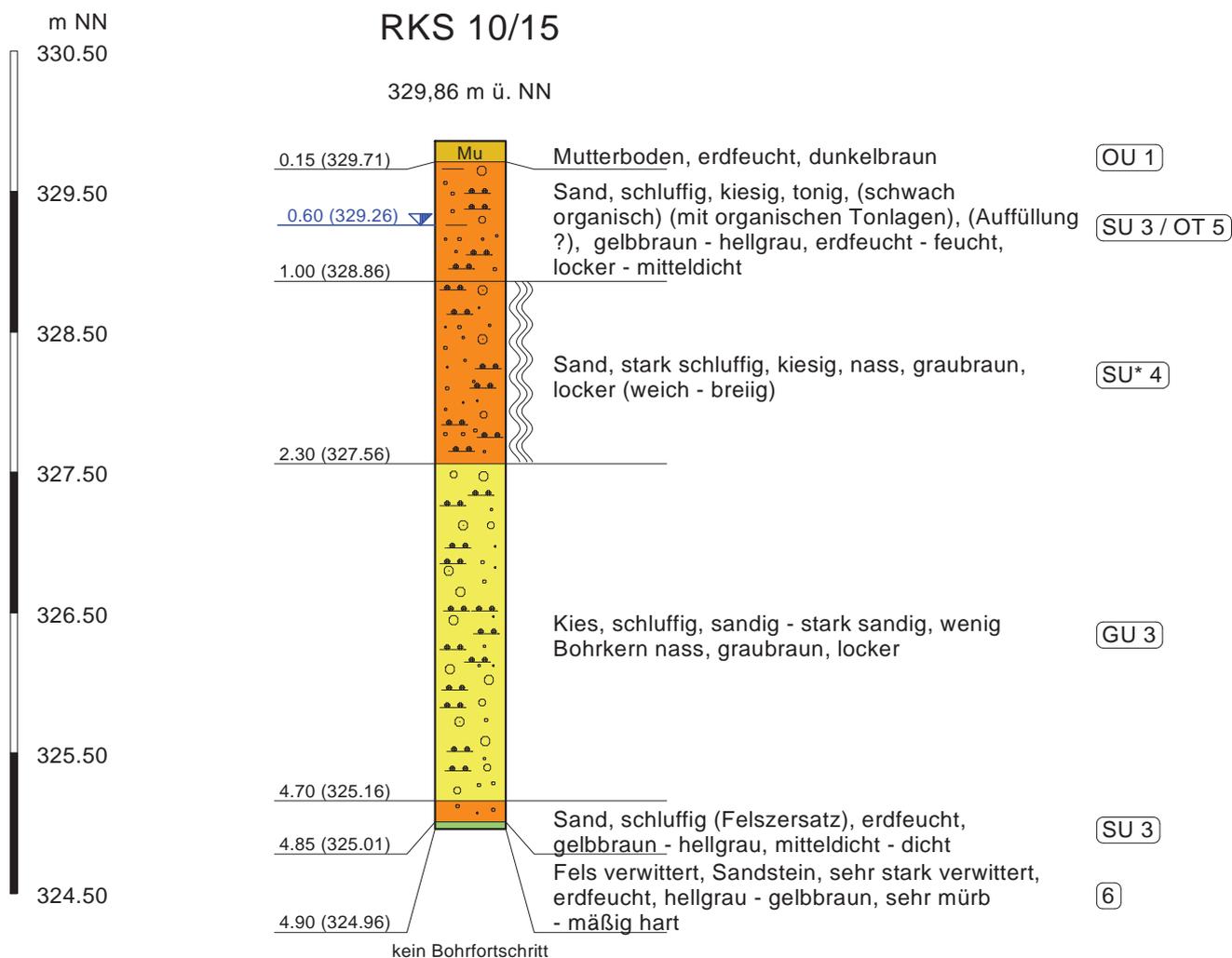
Anlage: 3.9

Datum: 09.02.2015

Projektnummer: 14357

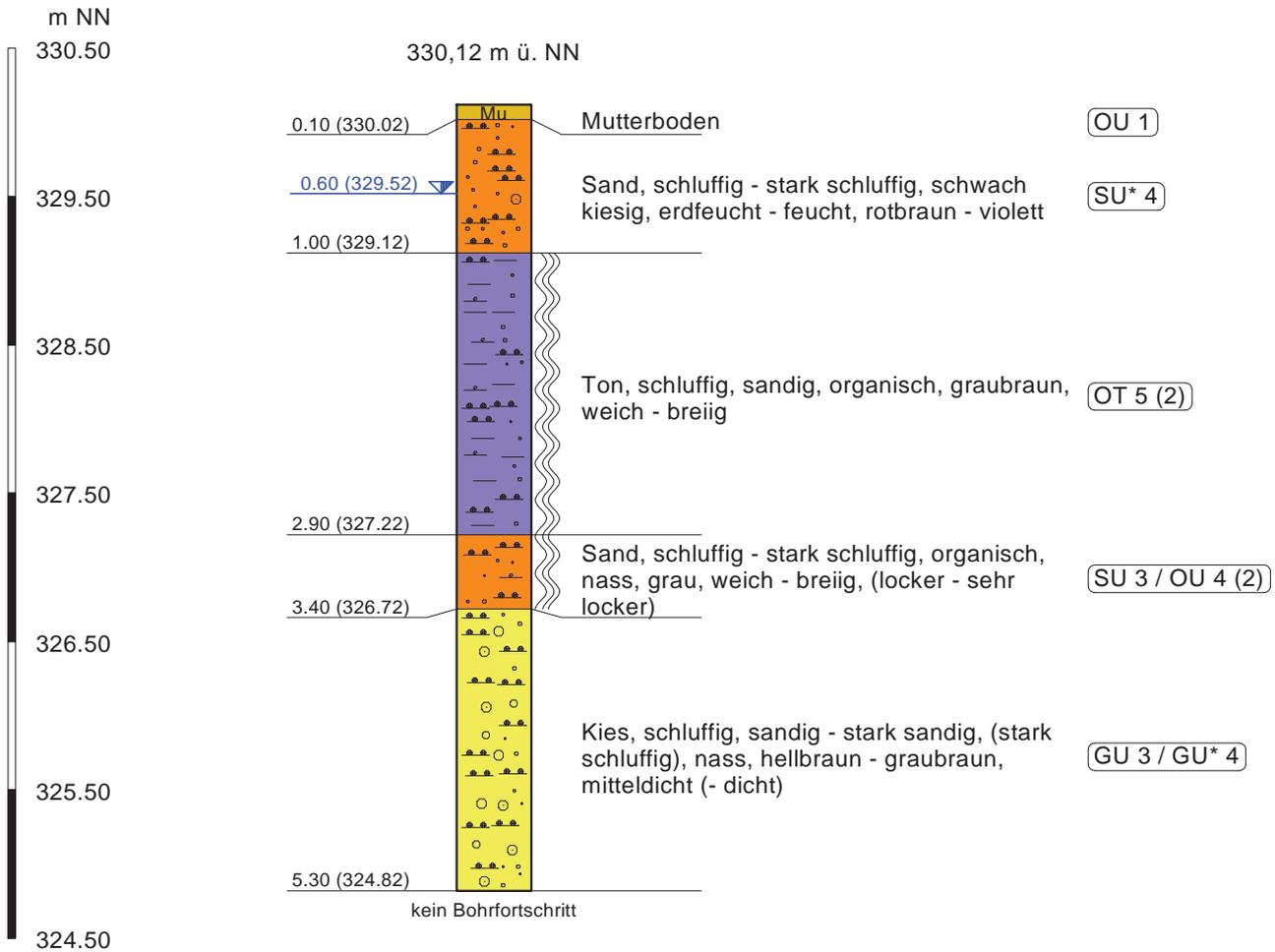
Maßstab vert.: 1:50

Maßstab horiz.: nicht maßstäblich



<b>Bayreuth, Herzmühle, Erstaufnahmeeinrichtung</b>	
<b>Baugrunduntersuchung</b>	
<b>Rammkernsondierung</b>	
<b>Piewak &amp; Partner GmbH</b> Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz	Anlage: 3.10
Jean-Paul-Straße 30, 95444 Bayreuth Tel.: 0921-5070360 ; Fax: 0921-50703610 www.piewak.de ; infopiewak.de	Datum: 09.02.2015
	Projektnummer: 14357
	Maßstab vert.: 1:50
	Maßstab horiz.: nicht maßstäblich

# RKS 11/15



## Bayreuth, Herzogmühle, Erstaufnahmeeinrichtung

### Baugrunduntersuchung

#### Rammkernsondierung

**Piewak & Partner GmbH**  
Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz



Jean-Paul-Straße 30, 95444 Bayreuth  
Tel.: 0921-5070360 ; Fax: 0921-50703610  
www.piewak.de ; infopiewak.de

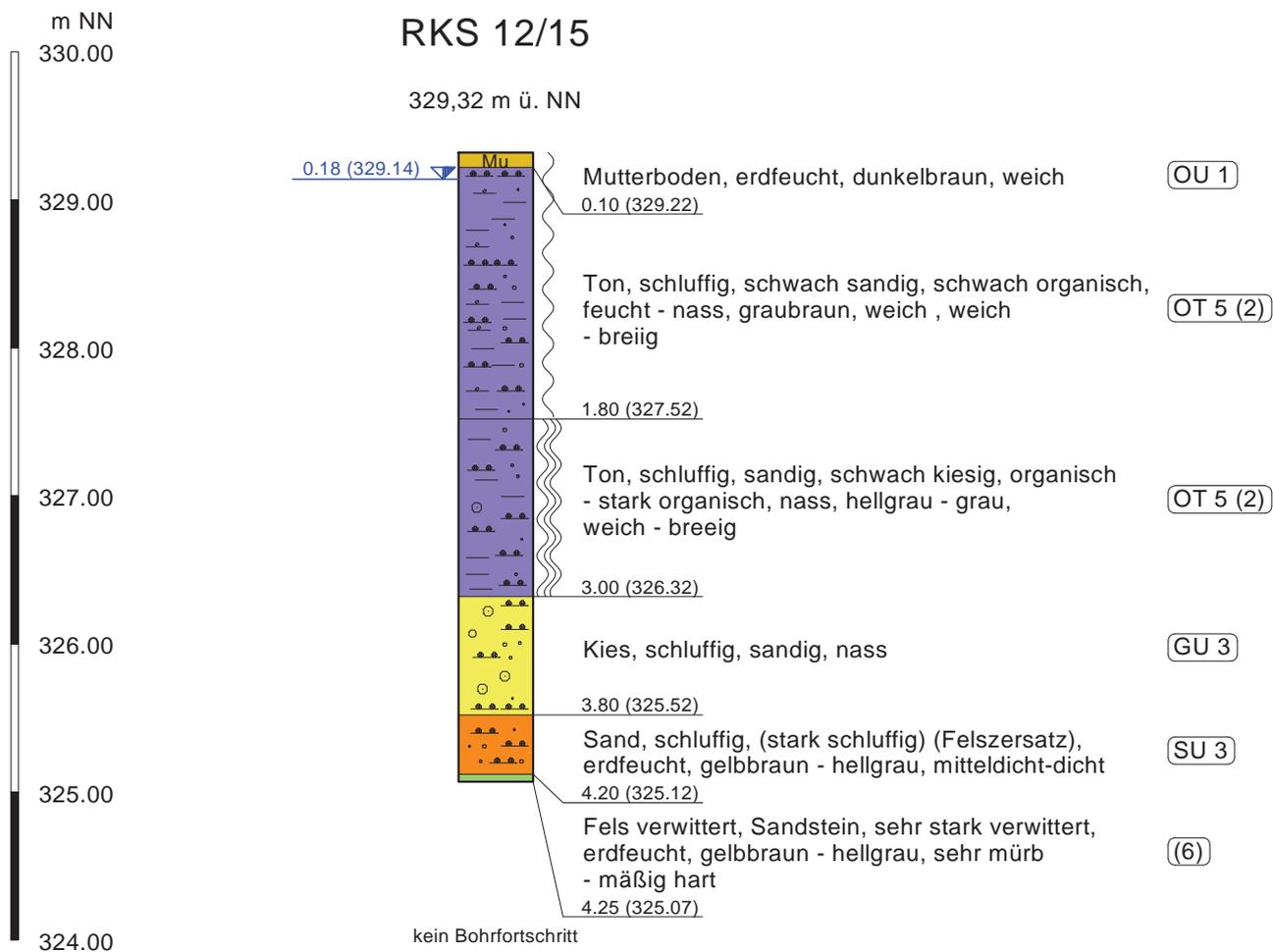
Anlage: 3.11

Datum: 09.02.2015

Projektnummer: 14357

Maßstab vert.: 1:50

Maßstab horiz.: nicht maßstäblich



**Bayreuth, Herzogmühle, Erstaufnahmeeinrichtung**

**Baugrunduntersuchung**

**Rammkernsondierung**

**Piewak & Partner GmbH**  
Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz



Jean-Paul-Straße 30, 95444 Bayreuth  
Tel.: 0921-5070360 ; Fax: 0921-50703610  
www.piewak.de ; infopiewak.de

Anlage: 3.12

Datum: 09.02.2015

Projektnummer: 14357

Maßstab vert.: 1:50

Maßstab horiz.: nicht maßstäblich



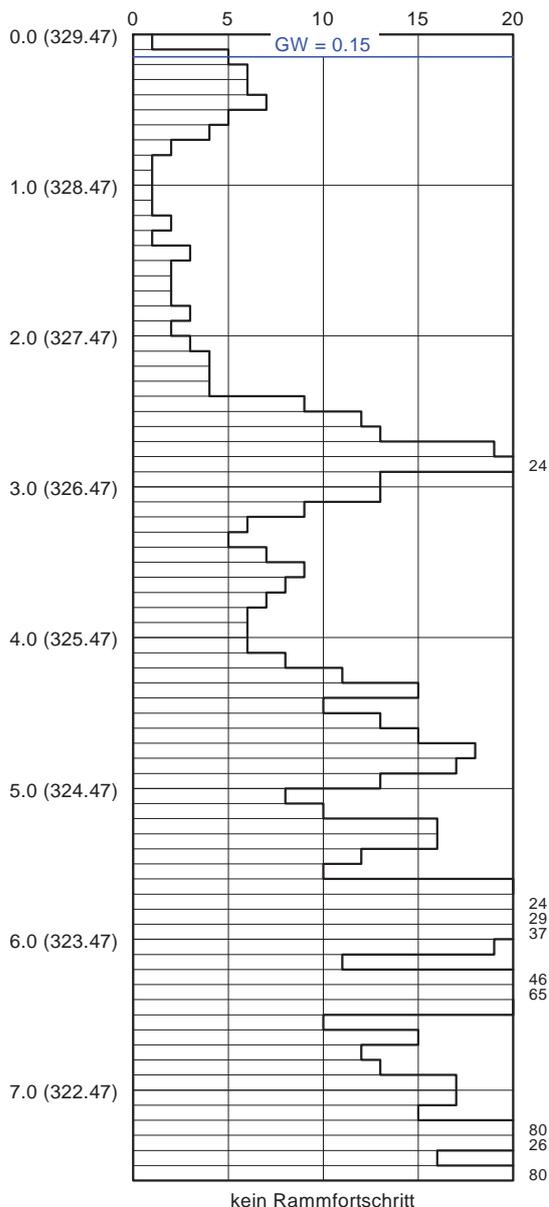
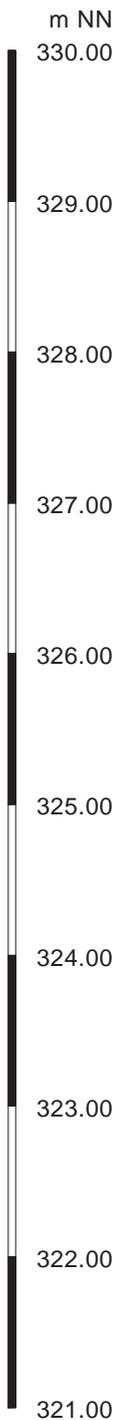
## **Anlage 4**

### **Darstellung der Rammsondierungen**

# DPH 1/15

329,47 m NN

Schlagzahlen je 10 cm



Tiefe [m]	N <sub>10</sub>	Tiefe [m]	N <sub>10</sub>
0.10	1	5.10	8
0.20	5	5.20	10
0.30	6	5.30	16
0.40	6	5.40	16
0.50	7	5.50	12
0.60	5	5.60	10
0.70	4	5.70	20
0.80	2	5.80	24
0.90	1	5.90	29
1.00	1	6.00	37
1.10	1	6.10	19
1.20	1	6.20	11
1.30	2	6.30	46
1.40	1	6.40	65
1.50	3	6.50	20
1.60	2	6.60	10
1.70	2	6.70	15
1.80	2	6.80	12
1.90	3	6.90	13
2.00	2	7.00	17
2.10	3	7.10	17
2.20	4	7.20	15
2.30	4	7.30	80
2.40	4	7.40	26
2.50	9	7.50	16
2.60	12	7.60	80
2.70	13		
2.80	19		
2.90	24		
3.00	13		
3.10	13		
3.20	9		
3.30	6		
3.40	5		
3.50	7		
3.60	9		
3.70	8		
3.80	7		
3.90	6		
4.00	6		
4.10	6		
4.20	8		
4.30	11		
4.40	15		
4.50	10		
4.60	13		
4.70	15		
4.80	18		
4.90	17		
5.00	13		

kein Rammfortschritt

## Bayreuth, Herzogmühle, Erstaufnahmeeinrichtung

### Baugrunduntersuchung

### Schwere Rammsondierung

**Piewak & Partner GmbH**  
Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz



Jean-Paul-Straße 30, 95444 Bayreuth

Tel.: 0921-5070360 ; Fax: 0921-50703610

www.piewak.de ; infopiewak.de

Anlage: 4.11

Datum: 11.02.2015

Projektnummer: 14357

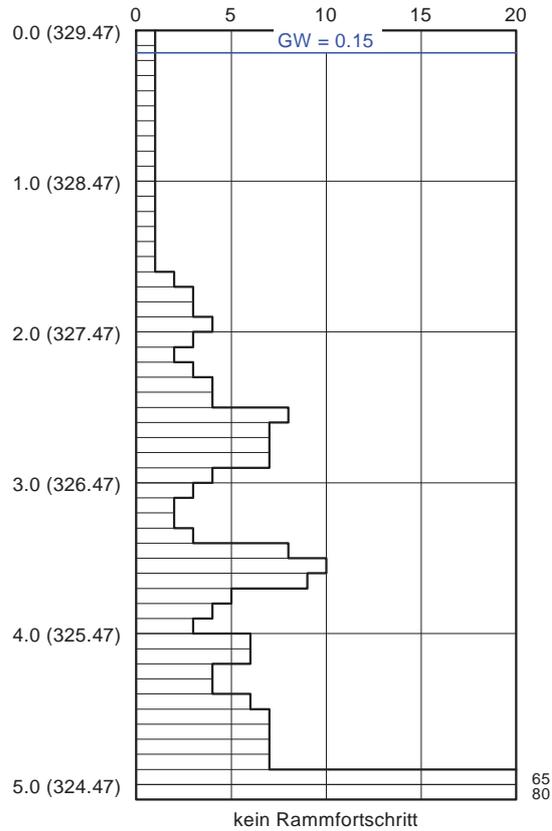
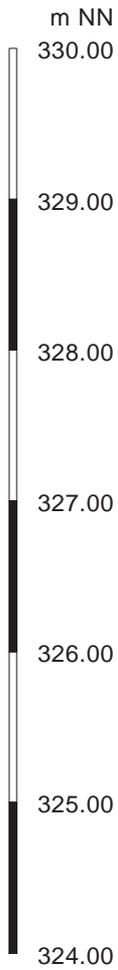
Maßstab vert.: 1:50

Maßstab horiz.: nicht maßstäblich

# DPH 2/15

329,47 m NN

Schlagzahlen je 10 cm



Tiefe [m]	N <sub>10</sub>	Tiefe [m]	N <sub>10</sub>
0.10	1	5.10	80
0.20	1		
0.30	1		
0.40	1		
0.50	1		
0.60	1		
0.70	1		
0.80	1		
0.90	1		
1.00	1		
1.10	1		
1.20	1		
1.30	1		
1.40	1		
1.50	1		
1.60	1		
1.70	2		
1.80	3		
1.90	3		
2.00	4		
2.10	3		
2.20	2		
2.30	3		
2.40	4		
2.50	4		
2.60	8		
2.70	7		
2.80	7		
2.90	7		
3.00	4		
3.10	3		
3.20	2		
3.30	2		
3.40	3		
3.50	8		
3.60	10		
3.70	9		
3.80	5		
3.90	4		
4.00	3		
4.10	6		
4.20	6		
4.30	4		
4.40	4		
4.50	6		
4.60	7		
4.70	7		
4.80	7		
4.90	7		
5.00	65		

## Bayreuth, Herzogmühle, Erstaufnahmeeinrichtung

### Baugrunduntersuchung

### Schwere Rammsondierung

**Piewak & Partner GmbH**  
Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz



Jean-Paul-Straße 30, 95444 Bayreuth

Tel.: 0921-5070360 ; Fax: 0921-50703610

www.piewak.de ; infopiewak.de

Anlage: 4.12

Datum: 11.02.2015

Projektnummer: 14357

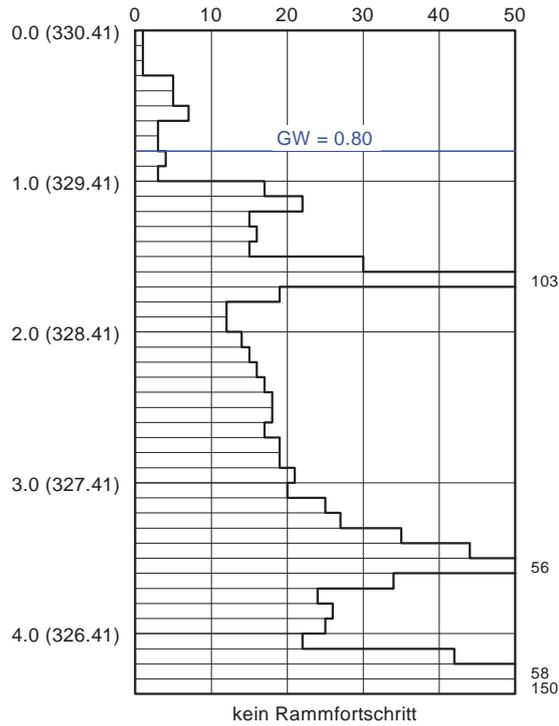
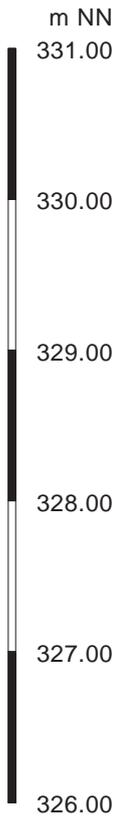
Maßstab vert.: 1:50

Maßstab horiz.: nicht maßstäblich

# DPL 1/15

330,41 m NN

Schlagzahlen je 10 cm



Tiefe [m]	N <sub>10</sub>
0.10	1
0.20	1
0.30	1
0.40	5
0.50	5
0.60	7
0.70	3
0.80	3
0.90	4
1.00	3
1.10	17
1.20	22
1.30	15
1.40	16
1.50	15
1.60	30
1.70	103
1.80	19
1.90	12
2.00	12
2.10	14
2.20	15
2.30	16
2.40	17
2.50	18
2.60	18
2.70	17
2.80	19
2.90	19
3.00	21
3.10	20
3.20	25
3.30	27
3.40	35
3.50	44
3.60	56
3.70	34
3.80	24
3.90	26
4.00	25
4.10	22
4.20	42
4.30	58
4.40	150

## Bayreuth, Herzogmühle, Erstaufnahmeeinrichtung

### Baugrunduntersuchung

#### Leichte Rammsondierung

**Piewak & Partner GmbH**  
Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz



Jean-Paul-Straße 30, 95444 Bayreuth

Tel.: 0921-5070360 ; Fax: 0921-50703610

www.piewak.de ; infopiewak.de

Anlage: 4.1

Datum: 05.02.2015

Projektnummer: 14357

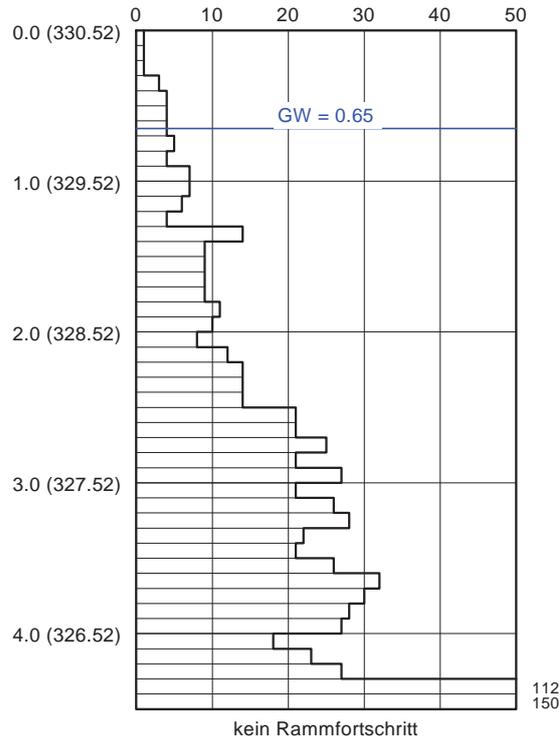
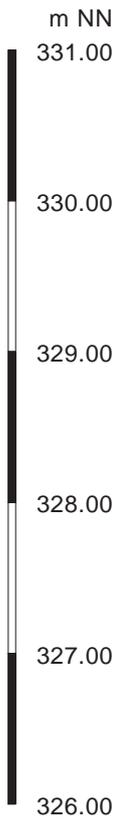
Maßstab vert.: 1:50

Maßstab horiz.: nicht maßstäblich

# DPL 2/15

330,52 m NN

Schlagzahlen je 10 cm



Tiefe [m]	N <sub>10</sub>
0.10	1
0.20	1
0.30	1
0.40	3
0.50	4
0.60	4
0.70	4
0.80	5
0.90	4
1.00	7
1.10	7
1.20	6
1.30	4
1.40	14
1.50	9
1.60	9
1.70	9
1.80	9
1.90	11
2.00	10
2.10	8
2.20	12
2.30	14
2.40	14
2.50	14
2.60	21
2.70	21
2.80	25
2.90	21
3.00	27
3.10	21
3.20	26
3.30	28
3.40	22
3.50	21
3.60	26
3.70	32
3.80	30
3.90	28
4.00	27
4.10	18
4.20	23
4.30	27
4.40	112
4.50	150

## Bayreuth, Herzogmühle, Erstaufnahmeeinrichtung

### Baugrunduntersuchung

### Leichte Rammsondierung

**Piewak & Partner GmbH**  
Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz



Jean-Paul-Straße 30, 95444 Bayreuth

Tel.: 0921-5070360 ; Fax: 0921-50703610

www.piewak.de ; infopiewak.de

Anlage: 4.2

Datum: 05.02.2015

Projektnummer: 14357

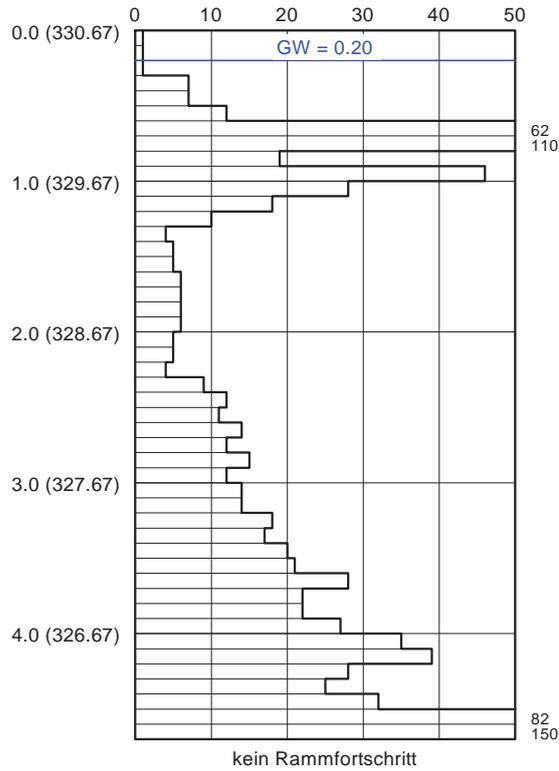
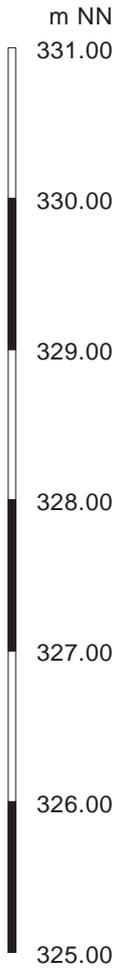
Maßstab vert.: 1:50

Maßstab horiz.: nicht maßstäblich

# DPL 3/15

GOK +330,67 m NN

Schlagzahlen je 10 cm



Tiefe [m]	N <sub>10</sub>
0.10	1
0.20	1
0.30	1
0.40	7
0.50	7
0.60	12
0.70	62
0.80	110
0.90	19
1.00	46
1.10	28
1.20	18
1.30	10
1.40	4
1.50	5
1.60	5
1.70	6
1.80	6
1.90	6
2.00	6
2.10	5
2.20	5
2.30	4
2.40	9
2.50	12
2.60	11
2.70	14
2.80	12
2.90	15
3.00	12
3.10	14
3.20	14
3.30	18
3.40	17
3.50	20
3.60	21
3.70	28
3.80	22
3.90	22
4.00	27
4.10	35
4.20	39
4.30	28
4.40	25
4.50	32
4.60	82
4.70	150

kein Rammfortschritt

## Bayreuth, Herzogmühle, Erstaufnahmeeinrichtung

### Baugrunduntersuchung

### Leichte Rammsondierung

**Piewak & Partner GmbH**  
Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz



Jean-Paul-Straße 30, 95444 Bayreuth

Tel.: 0921-5070360 ; Fax: 0921-50703610

www.piewak.de ; infopiewak.de

Anlage: 4.3

Datum: 05.02.2015

Projektnummer: 14357

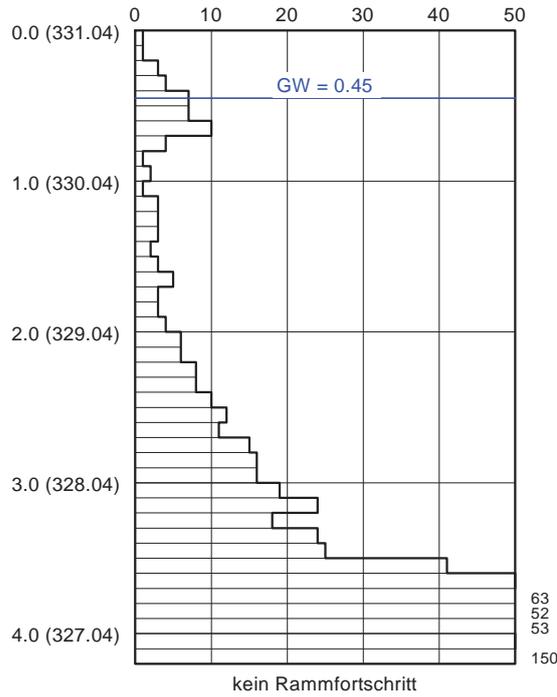
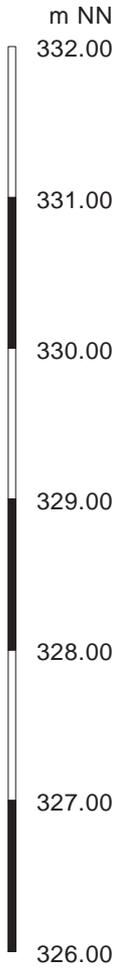
Maßstab vert.: 1:50

Maßstab horiz.: nicht maßstäblich

# DPL 4/15

331,04 m NN

Schlagzahlen je 10 cm



Tiefe [m]	N <sub>10</sub>
0.10	1
0.20	1
0.30	3
0.40	4
0.50	7
0.60	7
0.70	10
0.80	4
0.90	1
1.00	2
1.10	1
1.20	3
1.30	3
1.40	3
1.50	2
1.60	3
1.70	5
1.80	3
1.90	3
2.00	4
2.10	6
2.20	6
2.30	8
2.40	8
2.50	10
2.60	12
2.70	11
2.80	15
2.90	16
3.00	16
3.10	19
3.20	24
3.30	18
3.40	24
3.50	25
3.60	41
3.70	50
3.80	63
3.90	52
4.00	53
4.10	50
4.20	150

kein Rammfortschritt

63  
52  
53

150

## Bayreuth, Herzogmühle, Erstaufnahmeeinrichtung

### Baugrunduntersuchung

### Leichte Rammsondierung

**Piewak & Partner GmbH**  
Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz



Jean-Paul-Straße 30, 95444 Bayreuth

Tel.: 0921-5070360 ; Fax: 0921-50703610

www.piewak.de ; infopiewak.de

Anlage: 4.4

Datum: 05.02.2015

Projektnummer: 14357

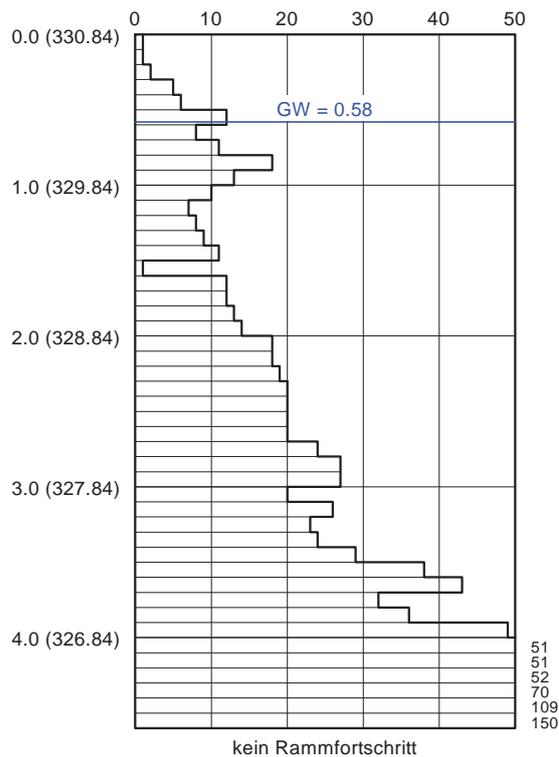
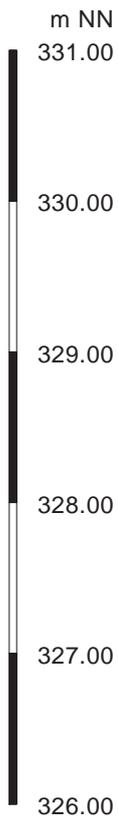
Maßstab vert.: 1:50

Maßstab horiz.: nicht maßstäblich

# DPL 5/15

330,84 m NN

Schlagzahlen je 10 cm



Tiefe [m]	N <sub>10</sub>
0.10	1
0.20	1
0.30	2
0.40	5
0.50	6
0.60	12
0.70	8
0.80	11
0.90	18
1.00	13
1.10	10
1.20	7
1.30	8
1.40	9
1.50	11
1.60	1
1.70	12
1.80	12
1.90	13
2.00	14
2.10	18
2.20	18
2.30	19
2.40	20
2.50	20
2.60	20
2.70	20
2.80	24
2.90	27
3.00	27
3.10	20
3.20	26
3.30	23
3.40	24
3.50	29
3.60	38
3.70	43
3.80	32
3.90	36
4.00	49
4.10	51
4.20	51
4.30	52
4.40	70
4.50	109
4.60	150

## Bayreuth, Herzogmühle, Erstaufnahmeeinrichtung

### Baugrunduntersuchung

### Leichte Rammsondierung

**Piewak & Partner GmbH**  
Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz



Jean-Paul-Straße 30, 95444 Bayreuth

Tel.: 0921-5070360 ; Fax: 0921-50703610

www.piewak.de ; infopiewak.de

Anlage: 4.5

Datum: 05.02.2015

Projektnummer: 14357

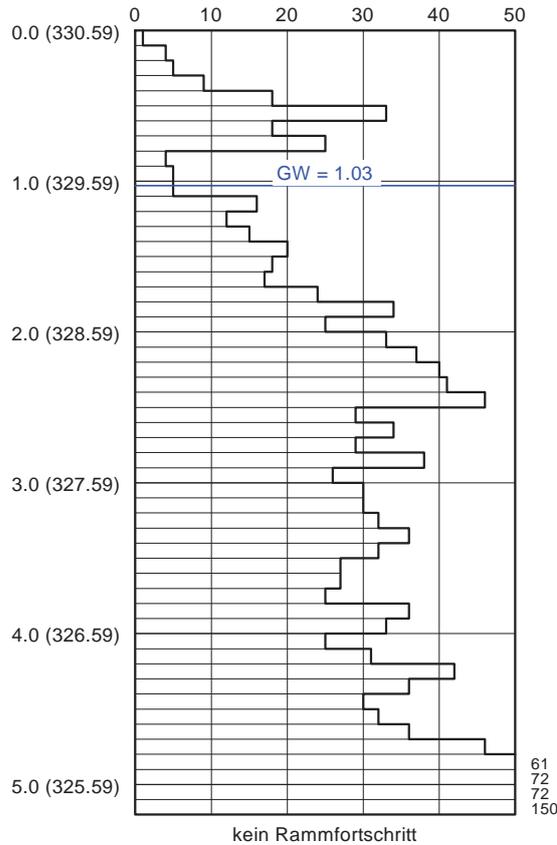
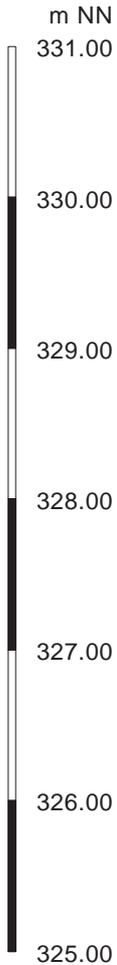
Maßstab vert.: 1:50

Maßstab horiz.: nicht maßstäblich

# DPL 6/15

330,59 m NN

Schlagzahlen je 10 cm



Tiefe [m]	N <sub>10</sub>	Tiefe [m]	N <sub>10</sub>
0.10	1	5.10	72
0.20	4	5.20	150
0.30	5		
0.40	9		
0.50	18		
0.60	33		
0.70	18		
0.80	25		
0.90	4		
1.00	5		
1.10	5		
1.20	16		
1.30	12		
1.40	15		
1.50	20		
1.60	18		
1.70	17		
1.80	24		
1.90	34		
2.00	25		
2.10	33		
2.20	37		
2.30	40		
2.40	41		
2.50	46		
2.60	29		
2.70	34		
2.80	29		
2.90	38		
3.00	26		
3.10	30		
3.20	30		
3.30	32		
3.40	36		
3.50	32		
3.60	27		
3.70	27		
3.80	25		
3.90	36		
4.00	33		
4.10	25		
4.20	31		
4.30	42		
4.40	36		
4.50	30		
4.60	32		
4.70	36		
4.80	46		
4.90	61		
5.00	72		

## Bayreuth, Herzogmühle, Erstaufnahmeeinrichtung

### Baugrunduntersuchung

### Leichte Rammsondierung

**Piewak & Partner GmbH**  
Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz



Jean-Paul-Straße 30, 95444 Bayreuth

Tel.: 0921-5070360 ; Fax: 0921-50703610

www.piewak.de ; infopiewak.de

Anlage: 4.6

Datum: 09.02.2015

Projektnummer: 14357

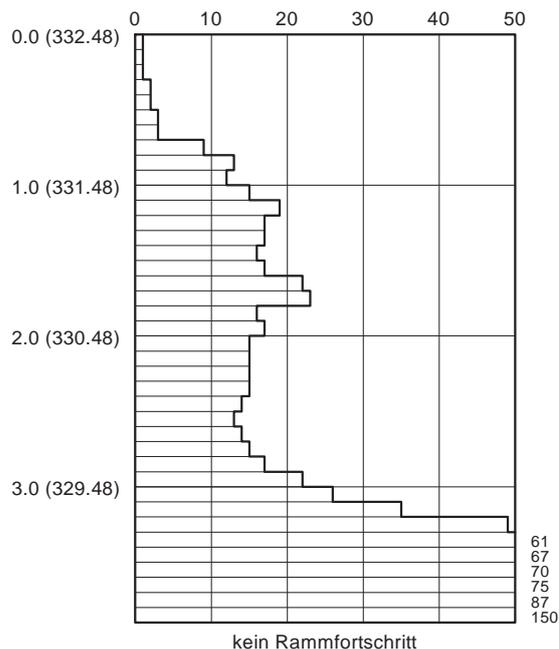
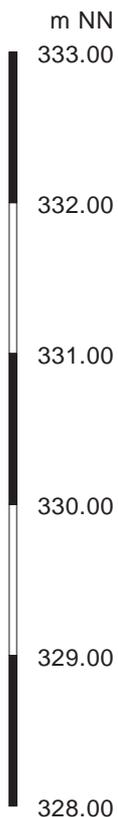
Maßstab vert.: 1:50

Maßstab horiz.: nicht maßstäblich

# DPL 7/15

332,48 m NN

Schlagzahlen je 10 cm



Tiefe [m]	N <sub>10</sub>
0.10	1
0.20	1
0.30	1
0.40	2
0.50	2
0.60	3
0.70	3
0.80	9
0.90	13
1.00	12
1.10	15
1.20	19
1.30	17
1.40	17
1.50	16
1.60	17
1.70	22
1.80	23
1.90	16
2.00	17
2.10	15
2.20	15
2.30	15
2.40	15
2.50	14
2.60	13
2.70	14
2.80	15
2.90	17
3.00	22
3.10	26
3.20	35
3.30	49
3.40	61
3.50	67
3.60	70
3.70	75
3.80	87
3.90	150

## Bayreuth, Herzogmühle, Erstaufnahmeeinrichtung

### Baugrunduntersuchung

### Leichte Rammsondierung

**Piewak & Partner GmbH**  
Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz



Jean-Paul-Straße 30, 95444 Bayreuth

Tel.: 0921-5070360 ; Fax: 0921-50703610

www.piewak.de ; infopiewak.de

Anlage: 4.7

Datum: 09.02.2015

Projektnummer: 14357

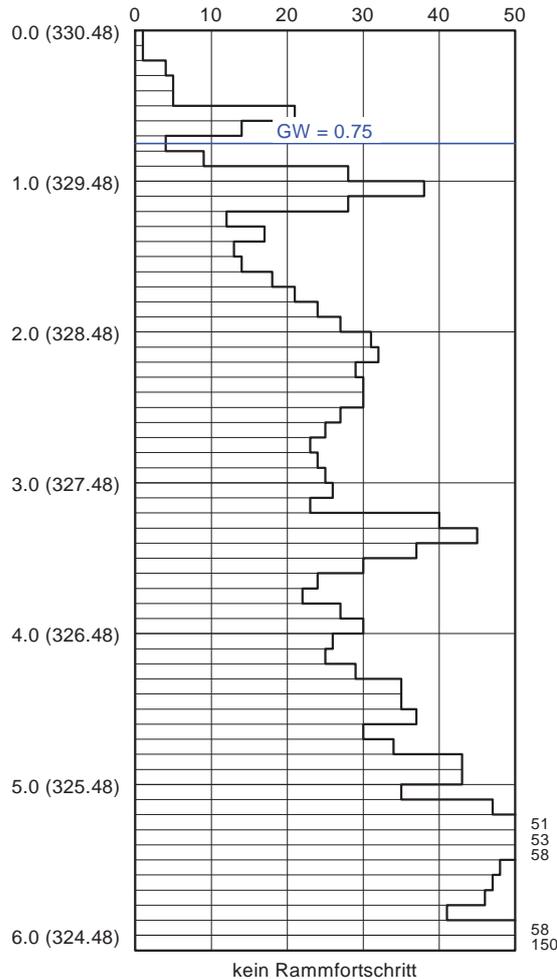
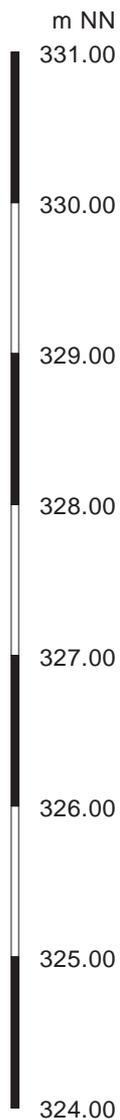
Maßstab vert.: 1:50

Maßstab horiz.: nicht maßstäblich

# DPL 8/15

330,48 m NN

Schlagzahlen je 10 cm



Tiefe [m]	N <sub>10</sub>	Tiefe [m]	N <sub>10</sub>
0.10	1	5.10	35
0.20	1	5.20	47
0.30	4	5.30	51
0.40	5	5.40	53
0.50	5	5.50	58
0.60	21	5.60	48
0.70	14	5.70	47
0.80	4	5.80	46
0.90	9	5.90	41
1.00	28	6.00	58
1.10	38	6.10	150
1.20	28		
1.30	12		
1.40	17		
1.50	13		
1.60	14		
1.70	18		
1.80	21		
1.90	24		
2.00	27		
2.10	31		
2.20	32		
2.30	29		
2.40	30		
2.50	30		
2.60	27		
2.70	25		
2.80	23		
2.90	24		
3.00	25		
3.10	26		
3.20	23		
3.30	40		
3.40	45		
3.50	37		
3.60	30		
3.70	24		
3.80	22		
3.90	27		
4.00	30		
4.10	26		
4.20	25		
4.30	29		
4.40	35		
4.50	35		
4.60	37		
4.70	30		
4.80	34		
4.90	43		
5.00	43		

kein Rammfortschritt

51  
53  
58  
58  
150

## Bayreuth, Herzogmühle, Erstaufnahmeeinrichtung

### Baugrunduntersuchung

#### Leichte Rammsondierung

**Piewak & Partner GmbH**  
Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz



Jean-Paul-Straße 30, 95444 Bayreuth

Tel.: 0921-5070360 ; Fax: 0921-50703610

www.piewak.de ; infopiewak.de

Anlage: 4.8

Datum: 09.02.2015

Projektnummer: 14357

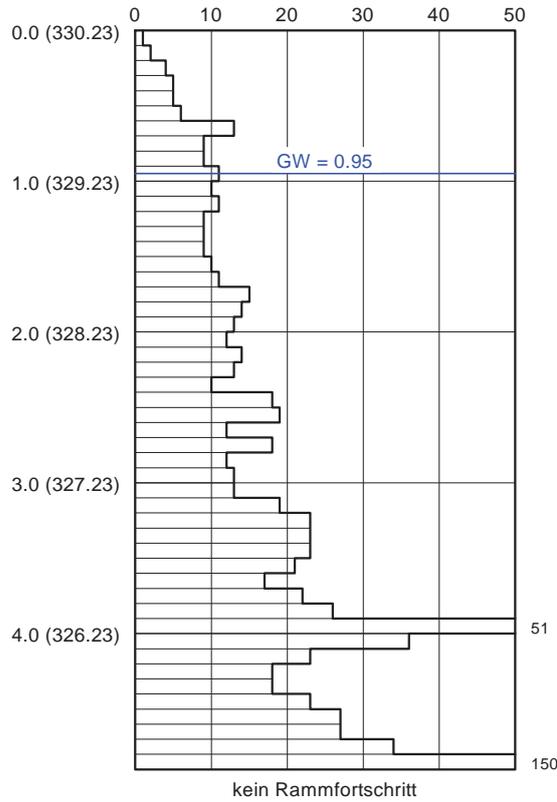
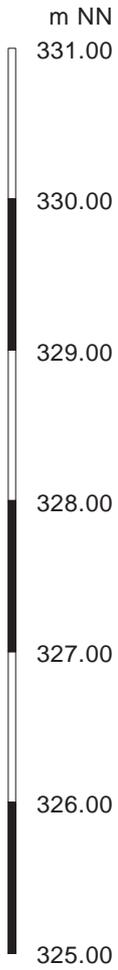
Maßstab vert.: 1:50

Maßstab horiz.: nicht maßstäblich

# DPL 9/15

330,23 m NN

Schlagzahlen je 10 cm



Tiefe [m]	N <sub>10</sub>
0.10	1
0.20	2
0.30	4
0.40	5
0.50	5
0.60	6
0.70	13
0.80	9
0.90	9
1.00	11
1.10	10
1.20	11
1.30	9
1.40	9
1.50	9
1.60	10
1.70	11
1.80	15
1.90	14
2.00	13
2.10	12
2.20	14
2.30	13
2.40	10
2.50	18
2.60	19
2.70	12
2.80	18
2.90	12
3.00	13
3.10	13
3.20	19
3.30	23
3.40	23
3.50	23
3.60	21
3.70	17
3.80	22
3.90	26
4.00	51
4.10	36
4.20	23
4.30	18
4.40	18
4.50	23
4.60	27
4.70	27
4.80	34
4.90	150

## Bayreuth, Herzogmühle, Erstaufnahmeeinrichtung

### Baugrunduntersuchung

### Leichte Rammsondierung

**Piewak & Partner GmbH**  
Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz



Jean-Paul-Straße 30, 95444 Bayreuth

Tel.: 0921-5070360 ; Fax: 0921-50703610

www.piewak.de ; infopiewak.de

Anlage: 4.9

Datum: 09.02.2015

Projektnummer: 14357

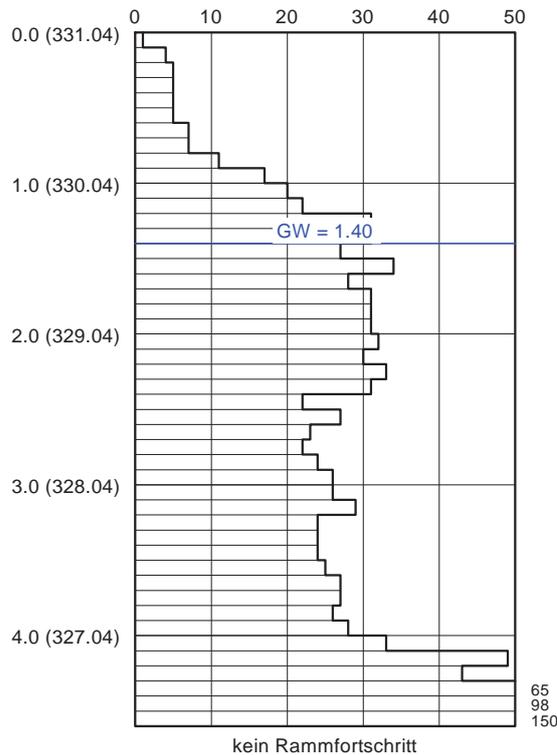
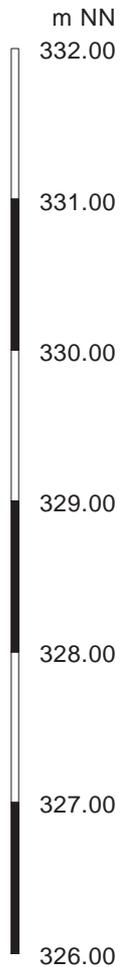
Maßstab vert.: 1:50

Maßstab horiz.: nicht maßstäblich

# DPL 10/15

331,04 m NN

Schlagzahlen je 10 cm



Tiefe [m]	N <sub>10</sub>
0.10	1
0.20	4
0.30	5
0.40	5
0.50	5
0.60	5
0.70	7
0.80	7
0.90	11
1.00	17
1.10	20
1.20	22
1.30	31
1.40	31
1.50	27
1.60	34
1.70	28
1.80	31
1.90	31
2.00	31
2.10	32
2.20	30
2.30	33
2.40	31
2.50	22
2.60	27
2.70	23
2.80	22
2.90	24
3.00	26
3.10	26
3.20	29
3.30	24
3.40	24
3.50	24
3.60	25
3.70	27
3.80	27
3.90	26
4.00	28
4.10	33
4.20	49
4.30	43
4.40	65
4.50	98
4.60	150

kein Rammfortschritt

65  
98  
150

## Bayreuth, Herzogmühle, Erstaufnahmeeinrichtung

### Baugrunduntersuchung

### Leichte Rammsondierung

**Piewak & Partner GmbH**  
Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz



Jean-Paul-Straße 30, 95444 Bayreuth

Tel.: 0921-5070360 ; Fax: 0921-50703610

www.piewak.de ; infopiewak.de

Anlage: 4.10

Datum: 09.02.2015

Projektnummer: 14357

Maßstab vert.: 1:50

Maßstab horiz.: nicht maßstäblich

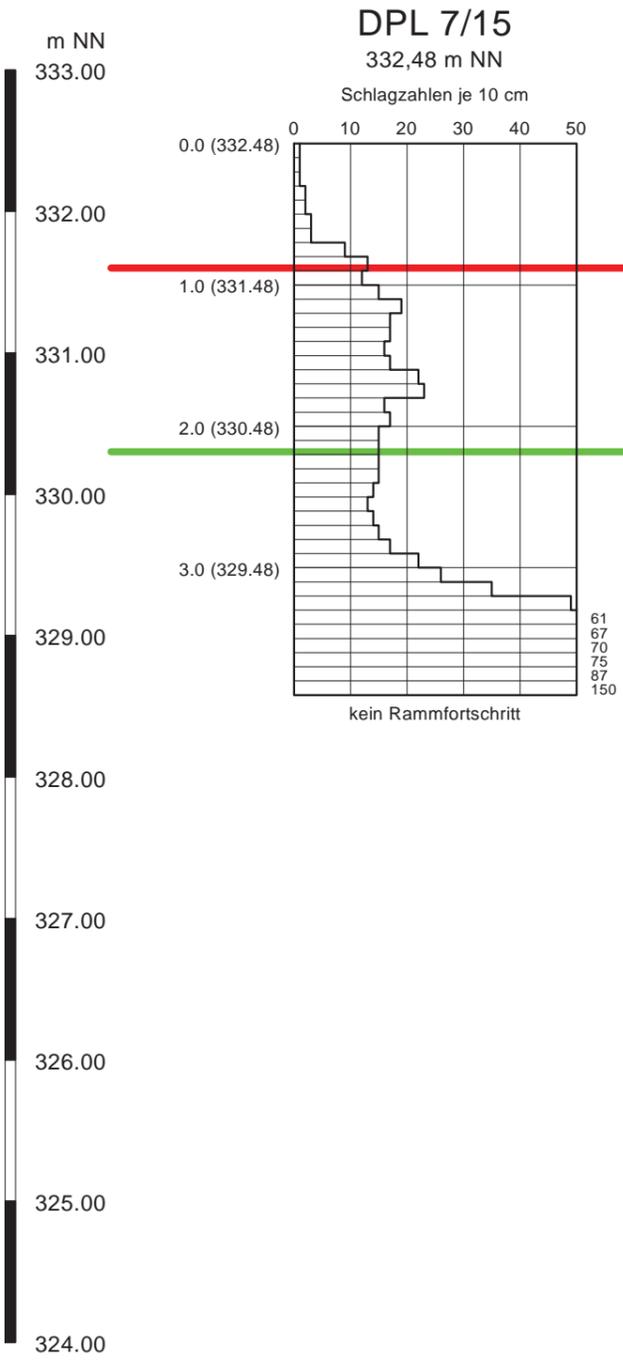


## **Anlage 5**

### **Darstellung der Profilschnitte**

A(SW)

A'(NO)



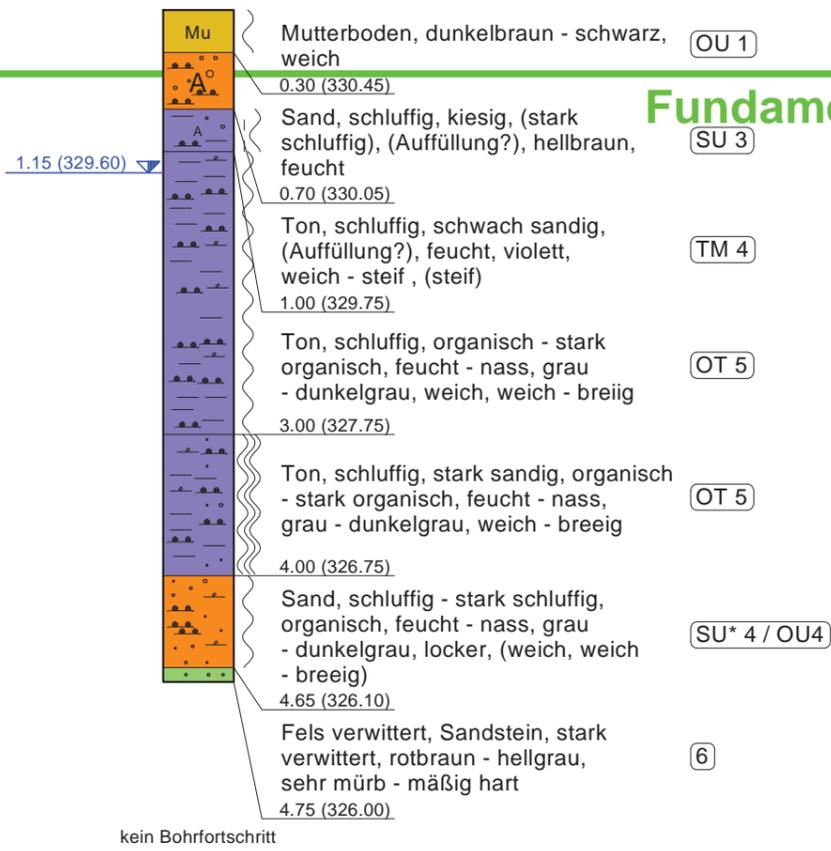
**DPL 7/15**  
332,48 m NN  
Schlagzahlen je 10 cm

**FFOK ca. 331,6 m NN**

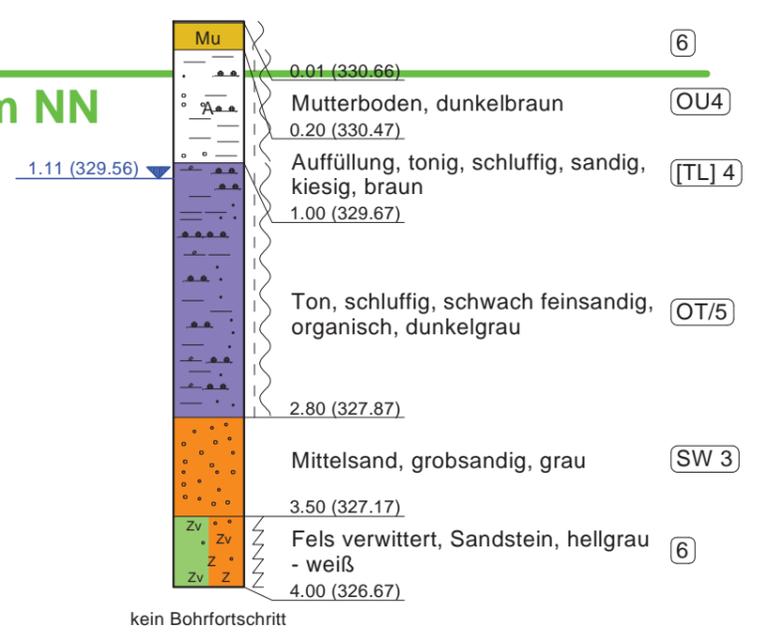
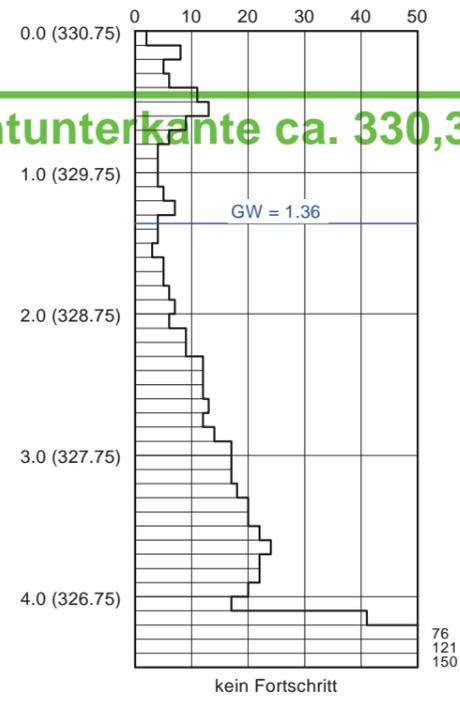
**RKS 6/15**  
330,75 m ü. NN

**DPL 1**  
330,75

**RKS 1**  
330,67



**Fundamentunterkante ca. 330,3 m NN**



**Bayreuth, Herzogmühle, Erstaufnahmeeinrichtung**  
**Baugrunduntersuchung**

**Profilschnitt**

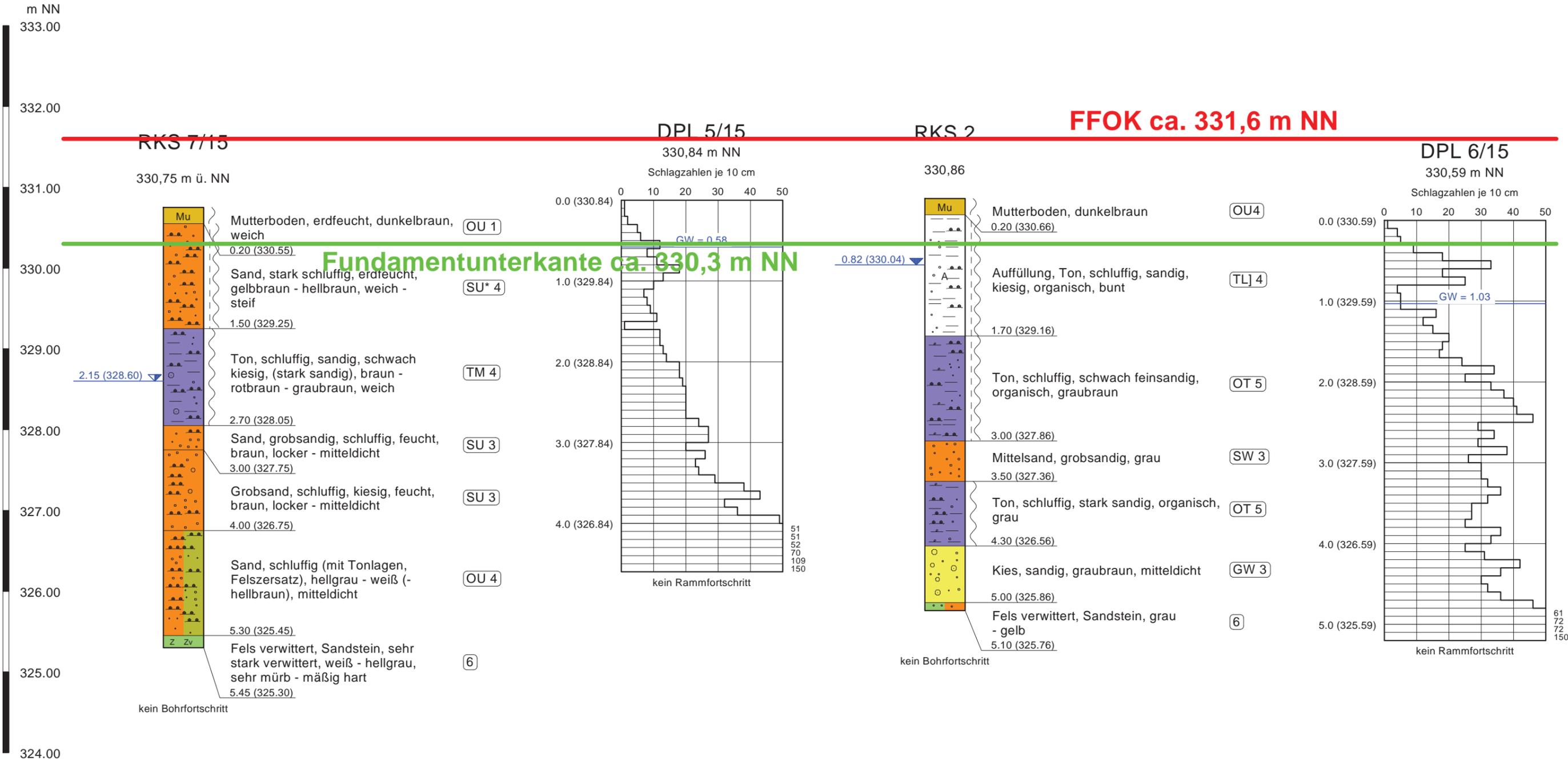
**Piewak & Partner GmbH**  
Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz  
Jean-Paul-Straße 30, 95444 Bayreuth  
Tel.: 0921-5070360 ; Fax: 0921-50703610  
www.piewak.de ; infopiewak.de

Anlage: 5.1  
Datum: 17.02.2015  
Projektnummer: 14357  
Maßstab vert.: 1:50  
Maßstab horiz.: nicht maßstäblich



B(SW)

B'(NO)



**Bayreuth, Herzogmühle, Erstaufnahmeeinrichtung**  
**Baugrunduntersuchung**

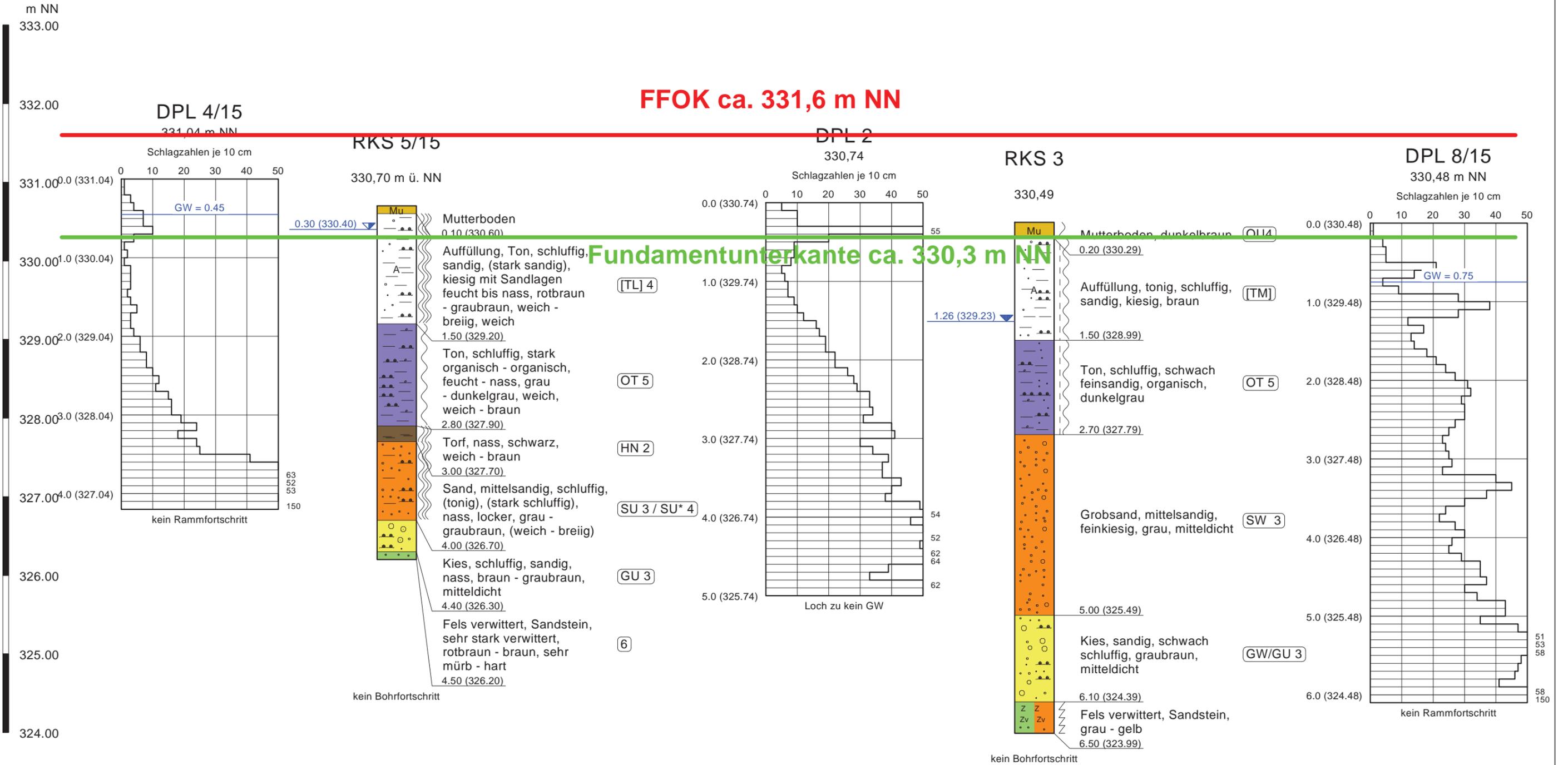
---

**Profilschnitt**

<b>Piewak &amp; Partner GmbH</b> Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz  Jean-Paul-Straße 30, 95444 Bayreuth Tel.: 0921-5070360 ; Fax: 0921-50703610 www.piewak.de ; infopiewak.de	Anlage: 5.2
	Datum: 17.02.2015
	Projektnummer: 14357
	Maßstab vert.: 1:50
Maßstab horiz.: nicht maßstäblich	

C(SW)

C'(NO)



**Bayreuth, Herzogmühle, Erstaufnahmeeinrichtung**  
**Baugrunduntersuchung**

**Profilschnitt**

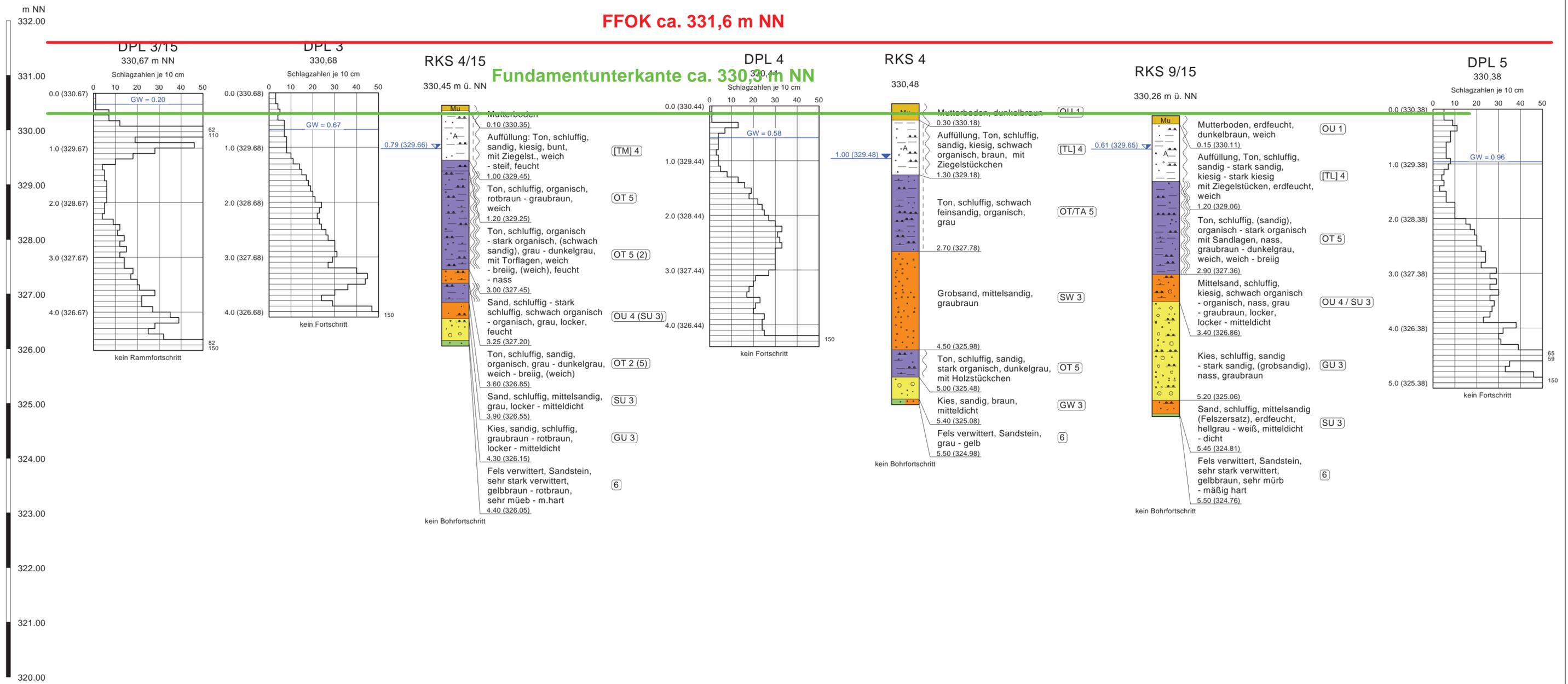
 <b>Piewak &amp; Partner GmbH</b> Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz Jean-Paul-Straße 30, 95444 Bayreuth Tel.: 0921-5070360 ; Fax: 0921-50703610 www.piewak.de ; infopiewak.de	Anlage: 5.3
	Datum: 17.02.2015
	Projektnummer: 14357
	Maßstab vert.: 1:50
	Maßstab horiz.: nicht maßstäblich

D(SW)

D(NO)

FFOK ca. 331,6 m NN

Fundamentunterkante ca. 330,3 m NN



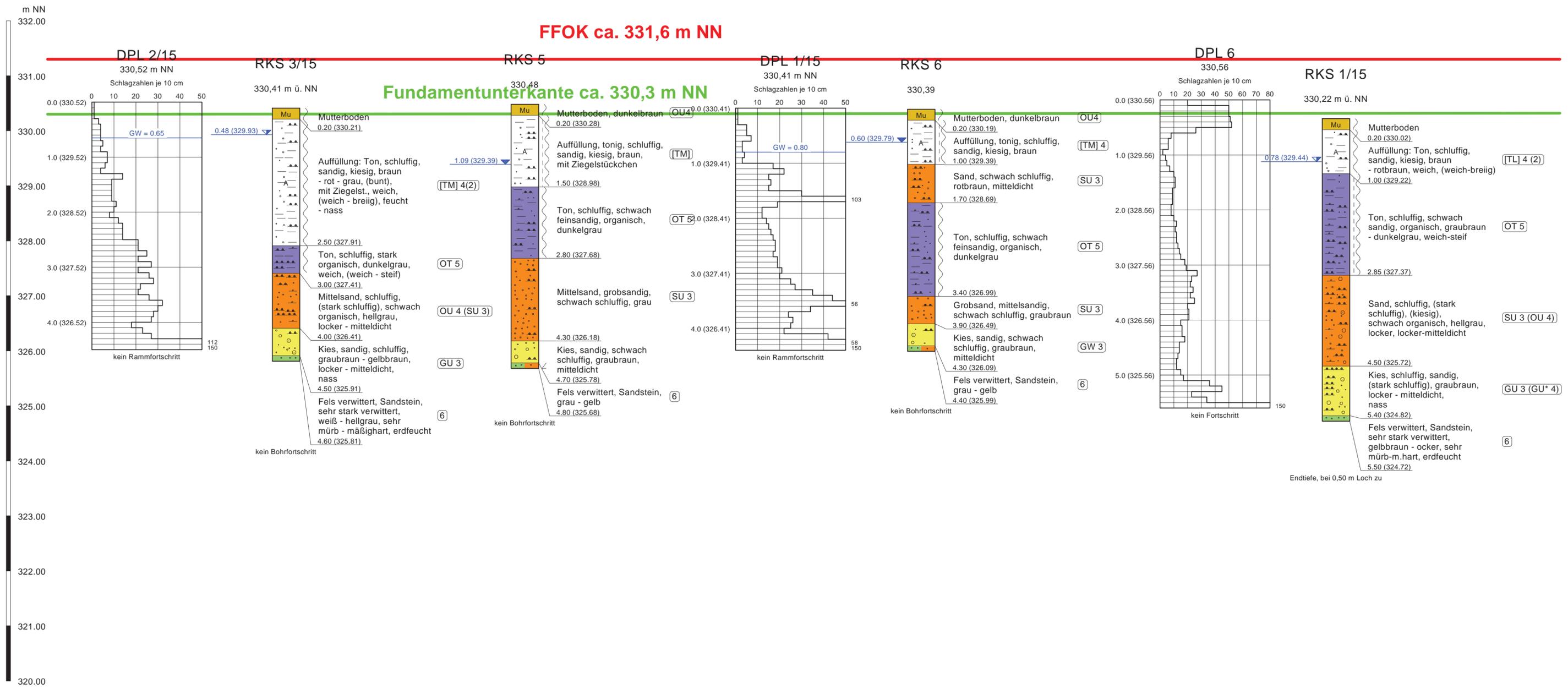
**Bayreuth, Herzogmühle, Erstaufnahmeeinrichtung**  
**Baugrunduntersuchung**

**Profilschnitt**

<p>Piewak &amp; Partner GmbH          Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz          Jean-Paul-Straße 30, 95444 Bayreuth          Tel.: 0921-5070360 ; Fax: 0921-50703610          www.piewak.de ; infopiewak.de</p>	Anlage: 5.4
	Datum: 17.02.2015
	Projektnummer: 14357
	Maßstab vert.: 1:50
	Maßstab horiz.: nicht maßstäblich

E(SW)

E(NO)



**Bayreuth, Herzogmühle, Erstaufnahmeeinrichtung**  
**Baugrunduntersuchung**

**Profilschnitt**

<p>Piewak &amp; Partner GmbH Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz Jean-Paul-Straße 30, 95444 Bayreuth Tel.: 0921-5070360 ; Fax: 0921-50703610 www.piewak.de ; infopiewak.de</p>	Anlage: 5.5
	Datum: 17.02.2015
	Projektnummer: 14357
	Maßstab vert.: 1:50
	Maßstab horiz.: nicht maßstäblich

F (NW)

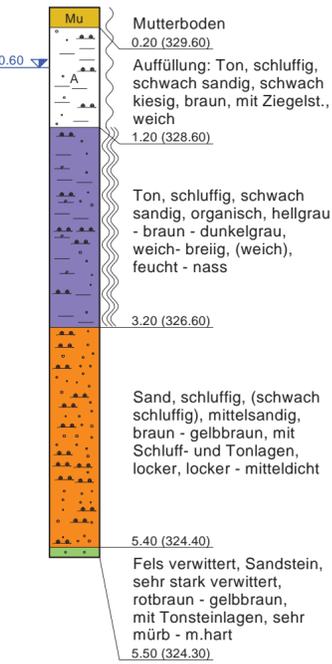
F (SO)

FFOK = ca. 331,6 m NN

m NN  
332.00  
331.00  
330.00  
329.00  
328.00  
327.00  
326.00  
325.00  
324.00  
323.00  
322.00  
321.00  
320.00

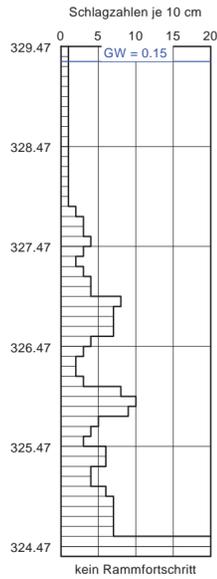
RKS 2/15

329,80 m ü. NN



DPH 2/15

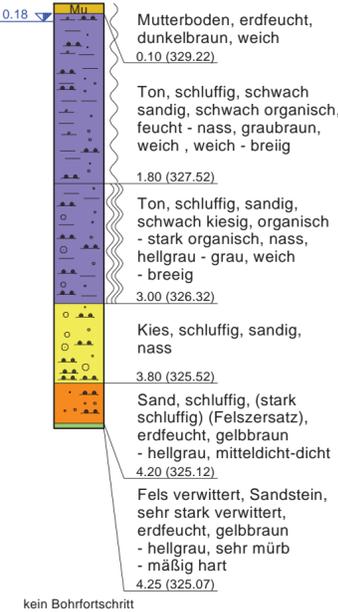
329,47 m NN



Fundamentunterkante ca. 330,3 m NN

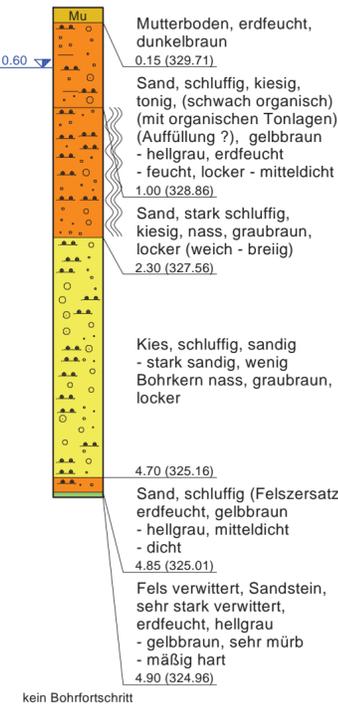
RKS 12/15

329,32 m ü. NN



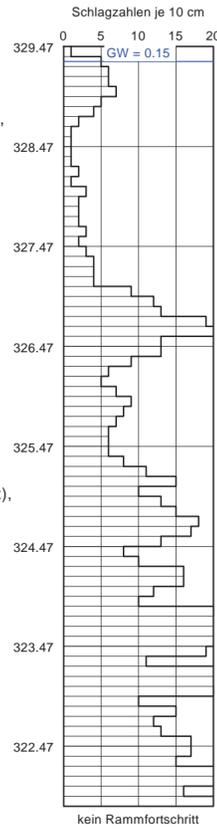
RKS 10/15

329,86 m ü. NN



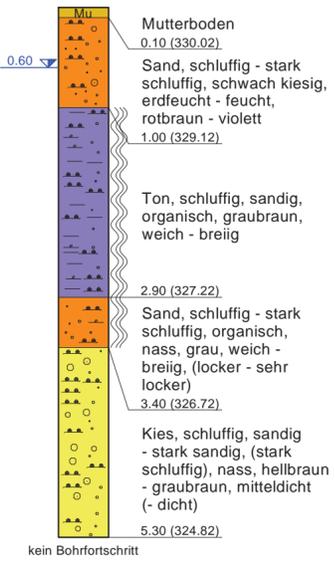
DPH 1/15

329,47 m NN



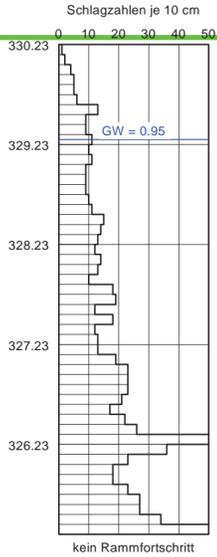
RKS 11/15

330,12 m ü. NN



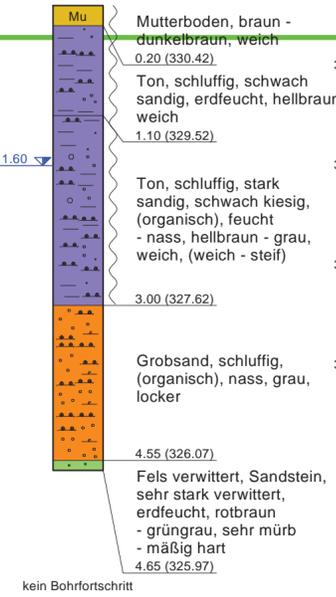
DPL 9/15

330,23 m NN



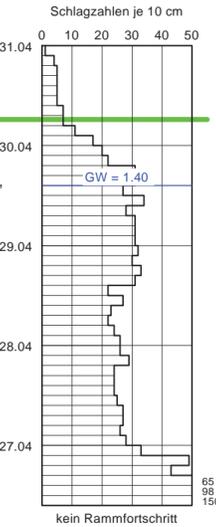
RKS 8/15

330,62 m ü. NN



DPL 10/15

331,04 m NN



**Bayreuth, Herzmühle, Erstaufnahmeeinrichtung**  
**Baugrunduntersuchung**

**Profilschnitt**

<p>Piewak &amp; Partner GmbH Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz Jean-Paul-Straße 30, 95444 Bayreuth Tel.: 0921-5070360 ; Fax: 0921-50703610 www.piewak.de ; infopiewak.de</p>	Anlage: 5.6
	Datum: 17.02.2015
	Projektnummer: 14357
	Maßstab vert.: 1:50
Maßstab horiz.: nicht maßstäblich	