

Professor Dr.-Ing. habil. Christian Moormann

Universitätsprofessor

Direktor des Institutes für Geotechnik
der Universität Stuttgart

öffentlich bestellter und
vereidigter Sachverständiger
für Grundbau, Erdbau, Felsbau
sowie Spezialtiefbau

Möhringer Landstraße 58
70563 Stuttgart

Tel. +49 (0)711 / 685 62437

Fax +49 (0)711 / 685 62439

Mobil: +49 (0)170 / 200 1749

cm@moormann-geotechnik.de

18. Juni 2012

Schriftstück-Nr. M11-007-202

Pumpspeicherkraftwerk Happurg · Sanierung Oberbecken

Ergänzende Erkundung und Untergrundsanie rung außerhalb der Versturzzone - Ergänzung des Baugrund- und Gründungsgutachtens vom 31.01.2012

**Betreiber und
Auftraggeber:**

E.ON Wasserkraft GmbH
Luitpoldstraße 27 · 84034 Landshut
Tel.: 0871 / 694-02
Herr Dipl.-Ing. Karl-Heinz Straßer (D: -4280)
Herr Dipl.-Ing. Tobias Heiserer (D:- 4285)

Planer:

Fichtner GmbH & Co. KG
Renewable Energies & Environment
Sarweystraße 3 · 70191 Stuttgart
Tel.: 0711 / 8995-0 · Fax: 0711 / 8995-459
Herr Dipl.-Ing. Christian Siemer (D: -345)
Herr Dipl.-Ing. Stephan Pfizenmaier (D: -438)

Ort, Datum:

Stuttgart, 18.06.2012

Verteiler:

Auftraggeber und Planer je 1fach (digital)

Textseiten, Anlagen:

54; 52 (214 Seiten)

Inhaltsverzeichnis	Seite
1 Vorgang und Veranlassung	3
2 Unterlagen	5
3 Erkundungsprogramm	6
4 Ergebnisse der ergänzenden Kernbohrungen	12
5 Ergebnisse der ergänzenden bodenmechanischen Laborversuche	21
6 Fachgutachterliche Bewertung	24
7 Ergänzende Erkundungen außerhalb der Versturzzone	29
7.1 Ergänzende Erkundungen in der Beckensohle	29
7.2 Ergänzende Erkundungen in der Aufstandsfläche des Ringdammes	33
8 Untergrundsanie rung außerhalb der Versturzzone	41
8.1 Untergrundsanie rung in der Beckensohle	42
8.2 Untergrundsanie rung in der Aufstandsfläche des Ringdammes	46
9 Ergänzende Hinweise	50
 Anlagenverzeichnis	 52

1 Vorgang und Veranlassung

Die E.ON Wasserkraft GmbH betreibt das ca. 30 km östlich von Nürnberg gelegene Pumpspeicherwerk Happurg. Am 18.01.2011 wurde im Überwachungssystem des Oberbeckens des Pumpspeicherkraftwerkes Happurg ein sehr schneller Anstieg des Wasserspiegels an der Basis der Jurakalke, auf denen das Becken gegründet ist, registriert. In der Folge wurde das Oberbecken umgehend entleert. Nach der Absenkung wurden im südöstlichen Beckenbereich sechs große Einbrüche in der Sohle und weitere Verdachtsflächen festgestellt, weitere Sohleinbrüche traten in den nachfolgenden Monaten auf.

In diesem Zusammenhang wurde ich auf der Basis meines Leistungs- und Honorarvorschlags vom 20.03.2011 mit Bestellung Nr. 4580080535/KC2/0801/NB vom 17.05.2011 durch die E.ON Wasserkraft GmbH beauftragt, ein Untersuchungsprogramm zur Klärung des Schadensmechanismus und als Grundlage für die weiteren Planungen zu erstellen, die entsprechenden Erkundungsarbeiten fachgutachterlich zu begleiten und im Ergebnis ein Sachverständigengutachten zu erstellen, mit dem in Abstimmung mit den Genehmigungsbehörden Aussagen zur Schadensursache und Vorgaben zur (Untergrund-)Sanierung des Oberbeckens gemacht werden. Das entsprechende Baugrund- und Sanierungsgutachten wurde mit Datum 31.01.2012 vorgelegt [U01].

Im Ergebnis wurde eine das Oberbecken querende, 60 m bis 80 m, bereichsweise auch bis zu 120 m breite, im Wesentlichen von Nord nach Ost verlaufende 'Versturzzone' identifiziert, die innerhalb der Kalksteine des Malm bis im Mittel 15 m bis 20 m, lokal auch > 35 m Tiefe mit Lockergesteinen gefüllt ist und wohl als eine großräumige Struktur verstürzter Karsthöhlen zu interpretieren ist.

In dem vorgenannten Baugrund- und Sanierungsgutachten wurden auch die Ergebnisse zweier geophysikalischer Messkampagnen dokumentiert, die im Jahr 2011 im Bereich des Oberbeckens durchgeführt wurden. Während die erste Messkampagne primär auf die Ermittlung der räumlichen Ausdehnung der Versturzzone und die Klärung der Baugrundverhältnisse in dieser Versturzzone ausgerichtet war (Bericht vom 21.09.2011, [U02]), wurde in einer zweiten Messkampagne im Oktober und November 2011 insbesondere die Bereiche der Beckensohle untersucht, die außerhalb der Versturzzone im östlichen Bereich des Beckens (Teilfläche 1) und im westlichen Bereich des Beckens (Teilfläche 2) liegen; in diesen Bereichen war unter der Sohldichtung grundsätzlich Kalkstein erwartet worden. Im Rahmen der zweiten geophysikali-

schen Messkampagne wurden in diesen Bereichen ergänzende geoelektrische Messungen und mikrogravimetrische Messungen durchgeführt.

Die Ergebnisse der zweiten geophysikalischen Messkampagne sind in dem Bericht der Geophysik GGD · Leipzig vom 22.12.2011 dokumentiert und bewertet [U03]. Die Ergebnisse wurden in meinem Baugrund- und Sanierungsgutachten vom 31.01.2012 [U01] detailliert dargestellt und beurteilt.

Danach kann aus den Ergebnissen der Geoelektrik abgeleitet werden, dass im Ostteil des Beckens (Teilfläche 1) über weite Strecken Fels unter der Beckensohle vorhanden ist. Es wurde allerdings als Ergebnis der zweiten geophysikalischen Messkampagne ein System von niedrigen Widerständen unterhalb der hochohmig abgebildeten Felsoberfläche nachgewiesen, welche prinzipiell mit einer veränderten Beschaffenheit des Untergrundes (verstärkte Klüftung, bindige Kluft-/Karst-/Hohlraumfüllungen) zu assoziieren sind. Diese Widerstandsminima treten lokal im Niveau der Felsoberfläche auf, so dass Unterbrechungen des Felskörpers unter der Beckensohle nicht ausgeschlossen werden können.

Die mit den geoelektrischen Auffälligkeiten aufgezeigten Imperfektionen wurden durch die zusätzlich im Rahmen der zweiten geophysikalischen Messkampagne durchgeführten mikrogravimetrischen Messungen redundant bestätigt. Die gravimetrischen Ergebnisse (Schwerekarten) zeigen eine auffällige Korrelation mit der vermuteten Verteilung der Lockermaterialien nach der Geoelektrik. Insbesondere jene Stellen, an denen niedrige Widerstände im Niveau der Felsoberfläche auftreten, bilden sich im Schwerefeld als lokale Minima ab. Auf Grund der weitgehenden Übereinstimmung im Auftreten von gravimetrischen und elektrischen Minima kann gefolgert werden, dass die im Bereich der Felsfläche ausgehaltenen niederohmigen Strukturen mit Materialien relativ verminderter Dichte, d.h. einer erhöhten Klüftigkeit, bzw. mit mit Lockergesteinen gefüllten Karststrukturen oder lokal auch mit unverfüllten Hohlraumstrukturen einhergehen.

Der westliche Bereich (Teilfläche 2) außerhalb der Versturzzone konnte im Ergebnis der geophysikalischen Untersuchungen [U03] als weitgehend homogener Fels angenommen werden, wobei auch hier lokale Anomalien identifiziert wurden.

Es ist mit den Mitteln der Geophysik nicht möglich, die aufgezeigten Anomalien hinsichtlich ihrer Art näher zu identifizieren, das heißt, zuverlässig zu klären, ob es sich um echte Hohlräume, um verfüllte Karststrukturen oder lediglich um eine erhöhte Klüftigkeit des Kalksteins handelt.

In dem Bericht der Geophysik GGD · Leipzig vom 22.12.2011 [U03] wurden in Abstimmung mit mir ergänzende direkte Baugrundaufschlüsse empfohlen, um die nachgewiesenen Anomalien im Hinblick auf die Auswirkungen auf das Speicherbecken zu überprüfen. Konkret wurden vorab 10 Anomaliebereiche, als A 1 bis A 10 bezeichnet, identifiziert, für die eine Überprüfung durch Kernbohrungen empfohlen wurde (siehe Anlage 1.1).

Vor diesem Hintergrund wurden im Februar 2012 unter meiner fachgutachterlichen Überwachung in der Summe 12 ergänzende Kernbohrungen im Bereich des Oberbeckens des Pumpspeicherkraftwerkes Happurg und zwar außerhalb der Versturzzone ausgeführt, deren Ergebnisse nachfolgend dokumentiert werden. Mit dem vorliegenden Gutachten wird damit das Gutachten vom 16.03.2012 [U05], mit dem zunächst die Ergebnisse der Kernbohrungen dokumentiert wurden, fortgeschrieben und um die Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche sowie Empfehlungen zu weiteren Erkundungs- und Sanierungsmaßnahmen ergänzt.

2 Unterlagen

Zur Erstellung des vorliegenden Berichts wurde u.a. auf folgende Unterlagen zurückgegriffen:

- [U01] Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Christian Moormann, Stuttgart:
„Pumpspeicherkraftwerk Happurg · Sanierung Oberbecken – Baugrund- und Sanierungsgutachten“ vom 31.01.2012
- [U02] Gesellschaft für Geowissenschaftliche Dienste mbH · GGD, Leipzig:
Ergebnisbericht Pumpspeicherwerk Happurg, Sanierung Oberbecken ·
Geophysikalische Erkundung im Bereich der Störzone · Geoelektrik,
Refraktionstomographie, aufgestellt am 21.09.2011
- [U03] Gesellschaft für Geowissenschaftliche Dienste mbH · GGD, Leipzig:
Ergebnisbericht Pumpspeicherwerk Happurg, Sanierung Oberbecken ·
Geophysikalische Erkundung, Nachtrag 2. Erkundungsphase ·
Geoelektrik, Gravimetrie, aufgestellt am 22.12.2011

- [U04] Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Christian Moormann, Stuttgart:
„Ergänzende Kernbohrungen im östlichen Beckenbereich“, Stellungnahme vom 22.01.2012
- [U05] Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Christian Moormann, Stuttgart:
„Pumpspeicherkraftwerk Happurg · Sanierung Oberbecken – Ergänzende Kernbohrungen außerhalb der Versturzzone im Februar 2012“, Gutachten vom 16.03.2012

Im Übrigen wird auf das Verzeichnis der verwendeten Unterlagen im Kapitel 2 des Baugrund- und Sanierungsgutachtens vom 31.01.2012 [U01] verwiesen.

3 Erkundungsprogramm

Basierend auf den Ergebnissen der zweiten geophysikalischen Messkampagne [U03] und der zusammenfassenden Auswertung aller Erkundungsergebnisse des Jahres 2011 wurde ein Erkundungsprogramm für die außerhalb der Versturzzone liegenden Bereiche des Oberbeckens entwickelt [U04].

Ziel der ergänzenden Erkundungsmaßnahmen war es, zu beurteilen, inwieweit auch außerhalb der zusammenhängenden Struktur der Versturzzone unmittelbar unter der Beckendichtung und - zumindest am Rand - der Aufstandsfläche des Ringdammes mit Anomalien, insbesondere mit Karststrukturen und Hohlräumen im Kalkstein gerechnet werden muss und ob solche möglichen Strukturen einen potentiellen Einfluss auf die Gebrauchstauglichkeit, d.h. den dauerhaften Betrieb des Oberbeckens, und auf die Standsicherheit, hier insbesondere die Standsicherheit des Ringdammes haben können.

Mit den im Februar 2012 durchgeführten Kernbohrungen wird zunächst insbesondere die Beckensohle außerhalb der Versturzzone ergänzend erkundet. Die Erkundung orientiert sich dabei an den in der zweiten geophysikalischen Messkampagne [U03] unter der Beckensohle erkundeten Anomalien. Die Aufstandsfläche des Ringdammes außerhalb der Versturzzone wird nur punktuell ergänzend erkundet.

In Tabelle 1 werden aufbauend auf dem Bericht der Geophysik GGD · Leipzig vom 22.12.2011 [U03] die wesentlichen, d.h. die signifikantesten Anomaliebereiche

außerhalb der Versturzzone zusammengefasst und bewertet. Die Bezeichnung der Anomalien entspricht dem Vorschlag im Bericht vom 22.12.2011 [U03], die Auswertung in Tabelle 1 ist aber differenzierter. Die in der Tabelle genannten Anomalien sind in der Faktenkarte (Anlage 1.1; entspricht Anlage 12 im Bericht vom 22.12.2011 [U03]) eingetragen.

Bei der Zusammenstellung der Anomalien im Bericht vom 22.12.2011 [U03] wurde versucht, diese aus geophysikalischer Sicht nach Verdachtsintensität und Relevanz zu ordnen:

- Die ersten vier Anomalien (A1 - A4) bezeichnen jene Stellen, die geoelektrisch eine Unterbrechung der Felsoberfläche erwarten lassen.
- Bei Anomalie A5 war bereits in der ersten Erkundungsphase der Verdacht einer isolierten Struktur außerhalb der bekannten Störzone ausgesprochen worden, der sich nun durch ein zugehöriges, auffallend lagegleiches Schwereminimum bestätigte. Die Lage unmittelbar am Dammfuß ist ungünstig. Gleiches gilt für die Anomalie A8, die aber nach dem Widerstandsbild auf dem inneren Ringprofil in erster Linie von einer lokalen Tieflage der Felsoberfläche verursacht sein dürfte.
- Die Anomalie A6 beschreibt ein lokales Schwereminimum in den mikrogravimetrischen Messungen, das nicht mit den Ergebnissen der anderen Messmethoden strukturell in Verbindung gebracht werden kann. Insbesondere sind keine signifikanten Widerstandsabnahmen zu verzeichnen. In diesem Fall ist aus geophysikalischer Sicht ein luftgefüllter Hohlraum als Ursache nicht unwahrscheinlich.
- Die Anomalien A8 und A9 bezeichnen beispielhaft Lokationen, an denen die verbreiteten Widerstandsminima unterhalb hochohmiger Bedeckung (Fels) sehr nah an die mutmaßliche Felslinie heraufreichen.
- Ein ähnliches Element in der westlichen Beckenseite bezeichnet Anomalie A10, wobei nach den Ergebnissen der Geophysik vermutet wurde, dass hier eine lokale Tieflage der Felsoberfläche einen Teil der gravimetrischen Anomalie verursacht.

In Abhängigkeit von den an den genannten Anomalien vorgefundenen Situationen wurde aus geotechnischer Sicht über die Relevanz der identifizierten Verdachtsflächen entschieden. Auf dieser Basis wurde in [U04] empfohlen, die in der Tabelle 2 zusammengefassten Bohrungen auszuführen.

Bez.	Rechtswert	Hochwert	Bemerkung (<i>GE = Geoelektrik, MG: Mikrogravimetrie</i>)
A1	4461178,9	5482538,6	<i>GE</i> : deutliche, tiefgründige (≤ 535 mNN) Unterbrechung des Felses im Widerstandsbild (E215: ca. 270 m); <i>MG</i> : Schwereminimum (GRIFFIN 8s und 16s)
A2	4461245,0	5482537,6	<i>GE</i> : deutliche Unterbrechung des Felses im Widerstandsbild (E215: ca. 335 m und in E31: ca. 1.470 m), nach E31 tiefgründig (< 530 mNN); <i>MG</i> : Schwereminimum (GRIFFIN 8s und 16s); <i>Sonstiges</i> : in östl. gelegener BK 11/2011 keine Auffälligkeiten
A3	4461238,3	5482676,6	<i>GE</i> : deutliche Unterbrechung des Felses bis ca. 10 m u. GOK (ca. 550 mNN) im Widerstandsbild (E208: ca. 305 m), <i>MG</i> : Schwereminimum (GRIFFIN 8s und 16s);
A4	4461241,6	5482624,8	<i>GE</i> : Unterbrechung Fels im Widerstandsbild (E211: ca. 345 m) bis ca. 550 mNN; aber in E31: 1.370 m nur geringe Anomalie, <i>MG</i> : Schwereminimum (GRIFFIN 8s, 16s und 32s); <i>Sonstiges</i> : OK Urgelände bei ca. 560 mNN (\rightarrow keine signifikante Auffüllung), Einfluss aus Drainage?
A5	4461200,9	5482373,7	<i>GE</i> : Unterbrechung Fels im Widerstandsbild (keine Auffälligkeit bei E23: ca. 175 m; Anomalie bei E24: 155 m, aber Aufschlusstiefe gering), <i>MG</i> : Schwereminimum (GRIFFIN 8s, 16s und 32s); <i>Sonstiges</i> : bei benachbarter, aber außerhalb Anomalie liegender Bohrung BK 28c/2011 Fels ab 557,9 mNN
A6	4461220,1	5482750,8	<i>GE</i> : keine Anomalie in der Geoelektrik, <i>MG</i> : lokales Schwereminimum (GRIFFIN 8s und 16s) \rightarrow ggf. Hohlraum
A7	4461166,9	5482622,4	<i>GE</i> : Widerstandsminimum flach (?) unter erwarteter Felsdecke (E211: bei ca. 275 m Anomalie bis ca. 545 mNN); <i>MG</i> : schwaches Schwereminimum
A8	4461236,9	5482447,0	<i>GE</i> : oberflächliches Widerstandsminimum (E31: bei ca. 200 m Anomalie bis ca. 550 mNN) \rightarrow (Tieflage der Felslinie); <i>MG</i> : Schwereminimum (GRIFFIN 8s und 16s); <i>Sonstiges</i> : bei benachbarter, aber außerhalb Anomalie liegender Bohrung BK 29c/2011 Fels ab 559,5 mNN

Tab. 1, Teil 1: Bewertung der im Bericht GGD vom 22.12.2011 [U03] aufgezeigten möglichen Anomaliebereiche

Bez.	Rechtswert	Hochwert	Bemerkung (<i>GE = Geoelektrik, MG: Mikrogravimetrie</i>)
A9	4461149,2	5482717,3	<i>GE</i> : Widerstandsminimum flach (?) unter erwarteter Felsdecke (E206: Anomalie bei ca. 280 m bis 540 mNN); <i>MG</i> : Schwereminimum (GRIFFIN 8s, 16s und 32s); → Übergangsbereich zur Störzone
A10	4460960,3	5482652,1	<i>GE</i> : Widerstandsminimum flach (?) unter erwarteter Felsdecke (E209: bei 35 m Anomalie bis 555 mNN; E10: bei 55 m Anomalie bis 540 mNN); <i>MG</i> : schwaches Schwereminimum (GRIFFIN 8s) (Teilfläche 2)

Tab.1, Teil 2: Bewertung der im Bericht GGD vom 22.12.2011 [U03] aufgezeigten möglichen Anomaliebereiche

Die dunkelgrau hinterlegten Kernbohrungen besitzen die erste Priorität und wurden in einem ersten Schritt ausgeführt.

Die hellgrau hinterlegten Kernbohrungen sollten einem zweiten Erkundungsschritt vorenthalten sein, dessen Notwendigkeit in Abhängigkeit von den Ergebnissen der ersten fünf Kernbohrungen überprüft werden sollte. Die nicht hinterlegten Kernbohrungen A7 und A9 sollten ursprünglich zunächst nicht ausgeführt werden.

Da aber bei den entsprechend dieses Erkundungskonzeptes durchgeführten Kernbohrungen überwiegend signifikante Anomalien, insbesondere verfüllte, teilweise sehr tief reichende Karststrukturen aufgeschlossen wurden, wurden in der Konsequenz alle in Tabelle 2 aufgeführten Kernbohrungen ausgeführt.

Die Kernbohrung A8 musste, da vor Ort erkannt wurde, dass sie in der wasserseitigen Dammböschung lag, um knapp 2 m nach Westen in die Beckensohle verschoben werden und wird dergestalt als Kernbohrung A8a bezeichnet (Anlage 1.2).

Im Rahmen der Erkundungsarbeiten wurde festgelegt, dass mit zwei weiteren Kernbohrungen (A11/2012 und A12/2012) die Baugrundverhältnisse entlang der geplanten Trasse der durch den Ringdamm zu führenden Drainage detaillierter erkundet werden sollen. Beide Kernbohrungen wurden daher im Querschnitt km 1+478,80, i.e. in der Achse der geplanten Durchpressung, angeordnet. Die Kernbohrung A11/2012 liegt dabei auf der Dammkrone, die Kernbohrung A12/2012 am landseitigen Dammfuß.

Alle Kernbohrungen sollten mindestens 10 m in den Kalkstein geführt werden.

In der Summe wurden damit von der ABT Wasser- und Umwelttechnik GmbH, Mindelheim, unter unserer fachgutachterlichen Begleitung im Februar 2012 im Bereich des Oberbeckens des Pumpspeicherkraftwerkes Happurg insgesamt

- 12 Kernbohrungen mit vollständigem Kerngewinn entsprechend DIN EN 22475-1:2007-01 mit minimal 7 m und maximal 37,5 m Erkundungstiefe,

in der Summe mit insgesamt 238,05 m laufenden Bohrm Metern

niedergebracht. Im Lockergestein wurden die Bohrungen grundsätzlich als Linerbohrungen ausgeführt, um einen qualifizierten Kerngewinn zu gewährleisten (Bohrungen mit Probengewinn der Güteklasse 1 nach DIN EN 1997-2 bzw. DIN EN ISO 22475-1:2006, mit eingezogener fester Kernumhüllung (Liner)). Im Kalkstein wurden die Bohrungen unverrohrt ausgeführt, allerdings machte das Antreffen größerer gefüllter Hohlräume und gebräucher Partien im Einzelfall das Nachführen einer Felsverrohrung erforderlich. Da während der Bohrarbeiten kein Wasser angetroffen wurde, wurden die Kernbohrungen nicht zu Grundwassermessstellen ausgebaut.

Die Kernbohrungen sind mit ihrem Standort und ihrer Aufschlusstiefe in Tabelle 2 zusammenfassend dokumentiert.

Die Ansatzpunkte der Kernbohrungen A 1/2012 bis A 10/2012 wurde im Auftrag der E.ON Wasserkraft GmbH vom Ingenieurbüro Vogl, Würzburg, nach Lage und Höhe geodätisch eingemessen und in einem Lageplan entsprechend Anlage 1.2 dargestellt.

Den Bohrungen wurden von der ABT Wasser- und Umwelttechnik GmbH Boden- und Felsproben der Güte-Klassen 1 und 3 nach DIN 4021 entnommen. Den Kernbohrungen wurden dabei für boden- und felsmechanische Untersuchungen insgesamt

- 9 Sonderproben (Felsproben) der Güteklasse 1 und
105 Bodenproben der Güteklasse 3 nach DIN 4021,

in der Summe 114 Proben entnommen.

Zusätzlich wurden im Rahmen dieses Erkundungsvorhabens auf Veranlassung der Fichtner GmbH & Co. KG vier Proben aus dem Injektionsmaterial im Becken für weiterführende umwelttechnische Analysen entnommen.

Bez.	Rechtswert	Hochwert	Höhe	Lage	vorab empfohlene Erkundungs- tiefe unter OK Becken- sohle	aus- geführte Erkundungs- tiefe unter OK Becken- sohle
A1	4461178,9	5482538,6	561,07	Teilfläche 1: im Becken, zwischen BK 30/2011 und BK 33/2011	≥ 15 m (≥ 25 m) ¹⁾	18,0 m
A2	4461245,0	5482537,6	561,22	Teilfläche 1: am östlichen Dammfuß	≥ 15 m (≥ 30 m) ¹⁾	22,0 m
A3	4461238,3	5482676,6	560,79	Teilfläche 1: im Becken, vor Einlaufbauwerk	≥ 10 m (≈ 10 m) ¹⁾	20,0 m
A4	4461241,6	5482624,8	560,99	Teilfläche 1: im Becken, vor östlichem Dammfuß	≥ 10 m (≈ 10 m) ¹⁾	37,5 m
A5	4461200,9	5482373,7	561,62	Teilfläche 1: am südöstlichen Dammfuß	≥ 10 m (≈ 10 m) ¹⁾	26,35 m
A6	4461220,1	5482750,8	561,09	Teilfläche 1: am nordöstlichen Dammfuß	≥ 15 m (≈ 15 m) ¹⁾	15,0 m
A7	4461166,9	5482622,4	560,99	Teilfläche 1: im Becken, östl. von BK 30/2011	keine Erkundung (≈ 15 m) ¹⁾	13,0 m
A8	4461236,9	5482447,0	-	in Böschung, auf A8a verschoben	-	-
A8a	4461234,2	5482447,7	561,52	Teilfläche 1: am östlichen Dammfuß	≥ 10 m (≈ 10 m) ¹⁾	16,0 m
A9	4461149,2	5482717,3	560,90	Teilfläche 1: im Becken, am östlichen Rand der Störzone	keine Erkundung (≈ 20 m) ¹⁾	26,0 m
A10	4460960,3	5482652,1	561,36	Teilfläche 2: im Becken	≥ 10 m (≈ 20 m) ¹⁾	17,2 m
A11	4461312,5	5482676,8	575,56	bei km 1+478,80 (Achse Durchpressung) auf Dammkrone		20,0 m
A12	4461352,0	5482667,7	554,63	bei km 1+478,80 (Achse Durchpressung) am landseitigen Dammfuß		7,0 m

¹⁾ aus Geophysik induzierte mögliche Tiefenerstreckung der Anomalie

Tabelle 2: Im Februar 2012 ergänzend ausgeführte Kernbohrungen in möglichen Anomalien außerhalb der Versturzzone unter der Beckensohle

An ausgewählten Proben wurden im boden- und felsmechanischen Labor des Institutes für Geotechnik der Universität Stuttgart (IGS) folgende bodenmechanischen Versuche durchgeführt:

- 4 Bestimmungen des natürlichen Wassergehalts nach DIN 18 121, Teil 1,
- 4 Bestimmungen der Fließ- und Ausrollgrenzen nach DIN 18 122, Teil 1,
- 10 Schlämmanalysen (Aräomterversuch) nach DIN 18123,
- 4 Siebanalysen, bis 10 mm Größtkorn, nach DIN 18123,
- 4 Siebanalysen, Größtkorn > 10 mm, nach DIN 18123.

Die Ergebnisse der Versuche sind in Anlage 3 in einem Laborbericht des IGS dokumentiert. Sie werden in Abschnitt 5 erläutert und bewertet.

4 Ergebnisse der ergänzenden Kernbohrungen

Die Ergebnisse der im Februar 2012 ergänzend ausgeführten Kernbohrungen sind in den Anlagen 2 mit jeweils folgenden Auswertungen dokumentiert:

- die ingenieurgeologische Ansprache (Anlagen 2.x.1),
- die auf der Basis unserer ingenieurgeologischen und geotechnischen Feldansprache erstellten Bohrprofile (Anlagen 2.x.2),
- die Farbfotos der Bohrkerne (Anlagen 2.x.3),
- die von der ABT Wasser- und Umwelttechnik GmbH aufgenommenen Schichtenverzeichnisse (Anlagen 2.x.4).

Die aus den Kernbohrungen gewonnenen Erkenntnisse werden zunächst systematisch in Tabelle 3 ausgewertet und nachfolgend zusammenfassend interpretiert.

Aus den Ergebnissen der im Februar 2012 ergänzend ausgeführten Kernbohrungen ergeben sich zusammenfassend folgende Erkenntnisse:

- Der Aufbau der Beckensohle weicht in den Kernbohrungen teilweise erkennbar von dem Regelaufbau [U01] ab. Während zum Teil deutliche Mehr- bzw. Minderdicken bei der Schutzschicht und dem Dränagesand ohne Einfluss auf die Funktionalität der Beckendichtung sind, ist die Mächtigkeit und Integrität der Lehmdichtung in dieser Hinsicht von besonderer Bedeutung. Die Mächtigkeit der Lehmdichtung variiert zwischen 0,4 m und 1,2 m. Sie liegt damit in den Kernbohrungen

A 1/2012 (Ist-Mächtigkeit: 0,55 m), A 2/2012 (Ist: 0,55 m), A 3/2012 (Ist: 0,4 m), A 5/2012 (Ist: 0,55 m), A 6/2012 (Ist: 0,45 m) und A 8a/2012 (Ist: < 0,4 m) unter dem Soll-Wert des Regelaufbaus von 0,75 m. In der Bohrung A 5/2012 waren zudem in der Lehmdichtung schlickartige organische Anteile und gerundete Bachgerölle zu verzeichnen. In der Bohrung A 8a/2012 dominierte in der hier nur 0,4 m mächtigen Lehmdichtung sogar der Kiesanteil, zusätzlich waren organische und schlickartige Anteile vorhanden, so dass in der Summe am Ansatzpunkt der Kernbohrung A 8a/2012 keine qualifizierte Lehmdichtung durch die Kernbohrung nachgewiesen wurde.

Auch wenn die Erfahrung zeigt, dass - auch bedingt durch das Durchörtern der steinigen Schutzschicht - die in den Kernbohrungen aufgeschlossenen Schichtmächtigkeiten der Beckensohle gegenüber den realen Verhältnissen abweichen können, ist dieses wiederholte Ergebnis der Kernbohrungen doch als ein Indiz dafür zu werten, dass die Lehmdichtung der Beckensohle in dem untersuchten Bereich des Oberbeckens nicht in der planmäßigen Qualität und Dicke flächendeckend vorhanden ist.

- In der weit überwiegenden Anzahl der Kernbohrungen wurden entsprechend der Indikation der geophysikalischen Messungen der zweiten Kampagne unter der Beckendichtung nicht Kalkstein, sondern zunächst Lockergesteine angetroffen. Die Mächtigkeit dieser Lockergesteine variiert zwischen 5,7 m in der Kernbohrung A 8a/2012 und 27,0 m in der Kernbohrung A 4/2012.

Die aufgeschlossenen Lockergesteine bestehen nach der Feldansprache überwiegend aus schluffigen und tonigen Fein- und Mittelsanden, in die stark tonige Bereiche eingeschaltet sind. Die Fein- und Mittelsande besitzen eine charakteristische ocker-gelbe, gelb-braune und rötlich-braune, teilweise auch leuchtend orange-braune Färbung, während die tonigen Partien häufig mittel- bis dunkelbraun gefärbt sind. Vereinzelt wurden auch wieder die aus den Erkundungen 2011 bekannten weißlich-grauen Ton-Sand-Gemische angetroffen. In der Summe gleichen damit die in den Anomalien außerhalb der Versturzzone angetroffenen Lockergesteine - wie auch die in Abschnitt 5 dokumentierten Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche zeigen - hinsichtlich ihrer bodenphysikalischen Zusammensetzung, hinsichtlich ihrer charakteristischen Färbung und hinsichtlich ihrer räumlichen Variabilität, aber auch hinsichtlich ihrer Erosionsgefährdung evident den in der Versturzzone angetroffenen Lockergesteinen. Es ist hier von einem hinsichtlich der Genese und den Eigenschaften vergleichbaren Material auszugehen.

Anomalie / Kernbohrung	Lage	Felsoberfläche in [m] unter aktueller Beckensohle	Ergebnis (Zusammenfassung)
A 1/2012	Teilfläche 1: im Becken, zwischen BK 30/2011 und BK 33/2011	8,0 m	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Beckensohle aus 0,6 m Schutzschicht, Lehmichtung (0,55 m) und Dränagesand (0,25 m); ▪ darunter bis 3,0 m kiesig-lehmige und z.T. sandige Schichten (Geländeausgleich/ Auffüllung?); ▪ ab 3,0 m bis 8,0 m unter Beckensohle überwiegend stark feinsandige Schluffe und schluffige Feinsande einer Karstspaltenfüllung (?) ▪ ab 8,0 m Weißjura-Kalksteinschutt und felsartiges Kalkgestein bis Endteufe 18,0 m unter Ansatzpunkt, geklüftet
A 2/2012	Teilfläche 1: am östlichen Dammfuß	10,7 m	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Beckensohle aus 1,0 m Schutzschicht, Lehmichtung (0,55 m) und Dränagesand (0,2 m); ▪ darunter 0,5 m Geländeausgleich/ Auffüllung (T,s / mG,u' / mS/mg); ▪ darunter bis 10,7 m unter Beckensohle vorwiegend sandige Böden (schluffige Fein- und Mittelsande) einer Karstspaltenfüllung (?), Besonderheit: bei 3,0 m bis 3,9 m Verdacht auf eingeschwemmten Dränagesand; ▪ ab 10,7 m bis Endteufe 22,0 m unter Ansatzpunkt felsartiges Kalkgestein, geklüftet
A 3/2012	Teilfläche 1: im Becken, vor Einlaufbauwerk	9,8 m	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Beckensohle aus 0,6 m Schutzschicht, Lehmichtung (0,4 m) und Dränagesand (0,5 m); ▪ darunter 0,8 m Geländeausgleich/ Auffüllung (T,fs bis fS,t/ fS+fG); ▪ darunter bis 9,8 m unter Beckensohle Fein- und Mittelsande und feinsandige Tone einer Karstspaltenfüllung (?); ▪ ab 9,8 m bis Endteufe 20,0 m unter Ansatzpunkt felsartiges Kalkgestein, geklüftet
A 4/2012	Teilfläche 1: im Becken, vor östlichem Dammfuß	27,0 m	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Beckensohle aus 0,6 m Schutzschicht, Lehmichtung (0,7 m) und Dränagesand (0,35 m); ▪ darunter 0,35 m Weißjura-Kalksteinschutt (Ausgleichsschicht?) ▪ von 2,0 m bis 23,6 m Karstspaltenfüllung (?): bis 20,75 m Feinsande, bis 23,6 m feinsandige Tone steifer Konsistenz ▪ darunter bis ca. 27,0 m Karstspaltenfüllmaterial und Weißjura-Kalksteinschutt in Wechsellagerung ▪ ab 27,0 m felsartiges Kalkgestein bis Endteufe 37,5 m unter Ansatzpunkt.

Tab. 3, Teil 1: Zusammenstellung der Ergebnisse der im Februar 2012 ausgeführten Kernbohrungen

Anomalie / Kernbohrung	Lage	Felsoberfläche in [m] unter aktueller Beckensohle	Ergebnis (Zusammenfassung)
A 5/2012	Teilfläche 1: am südöstlichen Dammfuß	8,9 m (20,65-25,8 m verfüllter Hohlraum)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Beckensohle aus 0,55 m Schutzschicht, Lehmdichtung (0,5 m) und Dränagesand (0,3 m); Lehmdichtung enthält schlickartige Organ-Anteile und Bachgerölle; ▪ von 1,35 m bis 1,85 m Fortsetzung Beckensohle mit umgelagerter Lehmdichtung und Dränagesand (?) ▪ von 1,85 m bis 8,9 m Karstspaltenfüllung (?): Fein- und Mittelsande mit zwischengelagerten sandigen Tonen, im oberen Bereich (3,2-3,35 m) Hinweise auf eine anthropogene Verfüllung ('Plombierung') (?); ▪ von 8,9 m bis 29,65 Kalkgesteinsserien des Weißjura ▪ 20,65 m bis 25,8 m tonig-sandige Lockergesteine (verfüllter Hohlraum?) ▪ Darunter gebankter Kalkstein bis Endteufe 26,35 m unter Ansatzpunkt.
A 6/2012	Teilfläche 1: am nordöstlichen Dammfuß	2,1 m (offener Hohlraum im Kst 11,7- 12,5 m)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Beckensohle aus 1,4 m Schutzschicht, Lehmdichtung (0,45 m) und Dränagesand (0,25 m); ▪ ab 2,1 m vorwiegend dünnbankiger Kalkstein bis Endteufe 15 m unter Ansatzpunkt. Besonderheit: vollständiger Kernverlust 11,7-12,5 m (Hohlraum), ab hier 100 % Luftspülungsverluste)
A 7/2012	Teilfläche 1: im Becken, östl. von BK 30/2011	2,0 m	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Beckensohle aus 0,5 m Schutzschicht, oberer (0,5 m) und unterer Lehmdichtung (0,4 m) und Dränagesand (0,35 m); ▪ von 1,75 m bis 2,0 m toniger, schluffiger Feinsand (Ausgleich/Kluft ?) ▪ ab 2,0 m vorwiegend Kalkstein bis Endteufe 13 m unter Ansatzpunkt; von 3,5 m bis 8,5 m zahlreiche Klüfte mit Lehmfüllung.
A 8a/2012	Teilfläche 1: am östlichen Dammfuß	5,7 m	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Beckensohle aus 1,2 m Schutzschicht, Lehmdichtung (0,4 m) und Dränagesand (0,2 m); Besonderheit: in Lehmdichtung Kiesanteil dominant, organische/schlickartige Anteile → keine qualifizierte Lehmdichtung; ▪ 1,8 m bis 3,65 m Auffüllungen (Ausgleich einer oberflächennahen Anomalie?) ▪ darunter Weißjura-Kalksteinschutt und felsartiges Kalkgestein bis Endteufe 16,0 m; bis 8,6 m zahlreiche Klüfte mit Lehmfüllung.

Tab. 3, Teil 2: Zusammenstellung der Ergebnisse der im Februar 2012 ausgeführten Kernbohrungen

Anomalie / Kernbohrung	Lage	Felsoberfläche in [m] unter aktueller Beckensohle	Ergebnis (Zusammenfassung)
A 9/2012	Teilfläche 1: im Becken, am östlichen Rand der Störzone	17,4 m (von 2,1 m bis 4,35 m und von 15,0 m bis 16,4 m zwischen-geschalteter Kst)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Beckensohle aus 0,3 m Schutzschicht, Lehmichtung (1,15 m) und Dränagesand (0,25 m); ▪ von 1,7 m bis 17,4 m Karstspaltenfüllung (?): überwiegend schwach schluffige Feinsande rötlichbraun-gelblichbraun variierend mit eingeschalteten weißlichen feinsandigen Tonen steifer Konsistenz. ▪ von 2,1 m bis 4,35 m eingebetteter Kalkstein: von 2,1 m bis 3,0 m stark geklüftet mit Lehmfüllungen, von 3,0 m bis 4,35 m hart und kompakt ▪ von 15,0 m bis 16,35 m Kst, darunter bis 17,4 m vermutlich Klufffüllung (fS,ms,u') ▪ darunter Weißjura-Kalksteinschutt und felsartiges Kalkgestein bis Endteufe 26,0 m; von 23,35 m bis 23,85 m lehmig-sandige Beimengungen (Klüfte).
A 10/2012	Teilfläche 2: im Becken (westlich der Versturzzone)	7,0 m	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Beckensohle aus 0,6 m Schutzschicht, Lehmichtung (1,2 m) und Dränagesand (0,2 m); ▪ von 2,0 m bis 2,35 m Kalksteingeröll (Ausgleichsschicht oder Reste der Berandung einer Karstspalte) ▪ von 2,35 m bis 7,0 m Karstspaltenfüllung (?): vorwiegend Fein- und Mittelsande, rot-orangebraun mit lokalen stark tonigen Einschaltungen ▪ ab 7,0 m Tiefe durchgängig Weißjura-Kalksteinschutt und felsartiger Kalkstein bis Endteufe 17,15 m unter Ansatzpunkt
A 11/2012	bei km 1+478,80 (Achse Durchpressung) auf Dammkrone	0 m	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 0 – 1,15 m Auffüllung (mS, mG,fg,gg',u') ▪ 1,15 m – 3,5 m Ton-Beton (steif) ▪ 3,5 – 4,0 m Dränagesand ▪ 4,0 m – 7,0 m mS,gs,fg' und U,g ▪ 7,0 m – 15,4 m Dammstützkörper ▪ 15,4 m – 18,0 m fS, fG, mG aus Kst (vermutlich Auffüllung Kainsbacher Senke) ▪ 18,0 m bis Endteufe 20,0 m Kalkstein, hart, grobblockig zerbohrt
A 12/2012	bei km 1+478,80 (Achse Durchpressung) am landseitigen Dammfuß		<ul style="list-style-type: none"> ▪ 0 – 0,9 m Humusschicht und Splitt-Schotter-Gemisch (frühere Baustraße o.ä.?) ▪ 0,9 m – 1,35 m quartärer Decklehm ▪ 1,35 m bis Endteufe 7,0 m auffällig dunkelrostbraun verfärbte grobblockige Kst-Serien

Tab. 3, Teil 3: Zusammenstellung der Ergebnisse der im Februar 2012 ausgeführten Kernbohrungen

Dabei sind auch Bereiche betroffen, die unmittelbar vor dem Fuß des umlaufenden Dammfußes liegen. Namentlich betroffen ist der Ringdamm im Bereich der jeweils am wasserseitigen Dammfuß liegenden Kernbohrungen A 5/2012 und A 8a/2012, die bis 8,9 m bzw. 5,7 m Tiefe unter Beckensohle Lockergesteine nachweisen. Beide Bereiche waren bereits bekannt, die bisher ausgeführten Kernbohrungen lagen aber außerhalb der im Ergebnis der zweiten geophysikalischen Erkundung identifizierten Anomalie-Bereiche. Mit den jetzt ausgeführten Kernbohrungen werden Lockergesteins-gefüllte Anomalien im Kalkstein nachgewiesen, von denen bedingt durch ihre Lage anzunehmen ist, dass sie sich jeweils auch bis unter die Aufstandsfläche des anschließenden Ringdamms erstrecken. Hervorzuheben ist, dass in der Kernbohrung A 5/2012 Hinweise darauf gefunden wurden, dass die Karststruktur bei der Herstellung des Beckens erkannt wurde und bis 3,5 m Tiefe unter der aktuellen Beckensohle verfüllt, gegebenenfalls auch in gewisser Weise 'plombiert' wurde, da hier ortsfremdes Material - vollständig gerundete Bachgerölle - angesprochen wurden. Auch in der A 8a/2012 wurden bis 3,65 m Tiefe Auffüllungen angetroffen, die auf einen anthropogenen oberflächennahen Ausgleich der Anomalie hindeuten.

Nicht identifiziert war bisher die Anomalie im Bereich der weiter nördlich unmittelbar vor dem Dammfuß liegenden Kernbohrung A 2/2012, bei der bis 10,7 m unter Beckensohle Lockergesteine angetroffen wurden. Als Besonderheit ist hervorzuheben, dass es sich bei dem in einer Tiefe von 3,0 m bis 3,9 m angetroffenen Material möglicherweise um eingetragenen Dränagesand handelt. Die Ergebnisse der Geophysik legen den Verdacht nahe, dass sich diese Anomalie bis unter die Aufstandsfläche des östlich anschließenden Ringdamms erstreckt.

Nördlich der A 2/2012 wurde mittels der Geophysik eine flächenmäßig größere Anomalie identifiziert, in deren 'Tiefstpunkt' die Kernbohrung A 4/2012 abgeteuft wurde. Mit dieser Kernbohrung wurde eine Lockergesteinserstreckung bis 27,0 m unter Beckensohle aufgeschlossen. Dabei handelt es sich nahezu durchgehend um Feinsande, die meist (schwach) tonig und schwach schluffig sind. Die tatsächlich angetroffene Mächtigkeit der Lockergesteine übersteigt die mit der Geophysik indizierte Tiefe der Anomalie von 550 mNN um rund 15 m. Der hier am wasserseitigen Dammfuß verlaufende geoelektrische Schnitt zeigt nur geringe Anomalien; dennoch kann eine Erstreckung dieser Struktur bis unter die Dammaufstandsfläche des Ringdamms nicht ausgeschlossen werden.

Wiederum nördlich der Kernbohrung A 4/2012 wurde in einer nach den Ergebnissen der Geophysik vor dem Einlaufbauwerk liegenden Anomalie die Kernbohrung A 3/2012 angeordnet, in der bis 9,8 m unter Beckensohle Lockergesteine angetroffen wurden, die auch hier aus Fein- und Mittelsanden und feinsandigen Tonen bestehen.

In der von der A 3/2012 wiederum nördlich in einer geophysikalisch indizierten Anomalie am nördlichen Dammfuß, westlich des Einlaufbauwerks angeordneten Kernbohrung A 6/2012 wurde indes direkt unter dem Sohlauflaufbau Festgestein angetroffen. Nach den Ergebnissen der Geophysik war hier nur ein lokales Schwereminimum, das gegebenenfalls auf einen Hohlraum hindeutet, aber keine signifikante Anomalie zu erwarten. In der Kernbohrung A 6/2012 wurde tatsächlich zwischen 11,7 m und 12,5 m unter Beckensohle im Kalkstein ein nicht gefüllter Hohlraum und ab dieser Tiefe ein 100prozentiger Luftspülungsverlust verzeichnet.

Eine Reihung von Anomalien zieht sich nach den Ergebnissen der Geophysik (siehe Anlage 1.1) durch den mittleren Bereich der Kalksteinzone östlich der Versturzzone. In dieser auch durch den geoelektrischen Schnitt E302 untersuchten Struktur wurden von Süd nach Nord-Nordost die Kernbohrungen A 1/2012, A 7/2012 und A 9/2012 angeordnet. Nach den Ergebnissen der Geophysik ist hier unter der Beckensohle zunächst Fels, unterhalb der Felslinie aber Lockergesteinsmaterial oder Kluffstrukturen zu erwarten.

In der Kernbohrung A 1/2012 wurden bis in 8,0 m Tiefe unter Beckensohle stark feinsandige Schluffe und schluffige Feinsande angetroffen. Nach den Ergebnissen der Geophysik war hier eine signifikante Anomalie zu erwarten, die eine deutliche tiefgründigere (≤ 535 mNN) Unterbrechung des Felses erwarten ließ. Es kann indes auf Grund der Kleinräumigkeit der Karststrukturen nicht ausgeschlossen werden, dass innerhalb der Anomalie die Felsoberfläche deutlich tiefer als in A 1/2012 aufgeschlossen liegen könnte.

Bei der weiter nördlich liegenden Kernbohrung A 7/2011 wurde ab 2,0 m unter Beckensohle Kalkstein angetroffen. Auch wenn dieser von 3,5 m bis 8,5 m unter Beckensohle zahlreiche mit Lehm gefüllte Klüfte aufweist, so findet die von Süd nach Nord verlaufende großräumige Anomaliestruktur am Standort dieser Kernbohrung zunächst keine Fortsetzung.

In der wiederum weiter nördlich und hier schon im Einflussbereich der östlichen Flanke der Versturzzone liegenden Kernbohrung A 9/2012 wurde hingegen eine

tiefreichen Verkarstungsstruktur aufgeschlossen, die sich zudem dadurch auszeichnet, dass zunächst zwischen 2,1 m und 4,35 m eine eingebettete Kalksteinstruktur angetroffen wurde, unter der wiederum Lockergesteinsmaterial folgt. Ob es sich hier um einen Überhang an der Flanke der Versturzzone, eine Felsdecke über einer verfüllten Karsthöhle oder einen gewaltigen Kalksteinbrocken handelt, muss offen bleiben. Die Lockergesteine bestehend aus schwach schluffigen, tonigen Feinsanden rötlich- und gelb-brauner Färbung mit eingeschalteten weißlichen feinsandigen Tönen setzen sich indes bis 17,4 m Tiefe unter Beckensohle fort. Das Ergebnis der direkten Erkundung korreliert gut mit den Erkenntnissen der geophysikalischen Untersuchungen, die unterhalb einer hochohmigen Bedeckung (Fels) ein bis nahe an die Felslinie heraufreichende Anomalie vermuten ließen.

In der Summe wurde also lediglich in den Kernbohrungen A 6/2012 am nordöstlichen Dammfuß und in der Kernbohrung A 7/2012 unter der Sohldichtung unmittelbar Kalkstein angetroffen. In allen anderen acht Kernbohrungen Lockergesteine, die zu verfüllten Karststrukturen gehören dürften.

Auch in der Teilfläche 2, dem Kalksteinbereich westlich der Versturzzone, wurden in der Kernbohrung A 10/2011 bis 7,0 m unter Beckensohle Lockergesteine angetroffen und zwar vorwiegend Fein- und Mittelsande rot-orangebrauner Färbung, wie sie für die Lockergesteinsfüllung der Versturzzone typisch sind. Es muss daher davon ausgegangen werden, dass auch in diesem Westteil mit Lockergesteinen gefüllte Karststrukturen in den Malm-Kalksteinen außerhalb der Versturzzone vorhanden sind.

- Die Tiefenlage der mit den im Februar 2012 ausgeführten Kernbohrungen aufgeschlossenen Felsoberfläche unter der Beckensohle ist zusammenfassend in Bild 1 dargestellt.
- In Tabelle 3 werden die Lockergesteinspartien als „Karstspaltenfüllung (?)“ bezeichnet. Damit soll plakativ, aber nicht im Wortlaut zum Ausdruck gebracht werden, dass basierend auf den Ergebnissen der Geophysik angenommen werden kann, dass es sich bei den außerhalb der Versturzzone im Malm-Kalkstein vorhandenen Anomalien um Karststrukturen handeln dürfte, die räumlich begrenzt sind. Dennoch handelt es sich primär um verfüllte Karststrukturen, die im Einzelfall als Spalte, ansonsten aber auch als deutlich größere (verfüllte) Hohlraumstrukturen ausgebildet sein können. Nach den Ergebnissen der Geophysik ist zudem

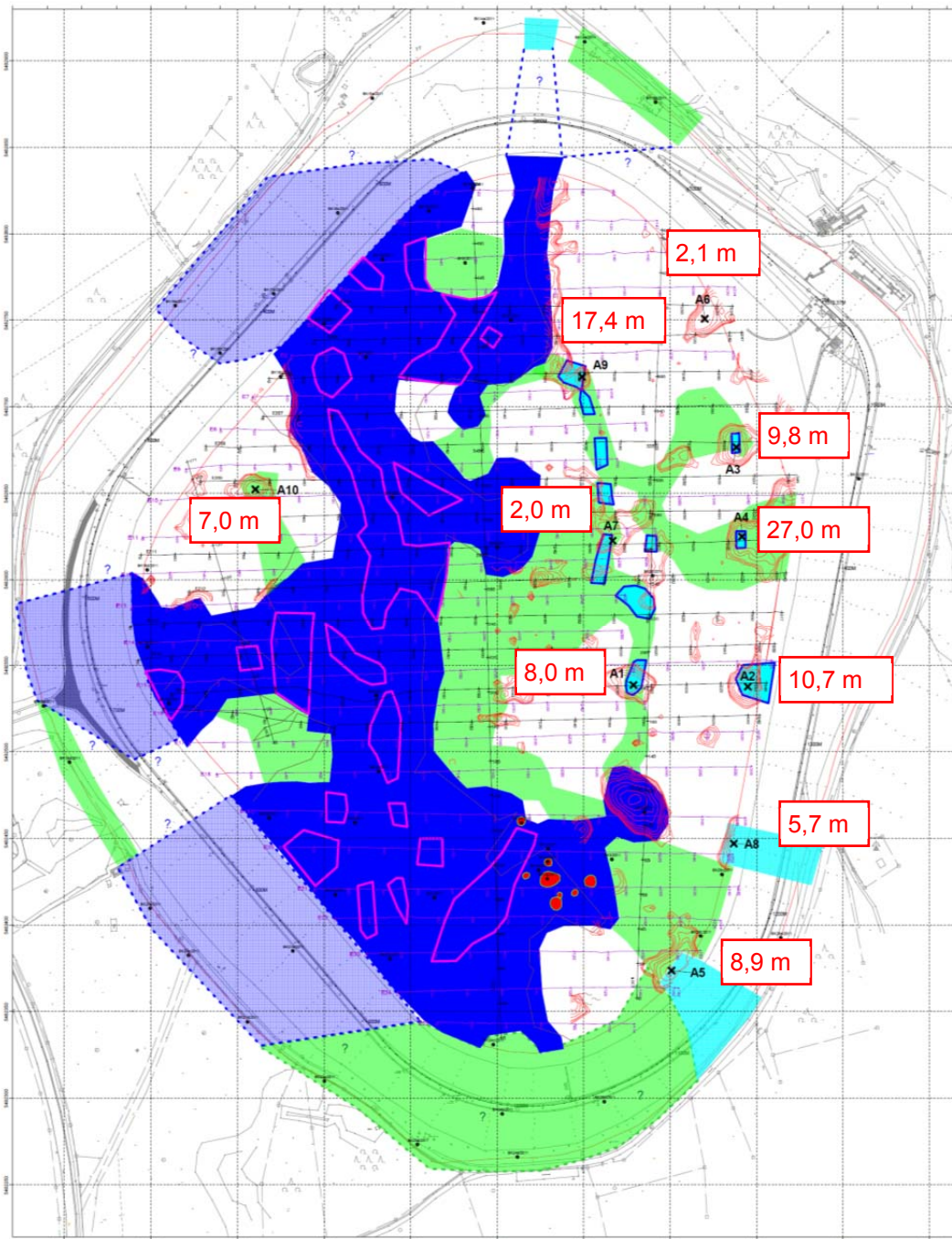


Bild 1: Zusammenstellung der erkundeten Tiefenlage der Felsoberfläche unter Beckensohle in den im Februar 2012 in geophysikalisch induzierten möglichen Anomalien außerhalb der Versturzzone ausgeführten Kernbohrungen

bereichsweise mit einer Verbindung dieser Anomalien zu ausgedehnteren Karststrukturen zu rechnen.

- Letztlich stellen die Kernbohrungen nur punktuelle Aufschlüsse dar, die keine validierte Aussage zu der räumlichen Ausdehnung der Anomalien (Karststrukturen) zulassen.
- Der unter der Felsoberfläche folgende Kalkstein entspricht hinsichtlich seines Erscheinungsbildes und seines Trennflächengefüges den 2011 in den zahlreichen Kernbohrungen gemachten Beobachtungen (siehe [U01]).
- Grundwasser oder Schichtwasserhorizonte wurden während der Bohrarbeiten nicht angetroffen. Alle Kernbohrungen waren bis zur jeweiligen Endteufe trocken.

5 Ergebnisse der ergänzenden bodenmechanischen Laborversuche

An ausgewählten Bodenproben aus den zwölf im Februar 2012 ausgeführten Kernbohrungen wurden bodenmechanische Klassifizierungsversuche durchgeführt. Die Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche sind im Laborbericht 11/012-06 des Institutes für Geotechnik der Universität Stuttgart vom 12.04.2012 dokumentiert, der als Anlage 3 dem vorliegenden Gutachten beigelegt ist. Bei den Untersuchungen standen insbesondere die Eigenschaften der Lockergesteinsfüllung der Karststrukturen im Fokus. Nachfolgend werden die wesentlichen Ergebnisse zusammenfassend beschrieben und interpretiert.

Verfüllung Karststrukturen (Lockergesteine)

Der natürliche Wassergehalt der Lockergesteine wurde an 4 Proben ermittelt. Danach liegt der Mittelwert bei 18,5 %, während die Einzelwerte zwischen 13 % und 29 % variieren.

Die Atterberg'schen Grenzen wurden an denselben repräsentativ ausgewählten Proben im Labor bestimmt. Danach liegt der Wassergehalt an der Fließgrenze zwischen $w_L = 26 \%$ und 57% , im Mittel aber bei $w_L = 37,3 \%$. Die Ausrollgrenze variiert zwischen $w_P = 11 \%$ und 24% , der Mittelwert beträgt $w_P = 16,1 \%$. Die Schrumpfgrenze

wurde empirisch nach KRABBE zu $w_s = 7\%$ bis 16% , im Mittel zu $10,8\%$ bestimmt.

Die Plastizitätszahl liegt entsprechend bei $I_p = 13\%$ bis 32% , im Mittel bei $21,2\%$.

Von den vier hinsichtlich ihrer Konsistenzgrenzen untersuchten Proben besaßen zwei Proben eine steife Konsistenz, eine Probe eine weiche bis steife und eine weitere Probe eine weiche Konsistenz.

Ausweislich der an 9 ausgewählten Proben bestimmten Korngrößenverteilung (Bild 2) ist die Zusammensetzung der Lockergesteine in den außerhalb der Versturzzone angetroffenen Karststrukturen hinsichtlich ihrer Kornfraktionen weniger variabel als in der das Oberbecken querenden Versturzzone. So ist ein Großteil der untersuchten Proben hinsichtlich ihrer Korngrößenverteilung als (leicht) schluffiger, (leicht) toniger Sand zu charakterisieren, bei dem 50 bis 75 Gew.-% auf den Sandanteil entfallen. Der Feinkornanteil verteilt sich bei diesen Proben zu rund 10 bis 20 Gew.-% auf die Schluff- und zu etwa 15 bis 25 Gew.-% auf die Tonfraktion, so dass diese Partien meist als SU* und ST* nach DIN 18196 zu klassifizieren sind. Bei einigen Proben erreicht der Fein- und Feinstkornanteil 45 bis 60 Gew.-%, so dass der bindige Anteil die bodenmechanischen Eigenschaften prägt. Diese Proben sind als leicht bis ausgeprägt plastische Tone (TL/TM/TA im Sinne der DIN 18106) zu klassifizieren, bei

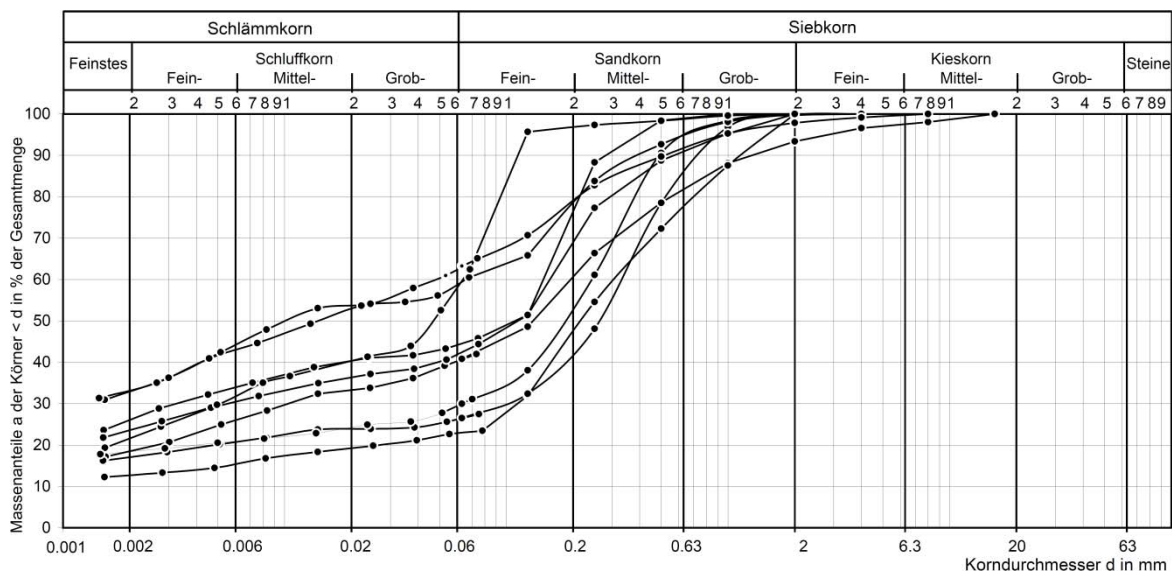


Bild 2: Korngrößenverteilungskurven der aus den Karststrukturen außerhalb der Versturzzone entnommenen Lockergesteinsfüllungen

denen rund 20 bis 30 Gew.-% aus Ton, rund 20 bis 35 Gew.-% aus Schluff und rund 35 bis 55 Gew.-% aus Sand bestehen.

In der Summe sind nach DIN 18196 die im Labor untersuchten Proben aus den verfüllten Karststrukturen außerhalb der Versturzzone wie folgt zu klassifizieren:

- 4 Proben als ST* (Sand-Ton-Gemisch mit > 15 % Feinkornanteil),
- 1 Probe als SU* (Sand-Schluff-Gemisch mit > 15 % Feinkornanteil),
- 2 Proben als TL (leicht plastischer Ton),
- 1 Probe als TL/TM (leicht bis mittelplastischer Ton) und
- 1 Probe als TA (ausgeprägt plastischer Ton).

Nutzt man die Korngrößenverteilungskurven, um in grober Näherung die Durchlässigkeitsbeiwerte k abzuschätzen, so ergibt sich auf Grund der stark variierenden Kornverteilungen und Feinkornanteile eine große Bandbreite. Überwiegend besitzen aber auch die sandig ausgeprägten Partien einen Feinkornanteil > 15 %, so dass auch diese Böden mit einem Durchlässigkeitsbeiwert $k < 1 \cdot 10^{-6}$ m/s nur schwach durchlässig sind.

Hohlraumfüllung im Kalkstein (Lockergesteine)

Aus der in der Kernbohrung A5/2011 in einer Tiefe von 20,65 m bis 25,7 m unter Beckensohle angetroffenen Hohlraumfüllung wurde an einer ausgewählten Probe die Korngrößenverteilung bestimmt. Die Probe besteht danach zu 65 Gew.-% aus Anteilen der Tonfraktion, zu 28 Gew.-% aus Schluff und zu 7 Gew.-% aus Sand.

Steinschüttung Dammkörper und Auffüllung Aufstandsfläche Ringdamm

Die Kernbohrung A11/2011 wurde im Dammquerschnitt der geplanten Dränageleitung von der Dammkrone aus durchgeführt. Von dem dabei aufgeschlossenen Steinschüttmaterial des Ringdammes wurde an zwei ausgewählten Proben die Korngrößenverteilung im Labor bestimmt. Danach besteht das untersuchte Probenmaterial überwiegend aus Kies (65 bzw. 87 Gew.-%) und untergeordnet aus Sand (8 bzw. 21 Gew.-%) und Schluff (5 bzw. 14 Gew.-%). Dabei ist aber zu berücksichtigen, dass durch den Bohrvorgang für die Aufschlussbohrung Steine oder Blöcke in kleinere Fraktionen zerlegt worden sein können.

Aus der vermutlich im Bereich der Kainsbacher Senke aufgefüllten Dammbasis wurde aus der Kernbohrung A11/2012 eine weitere Probe entnommen (Tiefenbereich 17,0 m bis 17,6 m unter Dammkrone) und ebenfalls hinsichtlich der Korngrößenverteilung im Labor untersucht. Danach ist das Material hier zu 65 Gew.-% der Kiesfraktion, zu 19 Gew.-% der Sandfraktion und zu 16 Gew.-% der Schlufffraktion zuzurechnen.

Bodenmechanischen Kennwerte

In der Summe können auf der Basis der Feldansprache und den dokumentierten Ergebnissen der bodenmechanischen Laborversuche für die Lockergesteinsfüllung der außerhalb der Versturzzone angetroffenen Karststrukturen die im Baugrund- und Gründungsgutachten vom 31.01.2012, hier Kapitel 10, Tabelle 10.1 für die 'Verfüllung Versturzzone' angegebenen Klassifikationen und bodenmechanischen Rechenwerte zum Ansatz gebracht werden.

6 Fachgutachterliche Bewertung

Die in dem vorliegenden Gutachten dokumentierten Ergebnisse der im Februar 2012 ausgeführten Kernbohrungen zeigen, dass in den östlichen und im westlichen, außerhalb der Versturzzone im Kalkstein liegenden Bereichen der **Beckensohle** mit Anomalien zu rechnen ist, die hinsichtlich ihrer Tiefe teilweise erhebliche vertikale Erstreckungen erreichen. Die räumliche Ausdehnung dieser Anomalien konnte mit den punktuellen Kernbohrungen nicht erkundet werden. Hinweise auf die horizontale Erstreckung liefern die Ergebnisse der geophysikalischen Untersuchungen. Betroffen von diesen Anomalien sind sowohl der östliche, wie auch der westliche Bereich unter dem Becken und dabei auch Abschnitte, die unmittelbar am wasserseitigen Fuß des Ringdammes liegen.

Es handelt sich zunächst um räumlich begrenzte Anomalien, die überwiegend mit den vorlaufenden geoelektrischen Messungen der ersten Messkampagne in einem Raster von 10 m oder überwiegend 20 m nicht sicher identifizierbar waren.

Bei diesen Anomalien handelt es sich um lockergesteinsgefüllte Karststrukturen, deren räumliche Ausdehnung derzeit nur mit Hilfe der Mittel der Geophysik abge-

schätzt werden kann.

Die Lockergesteinsfüllung besteht - ähnlich der Situation in der Versturzzone - überwiegend aus (schwach) schluffigen, tonigen Fein- und Mittelsanden mit lokal eingeschalteten verstärkt tonigen Partien. Überwiegend handelt es sich also um erosionsempfindliche Sande mit mittlerem Feinkornanteil.

Die Auffälligkeiten, die hinsichtlich des Aufbaus der Beckensohle festgestellt wurden und die zeigen, dass die Mächtigkeit der entscheidenden Lehmdichtung überwiegend nicht der vorgegebenen Stärke entspricht, aber auch feuchte Bereiche auf den ersten Metern unter Beckensohle sowie in bis zu rund 3 m Tiefe unter Beckensohle Partien, bei denen es sich um eingetragenen Dränagesand handeln kann, lassen es möglich erscheinen, dass auch in diesem Bereich des Beckens in der Vergangenheit Wasser aus dem Stauraum über Imperfektionen in der Lehmdichtung in den Untergrund gelangt sein könnte.

Hervorzuheben ist, dass mit den im Februar 2011 durchgeführten Kernbohrungen fast jeder durch die Geophysik gegebene Hinweis auf eine Anomalie tatsächlich mit einer faktischen Anomalie in Form einer Lockergesteinsfüllung bestätigt wurde. Dies belegt in erster Linie die gute Vorhersagequalität der geophysikalischen Messungen und bestätigt die Eignung der geophysikalischen Untersuchungen in der hier angewendeten Ausbildung und Qualität als ein zuverlässiges Werkzeug zur Identifikation von Anomalien im Kalkstein. Hervorzuheben sind auch die durch die Kernbohrungen punktuell nachgewiesenen Tiefenerstreckungen der lockergesteinsgefüllten Karststrukturen von bis zu 27 m unter Beckensohle. In Verbindung mit den aus den geophysikalischen Untersuchungen ableitbaren Hinweisen zur horizontalen Ausdehnung der Anomalien weist dies auf spalten- oder schlotartige Strukturen mit großer Vertikalerstreckung hin.

Da auch an den Stellen, für die die Analyse der geophysikalischen Untersuchungen nur schwächere Anomalien ergab, durch die Kernbohrungen Karststrukturen nachgewiesen wurden, kann nach derzeitigem Kenntnisstand nicht davon ausgegangen werden, dass mit den bis dato durchgeführten Erkundungen alle Bereiche identifiziert werden konnten, in denen unter der Beckensohle lokal kein Kalkstein ansteht. Zum einen liefert die im Ergebnis der Interpretation aller geophysikalischen Untersuchungen erstellte Faktenkarte (Anlage 1.1) Hinweise auf zahlreiche weitere Anomalien, die bis dato nicht mit Kernbohrungen überprüft wurden. Zum anderen bleibt, auch wenn die Aussagekraft der Geophysik bei dem Projekt bisher sehr positiv zu bewerten ist,

eine durch die den geophysikalischen Messverfahren systemimmanente Unschärfe verbleibende Unsicherheit, eng begrenzte Strukturen sicher zu identifizieren. Dennoch besteht Veranlassung zu der Annahme, dass mit den in einem engen Raster und unter Einsatz unterschiedlicher Verfahren durchgeführten geophysikalischen Messungen alle wesentlichen, räumlich größeren Anomalien unter der Beckensohle identifiziert werden könnten.

Hinsichtlich der außerhalb der Versturzzone liegenden **Aufstandsflächen des Ringdammes** ist die Erkenntnislage bedingt durch den Umstand, dass hier unterhalb des Dammkörpers keine flächendeckenden geophysikalischen Untersuchungen durchgeführt werden konnten, geringer als unter der Beckensohle. In diesem Bereich können mögliche, im Malm bestehende Anomalien nach heutigem Kenntnisstand hinsichtlich ihrer Existenz, Lage und Ausdehnung nicht identifiziert werden, soweit sie im mittleren Bereich der Dammaufstandsfläche liegen. Zur Beurteilung der Untergrundsituation unter der Aufstandsfläche des Ringdammes stehen aber die Ergebnisse der in Schnitten parallel zur Dammachse am wasser- und am landseitigen Dammfuß durchgeführten geoelektrischen Messungen sowie die in diesem Bereich ausgeführten Kernbohrungen zur Verfügung. Diese Erkundungen liefern keinen Hinweis auf großräumige Anomalien unter der Aufstandsfläche des Ringdammes.

Hinsichtlich der im Februar 2012 ausgeführten Kernbohrungen ist bezogen auf den Ringdamm ungünstig zu bewerten, dass die angetroffenen Anomalien auch unmittelbar am wasserseitigen Dammfuß auftreten (u.a. A 2/2012, A 5/2012 und A8/2012). Hier wurden teilweise neue Bereiche identifiziert, in denen der Ringdamm, wenn auch lokal und am Dammfuß, auf Lockergesteinen steht.

Es ergibt sich in diesem Zusammenhang die Fragestellung, ob sich aus dieser Situation heraus ein Gefährdungspotential und damit ein weiterer Erkundungs- und Sanierungsbedarf ergibt, und bei Bejahung dieser Fragestellung die weitergehende Frage, wie eine weitere Erkundung und Sanierung der Bereiche außerhalb der Versturzzone konzeptionell geplant und umgesetzt werden kann.

Bei einer Analyse dieser Fragen ergeben sich folgende Randbedingungen und Einschätzungen hinsichtlich eines möglichen **Gefährdungspotentials**:

- Die unter der Beckensohle angetroffenen Lockergesteine dürften die Füllung von vergleichsweise kleinräumigen Karststrukturen bilden. Die lockergesteinsgefüllten Strukturen werden daher allseits von Kalkstein des Malm umgeben, der in diesem Bereich im Ergebnis der bereits 2011 durchgeführten Kernbohrungen und Bohr-

lochscans überwiegend stark geklüftet ist. Bedingt durch teilweise offene Klüfte und Karststrukturen, wie sie beispielsweise in den Kernbohrung BK 12/2011 durch die Bohrlochaufnahmen im Kalkstein nachgewiesen wurden (siehe u.a. Bild 7.4 im Baugrund- und Gründungsgutachten vom 31.01.2012), ist ein erhebliches Hohlraumvolumen im Kalkstein (lokal 15 % bis 30 % des Gesamtvolumens) gegeben, das hydraulisch mobilisierte Lockergesteine aus den Karststrukturen aufnehmen und dadurch für entsprechende Massendefizite im Kalkstein sorgen könnte.

- Die im Februar 2012 aufgeschlossenen Lockergesteinsfüllungen der Karststrukturen sind überwiegend stark sandig ausgeprägt, so dass ein hydraulisch bedingte Mobilisierung und in der Folge ein Materialaustrag in den allseitig umgebenden überwiegend stark klüftigen Kalkstein grundsätzlich möglich ist, wie die Erfahrungen mit dem bodenphysikalischen und bodenmechanischen vergleichbaren Lockergesteinen der großräumigen Versturzzone zeigen, für die beobachtet wurde, dass die hier anstehenden Sande und Schluffe durch oberflächennahen Wasserzutritt rasch erodiert werden (siehe u.a. Bild 7.7 im Baugrund- und Gründungsgutachten vom 31.01.2012).
- Die durch Kernbohrungen untersuchten Anomalien sind hinsichtlich ihrer räumlichen Ausdehnung nicht so klein, dass mit einer einzelnen Kernbohrung die Existenz von bestehenden Hohlräumen innerhalb der Karststruktur sicher ausgeschlossen werden kann.
- Die angesprochenen Unregelmäßigkeiten in der Ausbildung der Sohldichtung und die angetroffenen Auffälligkeiten in den Lockergesteinen lassen es möglich erscheinen, dass unter der östlichen Beckensohle bereits Wasser aus dem Stauraum in den Untergrund eingedrungen sein könnte und zu Erosionsprozessen und Materialdefiziten geführt haben könnte.
- Das Risiko scheint indes geringer zu sein als in der eigentlichen Versturzzone, da Sohleinbrüche in den Bereichen außerhalb der Versturzzone bisher nicht dokumentiert sind.
- Dennoch kann nicht zwingend von isoliert auftretenden Karsterscheinungen ausgegangen werden, da zumindest teilweise nach den Ergebnissen der Geophysik von einer durchgehenden Verbindung der Anomalien auszugehen ist (Anlage 1.1). Ein Beispiel ist die Struktur, die sich östlich der bisher bekannten Versturzzone unter der Beckensohle über die Kernbohrungen A1/2012, A7/2012 und A9/2012 von Süden nach Norden zieht.

- Vor diesem Hintergrund besteht für die Beckensohle außerhalb der Versturzzone ein zusätzlicher Sanierungsbedarf soweit das Ziel des Betreibers des Oberbeckens, zukünftige Einbrüche „nach menschlichem Ermessen“ auszuschließen, sicher erreicht werden soll und damit die uneingeschränkte Gebrauchstauglichkeit (Dichtung) zuverlässig zu gewährleisten ist. Im Hinblick auf die durch die Geophysik identifizierten Bereiche, in denen es nach den Ergebnissen der geophysikalischen Untersuchungen Hinweise auf Lockermaterial bzw. auf verwitterte oder stark verkarstete Zonen unterhalb einer Felslinie gibt (hellgrüne Bereiche in der Faktenkarte gemäß Anlage 1.1), sind, soweit bezüglich des Sanierungsziele keine Abstriche gemacht werden sollen, ergänzende Überprüfungen erforderlich, um nachzuweisen, dass hier unter der Beckensohle nicht geringmächtige „Felsdecken“ über mächtigen Lockergesteinen anstehen.
- Für den das Oberbecken umschließenden Ringdamm besteht außerhalb der Versturzzone und damit außerhalb des bisher identifizierten Sanierungsbereiches die Notwendigkeit einer ergänzenden Überprüfung der Untergrundsituation und gegebenenfalls lokaler Sanierungsmaßnahmen, um eine mögliche Gefährdung der Standsicherheit des Ringdammes durch Karststrukturen im Kalkstein unter den Dammaufstandsflächen sicher und nachweislich auszuschließen. Dieser zusätzliche Überprüfungs- und Erkundungsbedarf der Aufstandsflächen des Ringdammes außerhalb der Versturzzone ergibt sich aus dem Umstand, dass nach den jüngsten Erkundungsergebnissen auch außerhalb der Versturzzone mit kleinräumig begrenzten Karststrukturen zu rechnen ist, die durch die bisher ausgeführten Erkundungen in den Aufstandsflächen des Dammes nicht zuverlässig erkannt werden können.

In einem ersten Ansatz kann im Sinne der Plausibilität angenommen werden, dass die Aufstandsflächen des Ringdammes in etwa gleichem Maße durch Anomalien in Form von Karststrukturen durchzogen werden könnten, wie dies für den Kalkstein unter der Beckensohle außerhalb der Versturzzone bis dato nachgewiesen wurde. Danach besteht die Möglichkeit, dass in etwa 15 % bis 30 % der Dammaufstandsflächen nicht unmittelbar Kalkstein, sondern (verfüllte) Karststrukturen anstehen. Eine genauere Quantifizierung dieses Flächenanteils ist nach heutigem Kenntnisstand nicht möglich. Insbesondere kann auch nicht ausgeschlossen werden, dass sich bei vollständigem Kenntnisstand der Untergrundsituation unter der Aufstandsfläche des Ringdammes kein weiterer Sanierungsbedarf ergibt, auch wenn dieses Szenario unter Würdigung der Ergebnisse der im Februar 2012

durchgeführten Kernbohrungen, mit denen unmittelbar am Fuß des Ringdammes lockergesteinsgefüllte Strukturen nachgewiesen wurden, weniger wahrscheinlich ist.

7 Ergänzende Erkundungen außerhalb der Versturzzone

Entsprechend der vorstehenden fachgutachterlichen Bewertung ergibt sich ein weit-
tergehender Überprüfungs- und Erkundungsbedarf für die Aufstandsfläche des Ring-
dammes außerhalb der Versturzzone sowie ein optionaler Erkundungsbedarf für Teil-
bereiche der Beckensohle außerhalb der Versturzzone. Hierzu werden nachfolgend
Angaben gemacht.

7.1 Ergänzende Erkundungen in der Beckensohle

Im Bereich der Beckensohle außerhalb der Versturzzone besteht heute basierend auf
den in zwei Phasen flächig ausgeführten geophysikalischen Untersuchungen und den
punktuell ergänzenden direkten Aufschlüssen ein Kenntnisstand, der es erlaubt, lokale
Anomalien zu identifizieren (siehe Faktenkarte in Anlage 1.1) und in ihrer Ausdeh-
nung darüber hinausgehende, großräumige Anomalien verlässlich auszuschließen.
So können beispielsweise großräumige, nicht gefüllte Hohlräume oder gar Höhlen-
strukturen unterhalb der Beckensohle innerhalb des von den geophysikalischen Mes-
sungen erfassten Tiefenbereiches, i.e. überwiegend mindestens 20 m unter aktueller
Beckensohle sicher ausgeschlossen werden.

Dennoch verbleiben mit Hinblick auf das vorgegebene Sanierungsziel zwei Aspekte,
die durch die bisher durchgeführten Erkundungen nicht vollständig abgedeckt werden
können:

- a)** Nicht identifiziert werden können kleinräumige Anomalien bzw. Karststrukturen,
wie etwa Spalten oder schlotartige Strukturen mit Ausdehnung im Dezimeterbe-
reich bis hin zu wenigen Metern, die hinsichtlich ihrer kleinräumigen Ausdehnung
mit den geophysikalischen Verfahren nicht aufgelöst werden können.

b) Ferner weist die die Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen zusammenfassende Faktenkarte im Beckenbereich außerhalb der Versturzzone Verdachtsflächen aus, in denen es Hinweise auf Lockergesteinsmaterial oder starke Klüftung unter der Felslinie gibt (grüne Bereiche in Anlage 1.1) bzw. in denen es den Verdacht auf lokal stark verminderte Kalksteinmächtigkeiten gibt (türkisfarbene Bereiche in Anlage 1.1).

ad a)

Im Hinblick auf den ersten Aspekt ist es unter technischen und ökonomischen Gesichtspunkten zweckmäßig und zielführend, im Zuge der Ausführung der Untergrundsanierung die Beckendichtung (inklusive Schutzschicht und Dränagesand) im gesamten Beckenbereich, d.h. nicht nur in der Versturzzone, temporär zu entfernen und den im Planum erwarteten Kalkstein flächig freizulegen, um diesen dann ingenieurgeologisch zu kartieren. Auf diese Weise können auch kleinräumige Karststrukturen in Höhe des Planums der Beckensohle zuverlässig erkannt und erforderlichenfalls saniert werden (siehe Abschnitt 8.1). Der Vorteil dieser Verfahrensweise liegt in der vollflächigen visuellen Kontrolle des Planums der Beckensohle und damit in einer Reduktion des Aufwandes für weitere vorlaufende Erkundungen bei gleichzeitig größtmöglichem Erkenntnisgewinn. Mit der Verfahrensweise ist ein zusätzlicher bautechnischer Aufwand für das Aufnehmen von Lehmdichtung und Dränagesand verbunden. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass im Sinne des Massenausgleichs nach der visuellen Kontrolle und gegebenenfalls Sanierung in annähernd gleichem Volumen wieder Material als Auflager des neuen Dichtungssystems einzubauen ist, wobei hier - gegebenenfalls bindemittelstabilisiert - auch Lockergesteine aus der Versturzzone, Dammstoffe oder gebrochener Kalkstein Einsatz finden können.

Werden im Planum der Beckensohle im Rahmen der ingenieurgeologischen Kartierung lockergesteinsgefüllte Karststrukturen angetroffen, deren Tiefenerstreckung nicht unmittelbar erkennbar ist, so werden, soweit diese Karststrukturen außerhalb der durch die unter b) beschriebenen Bohrungen erkundeten Verdachtsflächen liegen, ergänzende Erkundungen erforderlich, um die räumliche Tiefenerstreckung dieser Karststrukturen unterhalb des Planums des Beckens zu erkunden und das geeignete Sanierungsverfahren (siehe Abschnitt 8.1) auswählen zu können. Als Erkundungsmaßnahmen eignen sich in diesem Fall schwere Rammsondierungen (DPH) oder die unter b) beschriebenen direkten Baugrundaufschlüsse mittels Bohrungen.

ad b)

Im Hinblick auf den zweiten Aspekt, der möglichen Existenz von Hohlräumen oder größeren Lockergesteinszonen unter einer im Planum des Beckens anstehenden, aber nur geringmächtigen Kalksteindecke, führt die zuvor beschriebene visuelle Kontrolle des Planums der Beckensohle zu keinen weiteren Erkenntnissen. Erforderlich ist vielmehr eine zusätzliche Erkundung der (Mindest-)Mächtigkeit des im Planum anstehenden Kalksteins. Grundsätzlich sind hierzu nach Abräumen der bestehenden Beckendichtung weitere geophysikalische Untersuchungen denkbar, deren Aussagekraft aber hinsichtlich der gesuchten Information, nämlich des Nachweises einer Mindestmächtigkeit des Kalksteins immer begrenzt und interpretationsbedürftig sein wird. Es wird daher empfohlen, in diesen durch die geophysikalischen Untersuchungen identifizierten Teilbereichen (grüne und türkisfarbene Bereiche in Anlage 1.1) in einem regelmäßigen Raster vertikale Bohrungen abzuteufen, mit denen nachgewiesen wird, dass der im Planum erkennbare Kalkstein mit einer Mindestmächtigkeit ansteht. Unter Berücksichtigung des Umstandes, dass in der Beckensohle geoelektrische Messungen in in Ost-West-Richtung orientierten Schnitten in einem gegenseitigen Abstand von 10 m und mikrogravimetrische Messungen in einem gleichmäßigen Raster von 5 m mal 5 m durchgeführt wurden, kann davon ausgegangen werden, dass wesentliche Anomalien - z.B. Hohlräume - mit einem Durchmesser von etwa 5 m in 10 m Tiefe, d.h. mit einem Durchmesser-/ Tiefenverhältnis von etwa 1:2 mit diesen geophysikalischen Messverfahren erkannt wurden. Insoweit können große, höhlenartige Hohlräume in einem für die Standsicherheit der Beckensohle relevanten Bereich ausgeschlossen werden. Unter Berücksichtigung dieser Randbedingungen wird vorgeschlagen, die ergänzenden Erkundungsbohrungen in den identifizierten Teilbereichen (grüne und türkisfarbene Bereiche in Anlage 1.1) mit 5 m mal 5 m und die Erkundungstiefe mit ≥ 5 m unter Oberfläche Kalkstein festzulegen. Ferner wird angeregt, von den vorgenannten Bohrungen die in einem Raster von 10 m mal 10 m liegenden Bohrungen bis 10 m Erkundungstiefe zu verlängern, um im Sinne einer besonders nachhaltigen Nachweisführung zu zeigen, dass in den Verdachtsflächen auch im Tiefenabschnitt von 5 m bis 10 m keine größeren Hohlräume oder lockergesteinsgefüllten Karststrukturen bestehen.

Das Bohrverfahren für diese ergänzenden Erkundungsbohrungen ist so festzulegen, dass die Felsoberfläche unterlagernde Lockergesteinspartien ab einer Schichtmächtigkeit von etwa 0,2 m und stark klüftige Partien im Kalkstein unter bodenmechanischen Gesichtspunkten erkannt werden. Ein vollständiger Kerngewinn ist indes nicht

erforderlich. Zugleich ist bei der Wahl des Bohrverfahrens zu berücksichtigen, dass eine vergleichsweise große Anzahl von Bohrungen und Bohrmeter erforderlich wird und die Geräte entsprechend schnell umgesetzt werden können sollten. Beim Antreffen von Lockergesteinspartien sind die Bohrungen entsprechend tiefer zu führen, bis eine minimale Einbindetiefe von rund 5 m in einen weitgehend kompakten Kalkstein nachgewiesen werden kann. Geeignet erscheinen als Bohrverfahren damit u.a. Überlagerungsbohrverfahren mit Aufsatzhammer oder äquivalente Bohrverfahren. Das Bohrgut ist mit Luftspülung zu fördern, eine Wasserspülung ist im Hinblick auf die Erosionsempfindlichkeit der Kluft- und Karstfüllungen nicht zulässig. Entscheidend ist, dass jede Bohrung objektiv prüfbar protokolliert wird. Es wird daher erforderlich, Bohranlagen einzusetzen, die mit einem Bohrdatenschreiber ausgerüstet sind, der als wesentliche Bohrparameter die Drehgeschwindigkeit, den Anpressdruck und die Vortriebsgeschwindigkeit (Vorschub) kontinuierlich aufzeichnet und es erlaubt, die Bohrdaten reproduzierbar zeit- und bohrtiefenabhängig zu visualisieren. Die Eignung des Bohrverfahrens ist nachzuweisen. Das Vorgehen ist durch Referenzbohrungen zu kalibrieren und zu verifizieren. Dazu sind zunächst unmittelbar neben den zehn im Februar 2012 ausgeführten Kernbohrungen A1/2012 bis A10/2012 Referenzbohrungen abzuteufen und die gewonnen Bohrdaten mit den Ergebnissen der Kernbohrungen abzugleichen. Auf dieser Basis ist das Vorgehen für die weiteren Erkundungsbohrungen festzulegen. Das Bohrverfahren ist gegebenenfalls anzupassen. Die Kriterien für das Erkennen von Anomalien sind unter Beteiligung des Geotechnischen Fachgutachters auf der Basis der Ergebnisse der Referenzbohrungen festzulegen.

Die Erkundungsbohrungen sind unmittelbar nach Herstellung hydraulisch wirksam zu verschließen, um ein Eindringen von Oberflächenwasser in den sensiblen Untergrund zu verhindern. Im Hinblick auf die Klüftigkeit des Kalksteins erscheint hierfür die Verwendung von Tonpellets auf mindestens den obersten 2 m unter Planum Beckensohle sinnvoll.

Es ist planmäßig ausreichend und zielführend, wenn diese Überprüfung der Baugrundsituation mit diesen ergänzenden Kernbohrungen im Zuge der Sanierung des Oberbeckens ausgeführt wird, d.h. im Zuge des Freilegens des Planums der Beckensohle und

Werden diese Erkundungsbohrungen vorlaufend zur Untergrundsanie rung ausgeführt, kann der in der Beckensohle außerhalb der Versturzzone erforderlich werdende Sanierungsbedarf zumindest im Bereich der Verdachtsflächen im Vorfeld weitgehend

abgeschätzt werden, was im Hinblick auf die Plan- und Steuerbarkeit der Sanierungsarbeiten positiv zu bewerten sein dürfte.

7.2 Ergänzende Erkundungen in der Aufstandsfläche des Ringdammes

Wie dargestellt ist die Kenntnislage zur Baugrundsituation unter den Aufstandsflächen des Ringdammes geringer als in der Beckensohle, da eine flächendeckende geophysikalische Erkundung unter dem Dammkörper von der Oberfläche des Dammes aus nicht möglich war. Dennoch besteht am wasser- und am landseitigen Dammfuß durch die hier linienweise ausgeführten geoelektrischen und lokal auch seismischen Messungen eine gute und ausreichende Erkenntnislage, die in der Dammaufstandsfläche punktuell durch die zahlreich ausgeführten Kernbohrungen ergänzt wird.

Der im Sommer 2011 durchgeführte Feldversuch zur Überprüfung der Einsatzmöglichkeiten von alternativen Crosshole-Messungen mit seismischer Tomographie und Bohrloch-Radar-Messungen brachte keine zufriedenstellenden Ergebnisse (siehe Abschnitt 7.6.4 im Baugrund- und Gründungsgutachten vom 31.01.2012).

Im Ergebnis ist festzustellen, dass eine realisierbare technische Möglichkeit zur flächigen Erkundung oder zur flächigen bzw. räumlichen Hohlraumortung unter der Aufstandsfläche des Ringdammes derzeit nicht besteht, solange der Ringdamm nicht zurück gebaut wird.

Hierdurch besteht das theoretische, wenn auch nicht wahrscheinliche Szenario, dass größere Anomalien in der zwischen dem wasser- und landseitigen Dammfuß (hier jeweils geoelektrische Messungen in Dammlängsrichtung) liegenden Aufstandsfläche vorhanden sind, soweit dies durch die bereits ausgeführten Kernbohrungen nicht nachweislich widerlegt wird.

Allerdings ist auch zu berücksichtigen, dass der Dammkörper, der aus einer qualifizierten Kalksteinschüttung besteht, in der Lage ist, kleinräumige Fehlstellen, die sich bis zur Aufstandsfläche des Ringdammes ausgewirkt haben, dauerhaft zu überbrücken, ohne dass die Standsicherheit und die Gebrauchstauglichkeit des Dammkörpers negativ beeinträchtigt wird. Bedingt durch die hohe Scherfestigkeit des gebrochenen Kalksteins und die gerade im mittleren Bereich der Dammaufstandsfläche

gegebene erhebliche Überlagerungshöhe der Dammaufstandsfläche können sich im Dammkörper bereits bei geringen Relativverformungen gut tragfähige Spannungs- und Traggewölbe ausbilden, die eine mögliche lokale Schwächung der Dammaufstandsfläche dauerhaft überspannen, ohne dass es auf der wasserseitigen Dammoberfläche zu die die Funktionstauglichkeit des Dichtungssystems beeinträchtigenden Verformungen kommt.

Im Sinne der vom Betreiber vorgegebenen höchsten Sicherheitsanforderungen für den Ringdamm soll aber dennoch eine Überprüfung der Untergrundsituation in den Dammaufstandsflächen außerhalb der Versturzzone ausgeführt werden.

Es wird daher in der Aufstandsfläche des Ringdammes außerhalb der Versturzzone ergänzende Maßnahmen zur Überprüfung der Untergrundsituation erforderlich, wobei in Abhängigkeit von der gewählten konzeptionellen Vorgehensweise grundsätzlich folgende Möglichkeiten bestehen:

- a) Der **Ringdamm** wird auch **außerhalb der Versturzzone** vollständig **zurückgebaut**, die Dammaufstandsfläche wird visuell inspiziert, d.h. ingenieurgeologisch kartiert und visuell erkannte Anomalien analog der Vorgehensweise in der Beckensohle außerhalb der Versturzzone saniert (siehe Abschnitt 8).

Zusätzlich zur visuellen Kontrolle der Dammaufstandsfläche ist in den Bereichen, in denen Kalkstein ansteht, eine Überprüfung der (Mindest-)Mächtigkeit und der Hohlraum-/Lockergesteinsfreiheit des Kalksteins innerhalb dieser (Mindest-)Mächtigkeit erforderlich. Dieser Überprüfung kann von der Dammaufstandsfläche aus mit geophysikalischen Verfahren und/oder mit direkten Baugrundaufschlüssen erfolgen. Die geeigneten Verfahren werden nachfolgend vorgestellt und hinsichtlich ihrer Einsatzmöglichkeiten unter den gegebenen speziellen Randbedingungen bewertet.

- a.1) Als geophysikalische Verfahren zur Erkundung von Anomalien im Kalkstein haben sich insbesondere die in der Beckensohle bereits ausgeführten Verfahren der Geoelektrik und der Mikrogravimetrie am Projektstandort bewährt. Es ist zu berücksichtigen, dass diese Verfahren in den Bauablauf des Dammrückbaus und damit in die umfangreichen Erd- und Dammarbeiten sowie die Spezialtiefbaumaßnahmen zur Untergrundsanie rung integriert werden müssen, da der Ringdamm auf Grund der großen zu bewegenden Erdmassen immer nur abschnittsweise oder sukzessive fortschreitend zurückgebaut werden kann. Nach den derzeitigen Planun-

gen ist damit zu rechnen, dass der Ringdamm in fortschreitenden Teilflächen zurückgebaut wird, die in Höhe der Dammaufstandsfläche rund 100 m in Dammlängsrichtung lang sind.

Bei dem Einsatz der Geoelektrik ist eine Anordnung von Messquerschnitten in Dammlängsrichtung nicht möglich. Bedingt durch die auf rund 100 m begrenzte Auslagenlänge wäre eine Erkundungstiefe von rund 15 m nur in der Mitte der Auslagenlänge und damit der freigelegten 'Dambresche' zu erreichen, obwohl es gilt, die gesamte freigelegte Dammaufstandsfläche quasi baubegleitend zu erkunden.

Es bleibt damit nur die Möglichkeit, geoelektrische Schnitte quer zur Dammachse anzuordnen. Bei angestrebten Erkundungstiefen von maximal 20 m müsste die Auslagenlänge rund 60 m über den wasser-/ landseitigen Dammfuß hinaus geführt werden, bei 15 m Erkundungstiefe noch rund 45 m. Dabei ist die Topologie und eingeschränkte Zuwegigkeit jenseits des landseitigen Dammfußes zu berücksichtigen, das Ende der Auslagenlänge dürfte hier teilweise im Wald bzw. Unterholz liegen. Die Messpunkte (Elektroden) müssen nicht nur installiert werden, sondern die Punkte und das Relief auch geodätisch eingemessen werden. Zu bedenken ist auch, dass durch die Auslagen der Weg am landseitigen Dammfuß abschnittsweise blockiert wird und dann als Baustraße nicht zur Verfügung steht. Bei einem gegenseitigen Abstand der geoelektrischen Messquerschnitte von 20 m ergeben sich für die dann zu messenden vier bis fünf Profile je rückgebauter Dammaufstands-Teilfläche etwa zwei Tage Messaufwand, werden die Schnitte alle 10 m angeordnet, ist der Aufwand entsprechend zu erhöhen.

Noch anspruchsvoller wäre der Einsatz der Mikrogravimetrie unter den vorab erkennbaren Baustellenbedingungen. Da die Messungen durch Erschütterungen maßgeblich beeinflusst und kritisch gestört werden, muss während der Messungen der Baubetrieb im Umfeld eingestellt werden bzw. die Messungen außerhalb der Bauzeit, z.B. nachts oder am Wochenende, ausgeführt werden. Die Ansatzpunkte für die mikrogravimetrischen Messungen müssen markiert und eingemessen werden; sie müssen während der Messungen im Gelände unbewegt bleiben.

Künstliche Schwereanomalien im Umfeld des Messfeldes müssten bei jeder Messung erfasst und in ihrer Auswirkung bewertet werden. Insbesondere die Geländeflanken (Böschungen) des anschließenden angeschnittenen Ringdammes und weitere baubedingte Veränderungen sind fortlaufend zu bewerten. In der Summe steht zu erwarten, dass trotz Kompensierung Resteinflüsse aus benachbarten Massen des bestehenden Damms verbleiben.

Die Auswertung der Messdaten würde unter den gegebenen Randbedingungen etwa 2 Tage je freigelegter Teilfläche dauern.

In der Summe erscheint das Verfahren unter den gegebenen Randbedingungen insbesondere hinsichtlich der Erschütterungssensibilität eher weniger geeignet.

Als weiteres geophysikalisches Messverfahren kann der Einsatz von Georadar in Erwägung gezogen werden. Dabei handelt es sich um ein Reflektionsverfahren, das durch die Reflexion an Schichtgrenzen ein Strukturbild liefert, das mit weiteren Verfahren interpretiert werden kann. Unter den projektspezifischen Randbedingungen wäre ein Feldversuch zum Nachweis der Eignung des Verfahrens erforderlich, auch wenn die in den geoelektrischen Messungen nachgewiesenen hohen Widerstände des Kalksteins eine grundsätzliche Anwendungsmöglichkeit aufzeigen, wenn die Messungen direkt von der freigelegten Felsoberfläche aus durchgeführt werden. Im Rahmen des Feldversuches könnten auch mögliche Auswirkungen des Mobil-Sendemastes am Oberbecken untersucht werden.

Der große Vorteil des Verfahrens liegt in seiner schnellen unkomplizierten Anwendbarkeit. Die Messung kann händisch erfolgen, in dem das Feld mit einer Handantenne laufend begangen wird. Die Messung ist damit sehr flexibel und schnell und wird durch Erschütterung o.ä. nicht beeinflusst. Werden die Messprofile in einem engen Abstand von 2 m bis 5 m angeordnet (vor Messung zu markieren und einzumessen) und die Messungen mit einer niederfrequenten Antenne ausgeführt, können Strukturen auch im tieferen Kalkstein geortet werden. Grundsätzlich ist im Vorfeld hinsichtlich der Auflösung des Messverfahrens davon auszugehen, dass in 10 m Tiefe unter Messebene Hohlräume mit einem Durchmesser von

2,5 m detektiert werden können. Erste Messergebnisse sind in der Regel noch vor Ort bewertbar und erlauben bei angetroffenen Hinweisen auf Anomalien eine rasche Reaktion, z.B. in Form von weiteren, zielgerichteten Bohrungen. Die bildgebende Auswertung in Form von Radagrammen muss indes einer nachlaufenden Auswertung überlassen bleiben.

Es liegen Erfahrungswerte zum Einsatz von Georadar in Karstgebieten vor, beispielsweise im Zuge der Neubaustrecke Nürnberg-Ingolstadt, die die Eignung des Verfahrens zur Hohlraumortung nachweisen, die aber auch zeigen, dass in geklüfteten Karststrukturen die Gefahr besteht, dass bindig gefüllte Klüfte im Kontrast zu hochohmigen Kalkstein zu einer Vielzahl von Reflexionen führen, ohne dass ein tatsächlicher Sanierungsbedarf besteht. Die große Menge von Indikatoren, die sich alle als kleinräumige Details darstellen, erschwert dann den Gesamteindruck und das Erkennen von größeren Hohlraumstrukturen. Zudem ist es kaum möglich, unter einer reflektierenden bindigen (Kluft-)Struktur weitere Erkenntnisse über den darunterliegenden Tiefenabschnitt zu gewinnen.

Diese Schwierigkeiten können durch den Einsatz von zwei unterschiedlichen Frequenzen reduziert werden, wobei Antennen mit niedrigen Frequenzen für tiefere Untergrundbereiche, Antennen mit höheren Frequenzen für eine höhere Detaillierung im oberen Bereich zur Anwendung kommen können. Entsprechende 2-Kanal-Antennen-Anlagen stehen zur Verfügung.

Darüber hinaus dürfte es aber auch erforderlich werden, den Einsatz von Georadar mit einem zweiten redundanten Verfahren, hier der Geoelektrik zu kombinieren, um aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten.

In der Gesamtschau sollte nach heutigem Kenntnisstand damit für geophysikalische Messungen zur Hohlraumortung unter der Aufstandsfläche eines rückgebauten Ringdammes das Verfahren des Georadar ergänzt um geoelektrische Messungen gewählt werden.

Die Notwendigkeit für weitere direkte Aufschlüsse kann dann auf die Erkundung der mit den geophysikalischen Messverfahren indizierten Verdachtsbereiche, in denen unter einer geringmächtigen „Felsdecke“ Lockergesteine oder starke Klüftung vermutet werden, reduziert werden. Nur in diesen Verdachtsflächen wird dann eine rasterförmige Erkundung

mittels Bohrungen erforderlich, die dann analog zu der in Abschnitt 7.1 für die Beckensohle beschriebenen Verfahrensweise in einem Raster von 5 m x 5 m mit Erkundungstiefen von 5 m unter Oberfläche Kalkstein ausgeführt werden sollten. Die Erkundungstiefe der in einem Raster von 10 m x 10 m liegenden Kernbohrungen sollte auf 10 m erhöht werden.

Werden in der freigelegten Aufstandsfläche des rückgebauten Ringdammes im Rahmen der ingenieurgeologischen Kartierung lockergesteinsgefüllte Karststrukturen angetroffen, deren Tiefenerstreckung nicht unmittelbar erkennbar ist, so werden - wie in der Beckensohle - ergänzende Erkundungen erforderlich, um die räumliche Tiefenerstreckung dieser Karststrukturen unterhalb des Planums des Beckens zu erkunden und das geeignete Sanierungsverfahren (siehe Abschnitt 8.2) auswählen zu können. Als Erkundungsmaßnahmen eignen sich in diesem Fall schwere Rammsondierungen (DPH) oder direkte Baugrundaufschlüsse mittels Bohrungen.

Der wesentliche Vorteil dieses Ansatzes besteht zusammenfassend darin, dass durch die geophysikalischen Messungen, die sich am Standort durch die umfangreichen Messungen im Becken als zuverlässig erwiesen haben, auch in den Aufstandsflächen des Ringdammes eine flächendeckende Überprüfung der Untergrundsituation erreicht wird, mit der auch wenig wahrscheinliche größere Karststrukturen oder Hohlräume bis in größere Tiefe sicher ausgeschlossen werden können.

- a.2)** Soll nach erfolgtem Dammrückbau auf den Einsatz geophysikalischer Erkundungsverfahren verzichtet werden, zum Beispiel auch um Auswirkungen auf den Bauablauf zu reduzieren, so sind alternativ direkte Aufschlüsse in der gesamten potentiell zu sanieren Dammaufstandsfläche in einem gleichmäßigen engen Raster auszuführen, um die (Mindest-) Mächtigkeit des Kalksteins und die Hohlraumfreiheit unter der visuell freigelegten Felsoberfläche nachzuweisen.

Die Erkundungen können außerhalb der Versturzzone auf die potentiell zu sanierenden Aufstandsfläche, also einen ausgehend vom wasserseitigen Dammfuß im Mittel etwa 54 m breiten Streifen beschränkt werden.

Unter Berücksichtigung der bestehenden Randbedingungen wird vorgeschlagen, die ergänzenden Erkundungsbohrungen in einem regelmäßigen Raster von 5 m mal 5 m und die Erkundungstiefe grundsätzlich mit ≥ 10 m unter Oberfläche Kalkstein festzulegen und in einem Raster von 10 m mal 10 m die Bohrungen tiefer und zwar bis auf ≥ 15 m unter Oberfläche Kalkstein zu führen, um damit ersatzweise die 'fehlenden' geophysikalischen Untersuchungen weitgehend zu kompensieren und nachzuweisen, dass bis 15 m Tiefe unter Dammaufstandsfläche keine größeren Hohlräume/Anomalien vorhanden sind.

Mit den Bohrungen kann die (Mindest-)Mächtigkeit und Hohlraum-/Lockersteinsfreiheit des Kalksteins überprüft bzw. nachgewiesen werden.

An das Bohrverfahren und die Kalibrierung des Verfahrens sind die gleichen Forderungen zu stellen wie in der Beckensohle (siehe Abschnitt 7.1), so dass die dort gewonnenen Erfahrungen entsprechend übertragen werden können.

Nachteilig bei den unter a) beschriebenen Verfahrensweisen ist übergreifend zu bewerten ist, dass die visuelle Kontrolle der Dammaufstandsflächen außerhalb der Versturzzone und die Durchführung der Maßnahmen:

- ingenieurgeologische Kartierung der Felsoberfläche/Planum Aufstandsfläche
- geophysikalischen Messungen und/oder
- Bohrungen in einem regelmäßigen Raster

erst nach Rückbau des Ringdammes erfolgen können, insoweit also auch im Falle, dass sich kein Sanierungsbedarf ergibt, der Dammrück- und -wiederaufbau in vollem Umfang als bauzeit- und -kostenrelevante Erdbaumaßnahme erheblichen Umfangs anfällt.

Der unter erd-/dammbautechnischen Gesichtspunkten auf den ersten Blick nachteilig erscheinende massive Eingriff in den seit fast 50 Jahren stehenden Ringdamm birgt aber gegenüber dem bis dato geplanten nur abschnittswisen Eingriff und Rückbau des Ringdammes im Bereich der Versturzzone den Vorteil, dass die im Hinblick auf die Verformungsanforderungen des Oberflächendichtungssystems gegebenenfalls sensiblen Übergänge zwischen altem und neuem Dammkörper entfallen.

- b) Der **Ringdamm** wird außerhalb der Versturzzone nicht oder allenfalls teilweise zurückgebaut, um eine Aufstandsfläche für Bohrgeräte zu schaffen, mit denen von der Dammoberfläche bzw. einer verbreiterten Dammkrone aus Bohrungen durch den Dammkörper bis in den Untergrund abgeteuft werden, mit denen die Untergrundsituation unter der Aufstandsfläche überprüft werden kann.

Da in diesen Fall die Dammaufstandsfläche nicht visuell inspiziert werden kann, muss das Erkundungsraster in diesem Fall unter dem Kriterium festgelegt werden, dass zwischen den Aufschlüssen verbleibende Massendefizite/Hohlräume zu keiner standsicherheitsgefährdenden Auflockerung des Dammkörpers bzw. zu keinen funktionseinschränkenden Verformungen an der Dichtung auf der wasserseitigen Böschung führen können, wobei numerische Berechnungen zeigen, dass letztlich das Verformungskriterium maßgebend wird. Das Erkundungsraster muss sich daher an den Verformungsanforderungen des Dichtungssystems orientieren. Auf der Basis von entsprechenden Berechnungen zur Auswirkung von lokalen Bettungsausfällen in der Dammaufstandsfläche ergibt sich ein Maximalwert für das Erkundungsraster, der unter dem unter a) angegebenen Wert von 5 m liegt.

Unter Berücksichtigung dieser Randbedingungen und vorbehaltlich differenzierter numerischer Verformungsbetrachtungen wird vorgeschlagen, die ergänzenden Erkundungsbohrungen in einem regelmäßigen Mindestraster von 5 m mal 5 m und die Erkundungstiefe grundsätzlich mit ≥ 10 m unter Oberfläche Kalkstein festzulegen sowie in einem Raster von 10 m mal 10 m die Bohrungen tiefer und zwar bis auf ≥ 15 m unter Oberfläche Kalkstein zu führen, um damit ersatzweise die 'fehlenden' geophysikalischen Untersuchungen weitgehend zu kompensieren und nachzuweisen, dass bis 15 m Tiefe unter Dammaufstandsfläche keine - auch wenn dies nach allen vorliegenden Erkundungsergebnissen unwahrscheinlich ist - größeren Hohlräume/ Anomalien vorhanden sind, die die Standsicherheit und/oder Gebrauchstauglichkeit des Dammes nachteilig beeinflussen können.

An das Bohrverfahren und die Kalibrierung des Verfahrens sind die gleichen Forderungen zu stellen wie in der Beckensohle (siehe Abschnitt 7.1); zusätzlich muss das Bohrverfahren auf die erheblichen Bohrstrecken im Dammkörper und in den hier zu durchörternden Kalksteinschüttungen abgestellt werden.

Vorteilhaft ist bei dieser Vorgehensweise zu bewerten, dass die baulichen Eingriffe in den seit knapp 50 Jahren stehenden Ringdamm minimiert werden, was auch unter baubetrieblichen Gründen (Reduzierung Massenbewegungen) vorteilhaft zu bewerten.

Nachteilig zu bewerten ist, dass eine visuelle Kontrolle der Dammaufstandsflächen bei diesem Vorgehen nicht möglich ist und eine Sanierung von festgestellten Anomalien nur mittels Injektionsverfahren von der Dammböschung bzw. -krone aus möglich ist (siehe Abschnitt 8.2), insoweit aufwändige Verfahren zum Einsatz kommen müssen und eine unmittelbare visuelle Kontrolle des Erfolges dieser Verfahren nicht möglich ist (siehe Abschnitt 8.2).

Beiden beschriebenen Konzepten a) und b) ist also gemein, dass durch ergänzende Erkundungen unter der wasserseitigen Böschung und der Dammkrone die Existenz von Anomalien bzw. Karststrukturen ausgeschlossen bzw. entsprechende Anomalien identifiziert werden.

8 Untergrundsanie rung außerhalb der Versturzzone

Nach den Ergebnissen der im Februar 2012 durchgeführten Kernbohrungen sind unter der Beckensohle im Malm-Kalkstein außerhalb der Versturzzone lokal und reichsweise lockergesteinsgefüllte Karststrukturen vorhanden. Im Sinne des vorgegebenen Sanierungsziels, zukünftige Einschränkungen der Betriebsbereitschaft des Beckens infolge von Einbrüchen im Untergrund „nach menschlichem Ermessen“ auszuschließen, sind diese Lockergesteinsbereiche unter der Beckensohle so zu sanieren, dass eine dauerhafte Auflagerung des neuen Dichtungssystems gewährleistet ist. Auch für die Aufstandsfläche des Ringdammes außerhalb der Versturzzone sind Sanierungsmaßnahmen vorzusehen, die im Falle erkundeter Anomalien zur Anwendung kommen können.

Es entspricht dem beim Bauen im verkarsteten Gebirge bewährten Vorgehen, dass eine abschließende Erkundung der Karststrukturen vorlaufend zur Bauausführung auch mit sehr intensiven Erkundungsmaßnahmen nicht möglich ist. Es hat sich daher bei Baumaßnahmen im verkarsteten Gebirge bewährt, ausgehend von einer entsprechenden Erkundung, die möglichen Karststrukturen zu beschreiben und im Sinne ei-

nes Maßnahmenkatalogs bauliche Konzepte zur Beherrschung solcher im Zuge des späteren Baufortgangs angetroffenen Karststrukturen zu beschreiben und zu planen.

Dieser alternativlose und bewährte Ansatz soll auch bei der Untergrundsanie rung des Oberbeckens angewendet werden. Da sowohl unter der Beckensohle als auch unter dem Ringdamm der Umfang und die Ausgestaltung möglicher Anomalien erst im Zuge der Sanierungsmaßnahmen abschließend erkennbar werden wird, werden vorab baubegleitende Überprüfungen der Untergrundsituation sowie an möglichen Karststrukturen ausgerichtete bauliche Maßnahmen festgelegt und geplant.

8.1 Untergrundsanie rung in der Beckensohle

Der Umfang und die Ausdehnung der unter der Beckensohle außerhalb der Versturzzone bestehenden Karststrukturen kann erst nach dem Freilegen der Fels oberfläche im Planum der derzeitigen Beckendichtung sowie nach der Ausführung der ergänzenden Bohrungen im Zuge der Beckensanie rung abschließend beurteilt werden. Es wird daher erforderlich, entsprechend geeignete Sanierungsmaßnahmen, mit denen unterschiedlich große Anomalienbereiche saniert werden können, im Sinne eines Maßnahmenkatalogs vorab zu planen und vorzuhalten und in Abhängigkeit von den im freigelegten Planum der Beckensohle kartierten Anomalien im Zuge der Beckensanie rung zum Einsatz zu bringen. Die Festlegung zur Wahl des jeweils geeigneten Sanierungsverfahrens muss auf der Basis einer örtlichen Festlegung durch den Geotechnischen Fachgutachter des Bauherrn erfolgen.

Nach dem derzeitigen Kenntnisstand ist davon auszugehen, dass vorwiegend kleinräumige Anomalien und Karststrukturen zu erwarten sind. In Abhängigkeit von der räumlichen Ausdehnung dieser lockergesteinsgefüllten Anomalien sind folgende Sanierungsmaßnahmen unter den gegebenen Randbedingungen geeignet:

Bodenaustausch

Bei oberflächennahen Lockergesteinsstrukturen von maximal 2,5 m bis 3,0 m Tiefe unter Beckensohle kann ein Bodenaustausch erfolgen, bei der das leicht erodierbare Lockergestein ausgehoben wird und bindemittelstabilisiert wieder eingebaut wird. Das Lockergesteinsmaterial ist dazu auszubauen, seitlich oder auf entsprechende Lager- und Aufbereitungsflächen zu lagern und zu homogenisieren, mit Bindemittel zu vermischen und anschließend wieder lagenweise einzubauen und dabei mit einem auf

die Proctordichte bezogenen Verdichtungsgrad von mindestens $D_{pr} \geq 98 \%$ zu verdichten. Der Bindemittelanteil ist vorab mit rund 6 % bis 7 % einzukalkulieren, jedoch durch Eignungsversuche unter dem Kriterium der hydraulischen Stabilität zu optimieren. Die Verdichtung ist nach Prüfregime der ZTVE, Methode M3, zu überprüfen.

‘Plombierung’

Für kleinräumige spalten- und schlotartige Strukturen von wenigen Dezimetern bis wenigen Metern horizontaler Erstreckung wird eine oberflächliche ‘Plombierung’ der Karststruktur vorgesehen. Dazu wird das Lockergesteinsmaterial in Räumtiefen von etwa 1 m bis 2 m ausgeräumt und durch einen qualifizierten schwindarmen Beton verfüllt. Durch eine entsprechende Ausbildung der seitlichen Berandung der Anomalie ist sicherzustellen, dass die Einwirkungen aus dem Becken bei einem Bettungsausfall von der Plombierung über Gewölbe und Schub in den Flanken der Betonplombe oder aber über eine entsprechende (Rand-)Auflagerung in den umgebenden Kalkstein abgetragen werden kann. Hierzu sind die Flanken so auszubilden, dass sich die Öffnungsweite nach unten hin verjüngt. Alternativ - insbesondere bei breiteren Karststrukturen ist der umgebende Kalkstein so zu räumen, dass sich für die Betonplombe ein Randauflager ergibt, dass in Abhängigkeit von der Breite der Anomalie festzulegen ist. Nach Vordimensionierung des Planers können mit diesem Verfahren Kluffstrukturen von maximal 3 m bis 5 m Breite behandelt werden, soweit die Lockergesteine 1 m bis 2 m tief ausgeräumt werden und ein seitliches Randauflager im Kalkstein von 0,2 m bis 1,0 m Breite geschaffen wird.

Die äußere und innere Standsicherheit der ‘Plombierung’ ist rechnerisch nachzuweisen.

Tiefgegründete bewehrte Stahlbetonplatte

Für Karststrukturen, deren kleinste laterale Breite in Höhe des Planums der Beckensohle größer als 3 m bis 5 m ist, kann eine ‘Plombierung’ nicht mehr alleine mit unbewehrtem Beton ausgeführt werden. Vorzusehen ist in diesem Bereich vielmehr eine bewehrte Stahlbetonplatte, die zudem auf pfahlähnlichen Elementen aufzulagern ist, um die Spannweite und damit die Biege- und Schubbeanspruchung der Platte zu begrenzen.

Nach einer vom Planer aufgestellten Vorbemessung führt die Ausbildung einer 0,7 m dicken bewehrten Stahlbetonplatte, die in einem Raster von 4 m mal 4 m auf Pfählen

gelagert wird, zu einer bautechnisch und ökonomisch günstigen Konfiguration. In diesem Fall ist die Tiefgründung als Pfahlgründung auszubilden, bei der Pfähle mit einem Durchmesser von $D = 0,9$ m minimal $1,0$ m in den Kalkstein einbinden.

Da die Stahlbetonplatte gegen Setzungsdifferenzen sensibel ist, zugleich bei einer konstruktiven Einbindung der Pfähle von $1,0$ m in den geklüfteten und verkarsteten Kalkstein im Falle eines Bettungsverlustes und einer damit einhergehenden Aktivierung des Lastabtrages über die Pfähle größere Setzungen infolge von unter der Pfahlfußebene liegenden Kluft- oder Karststrukturen nicht sicher ausgeschlossen werden können, wird es erforderlich, die Homogenität und Tragfähigkeit des Kalksteins unter der Pfahlfußebene in einem Tiefenbereich von $t \geq 3 \cdot D$, mindestens aber $t = 5$ m nachzuweisen. Hierzu eignen sich Bohrungen mit einem kleineren Durchmesser, die zentrisch in der Pfahlaufstandsfläche auszuführen sind. Die Bohrungen können entweder vorlaufend an jedem Pfahlstandort als Erkundungsbohrung ausgeführt werden, was den Vorteil hat, dass bei der anschließenden Pfahlherstellung Pfahllänge und Einbindebereich des Pfahles vorab bekannt sind, oder alternativ nachlaufend über eine Kernbohrung im Pfahl oder ein vor Betonage eingestelltes, am Bewehrungskorb befestigtes Leerrohr erfolgen. Im Falle des Antreffens von offenen und verfüllten Karststrukturen innerhalb des vorgenannten, für den Abtrag des Pfahlspitzendrucks maßgebenden Tiefenbereiches ($\geq 3 \cdot D$, mindestens aber $t = 5$ m) ist - bei vorlaufender Ausführung der Erkundungsbohrungen - die Einbindetiefe des Pfahles in den Kalkstein entsprechend zu vergrößern oder aber Maßnahmen zur Gebirgsvergütung vorzusehen. Als Maßnahmen zur Gebirgsvergütung eignen sich über das Bohrloch ausgeführte Injektionsmaßnahmen, mit denen die Kluft- bzw. Karststrukturen in dem maßgeblichen Tiefenbereich vollständig und kraftschlüssig zu verfüllen sind. Die Maßnahmen zur Gebirgsvergütung sind vorab zu planen und vorzuhalten.

Die äußere und innere Standsicherheit der Stahlbetonplatte und der Pfahlgründung sind rechnerisch nachzuweisen.

Punktgestützte, mehrlagig geogitter-bewehrte Tragschicht

Für großräumige Karststrukturen, i.e. Strukturen mit einer flächigen Ausdehnung in Höhe des Planums der Beckensohle von etwa ≥ 2.000 m² wird eine Sanierung mit einer tiefgegründeten bewehrten Stahlbetonplatte ökonomisch nachteilig. In diesem Fall ist es bautechnisch und ökonomisch sinnvoll, dass für die Untergrundsanie rung in der Versturzzone geplante Sanierungsverfahren einer punktgestützten, mehrlagig

bewehrten Tragschicht zum Ansatz zu bringen. Derartig großräumige Strukturen sind derzeit für die Beckensohle außerhalb der Versturzzone nicht erkennbar.

Die Bemessung und bauliche Ausbildung kann vollumfänglich der baulichen Lösung für die Versturzzone entsprechen, d.h. es werden Bohrsäulen mit einem Durchmesser $D \geq 0,63$ m und einer Kopfaufweitung auf $D = 0,9$ m in einem regelmäßigen Raster von 2,5 m mal 2,5 m unter einer dreilagig bewehrten mineralischen Tragschicht mit einer Dicke von 2,0 m angeordnet. Die Bemessung der im SOB-Verfahren herzustellenden Betonsäulen erfolgt entsprechend den Vorgaben im Baugrund- und Sanierungsgutachten vom 31.01.2012.

Die Sanierungslösung macht es erforderlich, über die eigentliche Anomalie hinaus den randlich anstehenden Kalkstein in einer der rechnerischen Verankerungslänge der Geokunststoff-Bewehrung entsprechenden Breite bis 2 m unter Planum Beckensohle auszuheben, um die Bewehrung randlich außerhalb der Karststruktur entsprechend auflagern und verankern zu können.

Verfahren	Tiefe der Locker-gesteinsstruktur	kürzeste Breite D	Ausräumtiefe	Randauflager Breite
Bodenaustausch (bindemittelstabilisiert) oder Verdichtung	$\leq 2,0$ bis $3,0$ m	-	$\leq 3,0$ m	-
Plombierung	$\geq 3,0$ m	0,1 m bis max. 5,0 m	0,3 m – 2,0 m, OK $\geq 0,3$ m unter Drainage	0,2 m - 1,0 m
Stahlbetonplatte auf Pfählen	$\geq 3,0$ m	$\geq 5,0$ m	1,8 m unter Primärdichtung, OK $\geq 0,3$ m unter Drainage	1,0 m
Geogitter Bewehrte Tragschicht auf Bohrsäulen	$\geq 3,0$ m	$\geq 5,0$ m Fläche ca. ≥ 2.000 m ²	3,1 m unter Primärdichtung	Verankerungslänge Geogitter gemäß statischer Berechnung (ca. 7 m)

Tab. 4: Maßnahmenkatalog zur Sanierung von Karststrukturen außerhalb der Versturzzone (gilt für Beckensohle und Aufstandsfläche Ringdamm)

Die vorgenannten Maßnahmen, die in Tabelle 4 zusammenfassend dargestellt sind, sind im Sinne eines Maßnahmenkatalogs zu planen und vorzuhalten und in Abhängigkeit von der nach Abräumen der Sohldichtung (bzw. des Ringdammes) und der ingenieurgeologischen Kartierung erkennbaren Struktur der Anomalien (Karststrukturen) nach Vorgabe des Geotechnischen Fachgutachters zur Anwendung zu bringen.

8.2 Untergrundsanie rung in der Aufstandsfläche des Ringdammes

Werden in der Aufstandsfläche des Ringdammes durch die in Abschnitt 7.2 beschriebenen ergänzenden Erkundungsmaßnahmen lokal bzw. bereichsweise Anomalien, insbesondere offene oder gefüllte Karststrukturen im Kalkstein angetroffen, so können in Abhängigkeit von der räumlichen Ausdehnung dieser Anomalien Maßnahmen zur Untergrundsanie rung erforderlich werden, um die dauerhafte Standsicherheit und vor allem die Gebrauchstauglichkeit des Ringdammes und des wasserseitigen Oberflächendichtungssystems zu gewährleisten.

Die Wahl der Verfahrenstechnik ist dabei davon abhängig, ob der Ringdamm entsprechend der in Abschnitt 7.2 unter a) beschriebenen Vorgehensweise vollständig zurückgebaut wird oder ob, wie unter b) beschrieben, der Ringdamm weitgehend erhalten bleibt und die Erkundungen in Form von Bohrungen von der Dammoberfläche aus erfolgte.

ad a)

Wird der Ringdamm auch außerhalb der Versturzzone vollständig zurückgebaut und die Dammaufstandsfläche visuell inspiziert werden sollen, können angetroffene Anomalien und Karststrukturen analog der für die Beckensohle außerhalb der Versturzzone in Abschnitt 8.1 beschriebenen Vorgehensweise saniert werden.

Dabei können die gleichen, in Abhängigkeit von der räumlichen Erstreckung der Karststrukturen zu wählenden Sanierungsverfahren (Tabelle 4) zum Einsatz kommen wie unter der Beckensohle. Die Sanierungslösungen, insbesondere die Plombierung und die tiefgegründete Stahlbetonplatte sind bemessungstechnisch auf die höheren Einwirkungen unter dem Dammkörper auszulegen. Dadurch ergibt sich beispielsweise für die tiefgegründete Stahlbetonplatte ein höherer Bewehrungsgehalt und ein engerer Pfahlachsabstand von etwa 3,0 m mal 3,0 m bei unveränderter Einbindetiefe

oder alternativ eine größere Pfahleinbindung bei unverändertem Pfahlraster. Für großräumige Anomalien in der Dammaufstandsfläche kann wiederum die für die Sanierung der Dammaufstandsfläche im Bereich der Versturzzone vorgesehene Sanierungslösung mit einer punktgestützten, mehrlagig bewehrten Tragschicht übertragen werden.

Entsprechend der bereits bis dato geplanten Verfahrensweise für die Sanierung des Ringdamms im Bereich der Versturzzone sind nach Abschluss der Untergrundsanie rung beim Wiederaufbau des Damms die verformungen aus Eigensetzung des Dammkörpers und den lastbedingten Setzungen insbesondere im Hinblick auf die Verformungsanforderungen des wasserseitigen Dichtungssystems zu berücksichtigen und die Verdichtungsanforderungen entsprechend festzulegen.

ad b)

Wird der Ringraum außerhalb der Versturzzone nicht oder nur teilweise zurückgebaut und die Untergrundsituation mittels in einem engen Raster ausgeführten Bohrungen erkundet, so kann eine Sanierung von gegebenenfalls angetroffenen Karststrukturen dann nur durch von der Dammoberfläche, i.e. die Dammböschung und die Dammkrmrone aus auszuführende Injektionen erfolgen, deren Ziele primär eine Verfüllung vorhandener Hohlräume und Wegigkeiten, aber auch - im Sinne einer entsprechenden Nachhaltigkeit - die gezielte Vergütung (Immobilisierung) der mit Lockergesteinen gefüllten Karststrukturen sein muss. Diese Immobilisierung der Lockergesteinsfüllung von unter dem Ringdamm gegebenenfalls vorhandenen Karststrukturen wird als Sanierungsziel formuliert, da basierend auf den bisherigen Erkundungsergebnissen zur Baugrund- und Grundwassersituation temporäre lokale Schichtwasservorkommen in den Kalksteinen gerade am äußeren Rand des Oberbeckens, d.h im Einflussbereich des Ringdamms möglich sind. Auch wenn ein hierdurch verursachter Schädigungsprozess im Sinne einer hydraulischen Mobilisierung der Lockergesteine in eingelagerten Karststrukturen nicht wahrscheinlich ist, so kann auch dieses Restrisiko ausgeschlossen werden, wenn diese Lockergesteinsfüllungen immobilisiert werden.

Ziel der Sanierungs von angetroffenen Karststrukturen muss es also sein, Hohlräume und Wegigkeiten zu schließen und zugleich das Lockergestein selber zu immobilisieren, d.h. gegen einen erosiven Materialaustrag zu schützen. Die Immobilisierung muss daher im gesamten lockergesteinsgefüllten Volumen erfolgen und insbesondere auch die sensiblen Kontaktzonen zum Festgestein erfassen.

Als Injektionsverfahren ist unter den gegebenen Randbedingungen grundsätzlich die Herstellung von säulenartigen Elementen mit dem **Düsenstrahlverfahren**, das unter den projektspezifischen Randbedingungen in einem umfangreichen Feldversuch bereits erprobt wurde, möglich. Alternativ soll nachfolgend die Ausführung von Aufbruchinjektionen mit Manschettenrohren diskutiert werden.

Es ist anzustreben, die Injektionsarbeiten an dem Raster der Erkundungsbohrungen zu orientieren. Für eine Vordimensionierung der im Düsenstrahlverfahren zu erstellenden Flächen wird nachfolgend davon ausgegangen, dass in der Sanierungsfläche vertikale Bohrungen in einem Raster von etwa 2,5 m mal 2,5 m abgeteuft werden müssen. Dabei ist es möglich, Erkundungsbohrungen und Injektionsverfahren zu kombinieren.

Sollen bei angetroffenen räumlich begrenzten Karststrukturen Düsenstrahlsäulen in einem Raster von 2,5 m mal 2,5 m hergestellt werden, so ist nach einer Vordimensionierung dieser Sanierungsvariante ein minimaler Säulendurchmesser von 1,4 m zu erreichen, damit der Dammkörper die Lasten über Gewölbewirkung in die Säulen abtragen kann. Der charakteristische Wert der Druckfestigkeit des Düsenstrahlmaterials muss dann bei etwa $f_{c,k} \geq 4 \text{ N/mm}^2$ liegen. Hinsichtlich des Einsatzes des Düsenstrahlverfahrens unter den projektspezifischen Randbedingungen liegen die Ergebnisse eines umfangreichen Feldversuches vor, die in einem gesonderten Bericht dokumentiert sind. Die Ergebnisse dieses Feldversuches zeigen, dass die vorgenannten Parameter grundsätzlich verfahrenstechnisch erreichbar sind.

Die bei dem Einsatz des Düsenstrahlverfahrens zu beachtenden projektspezifischen Randbedingungen wurden im Baugrund- und Sanierungsgutachten vom 31.01.2012 (hier: Abschnitt 12.3) bereits beschrieben und sind gesondert zu beachten. Das betrifft u.a. folgende Aspekte:

- Die Lockergesteine sind bereichsweise ausgeprägt bindig. Die hier anstehenden mittel bis ausgeprägt plastischen Tone besitzen hier eine steife bis halbfeste Konsistenz.
- Im Kontakt der frisch gedüsten Säule zum geklüfteten Kalkstein an der Säulenbasis besteht die Möglichkeit, dass erhebliche Mengen Zementsuspension über die offenen Klüfte in das Gebirge eindringen und hieraus ein erheblicher Suspensionsmehrverbrauch resultiert bzw. auch der notwendige Suspensionsüberdruck in den Säulen nicht gehalten werden kann. Gleiches gilt für Säulen, die im Nahbereich von vertikalen Kalksteinwänden stehen, also am Rand der Störzone oder in

der Nähe zu eingelagerten Kalksteinblöcken. In diesen Fällen kann es erforderlich werden, die Zementsuspension im gewissen Maße aufzuladen oder Wasserglas zuzusetzen. Der Düsvorgang muss hierfür unterbrochen werden, so dass in der Konsequenz neben ökonomischen auch bauzeitliche Konsequenzen zu erwarten sind.

- Die Bohrung in dem Steinschüttkörper muss voraussichtlich verrohrt erfolgen, um ein Abfließen der Suspension in den Schüttkörper zu verhindern und den für die Überprüfung der Qualität der Säulenherstellung wichtigen Rückfluss beobachten zu können. Dennoch sind nach den Ergebnissen des Feldversuches auch im Übergang von Dammkörper/Verrohrung zum Untergrund Suspensionsverluste zu befürchten.

Die Herstellvorgänge sind für jede einzelne Bohrung nachvollziehbar zu dokumentieren. Die Aufzeichnungen müssen mindestens folgende Parameter enthalten:

a. Bohrarbeiten:

- Elektronisch aufzuzeichnende Parameter:
 - Suspensions-Luftdruck (am Gerät)
 - Pumprate
 - Rotationsgeschwindigkeit
 - Bohrfortschritt
 - Andruck
 - Drehmoment
 - Darstellung als Diagramm über der Zeit-Achse
 - ggf. zusätzlich aufgefülltes Suspensionsvolumen
- Manuell aufzuzeichnende Parameter:
 - Farbe Rücklaufsuspension
 - Menge Rücklaufsuspension (Qualitativ): z.B. voll/anteilig/ausbleibend
 - Besondere Ereignisse, Störungen wie z.B. Hindernisse, Suspensionsverlust, Veränderungen, Unterbrechungen (mit Begründung)

b. Suspensionseigenschaften

- Rezeptur
- Marsh-Zeit
- Dichte
- Temperatur

c. Düsprozess

- Elektronisch aufzuzeichnende Parameter:
 - Suspensionsdruck (am Gerät)
 - Pumprate
 - Rotationsgeschwindigkeit
 - Drehmoment (Öldruck)
 - Rückzugkraft (Öldruck)
 - Ziehgeschwindigkeit
 - Luftdruck
 - Luftmenge
 - Darstellung als Diagramm über der Zeit-Achse
 - ggf. zusätzlich aufgefülltes Suspensionsvolumen
- Manuell aufzuzeichnende Parameter:
 - Farbe Rücklaufsuspension
 - Menge Rücklaufsuspension (qualitativ): z.B. voll/anteilig/ausbleibend
 - Rücklaufdicke mindestens 3 x je Bodenart
 - Besondere Ereignisse, Störungen wie z.B. Bohrlochverstopfung, Suspensionsverlust; Veränderungen, Unterbrechungen (mit Begründung)

Für das Düsenstrahlverfahren wurden die unter den schwierigen geotechnischen Randbedingungen erzielbaren Festigkeiten und Säulendurchmesser durch Feldversuche, bei denen auch von der Dammoberfläche aus bereits Säulen hergestellt wurden, sorgfältig erprobt und nachgewiesen.

9 Ergänzende Hinweise

Die jüngst gewonnen Erkenntnisse zeigen, dass auch außerhalb der Versturzzone mit einer außerordentlich komplexen Baugrundsituation zu rechnen ist.

Das in dem vorliegenden Gutachten für den Bereich außerhalb der Versturzzone beschriebene Vorgehen orientiert sich an einem beim Bauen im verkarsteten Gebirge seit Jahrzehnten bewährten konzeptionellen Vorgehen. Danach werden ausgehend von einem umfangreichen Erkundungsprogramm Maßnahmen zur ausführungsbegleitenden Überprüfung der Baugrundsituation und zur Sanierung von lokal ange-

troffenen Anomalien (Karststrukturen) geplant. Die ausführungsbegleitende Überprüfung der Untersandsituation ist dabei alternativlos, da die bei der Bauausführung gewinnbaren Erkenntnisse, im vorliegenden Fall beispielsweise durch die visuelle Inaugenscheinnahme der vom Dichtungssystem abgedeckten Beckensohle oder der durch den Rückbau des Ringdammes freigelegten Dammaufstandsfläche, mit jeder noch so sehr intensivierten vorlaufenden Erkundung hinsichtlich Erkenntnistiefe, Erkenntnisumfang und Erkenntnisqualität nicht erreicht werden können. Für die im Zuge der Ausführung im Ergebnis der ausführungsbegleitende Überprüfung der Untersandsituation gegebenenfalls erforderlichen Sanierungsfälle werden vorab für alle denkbaren Szenarien bauliche Sanierungsmaßnahmen beschrieben und geplant, die während der Ausführung im Sinne eines vorbereiteten und mit den Genehmigungsbehörden, Prüfenieur und Baufirmaabgestimmten Maßnahmenkatalogs unter Aufsicht des Geotechnischen Fachgutachters des Auftraggebers zur Anwendung kommen.

Eine Überprüfung und kontinuierliche Fortschreibung des Baugrundmodells während der baubegleitenden Erkundungs- und Sanierungsarbeiten und eine Anpassung der bautechnischen Lösungen in Abhängigkeit von den bei den Erkundungs- und Sanierungsarbeiten gewonnenen vertieften Erkenntnissen ist dabei zwingend.



Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Christian Moormann

Direktor des Institutes für Geotechnik der Universität Stuttgart

von der Industrie- und Handelskammer Region Stuttgart
öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger
für Erdbau, Grundbau, Felsbau sowie Spezialtiefbau

Anlagenverzeichnis

Anlage

Lageplan

- Geophysikalische Faktenkarte (Phase 2) als Ergebnis der zweiten geophysikalischen Messkampagne (Anlage 12 aus [U03]) 1.1
- Lageplan Oberbecken Happurg mit den Ansatzpunkten der im Februar 2012 ausgeführten Kernbohrungen (Plan-Nr.: LAG05711 des Ing.-Büros Vogl, Stand 02.02.2012) 1.2

Ergebnisse der ergänzenden Kernbohrungen Februar 2012

- Kernbohrung A1
 - Ingenieurgeologische Ansprache 2.1.1
 - Bohrprofil 2.1.2
 - Kernfotos 2.1.3
 - Schichtenverzeichnis Bohrfirma 2.1.4
- Kernbohrung A2
 - Ingenieurgeologische Ansprache 2.2.1
 - Bohrprofil 2.2.2
 - Kernfotos 2.2.3
 - Schichtenverzeichnis Bohrfirma 2.2.4
- Kernbohrung A3
 - Ingenieurgeologische Ansprache 2.3.1
 - Bohrprofil 2.3.2
 - Kernfotos 2.3.3
 - Schichtenverzeichnis Bohrfirma 2.3.4
- Kernbohrung A4
 - Ingenieurgeologische Ansprache 2.4.1
 - Bohrprofil 2.4.2
 - Kernfotos 2.4.3
 - Schichtenverzeichnis Bohrfirma 2.4.4
- Kernbohrung A5
 - Ingenieurgeologische Ansprache 2.5.1

- Bohrprofil	2.5.2
- Kernfotos	2.5.3
- Schichtenverzeichnis Bohrfirma	2.5.4
▪ Kernbohrung A6	
- Ingenieurgeologische Ansprache	2.6.1
- Bohrprofil	2.6.2
- Kernfotos	2.6.3
- Schichtenverzeichnis Bohrfirma	2.6.4
▪ Kernbohrung A7	
- Ingenieurgeologische Ansprache	2.7.1
- Bohrprofil	2.7.2
- Kernfotos	2.7.3
- Schichtenverzeichnis Bohrfirma	2.7.4
▪ Kernbohrung A8	
- Ingenieurgeologische Ansprache	2.8.1
- Bohrprofil	2.8.2
- Kernfotos	2.8.3
- Schichtenverzeichnis Bohrfirma	2.8.4
▪ Kernbohrung A9	
- Ingenieurgeologische Ansprache	2.9.1
- Bohrprofil	2.9.2
- Kernfotos	2.9.3
- Schichtenverzeichnis Bohrfirma	2.9.4
▪ Kernbohrung A10	
- Ingenieurgeologische Ansprache	2.10.1
- Bohrprofil	2.10.2
- Kernfotos	2.10.3
- Schichtenverzeichnis Bohrfirma	2.10.4
▪ Kernbohrung A11	
- Ingenieurgeologische Ansprache	2.11.1
- Bohrprofil	2.11.2
- Kernfotos	2.11.3
- Schichtenverzeichnis Bohrfirma	2.11.4

- Kernbohrung A12
 - Ingenieurgeologische Ansprache 2.12.1
 - Bohrprofil 2.12.2
 - Kernfotos 2.12.3
 - Schichtenverzeichnis Bohrfirma 2.12.4

Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche

- Laborbericht Nr. 11/012-6 des Institutes für Geotechnik der Universität Stuttgart vom 12.04.2012:
Pumpspeicherkraftwerk Happurg, Sanierung Oberbecken,
Bodenmechanische Laboruntersuchungen, 3. Erkundungsphase:
Anomalien außerhalb der Versturzzone 3

Pumpspeicherkraftwerk Happurg · Sanierung Oberbecken

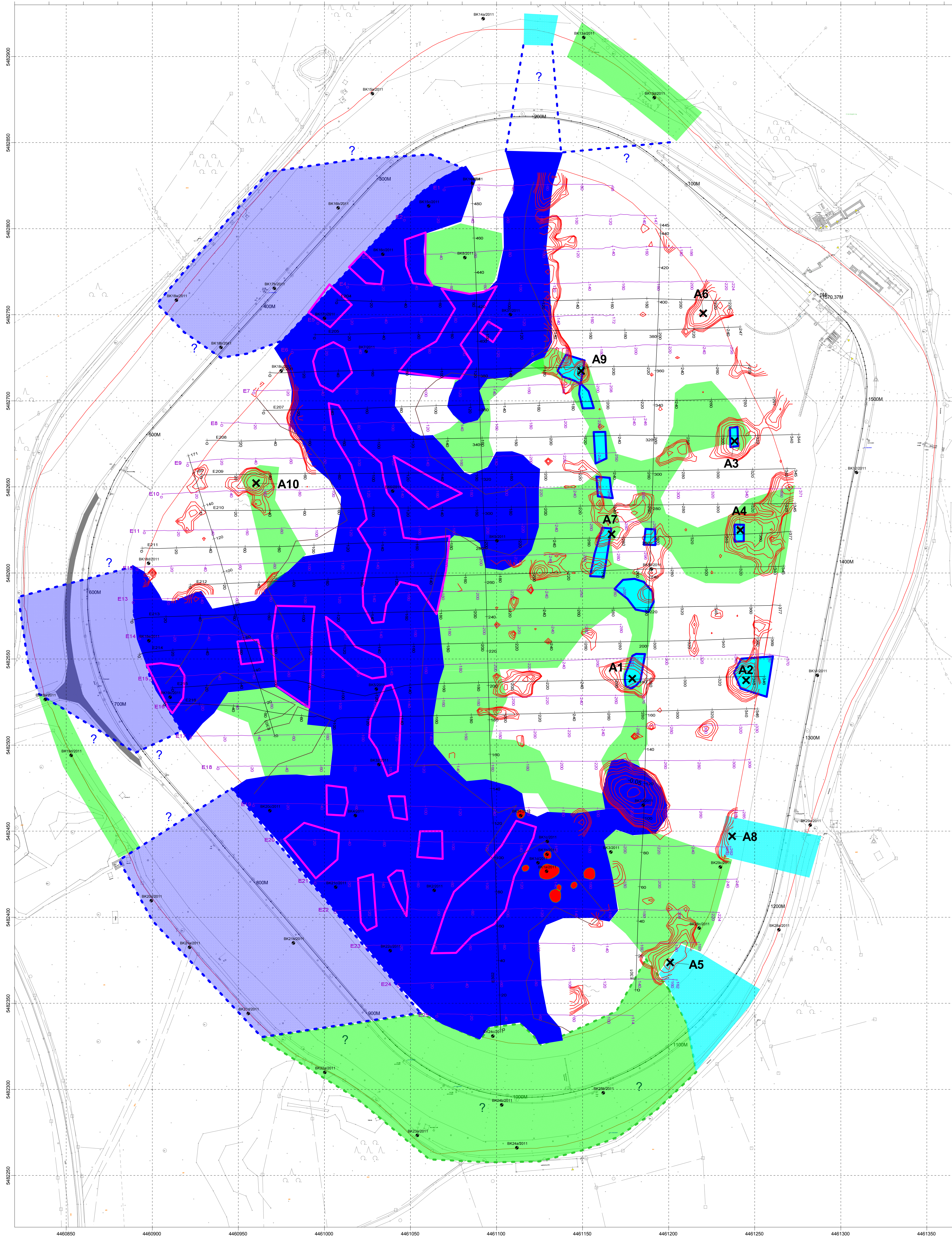
Ergänzende Kernbohrungen außerhalb der Versturzzone im Februar 2012

Anlage 1

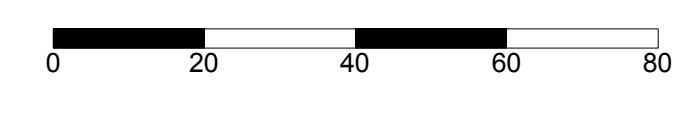
Lagepläne

- Geophysikalische Faktenkarte (Phase 2)
als Ergebnis der zweiten geophysikalischen
Messkampagne (Anlage 12 aus [U03])

1.1



- Legende**
- Störzone nach Komplexinterpretation
 - Interpolierte Störzone, Verlauf unsicher (keine Messdaten unter Dammkörper)
 - Hinweise auf Lockermaterial bzw. Verwitterung unterhalb der Felslinie
 - Verdacht auf enfestigte Bereiche außerhalb der vermuteten Störzone
 - Enfestigte Bereiche außerhalb der Störzone in Oberflächennähe mit Verdacht auf lokal stark verminderte Kalksteinmächtigkeit
 - Hinweise auf isolierte Kalksteinkörper (Blöcke, Schollen) innerhalb der Störzone
 - Bohrung mit Name
 - Umriss der Störzone nach Altunterlagen
 - Erdfälle 2011
 - Messprofile (Geoelektrik / teilw. Seismik) Phase 1
 - Messprofile Geoelektrik Phase 2
 - lokale Schwereminima aus Lokalfeld Griffin 8s (dg < -0.01 mGal)
 - A1**
X Vorgeschlagener Ansatzpunkt für Kontrollbohrung mit Anomaliebezeichnung entspr. Kapitel 4



Geophysik GGD <small>Gesellschaft für geowissenschaftliche Dienste m.b.H. Ehrenstraße 33, D 04105 Leipzig Telefon (0341) 5 83 13-0 Telefax (0341) 5 83 13-33</small>	
Objekt:	PSW Happurg Geophysikalische Erkundung Geoelektrik, Refraktionsseismik & Gravimetrie (Phase 2)
Auftraggeber:	E.ON Wasserkraft GmbH, Wasserbau Luitpoldstraße 27 84034 Landshut
Titel:	Geophysikalische Faktenkarte (Phase 2)
angef.: Schw.	Datum: 20.12.2011
	Blattzahl: 12
	Maßstab: 1 : 1000
	Arbeitsnr.: 12

Pumpspeicherkraftwerk Happurg · Sanierung Oberbecken

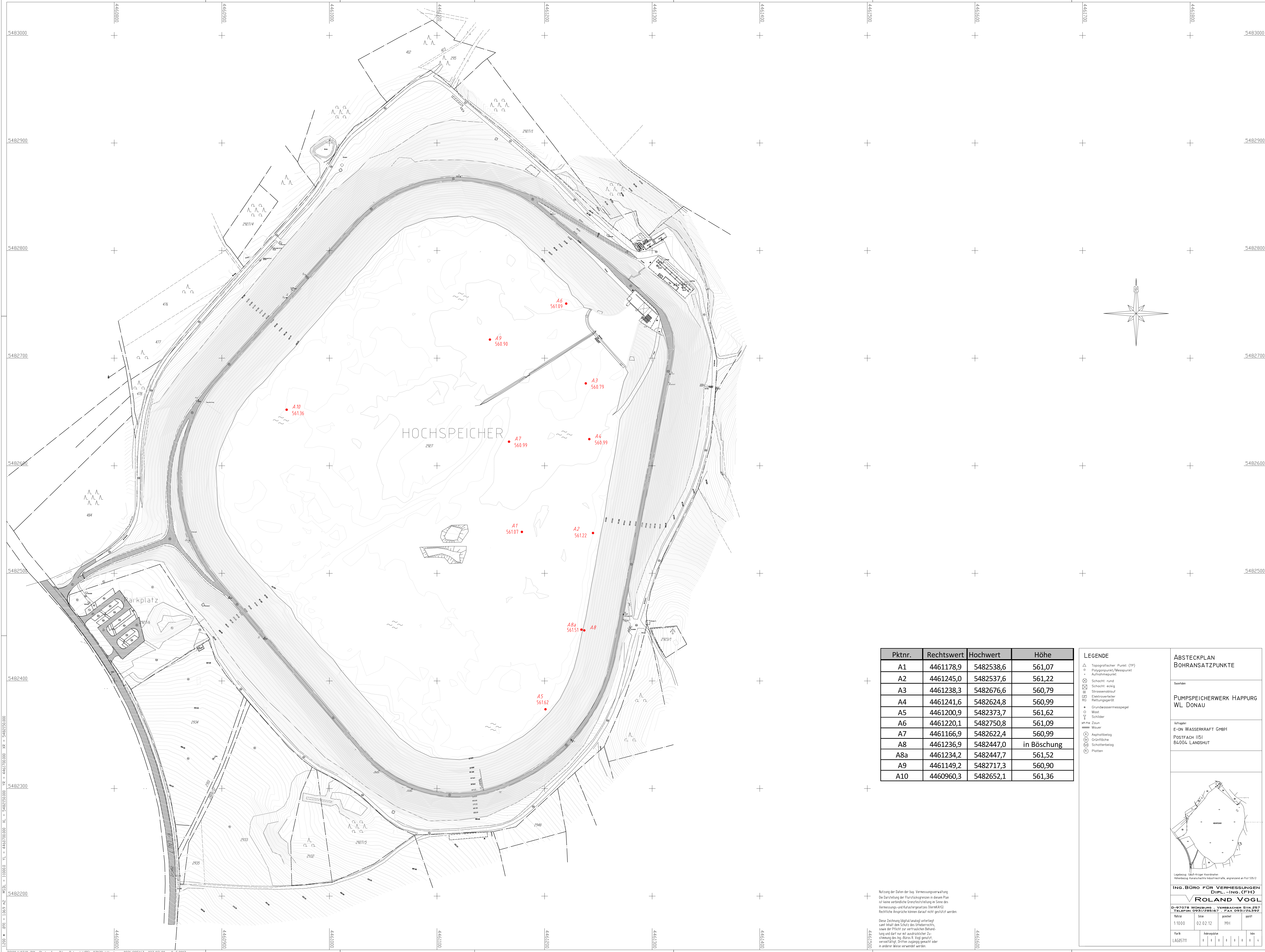
Ergänzende Kernbohrungen außerhalb der Versturzzone im Februar 2012

Anlage 1

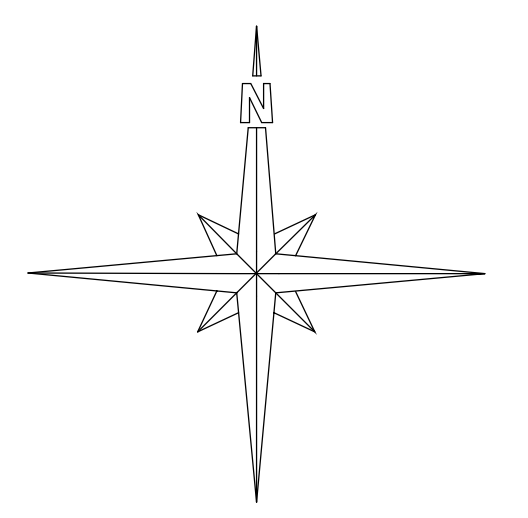
Lagepläne

- Lageplan Oberbecken Happurg mit den Ansatzpunkten der im Februar 2012 ausgeführten Kernbohrungen (Plan-Nr.: LAG05711 des Ing.-Büros Vogl, Stand 02.02.2012)

1.2



HOCHSPEICHER



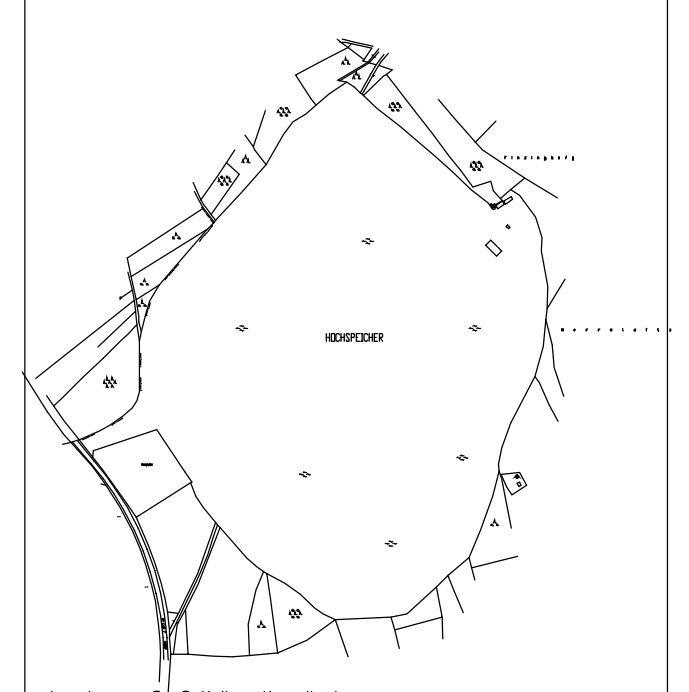
Pktnr.	Rechtswert	Hochwert	Höhe
A1	4461178,9	5482538,6	561,07
A2	4461245,0	5482537,6	561,22
A3	4461238,3	5482676,6	560,79
A4	4461241,6	5482624,8	560,99
A5	4461200,9	5482373,7	561,62
A6	4461220,1	5482750,8	561,09
A7	4461166,9	5482622,4	560,99
A8	4461236,9	5482447,0	in Böschung
A8a	4461234,2	5482447,7	561,52
A9	4461149,2	5482717,3	560,90
A10	4460960,3	5482652,1	561,36

- LEGENDE**
- △ Topografischer Punkt (TP)
 - Pegelpunkt / Messpunkt
 - Aufnahmeplatz
 - Schicht / Fund
 - Schicht / einig
 - Strassenablauf
 - Elektroverleter
 - Rechengerüst
 - Grundbesitzmesspegel
 - Mast
 - Schilder
 - Zaun
 - Mauer
 - Asphaltbelag
 - Geröllfläche
 - Schotterbelag
 - Platten

**ABSTECKPLAN
BOHRANSATZPUNKTE**

**PUMPSPEICHERWERK HAPPURG
WL DONAU**

Mitgeber:
E-ON WASSERKRAFT GMBH
POSTFACH 1151
84.004 LANDSHUT



**ING. BÜRO FÜR VERMESSUNGEN
DIPL.-ING. (FH)
ROLAND VOGL**

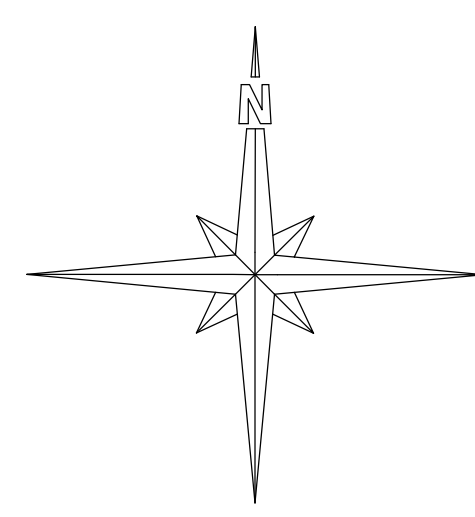
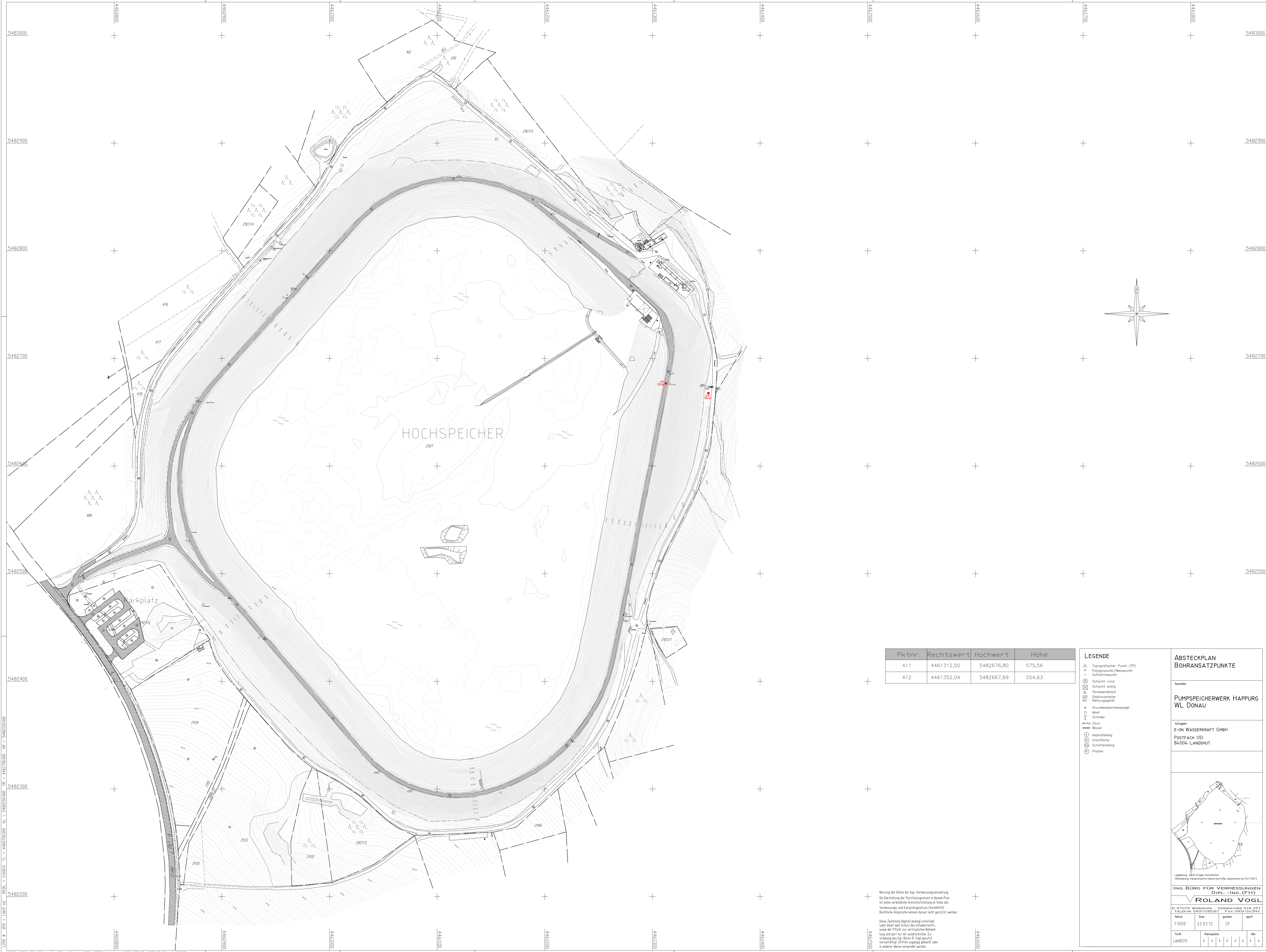
D-92078 WÜRZBURG, VERMESSUNG SW 257
TEL: 09301/23017, FAX: 09301/23092

Maßstab	Datum	gezeichnet	geprüft
1:1000	02.02.12	MH	spff

Plan: 14695111

Nutzung der Daten der bay. Vermessungsverwaltung
Bei Darstellung der Flurstücksgrenzen in diesem Plan
ist keine verbindliche Grenzfeststellung im Sinne des
Vermessungs- und Katastergesetzes (VermAG)
Rechtliche Ansprüche können daraus nicht gestützt werden.

Diese Zeichnung (Egk) ist lediglich
zum Abmaß der Schutz des Urheberrichts,
sowie der Prüfung der vertraglichen Beziehung
und darf nur zur Ausüblichkeit der
Steuerung des Ing.-Büros in Verbindung
verwendet werden. In keinem anderen
oder in anderer Weise verwendet werden.



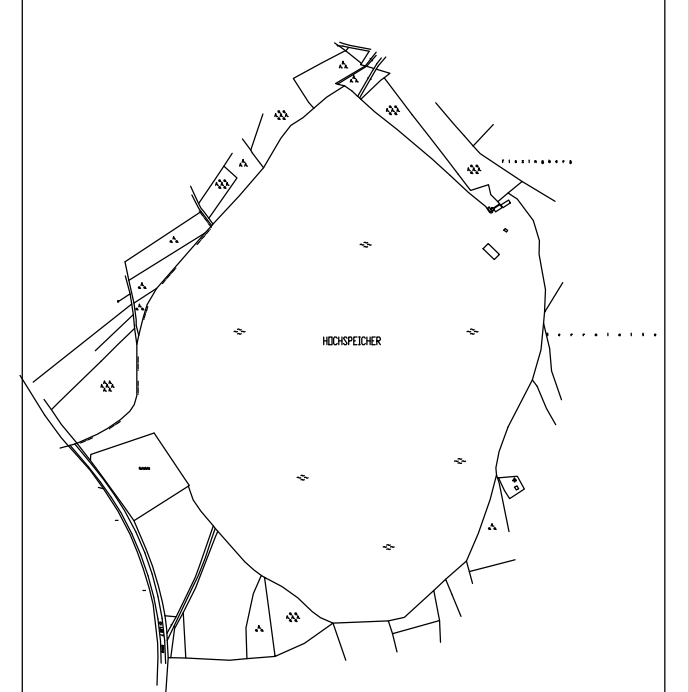
Pktnr.	Rechtswert	Hochwert	Höhe
A11	4461312,50	5482676,80	575,56
A12	4461352,04	5482667,69	554,63

- LEGENDE**
- △ Topografischer Punkt (TP)
 - Höhenpunkt/Neuspunkt
 - Aufnahmepunkt
 - ⊗ Schacht rund
 - ⊗ Schacht eckig
 - ⊗ Strassendübel
 - ⊗ Elektriverteller
 - ⊗ Rettungsgerüst
 - Grundwasseressmesspegel
 - Mast
 - ∇ Schilder
 - ⊕ Zaun
 - ⊕ Mauer
 - Asphaltbelag
 - Grünstreifen
 - ⊗ Schotterbelag
 - ⊗ Platten

**ABSTECKPLAN
BOHRANSATZPUNKTE**

**PUMPSPEICHERWERK HAPPURG
WL DONAU**

E-ON WASSERKRAFT GMBH
POSTFACH 1151
84004 LANDSHUT



Legende: 4461-Koordinaten
Hochwert: 5482676,80m
ING. BORO FÜR VERMESSUNGEN
DIPL.-ING. (FH)
ROLAND VOGL
D-97078 Würzburg, Vertriebscenter, 97078, 25,7
Telefon: 0931/251167 Fax: 0931/251292

Masse	Stab	gestrichelt	gestrichelt	gestrichelt
1:1000	22.03.12	SF	SPF	

Blatt	Abmessung	Blatt
LAH0511	6 0 0 0 0 0 0 0 0 0	6

Nutzung der Daten der bay. Vermessungsverwaltung
Die Darstellung der Flurstücksgrenzen in diesem Plan
ist ohne verbindliche Gewährleistung im Sinne des
Vermessungs- und Katastergesetzes (VerMKG)
Rechtliche Ansprüche können darauf nicht gestützt werden.
Dieser Zeichnung ist die Maßstabangabe
entfällt den Maßstab des Urhebungsrechts,
sowie der Pflicht zur vertraulichen Behand-
lung und darf nur mit ausdrücklicher Zu-
stimmung des Ing. Boro Vogl genutzt,
vervielfältigt, Dritten zugänglich gemacht oder
in anderer Weise verwendet werden.

Pumpspeicherkraftwerk Happurg · Sanierung Oberbecken

Ergänzende Kernbohrungen außerhalb der Versturzzone im Februar 2012

Anlage 2

Ergebnisse der ergänzenden Kernbohrungen Februar 2012

▪ Kernbohrung A 1/2012

- Ingenieurgeologische Ansprache 2.1.1
- Bohrprofil 2.1.2
- Kernfotos 2.1.3
- Schichtenverzeichnis Bohrfirma 2.1.4



Bohrgutbeschreibung

Bohrpunkt A1

Lage d. Bohrung: R \approx 44 61 178,9 H \approx 54 82 538,6 A.P. \approx 561,1 mNN Bohrdatum: 15.-16.02.2012

Das Bohrprofil erschloss unter der 0,6 m starken Schutzschicht die 0,55 m mächtige mineralische Abdichtung des Oberbeckens und darunter bis in 3,0 m Tiefe unter A.P. kiesig-lehmige und z. T. sandige Ausgleichsschichten. Ab 3,0 m Tiefe bis in 8,0 m Tiefe unter dem Bohransatzpunkt wurden steinig-lehmig-sandige Böden einer Karstspaltenfüllung erbohrt. Darunter folgten Weißjura-Kalksteinschutt und felsartiges Kalkgestein bis zur Endteufe 18,0 m unter Ansatzpunkt.

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
0,0	0-0,6 (0,6)	561,1	Beckensohle (erschloss. Mächtigkeit: 3,0 m) <u>Schutzschicht</u> (kiesig-lehmiger Abraumboden) A (G, u - u), GK-Anteil: Weißjura-Kalksteinschutt, hellgrau, FK-Anteil: breiig, gelblich graubraun, nass.
0,6	0,6-1,15 (0,55)	560,5	<u>Mineralische Dichtung (Lehmdichtung)</u> A (T), steif, graubraun, zäh, feucht.
1,15	1,15-1,4 (0,25)	559,95	<u>Dränagesand 0/3</u> A (mS), rötlich graubraun, locker gelagert, Fremdmaterial.
1,4	1,4-3,0 (1,6)	559,7	<u>Ausgleichsschichten (Unterbau)</u> Details (Zahlenangaben in m Tiefe unter Ansatzpunkt): 1,4-1,5: A (mS + U), mitteldicht gelagert, FK-Anteil: steif, gelbbraun. 1,5-1,7: A (G + U, fs'), GK-Anteil: (wj-KSt.) feinsplittartig, in Lehmmatrix eingebettet, grau, FK-Anteil: steif, gelbbraun. 1,7-2,0: A (U, fs'), steif, gelbbraun. 2,0-2,5: A (G (wj.-KSt.), t̄, u), FK-Anteil: steif, feucht, schmierig. 2,5-2,8: A (mS), rötlich graubraun, feucht-nass, Fremdmaterial 2,8-2,95: A (U, f̄s), steif, gelbbraun, feucht-nass. 2,95-3,0: KSt. (A?), hart, grau, brockig.
3,0		558,1	<u>Karstspaltenfüllung in Weißjura-Schichten</u> (erschloss. Mächtigkeit 4,95 m) <u>Karstspaltenfüllung</u> Im Tiefenband zwischen 3,0 m und 7,95 m unter A.P. wurde vermutlich eine Karstspalte erbohrt (stratigraphische Deutung: tertiär verfüllte Karstspalte innerhalb der ki 1 - <i>Platynota</i> -Schichten), die am Bohrpunkt teilweise mit fluviatil verfrachtetem Lockergesteinsmaterial und teilweise mit Weißjura-KSt.-Brocken erfüllt war.

**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt A1**

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
3,0	3,0-3,4 (0,4)	558,1	U, \bar{s} , g' , breiig, gelblich graubraun, nass; zuunterst einzelner KSt.-Brocken, mit 5 cm Kantenlänge schwimmend in Lehm-Sandmatrix eingebettet.
3,4	3,4-6,5 (3,1)	557,7	U, $\bar{f}s$, lokal KSt.-Stücke schwimmend in lehmig-sandiger Matrix eingebettet, schwach feucht. In 3,8 m - 4,0 m Tiefe unter A.P.: dunkelrostbraune, vermutlich Fe-haltige Konkretionen.
6,5	6,5-6,8 (0,3)	554,6	G, s, u' -u, hellgrau und braun. Der GK-Anteil besteht aus mürben, zwischen den Fingern brechbaren schneeweißen Schluffsteinstücken bis ca. 4 cm Kantenlänge.
6,8	6,8-7,4 (0,6)	554,3	U + fS , fg' , FK-Anteil: steif, gelblich hellbraun, fG -Anteil schwimmend in Lehm-Sand-Matrix eingebettet.
7,4	7,4-7,6 (0,2)	553,7	G, \bar{u} , \bar{s} , dunkelrostgrau und gelbbraun, vermutlich Fe-haltige Konkretionen, körnig, mit Lehm, steif.
7,6	7,6-7,95 (0,35)	553,5	U + fS , FK-Anteil: steif, gelbbraun.
			<u>Weißjura-Schichten an der Basis und unterhalb der Karstspalte</u> (stratigraphische Deutung: <i>Oxfordkalk (ox2)</i>). (erschlossene Mächtigkeit 10,05 m)
7,95	7,95-18,0 (10,05)	553,15	Details (Zahlenangaben in m Tiefe unter Ansatzpunkt): 7,95-8,0: gG (KSt.), hart, scherbilig, hellgrau. 8,0-9,0: Kernscheiben und vollzyl. Kerne mit Längen: 3 / 65 / 15 / 3 cm und 10 cm Scherben (Kernmarsch von 8 m - 9 m: RQD = 0,80). 9,0-10,0: X (KSt.), hart, brockig, keine zylindr. Kerne (Kernmarsch von 9 m - 10 m: RQD = 0).
(10,0)		(551,1)	

**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt A1**

Tiefe [m]	Tiefen- band [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
Fortsetzung:			
(10,0)		(551,1)	10,0-11,0: KSt., hart, vertikal gespaltene Kerne mit Längen: 40 / 8 / 9 / 10 / 3 / 14 / 2 / 4 cm. (Kernmarsch von 10 m - 11 m: RQD = 0).
			11,0-12,0: KSt., hart, vollzyl. Kern, Kernscheibe, 33 / 4 cm lang und grober Gesteinsschutt. (Kernmarsch von 11 m - 12 m: RQD = 0,33).
			12,0-14,45: gG, x (KSt.), grober Gesteinsschutt (Kernmarsch von 12 m - 14 m: RQD = 0).
			14,45-15,0: KSt., hart, hellgrau, vollzyl. Kerne und einzelne Kernscheibe mit Längen: 17 / 2 / 16 / 15 cm. (Kernmarsch von 14 m - 15 m: RQD = 0,48).
			15,0-16,0: KSt., hart, zuoberst zylindr. Kern, 17 cm lang, am Rand über ganze Länge vertikal abgespalten darunter bis 15,9 m: grober KSt.-Schutt; zuunterst zylindr. Kern 10 cm lang. (Kernmarsch von 15 m - 16 m: RQD = 0).
			16,0-18,0: KSt., hart, grau; Folge kurzer Kerne und Kernscheiben mit max. Kernlänge von 19 cm (ohne differenzierende Aufnahme).
18,0		543,1	Bohrlochendteufe.

Projekt : PSW Happurg, Sanierung Oberbecken

Rechtswert : 4461178,9
 Hochwert : 5482538,6

GEOTECHNISCHES BOHRLOG: A1-2012


Teufe (m)	K M	Kern-gewinn (%)		RQD (%)		Kern-qualität 1 - 5		Trenn-flächen pro m		Pro-ben	Symbol	Geol.-Geotechn. Beschreibung
		25	75	20	60	1	3	8	24			
NN +561.10 m												
1.0	1									1	○ ●●	Kies, schluffig und Kalksteinschutt (Schutzschicht) grau
										0.60	○ ●●	Ton (Lehmdichtung) graubraun
2.0	2									3	●●●●	Mittelsand locker (Drainagesand) rötlich graubraun
										1.40	●●●●	Mittelsand und Schluff (Auffüllung?) braungelb
										1.50	●●●●	Kies und Schluff, schwach feinsandig grau/ braungelb
										1.70	●●●●	Schluff, schwach feinsandig braungelb
3.0	3									5	○ ●●	Kies, stark tonig, schluffig
										2.50	○ ●●	Mittelsand rötlich graubraun
										2.80	●●●●	Schluff, stark feinsandig braungelb
										2.95	●●●●	Steine, kiesig (von Kalkstein) hellgrau
4.0	4									6	○ ●●	Schluff, stark schluffig, schwach kiesig, nass (Karstspaltenfüllung?) graubraun
										3.00	○ ●●	Schluff, stark feinsandig lokal Kalkstein-Fragmente braungelb
										3.40	○ ●●	Kies, sandig, schluffig hellgrau/ braun
											○ ●●	Schluff und Feinsand, schwach feinkiesig gelblich hellbraun
5.0	5									7	○ ●●	Kies, stark schluffig, stark sandig dunkelrostgrau und braungelb
										6.50	○ ●●	Schluff und Feinsand
										6.80	○ ●●	Kalkstein hart hellgrau
										7.40	○ ●●	Kalkstein brüchig, Kluft 78 Grad von 8,9 m bis 9,3 m hellgrau
7.0	6									8	○ ●●	
										7.60	○ ●●	
8.0	7									9	○ ●●	
										8.00	○ ●●	
9.0	8									10	○ ●●	
										9.00	○ ●●	
10.0	10											

Projekt : PSW Happurg, Sanierung Oberbecken


Rechtswert : 4461178,9
 Hochwert : 5482538,6

GEOTECHNISCHES BOHRLOG: A1-2012

Teufe (m)	K M	Kern- gewinn (%)		RQD (%)		Kern- qualität 1 - 5		Trenn- flächen pro m		Pro- ben	Symbol	Geol.-Geotechn. Beschreibung
		25	75	20	60	1	3	8	24			
											NN +551.10 m	
11.0	11											Kalkstein Kluft 84 Grad von 9,8 bis 10,5 m hellgrau
12.0	12										11.35	
13.0	13										12.90	Kalkstein brüchig, Kluft 84 Grad hellgrau
14.0	14											
15.0	15											Kalkstein Klüfte 85 und 86 Grad hellgrau
16.0	16										15.20	
16.0	16										15.80	Kalkstein brüchig hellgrau
17.0	17											
17.0	17											Kalkstein schwach geschichtet Klüfte 54 und 72 Grad
18.0	18										18.00	

A 1/2012	Tiefe: 0 m bis 12 m
gebohrt: 15.02.-16.02.2012	aufgenommen: 17.02.2012
	

The photograph shows a vertical sequence of soil core samples in a wooden tray. The samples are labeled with depth markers on the left (0 m to 11 m) and right (1 m to 12 m). The soil colors range from light brown to dark brown, with some samples showing distinct layering or textures. A yellow measuring tape is visible between the samples. The samples are numbered 0 through 11, corresponding to the depth markers.

A 1/2012	Tiefe: 12 m bis 18 m
gebohrt: 15.02.-16.02.2012	aufgenommen: 17.02.2012
	

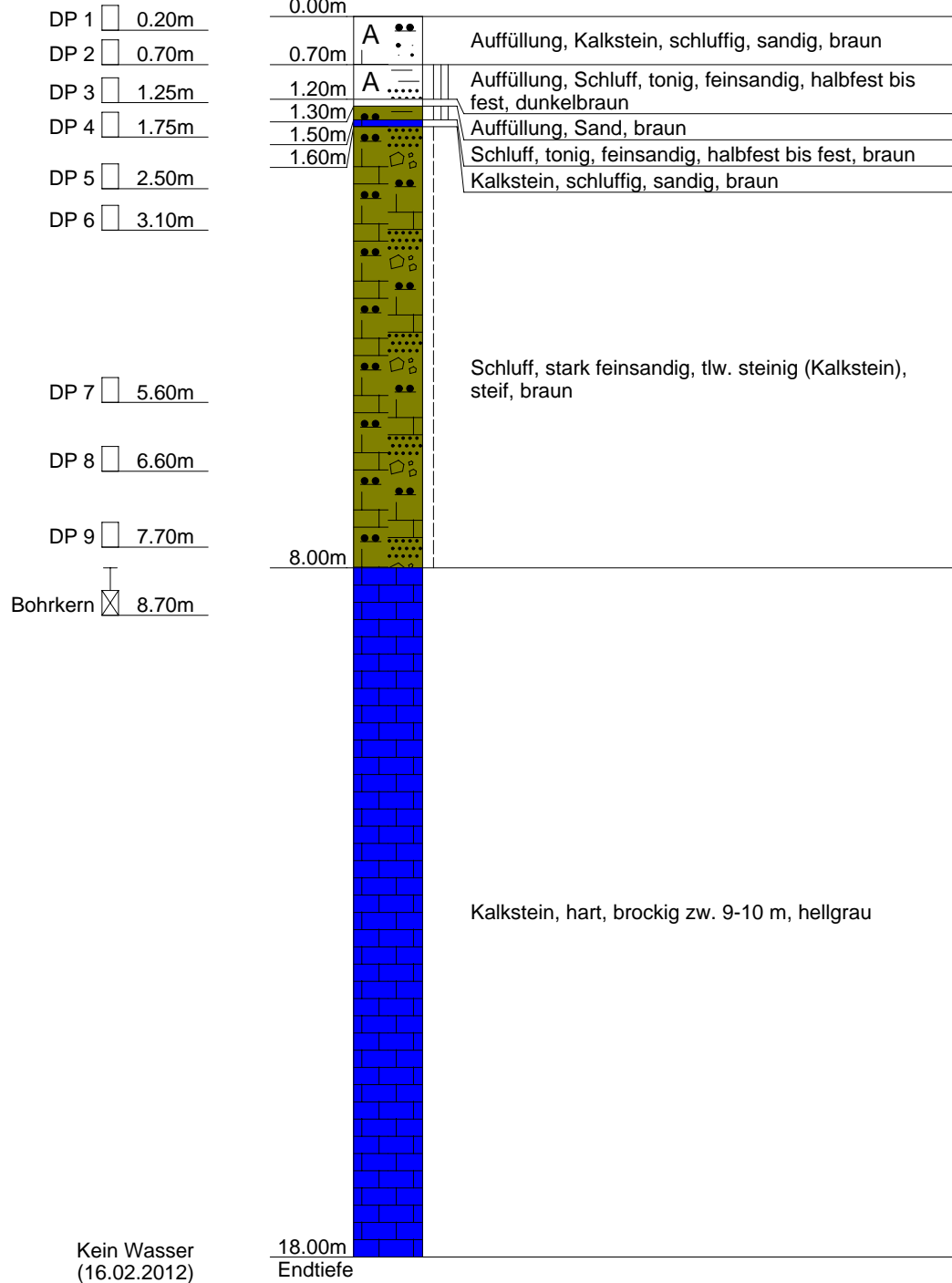


Abt Wasser- und
Umwelttechnik GmbH
Daimlerstraße 2
87719 Mindelheim

Projekt: PSW Happurg, Oberbecken
ProjektNr: Erkundung infolge Schadensfall
Maßstab: 1: 100
Datum: 19.03.2012 / Kostenstelle: 2549

A 1

Ansatzpunkt: 561.100 mNN





Abt Wasser- und
Umwelttechnik GmbH
Daimlerstraße 2
87719 Mindelheim

Kopfblatt nach DIN 4022 zum Schichtenverzeichnis
für Bohrungen
Baugrundbohrung

Archiv-Nr:
Aktenzeichen: **2549**

Anlage:
Bericht:

**1 Objekt PSW Happurg,
Oberbecken**

Anzahl der Seiten des Schichtenverzeichnisses: **4**
Anzahl der Testberichte und ähnliches:

2 Bohrung Nr. A 1

Zweck: **Baugrunderkundung**

Ort: **Happurg**

Lage (Topographische Karte M = 1 : 25000):

Nr:

Rechts: **4461178.90** Hoch: **5482538.60**

Lotrecht

Richtung:

Höhe des a) zu NN **561.10**

m

Ansatzpunktes b) zu

m gleich Gelände

3 Lageskizze (unmaßstäblich)

Bemerkung:

4 Auftraggeber: E.ON Wasserkraft GmbH, Luitpoldstraße 27, 84034 Landshut

Fachaufsicht: **Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Christian Moormann, Möhringer Landstr. 58, 70563 Stuttgart**

5 Bohrunternehmen: Abt Wasser- und Umwelttechnik GmbH, Daimlerstraße 2, 87719 Mindelheim

gebohrt von: **15.02.2012** bis: **16.02.2012**

Tagesbericht-Nr:

Projekt-Nr: **Erkundung infolge**

Geräteführer: **Herr Munteanu**

Qualifikation: **Bohrgeräteführer**

Geräteführer:

Qualifikation:

Geräteführer:

Qualifikation:

6 Bohrgerät Typ: Comacchio 1

Baujahr:

Bohrgerät Typ:

Baujahr:

7 Messungen und Tests im Bohrloch:

8 Probenübersicht:	Art - Behälter	Anzahl	Aufbewahrungsort
Bohrproben	Kernkisten	18 m	E.ON Happurg
Bohrproben	Liner	8	
Bohrproben	DP	9	
Sonderproben	Bohrkern	1	
Wasserproben			

9 Bohrtechnik	BP = Bohrung mit durchgehender Gewinnung nichtgekernter Proben	BKR= BK mit richtungsorientierter Kernentnahme
9.1 Kurzzeichen		BKB= BK mit beweglicher Kernumhüllung
9.1.1 Bohrverfahren	BuP= Bohrung mit Gewinnung unvollständiger Proben	BKF= BK mit fester Kernumhüllung
9.1.1.1 Art:	BS = Sondierbohrungen	... =
BK = Bohrung mit durchgehender Gewinnung gekernter Proben	... =	

9.1.1.2 Lösen:	ram = rammend	schlag = schlagend
rot = drehend	druck = drückend	greif = greifend

9.1.2 Bohrwerkzeug	HK = Hohlkrone	Schn = Schnecke	... =
9.1.2.1 Art:	VK = Vollkrone	Spi = Spirale	... =
EK = Einfachkernrohr	H = Hartmetallkrone	Kis = Kiespumpe	... =
DK = Doppelkernrohr	D = Diamantkrone	Ven = Ventilbohrer	
TK = Dreifachkernrohr	Gr = Greifer	Mei = Meißel	
S = Seilkernrohr	Schap = Schappe	SN = Sonde	

9.1.2.2 Antrieb:	HA = Hand	DR = Druckluft
G = Gestänge	F = Freifall	HY = Hydraulik
SE = Seil	V = Vibro	

9.1.2.3 Spülhilfe:	SS = Sole	d = direkt
WS= Wasser	DS = Dickspülung	id = indirekt
LS = Luft	Sch = Schaum	

9.2 Bohrtechnische Tabellen												
Tiefe in m Bohrlänge in m von		Bohrverfahren Art		Bohrwerkzeug Art				Verrohrung Außen ø mm			Bemerkungen	
bis		Lösen		ø mm				Innen ø mm		Tiefe m		
0.00	8.00	BK	ram	Schap		SE-DR			220		8.00	
8.00	18.00	BK	rot	S	150	G-HY	LS				18.00	

9.3 Bohrkronen			9.4 Geräteführer-Wechsel						
Nr	Nr:	ø Außen/Innen:	Nr	Datum Tag/Monat Jahr	Uhrzeit	Tiefe	Name Geräteführer für	Ersatz	Grund
1	Nr:	ø Außen/Innen: /	1						
2	Nr:	ø Außen/Innen: /	2						
3	Nr:	ø Außen/Innen: /	3						
4	Nr:	ø Außen/Innen: /	4						
5	Nr:	ø Außen/Innen: /							
6	Nr:	ø Außen/Innen: /							

10 Angaben über Grundwasser, Verfüllung und Ausbau

Wasser erstmals angetroffen bei _____ m, Anstieg bis _____ m unter Ansatzpunkt

Höchster gemessener Wasserstandgleich Ansatzpunkt bei _____ m Bohrtiefe

Verfüllung: **0.00** m bis **18.00** m Art: **Compactonit** von: _____ m bis: _____ m Art:

Nr	Filterrohr			Filterschüttung			Körnung mm	Sperrschicht			OK Peilrohr m über/unter Ansatzpunkt
	von m	bis m	ø mm	Art	von m	bis m		von m	bis m	Art	

11 Sonstige Angaben

Datum: **01.03.2012** Firmenstempel: _____ Unterschrift: _____

DC



Abt Wasser- und
Umwelttechnik GmbH
Daimlerstraße 2
87719 Mindelheim

Anlage
Bericht:
Az.: 2549

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **PSW Happurg, Oberbecken**

Bohrung Nr. A 1

Blatt 3

Datum:
**15.02.2012-
16.02.2012**

1	2				3	4	5	6		
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben				
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)		
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe							
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt						
0.70	a) Auffüllung, Kalkstein, schluffig, sandig					DP	1	0.10		
	b)							-0.20		
	c)		d)			e) braun		0.60		
	f)		g)			h)	i)	-0.70		
1.20	a) Auffüllung, Schluff, tonig, feinsandig									
	b)									
	c) halbfest bis fest		d)						e) dunkelbraun	
	f)		g)						h)	i)
1.30	a) Auffüllung, Sand					DP	3	1.15		
	b)							-1.25		
	c)		d)					e) braun		
	f)		g)					h)	i)	
1.50	a) Schluff, tonig, feinsandig									
	b)									
	c) halbfest bis fest		d)						e) braun	
	f)		g)						h)	i)
1.60	a) Kalkstein, schluffig, sandig									
	b)									
	c)		d)						e) braun	
	f)		g)						h)	i)



Abt Wasser- und
Umwelttechnik GmbH
Daimlerstraße 2
87719 Mindelheim

Anlage
Bericht:
Az.: **2549**

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **PSW Happurg, Oberbecken**

Bohrung Nr. A 1

Blatt 4

Datum:
**15.02.2012-
16.02.2012**

1	2	3	4	5	6
Bism unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkungen c) Beschaffenheit nach Bohrgut d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang e) Farbe f) Übliche Benennung g) Geologische Benennung h) Gruppe i) Kalk- gehalt	Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
			Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
8.00	a) Schluff, stark feinsandig, tlw. steinig (Kalkstein) b) c) steif d) e) braun f) g) h) i)		DP DP DP DP DP DP	4 5 6 7 8 9	1.65 -1.75 2.4-2.5 3.0-3.1 5.5-5.6 6.5-6.6 7.60 -7.70
18.00 Endtiefe	a) Kalkstein b) hart, brockig zw. 9-10 m c) d) e) hellgrau f) g) h) i)	kein Wasser 16.02.2012	Bohr- kern		8.00 -8.70

Pumpspeicherkraftwerk Happurg · Sanierung Oberbecken

Ergänzende Kernbohrungen außerhalb der Versturzzone im Februar 2012

Anlage 2

Ergebnisse der ergänzenden Kernbohrungen Februar 2012

▪ Kernbohrung A 2/2012

- Ingenieurgeologische Ansprache 2.2.1
- Bohrprofil 2.2.2
- Kernfotos 2.2.3
- Schichtenverzeichnis Bohrfirma 2.2.4



Bohrgutbeschreibung

Bohrpunkt A2

Lage d. Bohrung: R \approx 44 61 245,0 H \approx 54 82 537,6 A.P. \approx 561,2 mNN Bohrdatum: 14.-16.02.2012

Das Bohrprofil erschloss unter der 1,0 m starken Schutzschicht die 0,55 m mächtige mineralische Abdichtung des Oberbeckens und darunter bis in 2,25 m Tiefe unter A.P. kiesig-lehmige und z. T. sandige Ausgleichsschichten. Ab 2,25 m Tiefe bis in 10,7 m Tiefe unter dem Bohransatzpunkt wurden vorwiegend sandige Böden einer Karstspaltenfüllung erbohrt. Darunter folgten Weißjura-Kalksteinschutt und felsartiges Kalkgestein bis zur Endteufe 22,0 m unter Ansatzpunkt.

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
0,0	0-1,0 (1,0)	561,2	<p>Beckensohle (erschloss. Mächtigkeit: 2,25 m)</p> <p><u>Schutzschicht</u> (kiesig-lehmiger Abraumboden) Details (Zahlenangaben in m Tiefe unter Ansatzpunkt): 0-0,05: A (U, fs), steif, gelbbraun, sehr feucht. 0,05-0,5: A (gG, mg, u'), GK-Anteil: (wj.-KSt.) splittartig, grau, FK-Anteil: breiig, gelbbraun. 0,5-0,7: A (mG, s̄), locker gelagert, hellgrau mit sehr geringen Anteilen an Lehm. 0,7-1,0: A (U + G (fG+mG+gG), (KSt.)), FK-Anteil: weich, gelblich graubraun / grau.</p>
1,0	1,0-1,55 (0,55)	560,2	<p><u>Mineralische Dichtung (Lehmdichtung)</u> A (T, fs'), steif, graubraun, zäh, feucht.</p>
1,55	1,55-1,75 (0,2)	559,65	<p><u>Dränagesand 0/3</u> A (mS / gS, fg'), rötlich graubraun, locker gelagert, Fremdmaterial.</p>
1,75	1,75-2,25 (0,5)	559,45	<p><u>Ausgleichsschichten (Unterbau)</u> Details (Zahlenangaben in m Tiefe unter Ansatzpunkt): 1,75-1,85: A (T, s' - s), steif, gelblich graubraun, zäh. 1,85-2,0: A (mG, u'), GK-Anteil: (wj.-KSt.) feinsplittartig, hellgrau / gelblich braun. 2,0-2,25: A (mS, mg), mitteldicht gelagert, gelblich graubraun, enthält eckige und gerundete Kieskörner (Fremdmaterial).</p>
2,25		558,95	<p><u>Karstspaltenfüllung in Weißjura-Schichten</u> (erschloss. Mächtigkeit 8,45 m)</p> <p><u>Karstspaltenfüllung</u> Im Tiefenband zwischen 2,25 m und 10,7 m unter A.P. wurde vermutlich eine Karstspalte erbohrt (stratigraphische Deutung: tertiär verfüllte Karstspalte innerhalb der ki 1 - <i>Platynota</i>-Schichten), die am Bohrpunkt teilweise mit fluviatil verfrachtetem Lockergesteinsmaterial erfüllt war.</p>

**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt A2**

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
2,25	2,25-2,55 (0,3)	558,95	fS, mitteldicht gelagert, gedeckt rot / rotbraun.
2,55	2,55-3,0 (0,45)	558,65	T, fs - $\bar{f}s$, steif, gedeckt rot / rotbraun.
3,0	3,0-3,9 (0,9)	558,2	mS, locker gelagert, rötlich graubraun, enthält einzelne wj.-KSt.-Körner bis \varnothing 3 cm; typischer Ausgleichskiessand 0/3, vermutlich fluviatil umgelagert.
3,9	3,9-6,0 (2,1)	557,3	fS bis mS, dicht gelagert, gelbbraun und rotbraun; in 5,0 m-5,45 m KSt.-Körner bis \varnothing 4 cm schwimmend eingel.
6,0	6,0-7,4 (1,4)	555,2	U + fS, FK-Anteil: steif, GK-Anteil: dicht gelagert, gelbbraun und rotbraun.
7,4	7,4-10,7 (3,3)	553,8	T, fs bis fS, t, FK-Anteil steif, GK-Anteil: dicht gelagert, relativ homogene Abfolge sandig-tonigen Lockergesteins mit wechselnden Anteilen an fS und T, gelbbraun und rotbraun.
10,7	10,7-22,0 (11,3)	550,5	<u>Weißjura-Schichten an der Basis und unterhalb der Karstspalte</u> (stratigraphische Deutung: <i>Oxfordkalk</i> (ox2)). (erschlossene Mächtigkeit 11,3 m) Details (Zahlenangaben in m Tiefe unter Ansatzpunkt): 10,7-11,0: X (KSt.), g, hart, hellgrau, brockig, scherbilig, z. T. zerrammt. 11,0-12,35: X (KSt.), u, s, hart, hellgrau, grobbrockig, in 11,0-12,0 mit Lehm-Sand-Verbackungen, halbfest, graubraun. 12,35-12,5: KSt., hart, bankig, vertikal zerbroch. zylindr. Kern. 12,5-13,0: KSt., hart, grau, vollzylindr. Kern, 52 cm lang. 13,0-13,5: KSt., hart, grau, vollzyl. Kerne, 14 / 32 / 5 cm lg. 13,5-14,0: KSt., hart, grau, vertikal zerbroch. zylindr. Kerne.
(14,0)		(547,2)	

**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt A2**

Tiefe [m]	Tiefen- band [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
Fortsetzung:			
			14,0-15,0: KSt., hart, grau, bankig, vollzylindr. Kerne mit Längen von 53 / 40 cm und Gesteinsscherben. (Kernmarsch von 14 m - 15 m: RQD = 0,93).
			15,0-16,0: KSt., hart, grau, bankig, vollzylindr. Kerne und Kernscheiben mit Längen von: 11 / 50 / 3 / 4 / 4 / 24 cm. (Kernmarsch von 15 m - 16 m: RQD = 0,85).
			16,0-17,0: KSt., hart, grau, bankig, vollzyl. Kerne und Kernscheiben mit Längen: 17 / 13 / 8 / 32 / 2 / 12 cm und Gesteinsscherben. (Kernmarsch von 16 m - 17 m: RQD = 0,74).
			17,0-18,0: KSt., hart, grau, bankig, vollzylindrische Kerne mit Längen: 38 / 27 / 32 cm. (Kernmarsch von 17 m - 18 m: RQD = 0,97).
			18,0-19,0: KSt., hart, grau, bankig, vollzylindrische Kerne mit Längen: 10 / 21 / 60 cm. Der 60 cm lange Kern ist auf den unteren ca. 15 cm Länge schräg abgebrochen. (Kernmarsch von 18 m - 19 m: RQD ≈ 0,76).
			19,0-20,0: KSt., hart, grau, bankig, vollzylindr. Bohrgut (mit stirnseitigen Schrägbrüchen) sowie grobe Gesteinsscherben mehrfach gebrochener Kerne und einzelne Kernscheiben; Kernlängen: 20 / 45 / 5 / 7 cm. (Kernmarsch von 19 m - 20 m: RQD = 0,65).
			20,0-21,0: KSt., hart, grau, bankig, vollzyl. Kerne und Kernscheiben mit Längen: 32 / 18 / 10 / 12 cm, z. T. stirnseitig schräg gebrochen und dünne Gesteinsscheiben. (Kernmarsch von 20 m - 21 m: RQD = 0,72).
			21,0-22,0: KSt., hart, grau, bankig, vollzyl. Kerne mit Längen: 11 / 20 / 22 / 40 cm, z. T. stirnseitig schräg gebrochen. (Kernmarsch von 21 m - 22 m: RQD = 0,93).
22,0		539,2	Bohrlochendteufe.

Projekt : PSW Happurg, Sanierung Oberbecken

Rechtswert : 4461245,0
 Hochwert : 5482537,6

GEOTECHNISCHES BOHRLOG: A2-2012

Teufe (m)	K M	Kern-gewinn (%)		RQD (%)		Kern-qualität 1 - 5		Trenn-flächen pro m		Pro-ben	Symbol	Geol.-Geotechn. Beschreibung			
		25	75	20	60	1	3	8	24						
											NN +561.20 m				
— 1										1	0.05	Schluff, feinsandig braungelb			
											0.50	Grobkies, mittelkiesig, schwach schluffig (Schutzschicht)			
1.0											0.70	braungelb			
											1.00	Mittelkies, stark sandig (Schutzschicht) hellgrau			
— 2										2	1.55	Schluff und Kies (Schutzschicht) graubraun /grau			
2.0											1.75	Ton, schwach feinsandig Lehmdichtung graubraun			
											2.25	Mittelsand und Grobsand, schwach feinkiesig (Drainagesand) rötlich graubraun			
— 3										3	2.55	Ton, schwach sandig bis sandig graubraun gelblich			
3.0											3.00	Feinsand rotbraun			
													Ton, feinsandig rotbraun		
— 4										4	3.90	Mittelsand, schwach kiesig (vermutlich eingeschwemmter Filtersand) graubraun rötlich			
4.0															
														Feinsand und Mittelsand braungelb/ rotbraun	
— 5										5	6.00				
5.0															
															Schluff und Feinsand braungelb/ rotbraun
— 6										6	7.40				
6.0															
															Ton, feinsandig bis Feinsand, tonig braungelb/ rotbraun
— 7										7	10.00				
7.0															
— 8															
8.0															
— 9															
9.0															
— 10															
10.0															

Projekt : PSW Happurg, Sanierung Oberbecken

Rechtswert : 4461245,0
 Hochwert : 5482537,6

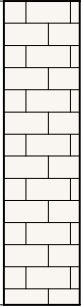
GEOTECHNISCHES BOHRLOG: A2-2012

Teufe (m)	K M	Kern-gewinn (%)		RQD (%)		Kern-qualität 1 - 5		Trenn-flächen pro m		Pro-ben	Symbol	Geol.-Geotechn. Beschreibung
		25	75	20	60	1	3	8	24			
											■	NN +551.20 m
11.0	11									8		Ton, feinsandig, tonig braungelb/ rotbraun
11.0												Steine, kiesig (von Kalkstein) hellgrau
12.0	12											Kalkstein hellgrau
13.0	13											Kalkstein Klüfte 80, 82, 80 Grad geschlossen
14.0	14											Kalkstein Klüfte 80, 82, 80 Grad geschlossen
15.0	15											Kalkstein kompakt Klüft 84 Grad, geschlossen hellgrau
16.0	16									9		Kalkstein Klüft 84 Grad, geschlossen hellgrau
17.0	17											Kalkstein Klüft 76 Grad, geschlossen hellgrau
18.0	18											Kalkstein Klüft 76 Grad, geschlossen hellgrau
18.30	19											Kalkstein Klüft 82 Grad von 18,7 bis 19 m Klüfte 62, 74, 73 Grad, geschlossen
19.0	19											Kalkstein Klüft 82 Grad von 18,7 bis 19 m Klüfte 62, 74, 73 Grad, geschlossen
20.0	20											Kalkstein Klüft 82 Grad von 18,7 bis 19 m Klüfte 62, 74, 73 Grad, geschlossen

Projekt : PSW Happurg, Sanierung Oberbecken


Rechtswert : 4461245,0
 Hochwert : 5482537,6

GEOTECHNISCHES BOHRLOG: A2-2012

Teufe (m)	K M	Kern- gewinn (%)		RQD (%)		Kern- qualität 1 - 5		Trenn- flächen pro m		Pro- ben	Symbol	Geol.-Geotechn. Beschreibung
		25	75	20	60	1	3	8	24			
											NN +541.20 m	
21.0	21											Kalkstein schwach geschichtet Klüfte 73, 72 Grad hellgrau
22.0	22											

A 2/2012	Tiefe: 0 m bis 12 m	
gebohrt: 14.02.-16.02.2012	aufgenommen: 17.02.2012	
0 m 1 m 2 m 3 m 4 m 5 m 6 m 7 m 8 m 9 m 10 m 11 m		1 m 2 m 3 m 4 m 5 m 6 m 7 m 8 m 9 m 10 m 11 m 12 m

A 2/2012	Tiefe: 12 m bis 22 m
gebohrt: 14.02.-16.02.2012	aufgenommen: 17.02.2012
12 m	13 m
13 m	14 m
14 m	15 m
15 m	16 m
16 m	17 m
17 m	18 m
18 m	19 m
19 m	20 m
20 m	21 m
21 m	22 m



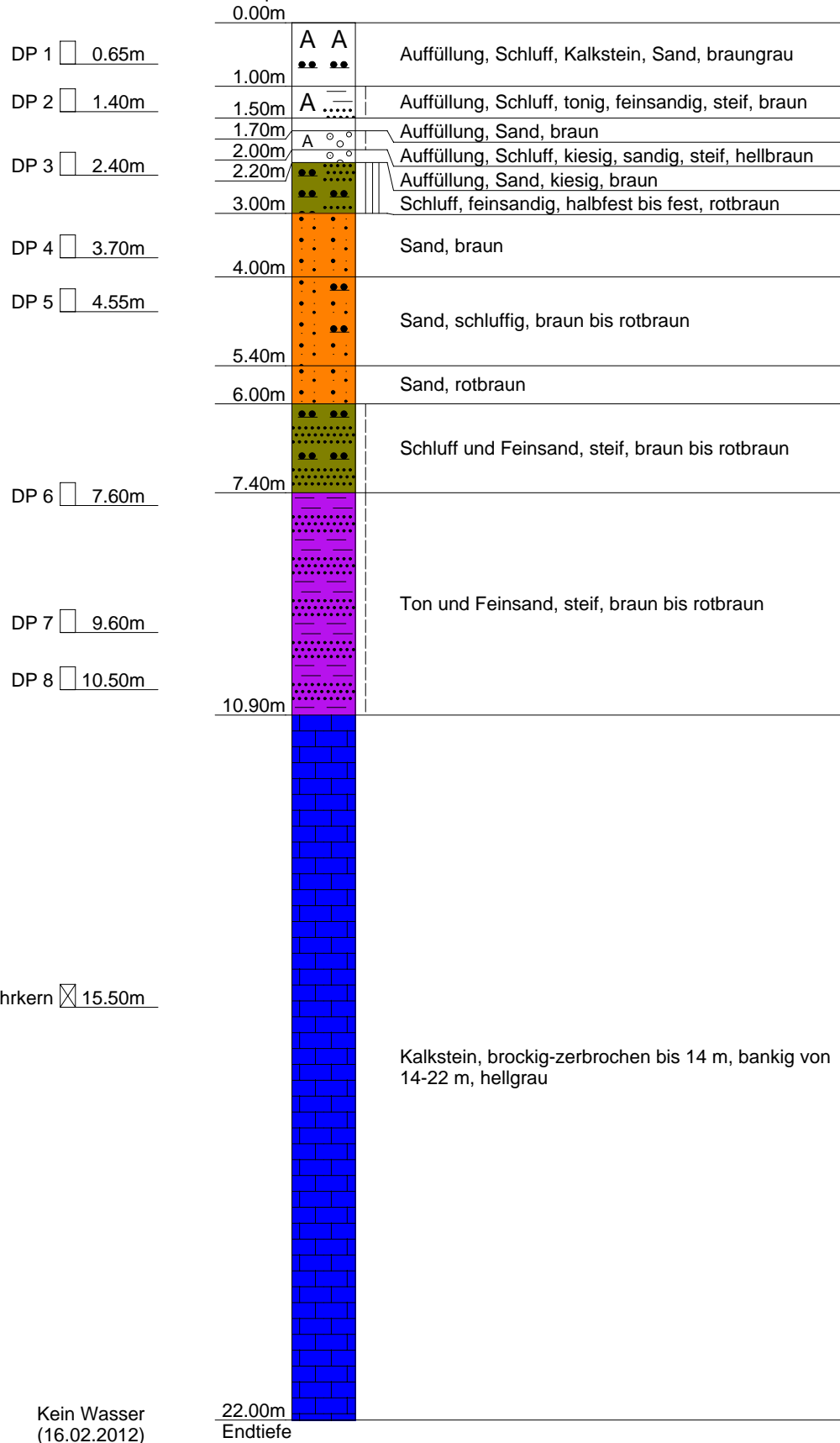


Abt Wasser- und
Umwelttechnik GmbH
Daimlerstraße 2
87719 Mindelheim

Projekt: PSW Happurg, Oberbecken
ProjektNr: Erkundung infolge Schadensfall
Maßstab: 1: 100
Datum: 19.03.2012 / Kostenstelle: 2549

A 2

Ansatzpunkt: 561.200 mNN





Abt Wasser- und
Umwelttechnik GmbH
Daimlerstraße 2
87719 Mindelheim

Kopfblatt nach DIN 4022 zum Schichtenverzeichnis
für Bohrungen
Baugrundbohrung

Archiv-Nr:
Aktenzeichen: **2549**

Anlage:
Bericht:

**1 Objekt PSW Happurg,
Oberbecken**

Anzahl der Seiten des Schichtenverzeichnisses: **5**
Anzahl der Testberichte und ähnliches:

2 Bohrung Nr. A 2

Zweck: **Baugrunderkundung**

Ort: **Happurg**

Lage (Topographische Karte M = 1 : 25000):

Rechts: **4461245.00** Hoch: **5482537.60**

Lotrecht

Nr:

Richtung:

Höhe des a) zu NN **561.20** m

Ansatzpunktes b) zu m gleich Gelände

3 Lageskizze (unmaßstäblich)

Bemerkung:

4 Auftraggeber: E.ON Wasserkraft GmbH, Luitpoldstraße 27, 84034 Landshut

Fachaufsicht: **Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Christian Moormann, Möhringer Landstr. 58, 70563 Stuttgart**

5 Bohrunternehmen: Abt Wasser- und Umwelttechnik GmbH, Daimlerstraße 2, 87719 Mindelheim

gebohrt von: **14.02.2012** bis: **16.02.2012**

Tagesbericht-Nr:

Projekt-Nr: **Erkundung infolge**

Geräteführer: **Herr Lange**

Qualifikation: **Bohrgeräteführer**

Geräteführer:

Qualifikation:

Geräteführer:

Qualifikation:

6 Bohrgerät Typ: UH 2-401

Baujahr:

Bohrgerät Typ:

Baujahr:

7 Messungen und Tests im Bohrloch:

8 Probenübersicht:	Art - Behälter	Anzahl	Aufbewahrungsort
Bohrproben	Kernkisten	22 m	E.ON Happurg
Bohrproben	Liner	12	
Bohrproben	DP	8	
Sonderproben	EP	1	
Wasserproben			

9 Bohrtechnik	BP = Bohrung mit durchgehender Gewinnung nichtgekernter Proben	BKR= BK mit richtungsorientierter Kernentnahme
9.1 Kurzzeichen		BKB= BK mit beweglicher Kernumhüllung
9.1.1 Bohrverfahren	BuP= Bohrung mit Gewinnung unvollständiger Proben	BKF= BK mit fester Kernumhüllung
9.1.1.1 Art:	BS = Sondierbohrungen	... =
BK = Bohrung mit durchgehender Gewinnung gekernter Proben	... =	

9.1.1.2 Lösen:	ram = rammend	schlag = schlagend
rot = drehend	druck = drückend	greif = greifend

9.1.2 Bohrwerkzeug	HK = Hohlkrone	Schn = Schnecke	... =
9.1.2.1 Art:	VK = Vollkrone	Spi = Spirale	... =
EK = Einfachkernrohr	H = Hartmetallkrone	Kis = Kiespumpe	... =
DK = Doppelkernrohr	D = Diamantkrone	Ven = Ventilbohrer	
TK = Dreifachkernrohr	Gr = Greifer	Mei = Meißel	
S = Seilkernrohr	Schap = Schappe	SN = Sonde	

9.1.2.2 Antrieb:	HA = Hand	DR = Druckluft
G = Gestänge	F = Freifall	HY = Hydraulik
SE = Seil	V = Vibro	

9.1.2.3 Spülhilfe:	SS = Sole	d = direkt
WS= Wasser	DS = Dickspülung	id = indirekt
LS = Luft	Sch = Schaum	

9.2 Bohrtechnische Tabellen											
Tiefe in m		Bohrverfahren		Bohrwerkzeug				Verrohrung			Bemerkungen
Bohrlänge in m von	bis	Art	Lösen	Art	ø mm	Antrieb	Spülhilfe	Außen ø mm	Innen ø mm	Tiefe m	
0.00	12.00	BK	ram	Schap		SE-DR			220	12.00	
12.00	22.00	BK	rot	S	150	G-HY	LS			22.00	

9.3 Bohrkronen			9.4 Geräteführer-Wechsel					
Nr	Nr:	ø Außen/Innen:	Nr	Datum Tag/Monat Jahr	Uhrzeit	Tiefe	Name Geräteführer für Ersatz	Grund
1		/	1					
2		/	2					
3		/	3					
4		/	4					
5		/						
6		/						

10 Angaben über Grundwasser, Verfüllung und Ausbau

Wasser erstmals angetroffen bei _____ m, Anstieg bis _____ m unter Ansatzpunkt

Höchster gemessener Wasserstandgleich Ansatzpunkt bei _____ m Bohrtiefe

Verfüllung: **0.00** m bis **22.00** m Art: **Compactonit** von: _____ m bis: _____ m Art:

Nr	Filterrohr			Filterschüttung			Körnung mm	Sperrschicht			OK Peilrohr m über/unter Ansatzpunkt
	von m	bis m	ø mm	Art	von m	bis m		von m	bis m	Art	

11 Sonstige Angaben

Datum: **29.02.2012** Firmenstempel: _____ Unterschrift: _____

DC



Abt Wasser- und
Umwelttechnik GmbH
Daimlerstraße 2
87719 Mindelheim

Anlage
Bericht:
Az.: 2549

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **PSW Happurg, Oberbecken**

Bohrung Nr. A 2

Blatt 3

Datum:
**14.02.2012-
16.02.2012**

1	2				3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
1.00	a) Auffüllung, Schluff, Kalkstein, Sand					DP	1	0.55 -0.65
	b)							
			e) braungrau					
			h)	i)				
1.50	a) Auffüllung, Schluff, tonig, feinsandig					DP	2	1.30 -1.40
	b)							
	c) steif		e) braun					
			h)	i)				
1.70	a) Auffüllung, Sand							
	b)							
			e) braun					
			h)	i)				
2.00	a) Auffüllung, Schluff, kiesig, sandig							
	b)							
	c) steif		e) hellbraun					
			h)	i)				
2.20	a) Auffüllung, Sand, kiesig							
	b)							
			e) braun					
			h)	i)				



Abt Wasser- und
Umwelttechnik GmbH
Daimlerstraße 2
87719 Mindelheim

Anlage
Bericht:
Az.: 2549

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **PSW Happurg, Oberbecken**

Bohrung Nr. A 2

Blatt 4

Datum:
**14.02.2012-
16.02.2012**

1	2	3	4	5	6
Bism unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkungen c) Beschaffenheit nach Bohrgut d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang e) Farbe f) Übliche Benennung g) Geologische Benennung h) Gruppe i) Kalk- gehalt	Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
			Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
3.00	a) Schluff, feinsandig b) c) halbfest bis fest d) e) rotbraun f) g) h) i)		DP	3	2.30 -2.40
4.00	a) Sand b) c) d) e) braun f) g) h) i)		DP	4	3.60 -3.70
5.40	a) Sand, schluffig b) c) d) e) braun bis rotbraun f) g) h) i)		DP	5	4.45 -4.55
6.00	a) Sand b) c) d) e) rotbraun f) g) h) i)				
7.40	a) Schluff und Feinsand b) c) steif d) e) braun bis rotbraun f) g) h) i)				



Abt Wasser- und
Umwelttechnik GmbH
Daimlerstraße 2
87719 Mindelheim

Anlage
Bericht:
Az.: 2549

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **PSW Happurg, Oberbecken**

Bohrung Nr. A 2

Blatt 5

Datum:
**14.02.2012-
16.02.2012**

1	2	3	4	5	6			
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen		Entnommene Proben					
	b) Ergänzende Bemerkungen							
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	Tiefe in m (Unter- kante)					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung				Art	Nr	
		Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges						
		e) Farbe						
		h) Gruppe						
		i) Kalk- gehalt						
10.90	a) Ton und Feinsand		DP	6	7.50			
	b)		DP	7	-7.60			
	c) steif	d)	DP	8	9.50			
	e) braun bis rotbraun				-9.60			
		f)			10.40			
		g)			-10.50			
		h)						
		i)						
22.00 Endtiefe	a) Kalkstein		kein Wasser 16.02.2012 Bohr- kern					
	b) brockig-zerbrochen bis 14 m, bankig von 14-22 m							
	c)	d)				15.20		
	e) hellgrau					-15.50		
		f)						
		g)						
		h)						
		i)						

Pumpspeicherkraftwerk Happurg · Sanierung Oberbecken

Ergänzende Kernbohrungen außerhalb der Versturzzone im Februar 2012

Anlage 2

Ergebnisse der ergänzenden Kernbohrungen Februar 2012

▪ Kernbohrung A 3/2012

- Ingenieurgeologische Ansprache 2.3.1
- Bohrprofil 2.3.2
- Kernfotos 2.3.3
- Schichtenverzeichnis Bohrfirma 2.3.4



Bohrgutbeschreibung

Bohrpunkt A3

Lage d. Bohrung: R \approx 44 61 238,3 H \approx 54 82 676,6 A.P. \approx 560,8 mNN Bohrdatum: 20.-21.02.2012

Das Bohrprofil erschloss unter der 0,6 m starken Schutzschicht die hier 0,4 m mächtige mineralische Abdichtung des Oberbeckens, eine 0,3 m starke kieskörnige Ausgleichsschicht und die hier 0,2 m starke Dränagesandschicht. Unter letzterer folgten bis in 2,3 m Tiefe unter A.P. sandige Tone und sandige Kiese (Ausgleichsschichten). In 2,3 m - 3,3 m Tiefe unter dem Bohransatzpunkt wurde dicht gelagerter, vermutlich fluvialer Fein-/Mittelsand angetroffen. Darunter folgte bis in 9,8 m Tiefe Feinsand und Ton als Füllung einer Karstspalte. Von 9,8 m - 14,8 m Tiefe wurde im Wesentlichen KSt.-Schutt und unterhalb von 14,8 m Tiefe bis zur Bohrlochentiefe (20,0 m) wurden mehrheitlich vollzylindr. Bohrkern der Weißjura-Kalkgesteinsschichten gewonnen.

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
0,0	0-0,6 (0,6)	560,9	Beckensohle (erschlossene Mächtigkeit: 2,3 m) <u>Schutzschicht</u> (kiesig-lehmiger Abraumboden) A (mG, fg, s, u'); GK-Anteil: wj.-KSt.-Splitt-Sand-Gemisch, mitteldicht gelagert, kiesige Körner hart, grau; FK-Anteil: weich, gelbbraun, feucht-nass.
0,6	0,6-1,0 (0,4)	560,3	<u>Mineralische Dichtung (Lehmdichtung)</u> A (T, fs'), steif, dunkelbraun.
1,0	1,0-1,5 (0,5)	559,9	<u>Ausgleichskies sand und Dränagesand 0/3</u> Details (Zahlenangaben in m Tiefe unter Ansatzpunkt): 1,0-1,3: A (fS+mG, gg (KSt., dol.)), locker gelagert, gelblich grau, vermutlich örtlich verfügbares Material. 1,3-1,5: A (mS, gs, fg'), locker gelagert, rötlich graubraun, (ortsfremdes Material 0/3).
1,5	1,5-2,3 (0,8)	559,4	<u>Ausgleichsschichten (Unterbau)</u> Details (Zahlenangaben in m Tiefe unter Ansatzpunkt): 1,5-2,0: A (T, fs bis fS, t), T-Anteil: steif; fS-Anteil mitteldicht gelagert; verschiedenfarbig: dunkelbraun – hellgraubraun – rötlich braun. 2,0-2,3: A (fS + fG, mg), dicht gelagert, graubraun.
2,3		558,6	<u>Karstspaltenfüllung in Weißjura-Schichten</u> (erschlossene Mächtigkeit 7,5 m) <u>Karstspaltenfüllung</u> Im Tiefenband zwischen 2,3 m und 9,8 m unter A.P. wurde vermutlich eine Karstspalte erbohrt (stratigraphische Deutung: tertiär verfüllte Karstspalte innerhalb der ki 1 - <i>Platynota</i> -Schichten), die am Bohrpunkt mit fluvialen Tonen und Sanden plombiert war.

**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt A3**

Tiefe [m]	Tiefen- band [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
2,3		558,6	<p>Details (Zahlenangaben in m Tiefe unter Ansatzpunkt):</p> <p>2,3-3,3: fS-mS, dicht gelagert, rötlich gelbbraun.</p> <p>3,3-3,7: T, fs', steif, gelbbraun.</p> <p>3,7-9,5: fS-mS, lokal u', dicht gelagert, rötlich braun und gelblich braun.</p> <p>9,5-9,8: T, steif, hellbraun und dunkelbraun marmoriert.</p>
9,8		551,1	<p><u>Weißjura-Schichten an der Basis und unterhalb der Karstspalte</u> (stratigraphische Deutung: <i>Oxfordkalk (ox 2)</i>) (erschlossene Mächtigkeit 10,2 m)</p> <p>Details (Zahlenangaben in m Tiefe unter Ansatzpunkt):</p> <p>9,8-14,8: X (KSt.), u, s; GK-Anteil: hart, grau; überwiegend vertikal gespaltene Kerne und nur zwei kurze zylindr. Kerne (in 10,76m-10,84m; in 11,0m-11,13m); vertikale Bruchflächen hellrostbraun bestegt; FK-Anteil (inkl. S): an GK-Anteil adhäsive sandige Lehm-Verbackung, fest, graubraun.</p> <p>14,8-15,0: KSt., hart, grau, bankig, zylindr. Bohrkern, 19 cm lg.. (Kernmarsch von 14 m - 15 m: RQD = 0,19).</p> <p>15,0-16,0: KSt., hart, grau, bankig; 5 zylindr. Bohrkern und eine Kernscheibe, 28 / 16 / 23 / 9 / 1,5 / 11 cm lg.. (Kernmarsch von 15 m - 16 m: RQD = 0,78).</p> <p>16,0-17,0: X (KSt.), hart, grau; bis 16,4 m Tiefe unter A.P.: überwiegend vertikal gespaltene Kerne mit hellbraun bestegten Bruchflächen; nach unten gefolgt von vollzylindr. Kern, 10 cm lang; in 16,5m-17,0m: grobe Gesteinsscherben. (Kernmarsch von 16 m - 17 m: RQD = 0).</p> <p>17,0-18,0: KSt., hart, grau, bankig; vollzylindr. Bohrkern 16 / 20 / 15 / 1,5 (Scheibe) / 15 / 28 cm lang. (Kernmarsch von 17 m - 18 m: RQD = 0,94).</p> <p>18,0-19,0: KSt., hart, grau, bankig; vollzylindr. Bohrkern mit Längen in cm: 16 / 7 / 15 / 2 (Scheibe) / 14 / 10 / 9 / 2 (Scheibe) sowie KSt.-Brocken 17 cm lang. (Kernmarsch von 18 m - 19 m: RQD = 0,45).</p> <p>19,0-20,0: KSt., hart, grau; bis 19,3m: grobbröcklig, darunter bankig (zylindr. Bohrkern und Kernscheiben): 25 / 10 / 7 / 19 cm lang und zwei zerbrochene Kernscheiben. (Kernmarsch von 19 m - 20 m: RQD = 0,44).</p>
20,0	9,8-20,0 (10,2)	540,9	Bohrlochendteufe.

Projekt : PSW Happurg, Sanierung Oberbecken

Rechtswert : 4461238,3
 Hochwert : 5482676,6

GEOTECHNISCHES BOHRLOG: A3-2012

Teufe (m)	K M	Kern-gewinn (%)		RQD (%)		Kern-qualität 1 - 5		Trenn-flächen pro m		Pro-ben	Symbol	Geol.-Geotechn. Beschreibung
		25	75	20	60	1	3	8	24			
NN +560.80 m												
— 1										1	○ ○ ○ ○	Mittelkies, feinkiesig, sandig, schwach schluffig (Schutzschicht) hellgrau/ braungelb
1.0										2	— — — —	Ton, schwach feinsandig (Lehmdichtung) dunkelbraun
— 2											○ ○ ○ ○	Feinsand und Mittelkies, grobkiesig locker (Ausgleichsschicht) gelblich grau
2.0											— — — —	Mittelsand, grobsandig, schwach feinkiesig (Drainagesand) rötlich graubraun
— 3										3	○ ○ ○ ○	Ton, feinsandig, tonig braun bis röt. braun
3.0											• • • •	Feinsand und Feinkies, mittelkiesig graubraun
— 4											• • • •	Feinsand, stark mittelsandig dicht gelagert rötlich gelbbraun
4.0											— — — —	Ton, schwach feinsandig braungelb
— 5										4	• • • •	
5.0											• • • •	
— 6											• • • •	
6.0											• • • •	
— 7											• • • •	
7.0											• • • •	
— 8										5	• • • •	
8.0											• • • •	
— 9											• • • •	
9.0											• • • •	
— 10										6	— — — —	Ton hellbraun/dunkelbraun marmoriert
10.0											□ □	Steine (von Kalkstein) hellgrau


Projekt : PSW Happurg, Sanierung Oberbecken


Rechtswert : 4461238,3
 Hochwert : 5482676,6

GEOTECHNISCHES BOHRLOG: A3-2012

Teufe (m)	K M	Kern-gewinn (%)		RQD (%)		Kern-qualität 1 - 5		Trenn-flächen pro m		Pro-ben	Symbol	Geol.-Geotechn. Beschreibung
		25	75	20	60	1	3	8	24			
											NN +550.80 m	
11.0	11											Kalkstein brüchig hellgrau
12.0	12											Kalkstein Kluft 86 Grad von 11,3 bis 11,8 m rostbrauner Belag hellgrau
13.0	13											Kalkstein meist Brüchig Kluft 86 Grad von 12 bis 13,8 m Belag Lehm, sandig, kiesig
14.0	14											Kalkstein Kluft 86 Grad von 14 bis 14,8 m
15.0	15											Kalkstein Kluft 86 Grad von 14 bis 14,8 m
16.0	16									7		Kalkstein schwach geschichtet Kluft 76 Grad, geschlossen hellgrau
17.0	17											Kalkstein Kluft 72 Grad, Lehmbesatz Klüfte 60, 80 Grad, Lehmbesatz
18.0	18											Kalkstein schwach geschichtet Kluft 82 Grad hellgrau
19.0	19											Kalkstein schwach geschichtet Kluft 82 Grad hellgrau
20.0	20											Kalkstein schwach geschichtet Kluft 82 Grad hellgrau

A 3/2012	Tiefe: 0 m bis 12 m
gebohrt: 20.02.-21.02.2012	aufgenommen: 23.02.2012
0 m	1 m
1 m	2 m
2 m	3 m
3 m	4 m
4 m	5 m
5 m	6 m
6 m	7 m
7 m	8 m
8 m	9 m
9 m	10 m
10 m	11 m
11 m	12 m



A 3/2012	Tiefe: 12 m bis 20 m
gebohrt: 20.02.-21.02.2012	aufgenommen: 23.02.2012
	



Abt Wasser- und
Umwelttechnik GmbH
Daimlerstraße 2
87719 Mindelheim

Kopfblatt nach DIN 4022 zum Schichtenverzeichnis
für Bohrungen
Baugrundbohrung

Archiv-Nr:
Aktenzeichen: **2549**

Anlage:
Bericht:

**1 Objekt PSW Happurg,
Oberbecken**

Anzahl der Seiten des Schichtenverzeichnisses: **5**
Anzahl der Testberichte und ähnliches:

2 Bohrung Nr. A 3

Zweck: **Baugrunderkundung**

Ort: **Happurg**

Lage (Topographische Karte M = 1 : 25000):

Rechts: **4461238.30** Hoch: **5482676.60**

Lotrecht

Nr:

Richtung:

Höhe des a) zu NN **560.80** m

Ansatzpunktes b) zu m gleich Gelände

3 Lageskizze (unmaßstäblich)

Bemerkung:

4 Auftraggeber: E.ON Wasserkraft GmbH, Luitpoldstraße 27, 84034 Landshut

Fachaufsicht: **Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Christian Moormann, Möhringer Landstr. 58, 70563 Stuttgart**

5 Bohrunternehmen: Abt Wasser- und Umwelttechnik GmbH, Daimlerstraße 2, 87719 Mindelheim

gebohrt von: **20.02.2012** bis: **21.02.2012**

Tagesbericht-Nr:

Projekt-Nr: **Erkundung infolge**

Geräteführer: **Herr Munteanu**

Qualifikation: **Bohrgeräteführer**

Geräteführer:

Qualifikation:

Geräteführer:

Qualifikation:

6 Bohrgerät Typ: Comacchio 1

Baujahr:

Bohrgerät Typ:

Baujahr:

7 Messungen und Tests im Bohrloch:

8 Probenübersicht:	Art - Behälter	Anzahl	Aufbewahrungsort
Bohrproben	Kernkisten	20 m	E.ON Happurg
Bohrproben	Liner	10	
Bohrproben	EP	6	
Sonderproben	Bohrkern	1	
Wasserproben			

9 Bohrtechnik	BP = Bohrung mit durchgehender Gewinnung nichtgekernter Proben	BKR= BK mit richtungsorientierter Kernentnahme
9.1 Kurzzeichen		BKB= BK mit beweglicher Kernumhüllung
9.1.1 Bohrverfahren	BuP= Bohrung mit Gewinnung unvollständiger Proben	BKF= BK mit fester Kernumhüllung
9.1.1.1 Art:	BS = Sondierbohrungen	... =
BK = Bohrung mit durchgehender Gewinnung gekernter Proben	... =	

9.1.1.2 Lösen:	ram = rammend	schlag = schlagend
rot = drehend	druck = drückend	greif = greifend

9.1.2 Bohrwerkzeug	HK = Hohlkrone	Schn = Schnecke	... =
9.1.2.1 Art:	VK = Vollkrone	Spi = Spirale	... =
EK = Einfachkernrohr	H = Hartmetallkrone	Kis = Kiespumpe	... =
DK = Doppelkernrohr	D = Diamantkrone	Ven = Ventilbohrer	
TK = Dreifachkernrohr	Gr = Greifer	Mei = Meißel	
S = Seilkernrohr	Schap = Schappe	SN = Sonde	

9.1.2.2 Antrieb:	HA = Hand	DR = Druckluft
G = Gestänge	F = Freifall	HY = Hydraulik
SE = Seil	V = Vibro	

9.1.2.3 Spülhilfe:	SS = Sole	d = direkt
WS= Wasser	DS = Dickspülung	id = indirekt
LS = Luft	Sch = Schaum	

9.2 Bohrtechnische Tabellen											
Tiefe in m Bohrlänge in m von		Bohrverfahren Art		Bohrwerkzeug Art				Verrohrung Außen ø mm			Bemerkungen
bis		Lösen		ø mm				Innen ø mm		Tiefe m	
0.00	10.00	BK	ram	Schap		SE-DR			220	10.00	
10.00	20.00	BK	rot	S	150	G-HY	LS			20.00	

9.3 Bohrkronen			9.4 Geräteführer-Wechsel						
Nr	Nr:	ø Außen/Innen:	Nr	Datum Tag/Monat Jahr	Uhrzeit	Tiefe	Name Geräteführer für	Ersatz	Grund
1		/	1						
2		/	2						
3		/	3						
4		/	4						
5		/							
6		/							

10 Angaben über Grundwasser, Verfüllung und Ausbau

Wasser erstmals angetroffen bei _____ m, Anstieg bis _____ m unter Ansatzpunkt

Höchster gemessener Wasserstandgleich Ansatzpunkt bei _____ m Bohrtiefe

Verfüllung: **0.00** m bis **20.00** m Art: **Compactonit** von: _____ m bis: _____ m Art:

Nr	Filterrohr			Filterschüttung			Körnung mm	Sperrschicht			OK Peilrohr m über/unter Ansatzpunkt
	von m	bis m	ø mm	Art	von m	bis m		von m	bis m	Art	

11 Sonstige Angaben

Datum: **01.03.2012** Firmenstempel: _____ Unterschrift: _____

DC



Abt Wasser- und
Umwelttechnik GmbH
Daimlerstraße 2
87719 Mindelheim

Anlage
Bericht:
Az.: 2549

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **PSW Happurg, Oberbecken**

Bohrung Nr. A 3

Blatt 3

Datum:
**20.02.2012-
21.02.2012**

1	2				3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0.50	a) Auffüllung, Kalkstein, schluffig, sandig					EP	1	0.00 -0.30
	b)							
	c)	d)	e) hellbraun					
	f)	g)	h)	i)				
1.30	a) Auffüllung, Schluff, tonig, feinsandig					EP	2	0.80 -1.00
	b)							
	c) steif	d)	e) dunkelgrau					
	f)	g)	h)	i)				
1.50	a) Auffüllung, Sand							
	b)							
	c)	d)	e) braun					
	f)	g)	h)	i)				
1.80	a) Schluff, sandig							
	b)							
	c) halbfest bis fest	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
2.00	a) Sand, schwach schluffig							
	b)							
	c) halbfest bis fest	d)	e) braun					
	f)	g)	h)	i)				



Abt Wasser- und
Umwelttechnik GmbH
Daimlerstraße 2
87719 Mindelheim

Anlage
Bericht:
Az.: 2549

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **PSW Happurg, Oberbecken**

Bohrung Nr. A 3

Blatt 4

Datum:
**20.02.2012-
21.02.2012**

1	2	3	4	5	6
Bism unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkungen c) Beschaffenheit nach Bohrgut d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang e) Farbe f) Übliche Benennung g) Geologische Benennung h) Gruppe i) Kalk- gehalt	Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
			Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
2.30	a) Schluff, sandig, Kalkstein b) c) steif d) e) braun f) g) h) i)				
3.30	a) Sand, schwach schluffig, schwach feinkiesig b) c) dicht d) e) rotbraun f) g) h) i)		EP	3	2.40 -2.60
3.60	a) Schluff, tonig, feinsandig b) c) halbfest bis fest d) e) braun f) g) h) i)				
9.50	a) Sand, schluffig bis stark schluffig, schwach tonig b) c) dicht d) e) braun bis rotbraun f) g) h) i)		EP EP	4 5	4.40 -4.60 7.40 -7.60
9.80	a) Ton b) c) steif d) e) hellbraun f) g) h) i)		EP	6	9.70 -9.80



Abt Wasser- und
Umwelttechnik GmbH
Daimlerstraße 2
87719 Mindelheim

Anlage
Bericht:
Az.: **2549**

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **PSW Happurg, Oberbecken**

Bohrung Nr. A 3

Blatt 5

Datum:
**20.02.2012-
21.02.2012**

1	2	3	4	5	6			
Bis ...m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen		Bemerkungen		Entnommene Proben			
	b) Ergänzende Bemerkungen				Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalkgehalt				
20.00 Endtiefe	a) Kalkstein		kein Wasser 21.02.2012		Bohr- kern	15.00 -15.30		
	b) hart, bankig zwischen 14,8-15 m; 17-20 m							
	c)	d)					e) hellgrau	
	f)	g)					h)	i)

Pumpspeicherkraftwerk Happurg · Sanierung Oberbecken

Ergänzende Kernbohrungen außerhalb der Versturzzone im Februar 2012

Anlage 2

Ergebnisse der ergänzenden Kernbohrungen Februar 2012

▪ Kernbohrung A 4/2012

- Ingenieurgeologische Ansprache 2.4.1
- Bohrprofil 2.4.2
- Kernfotos 2.4.3
- Schichtenverzeichnis Bohrfirma 2.4.4



Bohrgutbeschreibung

Bohrpunkt A4

Lage d. Bohrung: R \approx 44 61 241,6 H \approx 54 82 624,8 A.P. \approx 561,0 mNN Bohrdatum: 07.-14.02.2012

Das Bohrprofil erschloss unter der 0,6 m starken Schutzschicht die hier 0,7 m mächtige mineralische Abdichtung des Oberbeckens, die 0,35 m starke Dränagesandschicht und vermutlich eine 0,35 m starke lokale Schottertragschicht. Ab 2,0 m Tiefe bis in ca. 23,6 m Tiefe unter dem Bohransatzpunkt wurden sandige Böden einer Karstspaltenfüllung erbohrt. Darunter folgten Weißjura-Kalksteinschutt anteilig mit Karstspaltenfüllmaterial bis in ca. 26 m Tiefe und ab ca. 27,3 m Tiefe felsartiges Kalkgestein.

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
0,0	0-0,6 (0,6)	561,0	<u>Beckensohle</u> (erschloss. Mächtigkeit: 2,0 m) <u>Schutzschicht</u> (kiesig-lehmiger Abraumboden) A (U, fg / mg, fs' - ms'), hart gefroren, vermutete Konsistenz: steif-halbfest, hellgraubraun. Auensedimente des <i>Happurger Tales</i>
0,6	0,6-1,3 (0,7)	560,4	<u>Mineralische Dichtung (Lehmdichtung)</u> A (T, u, fs'), steif, mittelbraun bis dunkelbraun, zäh.
1,3	1,3-1,65 (0,35)	559,7	<u>Dränagesand 0/3</u> A (mS / gS, fg'), rötlich graubraun, locker gelagert.
1,65	1,65-2,0 (0,35)	559,35	<u>Weißjura-Kalksteinschutt, dolomitisiert</u> (Es könnte sich um eine lokale Schotter-Tragschicht handeln, die im Bereich einer an der Aushubsohle des Oberbeckens beim Bau identifizierten Schwächezone (= OK Karstspalte) angeordnet worden war). G, x, u' (A ?), GK-Anteil: Einzelkörner hart, sehr stark zerlegt, splittrig bis kubisch (max. Korngröße: 8 x 6 x 6 cm ³). braun / grau, lehmig verunreinigt, nass. Im Schutt wurde offenes Schichtwasser angetroffen.
2,0	2,0-3,1 (1,1)	559,0	<u>Karstspaltenfüllung in Weißjura-Schichten</u> (erschloss. Mächtigkeit ca. 21,6 m (ausschließlich), anteilig ca. 24 m) <u>Karstspaltenfüllung</u> Im Tiefenband zwischen 2,0 m und ca. 23,6 m unter A.P. wurde vermutlich eine Karstspalte erbohrt (stratigraphische Deutung: tertiär verfüllte Karstspalte innerhalb der ki 1 - <i>Platynota</i> -Schichten), die am Bohrpunkt vollständig mit fluviatil verfrachtetem Lockergesteinsmaterial erfüllt war. fs, ms, u, g', mitteldicht gelagert, graubraun, feucht-nass.
3,1	3,1-3,7 (0,6)	557,9	U, fs, steif, rötlich gelbbraun, lokal mit dünnen, weißgrauen Schlieren (vermutlich karbonatische Ausfällungen), schwach feucht.
3,7	3,7-4,0 (0,3)	557,3	mS - gS, mitteldicht gelagert, dunkelgraubraun, schwach feucht.
4,0		557,0	

**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt A4**

Tiefe [m]	Tiefen- band [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
4,0	4,0-4,25 (0,25)	557,0	mS, $\bar{f}s$, überwiegend dicht (zuoberst mitteldicht) gelagert, z. T. verbacken, gelblich graubraun mit rötlichem Farbstich, schwach feucht.
4,25	4,25-6,65 (2,4)	556,75	fS + mS, lokal gs' -gs, mit geringen U-Anteilen, überwiegend dicht gelagert, untergeordnet mitteldicht gelagert, gelblich graubraun mit rötlichem Farbstich; oberhalb von 5,0 m Tiefe unter A.P.: feucht, darunter schwach feucht.
6,65	6,65-20,75 (14,1)	554,35	fS, lokal ms, dicht gelagert, intensiv rotbraun und gelbbraun, schwach feucht.
20,75	20,75-23,6 (2,85)	540,25	T, mit wechselnden Anteilen an fS, Konsistenzen im Bereich weich-steif / steif, mehrfache Farbwechsel. Details (Zahlenangaben in m Tiefe unter Ansatzpunkt): 20,75-21,0: T, fs' - fs, weich-steif, weißlich hellgrau mit gelblichem Farbstich. 21,0-21,2: T + fS, ms, weich-steif, rötlich braun und gelbbraun. 21,2-21,3: T, fs' , weich-steif, hellgelbbraun. 21,3-23,0: T, $fs - \bar{f}s$, steif, rötlich braun und gelbbraun. 23,0-23,3: fS, t, FK-Anteil: steif, rotbraun und hellgelbbraun. 23,3-23,6: T, fs' , steif, gelbbraun.
23,6	23,6-23,85 (0,25)	537,4	<u>Weißjura-Schichten an der Basis und unterhalb der Karstspalte</u> (stratigraphische Deutung: <i>Oxfordkalk</i> (ox2)). (erschlossene Mächtigkeit 13,9 m) X+G (KSt.), hart, grau, scherbilig, splittrig, zerrammt.
23,85	23,85-24,0 (0,15)	537,15	fS, $t'-t$, locker gelagert, FK-Anteil weich, rotbraun und gelbbraun, geringfeucht.
24,0	24,0-24,15 (0,15)	537,0	X+G (KSt.), hart, grau, scherbilig, splittrig, zerrammt.
24,15		536,85	

**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt A4**

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
24,15		536,85	
	24,15-24,55 (0,4)		fS - mS, t', locker gelagert, FK-Anteil weich, dunkelrotbraun, nass.
24,55		536,45	
	24,55-25,0 (0,45)		fS - mS, t, g' (KSt.-Splitter schwimmend eingelagert), FK-Anteil steif, rötlich braun bis gelblich braun.
25,0		536,0	
	25,0-27,0 (2,0)		X+G (KSt.), t, fs, steinkörnige und kieskörnige Anteile: hart, grau, scherbzig, splittrig, zerrammt; feinkörniger Anteil: weich, mit fS vermengt, bunt marmoriert (rotbraun, braun, grau, gelbbraun), mengenmäßig unterhalb von 25 m Tiefe unter Ansatzpunkt kontinuierlich abnehmend; Steinanteil bodenmechanisch dominant (Korn-an-Korn-Kontakt).
27,0		534,0	
	27,0-28,0 (1,0)		X (KSt.), hart, grau, grobblockig sowie einzelne vertikal gespaltene Bohrkerne und zwei kurze vollzylindrische Bohrkerne (12 / 8 cm lang, RQD = 0,12). Kluffflächen z. T. rostfarben bzw. blass dunkelgrau gefärbt.
28,0		533,0	
	28,0-30,0 (2,0)		KSt., hart, grau, vertikal gespaltene Kerne bis ca. 30 cm lang und in 29,0 m - 29,35 m Tiefe unter A.P.: ein vollzylindrischer Bohrkern, 34 cm lang.
30,0		531,0	
	30,0-36,0 (6,0)		KSt., hart, grau, bankig, z. T. dickbankig. Details (Zahlenangaben in m Tiefe unter Ansatzpunkt): 30,0-31,0: vollzylindr. Kerne mit folgenden Längen: 25 / 22 / 23 / 29 cm (RQD = 0,99). 31,0-32,0: Gesteinsscherben und vollzylindr. Kerne 12 / 26 / 44 cm lang (RQD = 0,82). 32,0-33,0: vollzylindr. Kern, 9 cm lang, darunter vertikal bis diagonal gespaltene Kerne und grobe Gesteinsscherben (RQD < 0,1). 33,0-34,0: vollzylindr. Kern, 80 cm lang, darunter 20 cm Gesteinsscherben (RQD = 0,8). 34,0-35,0: vollzylindr. Kerne, 20 cm und 80 cm lang (RQD = 1,0). 35,0-36,0: vollzylindr. Kerne, 16 / 11 / 23 / 20 cm lang und vertikal gespaltener Kern 27 cm lang (RQD = 0,7).
36,0		525,0	



Bohrgutbeschreibung

Bohrpunkt A4

Tiefe [m]	Tiefen- band [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
36,0	36,0-37,5 (1,5)	525,0	<p>KSt., hart, grau, bankig, vertikal gespaltene Kerne</p> <p>Details (Zahlenangaben in m Tiefe unter Ansatzpunkt):</p> <p>36,0-37,0: Kernstücklängen (gespalten): 28 / 42 / 20 cm.</p> <p>(Kernmarsch von 36 m - 37 m: RQD = 0).</p> <p>37,0-37,5: Kern mit vertikaler Randabplatzung über die gesamte Kernlänge von 50 cm.</p>
37,5		523,5	Bohrlochendteufe.

Projekt : PSW Happurg, Sanierung Oberbecken

Rechtswert : 4461241,6
 Hochwert : 5482624,8

GEOTECHNISCHES BOHRLOG: A4-2012

Teufe (m)	K M	Kern-gewinn (%)		RQD (%)		Kern-qualität 1 - 5		Trenn-flächen pro m		Pro-ben	Symbol	Geol.-Geotechn. Beschreibung
		25	75	20	60	1	3	8	24			
											NN +561.00 m	
— 1											0.60	Schluff, feinkiesig, mittelkiesig, schwach feinsandig (Schutzschicht) hell graubraun
1.0										1		
— 2											1.30	Ton, schluffig, schwach feinsandig (Beckendichtung) dunkelbraun
2.0										2		
— 3											1.65	Mittelsand und Grobsand, schwach feinkiesig (Filtersand) rötlich graubraun
3.0										3		
— 4											2.00	Kies, steinig, schwach schluffig (Ausgleichsschicht?) braun/ grau
4.0										4		
— 5											3.10	Feinsand, mittelsandig, schluffig, schwach kiesig graubraun
5.0										5		
— 6											3.70	Schluff, feinsandig rötlich braungelb
6.0										6		
— 7											4.00	Mittelsand und Grobsand graubraun
7.0										7		
— 8											4.25	Mittelsand, stark feinsandig gelblich graubraun
8.0										8		
— 9											6.65	Feinsand und Mittelsand lokal grobsandig dicht gelagert gelblich graubraun
9.0										9		
— 10												
10.0										10		
											10.00	Feinsand lokal mittelsandig dicht gelagert intensiv rotbraun u. braungelb

Projekt : PSW Happurg, Sanierung Oberbecken

Rechtswert : 4461241,6
 Hochwert : 5482624,8

GEOTECHNISCHES BOHRLOG: A4-2012

Teufe (m)	K M	Kern-gewinn (%)		RQD (%)		Kern-qualität 1 - 5		Trenn-flächen pro m		Pro-ben	Symbol	Geol.-Geotechn. Beschreibung
		25	75	20	60	1	3	8	24			
											NN +551.00 m	
11.0	11											
12.0	12											
13.0	13											
14.0	14									8		
15.0	15											
16.0	16											Feinsand lokal mittelsandig dicht gelagert intensiv rotbraun u. braungelb
17.0	17									9		
18.0	18											
19.0	19											
20.0	20									10		
											20.00	

Projekt : PSW Happurg, Sanierung Oberbecken

Rechtswert : 4461241,6
 Hochwert : 5482624,8

GEOTECHNISCHES BOHRLOG: A4-2012


Teufe (m)	K M	Kern-gewinn (%)		RQD (%)		Kern-qualität 1 - 5		Trenn-flächen pro m		Pro-ben	Symbol	Geol.-Geotechn. Beschreibung
		25	75	20	60	1	3	8	24			
											●	NN +541.00 m
21.0	21										●	Feinsand lokal mittelsandig, dicht gelagert intensiv rotbraun/ braungelb
											●	Ton, feinsandig weißlich hellgrau
											●	Ton und Feinsand, mittelsandig rotbraun bis braungelb
22.0	22										●	Ton, feinsandig rotbraun/ braungelb
23.0	23									11	●	
											●	Feinsand, tonig rotbraun/ braungelb
											●	Ton, schwach feinsandig braungelb
24.0	24										○	Steine und Kies hellgrau
											○	Feinsand, tonig rotbraun/ braungelb
											○	Steine und Kies hellgrau
25.0	25									12	○	Feinsand und Mittelsand rotbraun
											○	Feinsand und Mittelsand, tonig, schwach kiesig rotbraun bis braungelb
26.0	26										○	Steine und Kies, tonig, feinsandig rotbraun, braun, grau, braungelb marmoriert
27.0	27										■	Kalkstein brüchig mit mächtigen Lehmfüllungen hellgrau
28.0	28										■	Kalkstein Klüfte 83, 84 Grad Klüft 84 Grad von 28 bis 28,7 m hellbraune Bestege hellgrau
29.0	29										■	Kalkstein Klüft von 29,3 bis 30,0 m, hellbrauner Belag
30.0	30										■	













Projekt : PSW Happurg, Sanierung Oberbecken













Rechtswert : 4461241,6
 Hochwert : 5482624,8


GEOTECHNISCHES BOHRLOG: A4-2012

Teufe (m)	K M	Kern- gewinn (%)		RQD (%)		Kern- qualität 1 - 5		Trenn- flächen pro m		Pro- ben	Symbol	Geol.-Geotechn. Beschreibung
		25	75	20	60	1	3	8	24			
											NN +531.00 m	
31.0	31									13		Kalkstein schwach geschichtet hellgrau
32.0	32										32.00	
33.0	33										33.00	Kalkstein geschichtet Klüfte 78 und 74 Grad hellgrau
34.0	34											Kalkstein schwach geschichtet Kluft 78 Grad, hellbrauner Belag
35.0	35									14	35.00	
36.0	36											Kalkstein Kluft 86 Grad von 36 bis 36,8 m Kluft 82 Grad von 35,7 bis 37,0 m hellgrau
37.0	37											
	38										37.50	

A 4/2012	Tiefe: 0 m bis 12 m	
gebohrt: 07.02.-14.02.2012	aufgenommen: 16.02.2012	
0 m 1 m 2 m 3 m 4 m 5 m 6 m 7 m 8 m 9 m 10 m 11 m	 The photograph shows a wooden tray containing eleven soil core samples, numbered 0 to 11. The samples are arranged vertically and are approximately 1 meter long each. The soil is a reddish-brown color, with some samples showing signs of weathering or fracturing. A yellow measuring tape is visible between the samples, indicating their length. The tray is placed on a surface, and the background is a plain, light-colored wall.	1 m 2 m 3 m 4 m 5 m 6 m 7 m 8 m 9 m 10 m 11 m 12 m

A 4/2012		Tiefe: 12 m bis 24 m	
gebohrt: 07.02.-14.02.2012		aufgenommen: 16.02.2012	
12 m			13 m
13 m			14 m
14 m			15 m
15 m			16 m
16 m			17 m
17 m			18 m
18 m			19 m
19 m			20 m
20 m			21 m
21 m			22 m
22 m			23 m
23 m			24 m

A 4/2012	Tiefe: 24 m bis 36 m	
gebohrt: 07.02.-14.02.2012	aufgenommen: 16.02.2012	
24 m		25 m
25 m		26 m
26 m		27 m
27 m		28 m
28 m		29 m
29 m		30 m
30 m		31 m
31 m		32 m
32 m		33 m
33 m		34 m
34 m		35 m
35 m		36 m

A 4/2012	Tiefe: 36 m bis 37,5 m
gebohrt: 07.02.-14.02.2012	aufgenommen: 16.02.2012
 <p>The photograph shows a soil sample core in a wooden container. A yellow measuring tape is stretched across the core. On the left side, depth markers are labeled '36 m' and '37 m'. On the right side, depth markers are labeled '37 m' and '37,5 m'. The core shows some internal structure and a small circular hole.</p>	

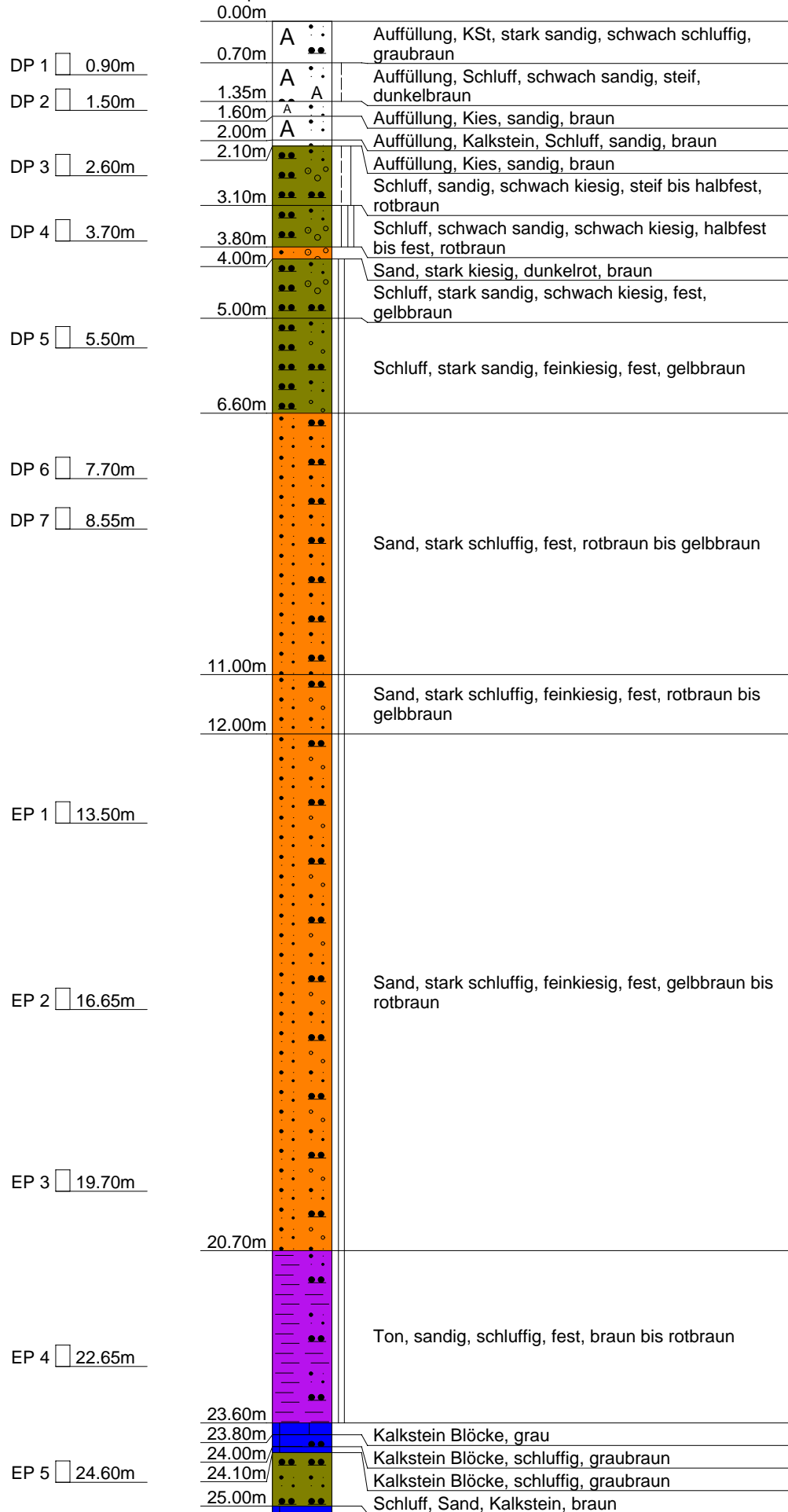


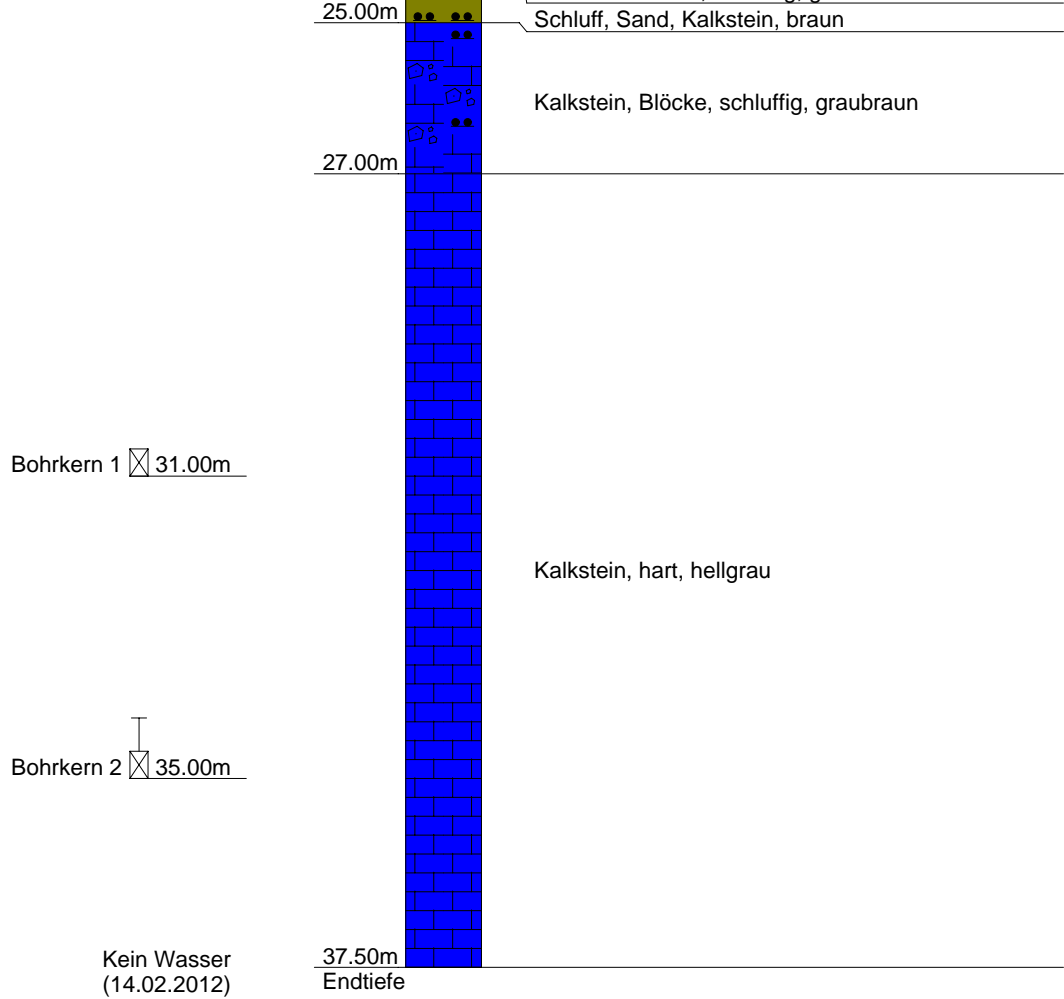
Abt Wasser- und
Umwelttechnik GmbH
Daimlerstraße 2
87719 Mindelheim

Projekt: PSW Happurg, Oberbecken
ProjektNr: Erkundung infolge Schadensfall
Maßstab: 1: 100
Datum: 19.03.2012 / Kostenstelle: 2549

A 4

Ansatzpunkt: 561.000 mNN





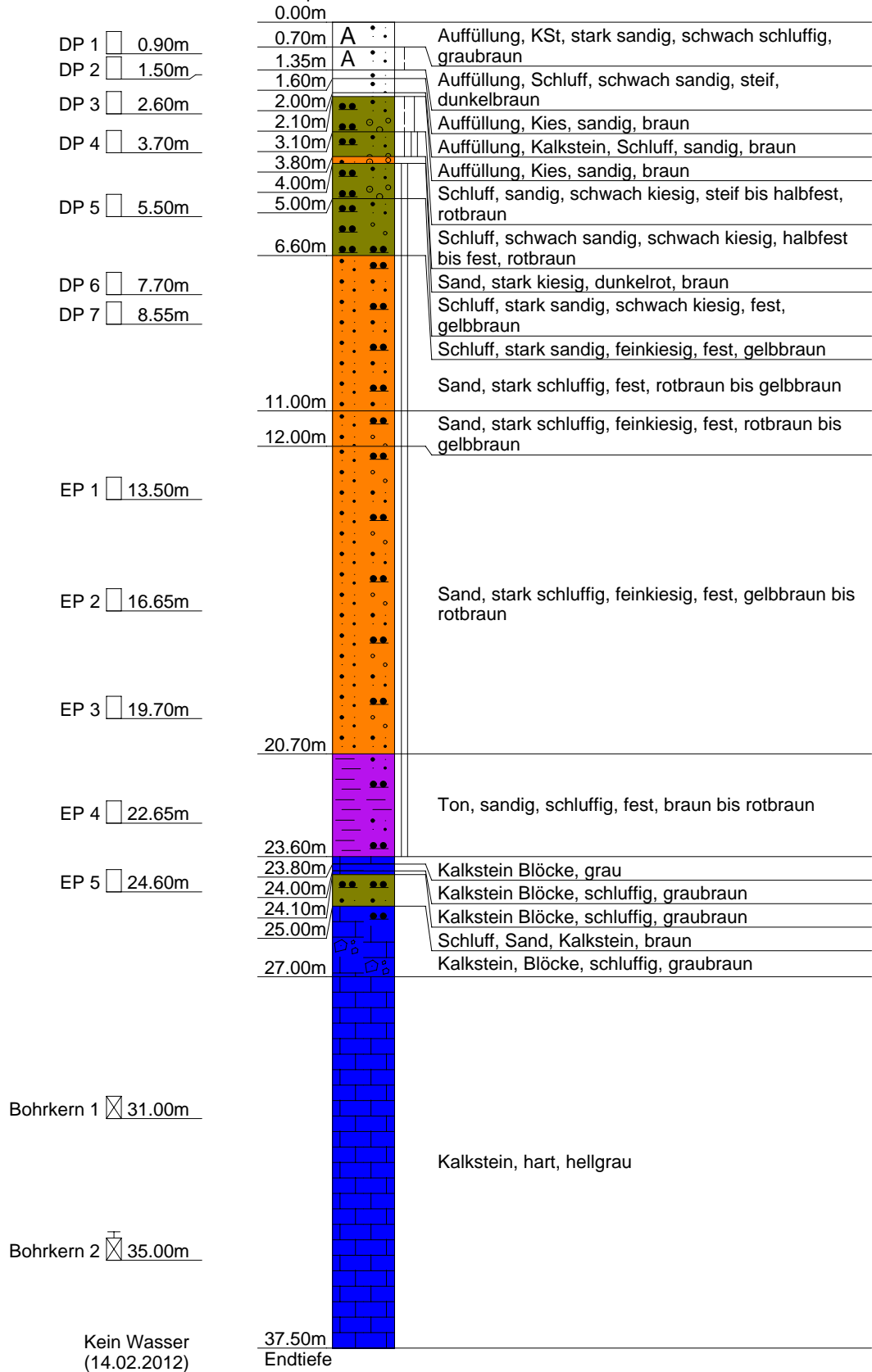


Abt Wasser- und
Umwelttechnik GmbH
Daimlerstraße 2
87719 Mindelheim

Projekt: PSW Happurg, Oberbecken
ProjektNr: Erkundung infolge Schadensfall
Maßstab: 1: 175
Datum: 19.03.2012 / Kostenstelle: 2549

A 4

Ansatzpunkt: 561.000 mNN





Abt Wasser- und
Umwelttechnik GmbH
Daimlerstraße 2
87719 Mindelheim

Kopfblatt nach DIN 4022 zum Schichtenverzeichnis
für Bohrungen
Baugrundbohrung

Archiv-Nr:
Aktenzeichen: **2549**

Anlage:
Bericht:

**1 Objekt PSW Happurg,
Oberbecken**

Anzahl der Seiten des Schichtenverzeichnisses: **6**
Anzahl der Testberichte und ähnliches:

2 Bohrung Nr. A 4

Zweck: **Baugrunderkundung**

Ort: **Happurg**

Lage (Topographische Karte M = 1 : 25000):

Nr:

Rechts: **4461241.60** Hoch: **5482624.80**

Lotrecht

Richtung:

Höhe des a) zu NN **561.00**

m

Ansatzpunktes b) zu

m gleich Gelände

3 Lageskizze (unmaßstäblich)

Bemerkung:

4 Auftraggeber: E.ON Wasserkraft GmbH, Luitpoldstraße 27, 84034 Landshut

Fachaufsicht: **Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Christian Moormann, Möhringer Landstr. 58, 70563 Stuttgart**

5 Bohrunternehmen: Abt Wasser- und Umwelttechnik GmbH, Daimlerstraße 2, 87719 Mindelheim

gebohrt von: **07.02.2012** bis: **14.02.2012**

Tagesbericht-Nr:

Projekt-Nr: **Erkundung infolge**

Geräteführer: **Herr Lange**

Qualifikation: **Bohrgeräteführer**

Geräteführer:

Qualifikation:

Geräteführer:

Qualifikation:

6 Bohrgerät Typ: UH 2-401

Baujahr:

Bohrgerät Typ:

Baujahr:

7 Messungen und Tests im Bohrloch:

8 Probenübersicht:

	Art - Behälter	Anzahl	Aufbewahrungsort
Bohrproben	Kernkisten	38 m	E.ON Happurg
Bohrproben	Liner	28	
Bohrproben	DP	7	
Sonderproben	EP	5	
Wasserproben	Bohrkerne	2	

9 Bohrtechnik	BP = Bohrung mit durchgehender Gewinnung nichtgekernter Proben	BKR= BK mit richtungsorientierter Kernentnahme
9.1 Kurzzeichen		BKB= BK mit beweglicher Kernumhüllung
9.1.1 Bohrverfahren	BuP= Bohrung mit Gewinnung unvollständiger Proben	BKF= BK mit fester Kernumhüllung
9.1.1.1 Art:	BS = Sondierbohrungen	... =
BK = Bohrung mit durchgehender Gewinnung gekernter Proben	... =	

9.1.1.2 Lösen:	ram = rammend	schlag = schlagend
rot = drehend	druck = drückend	greif = greifend

9.1.2 Bohrwerkzeug	HK = Hohlkrone	Schn = Schnecke	... =
9.1.2.1 Art:	VK = Vollkrone	Spi = Spirale	... =
EK = Einfachkernrohr	H = Hartmetallkrone	Kis = Kiespumpe	... =
DK = Doppelkernrohr	D = Diamantkrone	Ven = Ventilbohrer	
TK = Dreifachkernrohr	Gr = Greifer	Mei = Meißel	
S = Seilkernrohr	Schap = Schappe	SN = Sonde	

9.1.2.2 Antrieb:	HA = Hand	DR = Druckluft
G = Gestänge	F = Freifall	HY = Hydraulik
SE = Seil	V = Vibro	

9.1.2.3 Spülhilfe:	SS = Sole	d = direkt
WS= Wasser	DS = Dickspülung	id = indirekt
LS = Luft	Sch = Schaum	

9.2 Bohrtechnische Tabellen											
Tiefe in m Bohrlänge in m von		Bohrverfahren Art		Bohrwerkzeug Art				Verrohrung Außen ø mm			Bemerkungen
bis		Lösen		ø mm				Innen ø mm		Tiefe m	
0.00	27.40	BK	ram	Schap		SE-DR			220	27.40	
27.40	37.50	BK	rot	S	150	G-HY	LS			37.50	

9.3 Bohrkronen			9.4 Geräteführer-Wechsel						
Nr	Nr:	ø Außen/Innen:	Nr	Datum Tag/Monat Jahr	Uhrzeit	Tiefe	Name Geräteführer für	Ersatz	Grund
1		/	1						
2		/	2						
3		/	3						
4		/	4						
5		/							
6		/							

10 Angaben über Grundwasser, Verfüllung und Ausbau

Wasser erstmals angetroffen bei _____ m, Anstieg bis _____ m unter Ansatzpunkt

Höchster gemessener Wasserstandgleich Ansatzpunkt bei _____ m Bohrtiefe

Verfüllung: **0.00** m bis **37.50** m Art: **Compactonit** von: _____ m bis: _____ m Art:

Nr	Filterrohr			Filterschüttung			Körnung mm	Sperrschicht			OK Peilrohr m über/unter Ansatzpunkt
	von m	bis m	ø mm	Art	von m	bis m		von m	bis m	Art	

11 Sonstige Angaben

Datum: **29.02.2012** Firmenstempel: _____ Unterschrift: _____

DC



Abt Wasser- und
Umwelttechnik GmbH
Daimlerstraße 2
87719 Mindelheim

Anlage
Bericht:
Az.: 2549

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **PSW Happurg, Oberbecken**

Bohrung Nr. A 4

Blatt 4

Datum:
**07.02.2012-
14.02.2012**

1	2	3	4	5	6
Bism unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkungen c) Beschaffenheit nach Bohrgut d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang e) Farbe f) Übliche Benennung g) Geologische Benennung h) Gruppe i) Kalk- gehalt	Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
			Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
3.10	a) Schluff, sandig, schwach kiesig b) c) steif bis halbfest d) e) rotbraun f) g) h) i)		DP	3	2.50 -2.60
3.80	a) Schluff, schwach sandig, schwach kiesig b) c) halbfest bis fest d) e) rotbraun f) g) h) i)		DP	4	3.60 -3.70
4.00	a) Sand, stark kiesig b) c) d) e) dunkelrot, braun f) g) h) i)				
5.00	a) Schluff, stark sandig, schwach kiesig b) c) fest d) e) gelbbraun f) g) h) i)				
6.60	a) Schluff, stark sandig, feinkiesig b) c) fest d) e) gelbbraun f) g) h) i)		DP	5	5.40 -5.50



Abt Wasser- und
Umwelttechnik GmbH
Daimlerstraße 2
87719 Mindelheim

Anlage
Bericht:
Az.: 2549

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **PSW Happurg, Oberbecken**

Bohrung Nr. A 4

Blatt 5

Datum:
**07.02.2012-
14.02.2012**

1	2				3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
11.00	a) Sand, stark schluffig					DP	6	7.60
	b)							-7.70
	c) fest	d)	e) rotbraun bis gelbbraun			8.45		
	f)	g)	h)	i)		-8.55		
12.00	a) Sand, stark schluffig, feinkiesig							
	b)							
	c) fest	d)	e) rotbraun bis gelbbraun					
	f)	g)	h)	i)				
20.70	a) Sand, stark schluffig, feinkiesig					EP	1	13.20
	b)							-13.50
	c) fest	d)	e) gelbbraun bis rotbraun					16.40
	f)	g)	h)	i)		-16.65		
23.60	a) Ton, sandig, schluffig					EP	2	19.45
	b)							-19.70
	c) fest	d)	e) braun bis rotbraun					
	f)	g)	h)	i)				
23.80	a) Kalkstein Blöcke							
	b)							
	c)	d)	e) grau					
	f)	g)	h)	i)				



Abt Wasser- und
Umwelttechnik GmbH
Daimlerstraße 2
87719 Mindelheim

Anlage
Bericht:
Az.: 2549

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **PSW Happurg, Oberbecken**

Bohrung Nr. A 4

Blatt 6

Datum:
**07.02.2012-
14.02.2012**

1	2	3	4	5	6
Bism unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkungen c) Beschaffenheit nach Bohrgut d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang e) Farbe f) Übliche Benennung g) Geologische Benennung h) Gruppe i) Kalk- gehalt	Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
			Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
24.00	a) Kalkstein Blöcke, schluffig b) c) d) e) graubraun f) g) h) i)				
24.10	a) Kalkstein Blöcke, schluffig b) c) d) e) graubraun f) g) h) i)				
25.00	a) Schluff, Sand, Kalkstein b) c) d) e) braun f) g) h) i)		EP	5	24.40 -24.60
27.00	a) Kalkstein, Blöcke, schluffig b) c) d) e) graubraun f) g) h) i)				
37.50 Endtiefe	a) Kalkstein b) hart c) d) e) hellgrau f) g) h) i)	kein Wasser 14.02.2012	Bohrk ern Bohrk ern	1 2	30.70 -31.00 34.20 -35.00

Pumpspeicherkraftwerk Happurg · Sanierung Oberbecken

Ergänzende Kernbohrungen außerhalb der Versturzzone im Februar 2012

Anlage 2

Ergebnisse der ergänzenden Kernbohrungen Februar 2012

▪ Kernbohrung A 5/2012

- Ingenieurgeologische Ansprache 2.5.1
- Bohrprofil 2.5.2
- Kernfotos 2.5.3
- Schichtenverzeichnis Bohrfirma 2.5.4



Bohrgutbeschreibung

Bohrpunkt A5

Lage d. Bohrung: R \approx 44 61 200,9 H \approx 54 82 373,7 A.P. \approx 561,6 mNN Bohrdatum: 09.-14.02.2012

Das Bohrprofil erschloss unter der 0,55 m starken Schutzschicht bis in 1,85 m Tiefe zwei mineralische Dichtungsschichten (0,5 m + 0,25 m stark), die Dränagesandschicht (0,3 m stark), eine Sandausgleichsschicht (0,1 m stark) sowie eine Kiesbettungsschicht (0,15 m stark). Ab 1,85 m Tiefe bis in 8,9 m Tiefe unter dem Bohransatzpunkt wurden in wechselnder Folge sandiges und toniges Bohrgut (vermutlich Karstspaltenfüllung) gewonnen. Zwischen 8,9 m und 20,65 m Tiefe unter A.P. folgten teildolomitisierte Kalkgesteinsserien des Weißjura und darunter bis in 25,8 m Tiefe unter A.P. wieder tonig-sandige Lockergesteine. Unterhalb von 25,8 m Tiefe unter A.P. wurde gebankter Kalkstein erbohrt. Endteufe: 26,35 m.

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
0,0	0-0,55 (0,55)	561,6	<u>Beckensohle</u> (erschloss. Mächtigkeit: 1,85 m) <u>Schutzschicht</u> (kiesig-lehmiger Abraumboden) A (fG-gG(KSt.(dol.)), x', s', u); GK-Anteil: Weißjura-Kalk (somit ggf. nicht vom Bau des Unterbeckens), grau; FK-Anteil: weich (nach Frostexposition aufgetaut), gelbbraun
0,55	0,55-1,05 (0,5)	561,05	<u>Mineralische Dichtung (Lehmdichtung)</u> A (U, fg-mg), steif, gelblich graubraun, enthält schlickartige Anteile (organstoffhaltig) und Bachgerölle (vollkommen gerundet).
1,05	1,05-1,35 (0,3)	560,55	<u>Dränagesand 0/3</u> A (mS / gS, fg'), rötlich grau, locker gelagert, ortsfremdes Material.
1,35	1,35-1,5 (0,15)	560,25	<u>Kies-Ausgleichsschicht</u> A (fG-mG, gg'), grau, bestehend aus vollkommen gerundeten Bachgeröllen (Körner sind teilweise zerbrochen).
1,5	1,5-1,75 (0,25)	560,1	<u>Mineralische Dichtung (Lehmdichtung)</u> A (T), halbfest, weißgrau, trocken, nicht plastisch.
1,75	1,75-1,85 (0,1)	559,85	<u>Ausgleichssand</u> A (mS), locker gelagert, gelblich braungrau.
1,85		559,75	
			<u>Karstspaltenfüllung in Weißjura-Schichten</u> (erschloss. Mächtigkeit am 10.02.2012: vorläufig 5,15 m) <u>Karstspaltenfüllung</u> Im Tiefenband zwischen 1,85 m und vorläufig ca. 7,0 m unter A.P. wurde vermutlich eine Karstspalte erbohrt (stratigraphische Deutung: verfüllte Karstspalte innerhalb der ki 1 - <i>Platynota</i> -Schichten), die am Bohrpunkt unterhalb 3,35 m Tiefe tertiär vollständig mit fluviatil verfrachtetem Lockergesteinsmaterial erfüllt war.
	1,85-2,0 (0,15)		fS, t', mitteldicht gelagert, FK-Anteil steif, intensiv rotbraun und gelbbraun.
2,0		559,6	

**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt A5**

Tiefe [m]	Tiefen- band [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
2,0	2,0-3,2 (1,2)	559,6	T + mS, fs', FK-Anteil: steif-halbfest, intensiv rotbraun tonige und sandige Abschnitte teilweise tiefenmäßig wechselnd bzw. in gleicher Tiefe verzahnt.
3,2	3,2-3,35 (0,15)	558,4	G, t, ms, fs'. Der Kiesanteil besteht aus vollkommen gerundeten Bachgeröllen (ortsfremdes Material). Diese Feststellung spricht in Anbetracht der Art der überlagernden Schichten eher für eine anthropogene Plombierung als für eine fluviatile Verfrachtung des ortsfremden Materials. FK-Anteil steif, rotbraun / gelbbraun.
3,35	3,35-3,45 (0,1)	558,25	G, t, ms, fs'. Der Kiesanteil besteht aus ortstypischen kantigen Weißjura-Kalksteinkörnern. FK-Anteil steif, rotbraun / gelbbraun.
3,45	3,45-7,0 (3,55)	558,15	Wechselfolge von mittelsandigen und tonigen Böden der Karstspalten-Füllung, Konsistenzen der tonigen Böden im Bereich steif / halbfest; Lagerungsdichte der sandigen Böden im Bereich mitteldicht / dicht; mehrfache Farbwechsel. Details (Zahlenangaben in m Tiefe unter Ansatzpunkt): 3,45-4,0: mS + T, GK-Anteil: dicht gelagert, FK-Anteil: steif-halbfest, intensiv rotbraun, zuunterst gelbbraun. 4,0-4,35: mS, mitteldicht gelagert, rötlich grau. 4,35-4,5: T, halbfest, weißlich hellviolett. 4,5-4,7: mS, dicht gelagert, rötlich gelbbraun. 4,7-5,0: T, halbfest, rötlich hellgrau u. blass hellviolett. 5,0-5,1: fS, t', FK-Anteil steif-halbfest, dunkelrotbraun. 5,1-5,25: T, halbfest, rotviolett. 5,25-5,35: mS, t', GK-Anteil: dicht gelagert, FK-Anteil: halbfest, rotviolett. 5,35-5,6: T, halbfest, hellrotviolett bis hellgelbgrau. 5,6-6,0: mS, g, x', t', Kies-/Steinanteil: KSt.(dol.), hart, splittrig, FK-Anteil halbfest, rot- /gelbbraun, grau. 6,0-6,9: mS, fs, g', dicht gelagert, gelbbraun, punktuell KSt.(dol.)-Splitter eingelagert. 6,9-7,0: T, steif, gelbbraun, mit dunkelgrauen, vermutlich organischen Einlagerungen.
7,0		554,6	

**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt A5**

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
7,0	7,0-8,9 (1,9)	554,6	fS + T mit vereinzelt schwimmend in der Matrix eingebetteten Kalkgesteinsstückchen, FK-Anteil: steif, braun / dunkelgraubraun.
8,9	8,9-9,2 (0,3)	552,7	X (KSt., dol.), hart, grobblockig, gelblich grau, spätig.
9,2	9,2-9,5 (0,3)	552,4	KSt., dol., hart, hellgrau, vollzylindr. Kern, Länge 27 cm.
9,5	9,5-10,35 (0,85)	552,1	KSt., dol., hart, hellgrau, Kernscheiben und kurze Kerne, vereinzelt vorhandene Drusen sind mit schneeweißem Schlammstein, geringer Festigkeit sekundär verfüllt.
10,35	10,35-20,65 (10,3)	551,25	grober Weißjura-Kalksteinschutt, streckenw. schwach erdig. X + G, lokal u´, grau (graubraun). In der gesamten Bohrstrecke wurde lediglich zwischen 14,0 m und 14,1 m Tiefe unter A.P. ein (kurzer) zylindrischer Kern gewonnen.
20,65	20,65-22,6 (1,95)	540,95	T + fS, FK-Anteil: steif, vereinzelt KSt.-Stückchen schwimmend in Matrix eingebettet, intensiv dunkelbraun.
22,6	22,6-23,0 (0,4)	539,0	mS, lokal t´, dicht gelagert, ziegelrot, FK-Anteil: steif, dunkelbraun.
23,0	23,0-24,0 (1,0)	538,6	T + fS, FK-Anteil: steif, dunkelbraun, unterhalb 23,5 m Tiefe unter A.P. gelblich hellgraubraun marmoriert; mit der Tiefe abnehmender Sandanteil.
24,0	24,0-24,6 (0,6)	537,6	fS + mS, t´, dicht gelagert, hellziegelrot.
24,6	24,6-25,0 (0,4)	537,0	T, s, steif, mittelbraun bis dunkelbraun.
25,0	25,0-25,8 (0,8)	536,6	T, halbfest, gelblich hellbraun; in 25,5 m - 25,7 m: ms.
25,8		535,8	unterer Abschluss der Lockergesteine im Bohrprofil A5.



Bohrgutbeschreibung

Bohrpunkt A5

Tiefe [m]	Tiefen- band [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
25,8	25,8-26,35 (0,55)	535,8	KSt., hart, grau, stratigraphische Deutung: <i>Oxfordkalk</i> (ox 2). In 25,8 m - 26,0 m Tiefe unter A.P.: kurze Kerne, 8 cm bzw. 17 cm lang, letzterer diagonal zerbrochen. In 26,0 m - 26,35 m Tiefe unter A.P.: vollzylindr. Kern, 32 cm lang.
26,35		535,25	Bohrlochendteufe.

Projekt : PSW Happurg, Sanierung Oberbecken

Rechtswert : 4461200,9
 Hochwert : 5482373,7

GEOTECHNISCHES BOHRLOG: A5-2012

Teufe (m)	K M	Kern-gewinn (%)		RQD (%)		Kern-qualität 1 - 5		Trenn-flächen pro m		Pro-ben	Symbol	Geol.-Geotechn. Beschreibung
		25	75	20	60	1	3	8	24			
NN +561.60 m												
— 1											○ ○ ○ ○	Feinkies und Grobkies, stark steinig, schwach sandig (Schutzschicht) grau
1.0											● ● ● ● ○	Schluff, feinkiesig, schwach mittelkiesig (Lehmdichtung) graubraun gelblich
— 2											● ● ● ● ○	Mittelsand, stark grobsandig, schwach feinkiesig (Drainagesand) rötlich grau
2.0										1	○ ○	Feinkies, stark mittelkiesig, schwach grobkiesig (Kies-Ausgleichsschicht) grau
— 3											● ● ● ●	Ton (Lehmdichtung) weißgrau
3.0										2	● ● ● ●	Mittelsand gelblich graubraun
— 4											● ● ● ●	Feinsand, schwach tonig rotbraun/ braungelb
4.0											● ● ● ●	Ton und Mittelsand, schwach feinsandig rotbraun
— 5											○ ● ● ●	Kies, tonig, mittelsandig, schwach feinsandig gerundeter Kies rotbraun/ braungelb
5.0										3	● ● ● ●	Kies, tonig, mittelsandig, schwach feinsandig kantige Kiesbestandteile rotbraun/ braungelb
— 6											● ● ● ●	Mittelsand und Ton rotbraun/ braungelb
6.0											● ● ● ●	Mittelsand grau rötlich
— 7											● ● ● ●	Ton hellviolett weißlich
7.0										4	● ● ● ●	Mittelsand braungelb rötlich
— 8											● ● ● ●	Ton hellgrau rötlich und blass violett
8.0											● ● ● ●	Feinsand, schwach tonig rotbraun
— 9											● ● ● ●	Ton violett
9.0										5	● ● ● ●	Mittelsand, schwach tonig violett
— 10											● ● ● ●	Ton hellviolett bis gelbgrau
10.0										6	● ● ● ●	Mittelsand, kiesig, schwach steinig, schwach tonig rotbraun/ graugelb
— 11											● ● ● ●	Mittelsand, feinsandig, schwach kiesig braungelb
9.0										7	● ● ● ●	Ton braungelb
9.20											■ ■ ■ ■	Kalkstein brüchig gelblich grau
10.00											■ ■ ■ ■	Kalkstein schwach geschichtet Schichtfugen mit Lehmbesatz Kluff 66 Grad hellgrau

Projekt : PSW Happurg, Sanierung Oberbecken

Rechtswert : 4461200,9
 Hochwert : 5482373,7

GEOTECHNISCHES BOHRLOG: A5-2012

Teufe (m)	K M	Kern-gewinn (%)		RQD (%)		Kern-qualität 1 - 5		Trenn-flächen pro m		Pro-ben	Symbol	Geol.-Geotechn. Beschreibung
		25	75	20	60	1	3	8	24			
											NN +551.60 m	
11.0	11											
12.0	12											
13.0	13									8		Kalkstein stark brüchig, reichlich Lehmbsatz, kiesig hellgrau
14.0	14											
15.0	15										13.50	
16.0	16											Kalkstein weitgehend brüchig Klüfte 56 und 72 Grad, Lehmbsatz
17.0	17										15.60	
18.0	18											Kalkstein stark brüchig hellgrau
19.0	19										17.60	
20.0	20											Kalkstein Klüfte 72, 68,70 Grad Lehmbsatz, kiesig
21.0	21										19.00	
20.0											20.00	Kalkstein brüchig, Lehmbsatz













Projekt : PSW Happurg, Sanierung Oberbecken

Rechtswert : 4461200,9
 Hochwert : 5482373,7


GEOTECHNISCHES BOHRLOG: A5-2012


Teufe (m)	K M	Kern- gewinn (%)		RQD (%)		Kern- qualität 1 - 5		Trenn- flächen pro m		Pro- ben	Symbol	Geol.-Geotechn. Beschreibung
		25	75	20	60	1	3	8	24			
											NN +541.60 m	
	22											Kalkstein Klüfte 66, 72 Grad, Klüfte und Schichttugen mit Lehmbesatz, kiesig hellgrau
21.0	23											
	24									9		Ton und Feinsand, schwach kiesig (Hohlraumfüllung) dunkelbraun
22.0	25											
	26									10		Mittelsand, schwach tonig ziegelrot/ dunkelbraun
23.0	27											
	28									11		Feinsand und Mittelsand dunkelbraun bis gelblich hellgraubraun marmoriert
24.0	29											
	30									12		Feinsand und Mittelsand, schwach tonig hell ziegelrot
25.0										13		Ton, sandig braun bis dunkelbraun
										14		Ton hellbraun
26.0										15		Ton, mittelsandig (Basis der Hohlraumfüllung) hellbraun
												Kalkstein hellgrau

A 5/2012	Tiefe: 0 m bis 12 m
gebohrt: 09.02.-14.02.2012	aufgenommen: 19.02.2012

0 m		1 m
1 m		2 m
2 m		3 m
3 m		4 m
4 m		5 m
5 m		6 m
6 m		7 m
7 m		8 m
8 m		9 m
9 m		10 m
10 m		11 m
11 m		12 m

A 5/2012	Tiefe: 12 m bis 24 m
gebohrt: 09.02.-14.02.2012	aufgenommen: 19.02.2012
12 m	13 m
13 m	14 m
14 m	15 m
15 m	16 m
16 m	17 m
17 m	18 m
18 m	19 m
19 m	20 m
20 m	21 m
21 m	22 m
22 m	23 m
23 m	24 m



A 5/2012	Tiefe: 24 m bis 26,3 m
gebohrt: 09.02.-14.02.2012	aufgenommen: 19.02.2012
	

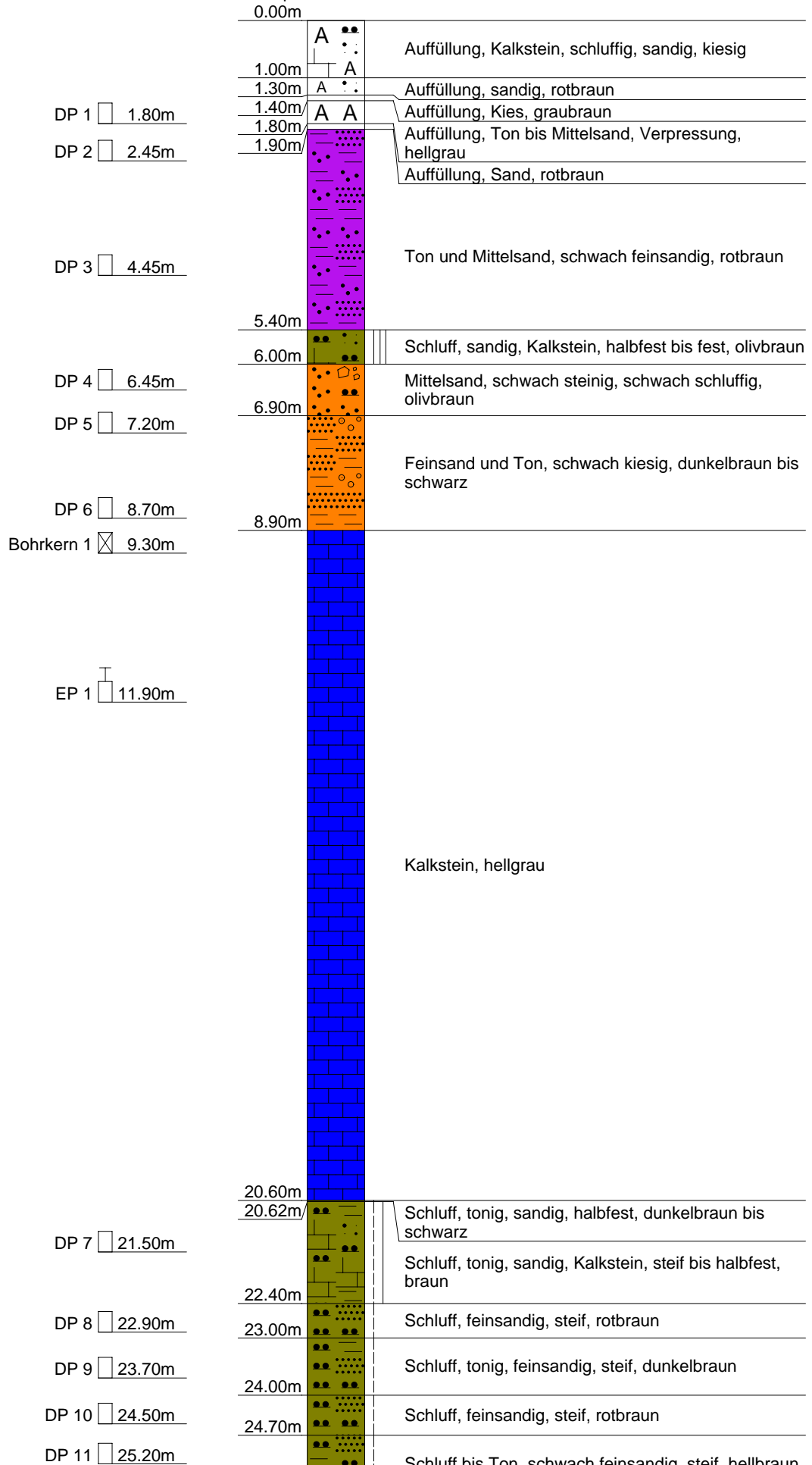


Abt Wasser- und
Umwelttechnik GmbH
Daimlerstraße 2
87719 Mindelheim

Projekt: PSW Happurg, Oberbecken
ProjektNr: Erkundung infolge Schadensfall
Maßstab: 1: 100
Datum: 19.03.2012 / Kostenstelle: 2549

A 5

Ansatzpunkt: 561.600 mNN

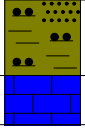


DP 11 □ 25.20m

Bohrkern 2 ⊠ 26.30m
Kein Wasser
(14.02.2012)

25.70m

26.35m
Endtiefe



Schluff bis Ton, schwach feinsandig, steif, hellbraun

Kalkstein, hellgrau

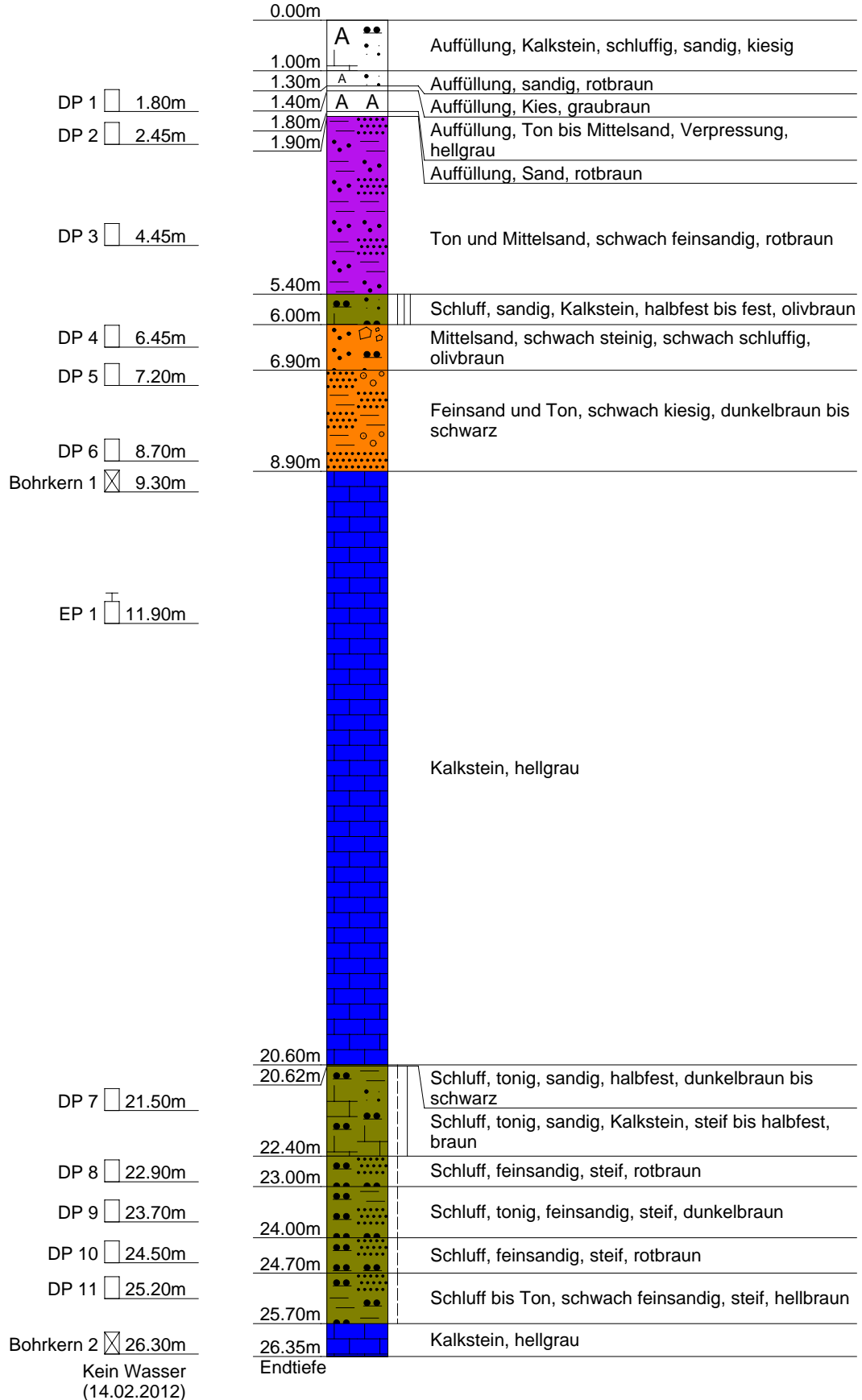


Abt Wasser- und
Umwelttechnik GmbH
Daimlerstraße 2
87719 Mindelheim

Projekt: PSW Happurg, Oberbecken
Projektnr: Erkundung infolge Schadensfall
Maßstab: 1: 120
Datum: 19.03.2012 / Kostenstelle: 2549

A 5

Ansatzpunkt: 561.600 mNN





Abt Wasser- und
Umwelttechnik GmbH
Daimlerstraße 2
87719 Mindelheim

Kopfblatt nach DIN 4022 zum Schichtenverzeichnis
für Bohrungen
Baugrundbohrung

Archiv-Nr:
Aktenzeichen: **2549**

Anlage:
Bericht:

**1 Objekt PSW Happurg,
Oberbecken**

Anzahl der Seiten des Schichtenverzeichnisses: **6**
Anzahl der Testberichte und ähnliches:

2 Bohrung Nr. A 5

Zweck: **Baugrunderkundung**

Ort: **Happurg**

Lage (Topographische Karte M = 1 : 25000):

Nr:

Rechts: **4461200.90** Hoch: **5482373.70**

Lotrecht

Richtung:

Höhe des a) zu NN **561.60**

m

Ansatzpunktes b) zu

m gleich Gelände

3 Lageskizze (unmaßstäblich)

Bemerkung:

4 Auftraggeber: **E.ON Wasserkraft GmbH, Luitpoldstraße 27, 84034 Landshut**

Fachaufsicht: **Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Christian Moormann, Möhringer Landstr. 58, 70563 Stuttgart**

5 Bohrunternehmen: **Abt Wasser- und Umwelttechnik GmbH, Daimlerstraße 2, 87719 Mindelheim**

gebohrt von: **09.02.2012** bis: **14.02.2012**

Tagesbericht-Nr:

Projekt-Nr: **Erkundung infolge**

Geräteführer: **Herr Munteanu**

Qualifikation: **Bohrgeräteführer**

Geräteführer:

Qualifikation:

Geräteführer:

Qualifikation:

6 Bohrgerät Typ: **Comacchio 1**

Baujahr:

Bohrgerät Typ:

Baujahr:

7 Messungen und Tests im Bohrloch:

8 Probenübersicht:	Art - Behälter	Anzahl	Aufbewahrungsort
Bohrproben	Kernkisten	27 m	E.ON Happurg
Bohrproben	Liner	15	
Bohrproben	DP	11	
Sonderproben	EP	1	
Wasserproben	Bohrkern	2	

9 Bohrtechnik	BP = Bohrung mit durchgehender Gewinnung nichtgekernter Proben	BKR= BK mit richtungsorientierter Kernentnahme
9.1 Kurzzeichen		BKB= BK mit beweglicher Kernumhüllung
9.1.1 Bohrverfahren	BuP= Bohrung mit Gewinnung unvollständiger Proben	BKF= BK mit fester Kernumhüllung
9.1.1.1 Art:	BS = Sondierbohrungen	... =
BK = Bohrung mit durchgehender Gewinnung gekernter Proben	... =	

9.1.1.2 Lösen:	ram = rammend	schlag = schlagend
rot = drehend	druck = drückend	greif = greifend

9.1.2 Bohrwerkzeug	HK = Hohlkrone	Schn = Schnecke	... =
9.1.2.1 Art:	VK = Vollkrone	Spi = Spirale	... =
EK = Einfachkernrohr	H = Hartmetallkrone	Kis = Kiespumpe	... =
DK = Doppelkernrohr	D = Diamantkrone	Ven = Ventilbohrer	
TK = Dreifachkernrohr	Gr = Greifer	Mei = Meißel	
S = Seilkernrohr	Schap = Schappe	SN = Sonde	

9.1.2.2 Antrieb:	HA = Hand	DR = Druckluft
G = Gestänge	F = Freifall	HY = Hydraulik
SE = Seil	V = Vibro	

9.1.2.3 Spülhilfe:	SS = Sole	d = direkt
WS= Wasser	DS = Dickspülung	id = indirekt
LS = Luft	Sch = Schaum	

9.2 Bohrtechnische Tabellen											
Tiefe in m Bohrlänge in m von		Bohrverfahren Art		Bohrwerkzeug Art				Verrohrung Außen ø mm			Bemerkungen
bis		Lösen		ø mm				Innen ø mm		Tiefe m	
0.00	8.80	BK	ram	Schap		SE-DR			220	8.80	
8.80	26.35	BK	rot	S	150	G-HY	LS			26.35	

9.3 Bohrkronen			9.4 Geräteführer-Wechsel						
Nr	Nr:	ø Außen/Innen:	Nr	Datum Tag/Monat Jahr	Uhrzeit	Tiefe	Name Geräteführer für Ersatz		Grund
1		/	1						
2		/	2						
3		/	3						
4		/	4						
5		/							
6		/							

10 Angaben über Grundwasser, Verfüllung und Ausbau

Wasser erstmals angetroffen bei _____ m, Anstieg bis _____ m unter Ansatzpunkt

Höchster gemessener Wasserstandgleich Ansatzpunkt bei _____ m Bohrtiefe

Verfüllung: **0.00** m bis **26.35** m Art: **Compactonit** von: _____ m bis: _____ m Art:

Nr	Filterrohr			Filterschüttung			Körnung mm	Sperrschicht			OK Peilrohr m über/unter Ansatzpunkt
	von m	bis m	ø mm	Art	von m	bis m		von m	bis m	Art	

11 Sonstige Angaben

Datum: **01.03.2012** Firmenstempel: _____ Unterschrift: _____

DC



Abt Wasser- und
Umwelttechnik GmbH
Daimlerstraße 2
87719 Mindelheim

Anlage
Bericht:
Az.: 2549

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **PSW Happurg, Oberbecken**

Bohrung Nr. A 5

Blatt 3

Datum:
**09.02.2012-
14.02.2012**

1	2				3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalkgehalt				
1.00	a) Auffüllung, Kalkstein, schluffig, sandig, kiesig							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
1.30	a) Auffüllung, sandig							
	b)							
	c)	d)	e) rotbraun					
	f)	g)	h)	i)				
1.40	a) Auffüllung, Kies							
	b)							
	c)	d)	e) graubraun					
	f)	g)	h)	i)				
1.80	a) Auffüllung, Ton bis Mittelsand					DP	1	1.70 -1.80
	b) Verpressung							
	c)	d)	e) hellgrau					
	f)	g)	h)	i)				
1.90	a) Auffüllung, Sand							
	b)							
	c)	d)	e) rotbraun					
	f)	g)	h)	i)				



Abt Wasser- und
Umwelttechnik GmbH
Daimlerstraße 2
87719 Mindelheim

Anlage

Bericht:

Az.: 2549

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **PSW Happurg, Oberbecken**

Bohrung Nr. A 5

Blatt 4

Datum:
**09.02.2012-
14.02.2012**

1	2				3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
5.40	a) Ton und Mittelsand, schwach feinsandig					DP	2	2.35
	b)						3	-2.45
	c)	d)	e) rotbraun					4.35
	f)	g)	h)	i)				-4.45
6.00	a) Schluff, sandig, Kalkstein							
	b)							
	c) halbfest bis fest	d)	e) olivbraun					
	f)	g)	h)	i)				
6.90	a) Mittelsand, schwach steinig, schwach schluffig					DP	4	6.35
	b)							-6.45
	c)	d)	e) olivbraun					
	f)	g)	h)	i)				
8.90	a) Feinsand und Ton, schwach kiesig					DP	5	7.10
	b)					DP	6	-7.20
	c)	d)	e) dunkelbraun bis schwarz					8.60
	f)	g)	h)	i)				-8.70
20.60	a) Kalkstein					Bohrk ern	1	9.20
	b)					EP	1	-9.30
	c)	d)	e) hellgrau					11.30
	f)	g)	h)	i)				-11.90



Abt Wasser- und
Umwelttechnik GmbH
Daimlerstraße 2
87719 Mindelheim

Anlage
Bericht:
Az.: 2549

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **PSW Happurg, Oberbecken**

Bohrung Nr. A 5

Blatt 5

Datum:
**09.02.2012-
14.02.2012**

1	2	3	4	5	6
Bism unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkungen c) Beschaffenheit nach Bohrgut d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang e) Farbe f) Übliche Benennung g) Geologische Benennung h) Gruppe i) Kalk- gehalt	Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
			Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
20.62	a) Schluff, tonig, sandig b) c) halbfest d) e) dunkelbraun bis schwarz f) g) h) i)				
22.40	a) Schluff, tonig, sandig, Kalkstein b) c) steif bis halbfest d) e) braun f) g) h) i)		DP	7	21.40 -21.50
23.00	a) Schluff, feinsandig b) c) steif d) e) rotbraun f) g) h) i)		DP	8	22.80 -22.90
24.00	a) Schluff, tonig, feinsandig b) c) steif d) e) dunkelbraun f) g) h) i)		DP	9	23.60 -23.70
24.70	a) Schluff, feinsandig b) c) steif d) e) rotbraun f) g) h) i)		DP	10	24.40 -24.50



Abt Wasser- und
Umwelttechnik GmbH
Daimlerstraße 2
87719 Mindelheim

Anlage
Bericht:
Az.: **2549**

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **PSW Happurg, Oberbecken**

Bohrung Nr. A 5

Blatt 6

Datum:
**09.02.2012-
14.02.2012**

1	2	3	4	5	6	
Bism unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen		Entnommene Proben			
	b) Ergänzende Bemerkungen					
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)	
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt		
25.70	a) Schluff bis Ton, schwach feinsandig		DP 11 25.10 -25.20			
	b)					
	c) steif	d)				e) hellbraun
	f)	g)				h)
26.35 Endtiefe	a) Kalkstein		kein Wasser 14.02.2012 Bohr- kern 2 26.00 -26.30			
	b)					
	c)	d)				e) hellgrau
	f)	g)				h)

Pumpspeicherkraftwerk Happurg · Sanierung Oberbecken

Ergänzende Kernbohrungen außerhalb der Versturzzone im Februar 2012

Anlage 2

Ergebnisse der ergänzenden Kernbohrungen Februar 2012

▪ Kernbohrung A 6/2012

- Ingenieurgeologische Ansprache 2.6.1
- Bohrprofil 2.6.2
- Kernfotos 2.6.3
- Schichtenverzeichnis Bohrfirma 2.6.4



Bohrgutbeschreibung

Bohrpunkt A6

Lage d. Bohrung: R \approx 4461220,1 H \approx 5482750,8 A.P. \approx 561,1 mNN Bohrdatum: 08.-09.02.2012

Das Bohrprofil erschloss unter einer 1,4 m starken Schutzschicht die hier 0,45 m mächtige mineralische Abdichtung des Oberbeckens, die 0,15 m starke Dränagesandschicht und eine 0,1 m starke Ausgleichsandschicht. In 2,1 m - 2,4 m Tiefe unter dem Bohransatzpunkt wurde lehmiger Weißjura-Kalksteinschutt erbohrt. Darunter folgten bis zur Bohrlochentiefe in 15,0 m unter Ansatzpunkt vorwiegend dünnbankige Weißjura-Kalksteinschichten mit Fels-Charakter.

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
0,0	0-1,4 (1,4)	561,1	Beckensohle (erschloss. Mächtigkeit: 2,1 m) <u>Schutzschicht</u> (kiesig-lehmiger Abraumboden) in 0-0,5 m Tiefe unter Ansatzpunkt: A (mG-gG, x, u'); in 0,5 m - 1,4 m Tiefe unter A.P.: A (fG, mg', u'-u), GK-Anteile: Weißjura-Kalk (somit ggf. nicht vom Bau des Unterbeckens), grau; FK-Anteile: breiig (nach Frostexposition aufgetaut), graubraun, in 1,1 m - 1,4 m Tiefe unter A.P. mit Holzresten und schlickartigen Anteilen (organstoffhaltig).
1,4	1,4-1,85 (0,45)	559,7	<u>Mineralische Dichtung (Lehmdichtung)</u> A (T, fs'), steif, rotstichig gelbbraun. Lehmmatrix enthält einzelne KSt.-Splitter.
1,85	1,85-2,1 (0,25)	559,25	<u>Dränagesand 0/3 und Ausgleichssand</u> in 1,85 m-2,0 m Tiefe unter A.P.: A (mS / gS, fg'), locker gelagert, rötlich grau (ortsfremdes Material 0/3); in 2,0 m - 2,1 m Tiefe unter A.P.: A (fS, t), dicht gelagert, rotbraun (vermutlich örtlich angetroffenes Material, anthropogen umgelagert).
2,1		558,9	Weißjura-Schichten (Kalkgestein, teilw. dolomitisiert) (erschloss. Mächtigkeit 12,9 m) stratigraphische Deutung: ki 1 - <i>Platynota</i> -Schichten
	2,1-2,4 (0,3)		<u>Weißjura-Kalksteinschutt, teilweise dolomitisiert, verlehmt</u> G, t, fs, GK-Anteil: Einzelkörner hart, sehr stark zerlegt, splittrig, braun / hellgrau, mit Lehmanteil verkittet.
2,4		558,6	<u>Weißjura-Kalkgestein, teilweise dolomitisiert, dünnbankig, mit Fels-Charakter</u>
	2,4-15,0 (12,6)		KSt.(dol.), hart, grau, überwiegend in dünnen horizontalen Lagen von wenigen Zentimetern Stärke aufspaltend. Das Bohrgut besteht aus einer Folge zahlreicher Kernscheiben. Vereinzelt sind im Bohrgut etwas stärkere Gesteinsbänke von max. 16 cm - 20 cm Stärke vertreten (dort: vollzylindr. Kerngewinn, Kern-Mantelflächen sind nur schwach löchrig). <u>Besonderheit:</u> vollständiger Kernverlust in 11,7 m - 12,5 m in Bohrabschnitt mit sehr geringem Bohrwiderstand (Hohlraum), ab hier: 100 % Luftspülungsverluste bis Bohrlochentiefe).
15,0		546,1	Bohrlochentiefe.

Projekt : PSW Happurg, Sanierung Oberbecken

Rechtswert : 4461220,1
 Hochwert : 5482750,8

GEOTECHNISCHES BOHRLOG: A6-2012

Teufe (m)	K M	Kern-gewinn (%)		RQD (%)		Kern-qualität 1 - 5		Trenn-flächen pro m		Pro-ben	Symbol	Geol.-Geotechn. Beschreibung	
		25	75	20	60	1	3	8	24				
											NN +561.10 m		
— 1											0.50	Mittelkies, grobkiesig, steinig, schwach schluffig (Schutzschicht) grau	
1.0	1										1.40	Feinkies, schwach mittelkiesig, schluffig (Schutzschicht) graubraun	
— 2											1.85	Ton, schwach feinsandig (Lehmdichtung) braungelb rotstichig	
2.0	2										2.00	Mittelsand, stark grobsandig, schwach feinkiesig (Drainagesand) rötlich grau	
— 3											2.10	Feinsand, tonig rotbraun	
— 4											2.40	Kalkstein sehr stark zerlegt, mit Lehm	
— 5													
— 6													
— 7													
— 8													
— 9													
— 10													
— 11													
10.0											10.00	Kalkstein geschichtet, stark brüchig Kluft 74 Grad, Lehmbesatz Injektionsgut bei 6,3 m hellgrau	
													Kalkstein geschichtet, brüchig Klüfte 56, 65 Grad hellgrau

Projekt : PSW Happurg, Sanierung Oberbecken


Rechtswert : 4461220,1
 Hochwert : 5482750,8

GEOTECHNISCHES BOHRLOG: A6-2012

Teufe (m)	K M	Kern-gewinn (%)		RQD (%)		Kern-qualität 1 - 5		Trenn-flächen pro m		Pro-ben	Symbol	Geol.-Geotechn. Beschreibung
		25	75	20	60	1	3	8	24			
										2	NN +551.10 m	
11.0	12										11.20	Kalkstein geschichtet, brüchig hellgrau
12.0	13										11.60	Kalkstein Kluff 58 Grad, geschlossen
13.0	14										12.50	Kernverlust (totaler Spülverlust, Hohlraum?)
14.0	15											Kalkstein geschichtet, bereichsweise brüchig hellgrau
15.0											15.00	

A 6/2012	Tiefe: 0 m bis 12 m
gebohrt: 08.02.-09.02.2012	aufgenommen: 12.02.2012

The photograph shows a vertical soil core sample divided into 12 one-meter segments. The segments are labeled on the left and right sides from 0 m to 12 m. The top two segments (0-1 m and 1-2 m) contain a dark, silty soil. The segment from 2-3 m contains a layer of soil with some rock fragments. The remaining segments (3-12 m) contain a light-colored, sandy soil with numerous rock fragments of various sizes and shapes. A yellow measuring tape is visible along the right side of the core.

A 6/2012	Tiefe: 12 m bis 15 m
gebohrt: 08.02.-09.02.2012	aufgenommen: 12.02.2012
	



Abt Wasser- und
Umwelttechnik GmbH
Daimlerstraße 2
87719 Mindelheim

Projekt: PSW Happurg, Oberbecken
ProjektNr: Erkundung infolge Schadensfall
Maßstab: 1: 100
Datum: 19.03.2012 / Kostenstelle: 2549

A 6

Ansatzpunkt: 561.100 mNN

0.00m

DP 1 1.00m

DP 2 1.60m

0.50m	A	••	Auffüllung, Kalkstein, schluffig, sandig, graubraun
1.20m	A	°°	Auffüllung, Schluff, kiesig, halbfest bis fest, dunkelbraun
1.80m	A	••	Auffüllung, Ton, schluffig, sandig, halbfest bis fest, dunkelbraun bis braun
2.00m		••	Auffüllung, Sand, rotbraun
2.40m		••	Schluff, Kalkstein, braungrau

Kalkstein, hart, hellgrau

11.70m

12.50m

Hohlraum

Kalkstein, hart, hellgrau

15.00m

Endtiefe

Kein Wasser
(09.02.2012)



Abt Wasser- und
Umwelttechnik GmbH
Daimlerstraße 2
87719 Mindelheim

Kopfblatt nach DIN 4022 zum Schichtenverzeichnis
für Bohrungen
Baugrundbohrung

Archiv-Nr:
Aktenzeichen: **2549**

Anlage:
Bericht:

**1 Objekt PSW Happurg,
Oberbecken**

Anzahl der Seiten des Schichtenverzeichnisses: **4**
Anzahl der Testberichte und ähnliches:

2 Bohrung Nr. A 6

Zweck: **Baugrunderkundung**

Ort: **Happurg**

Lage (Topographische Karte M = 1 : 25000):

Nr:

Rechts: **4461220.10** Hoch: **5482750.80**

Lotrecht

Richtung:

Höhe des a) zu NN **561.10**

m

Ansatzpunktes b) zu

m gleich Gelände

3 Lageskizze (unmaßstäblich)

Bemerkung:

4 Auftraggeber: E.ON Wasserkraft GmbH, Luitpoldstraße 27, 84034 Landshut

Fachaufsicht: **Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Christian Moormann, Möhringer Landstr. 58, 70563 Stuttgart**

5 Bohrunternehmen: Abt Wasser- und Umwelttechnik GmbH, Daimlerstraße 2, 87719 Mindelheim

gebohrt von: **08.02.2012** bis: **09.02.2012**

Tagesbericht-Nr:

Projekt-Nr: **Erkundung infolge**

Geräteführer: **Herr Munteanu**

Qualifikation: **Bohrgeräteführer**

Geräteführer:

Qualifikation:

Geräteführer:

Qualifikation:

6 Bohrgerät Typ: Comacchio 1

Baujahr:

Bohrgerät Typ:

Baujahr:

7 Messungen und Tests im Bohrloch:

8 Probenübersicht:

	Art - Behälter	Anzahl	Aufbewahrungsort
Bohrproben	Kernkisten	15 m	E.ON Happurg
Bohrproben	Liner	3	
Bohrproben	DP	2	
Sonderproben			
Wasserproben			

9 Bohrtechnik	BP = Bohrung mit durchgehender Gewinnung nichtgekernter Proben	BKR= BK mit richtungsorientierter Kernentnahme
9.1 Kurzzeichen		BKB= BK mit beweglicher Kernumhüllung
9.1.1 Bohrverfahren		BKF= BK mit fester Kernumhüllung
9.1.1.1 Art:	BuP= Bohrung mit Gewinnung unvollständiger Proben	... =
BK = Bohrung mit durchgehender Gewinnung gekernter Proben	BS = Sondierbohrungen	
... =	... =	

9.1.1.2 Lösen:	ram = rammend	schlag = schlagend
rot = drehend	druck = drückend	greif = greifend

9.1.2 Bohrwerkzeug	HK = Hohlkrone	Schn = Schnecke	... =
9.1.2.1 Art:	VK = Vollkrone	Spi = Spirale	... =
EK = Einfachkernrohr	H = Hartmetallkrone	Kis = Kiespumpe	... =
DK = Doppelkernrohr	D = Diamantkrone	Ven = Ventilbohrer	
TK = Dreifachkernrohr	Gr = Greifer	Mei = Meißel	
S = Seilkernrohr	Schap = Schappe	SN = Sonde	

9.1.2.2 Antrieb:	HA = Hand	DR = Druckluft
G = Gestänge	F = Freifall	HY = Hydraulik
SE = Seil	V = Vibro	

9.1.2.3 Spülhilfe:	SS = Sole	d = direkt
WS= Wasser	DS = Dickspülung	id = indirekt
LS = Luft	Sch = Schaum	

9.2 Bohrtechnische Tabellen												
Tiefe in m Bohrlänge in m von		Bohrverfahren Art		Bohrwerkzeug Art				Verrohrung Außen ø mm			Bemerkungen	
bis		Lösen		ø mm				Innen ø mm		Tiefe m		
0.00	2.40	BK	ram	Schap					220		18.00	
2.40	15.00	BK	rot	S	150						15.00	

9.3 Bohrkronen			9.4 Geräteführer-Wechsel						
Nr	Nr:	ø Außen/Innen:	Nr	Datum Tag/Monat Jahr	Uhrzeit	Tiefe	Name Geräteführer für	Ersatz	Grund
1		/	1						
2		/	2						
3		/	3						
4		/	4						
5		/							
6		/							

10 Angaben über Grundwasser, Verfüllung und Ausbau

Wasser erstmals angetroffen bei _____ m, Anstieg bis _____ m unter Ansatzpunkt

Höchster gemessener Wasserstandgleich Ansatzpunkt bei _____ m Bohrtiefe

Verfüllung: **0.00** m bis **15.00** m Art: **Compactonit** von: _____ m bis: _____ m Art:

Nr	Filterrohr			Filterschüttung			Körnung mm	Sperrschicht			OK Peilrohr m über/unter Ansatzpunkt
	von m	bis m	ø mm	Art	von m	bis m		von m	bis m	Art	

11 Sonstige Angaben

Datum: **01.03.2012** Firmenstempel: _____ Unterschrift: _____

DC



Abt Wasser- und
Umwelttechnik GmbH
Daimlerstraße 2
87719 Mindelheim

Anlage
Bericht:
Az.: 2549

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **PSW Happurg, Oberbecken**

Bohrung Nr. A 6

Blatt 3

Datum:
**08.02.2012-
09.02.2012**

1	2	3	4	5	6		
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen		Entnommene Proben				
	b) Ergänzende Bemerkungen						
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe	Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)	
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt			
0.50	a) Auffüllung, Kalkstein, schluffig, sandig						
	b)						
	c)	d)				e) graubraun	
	f)	g)				h)	i)
1.20	a) Auffüllung, Schluff, kiesig		DP 1 0.90 -1.00				
	b)						
	c) halbfest bis fest	d)				e) dunkelbraun	
	f)	g)				h)	i)
1.80	a) Auffüllung, Ton, schluffig, sandig		DP 2 1.50 -1.60				
	b)						
	c) halbfest bis fest	d)				e) dunkelbraun bis braun	
	f)	g)				h)	i)
2.00	a) Auffüllung, Sand						
	b)						
	c)	d)				e) rotbraun	
	f)	g)				h)	i)
2.40	a) Schluff, Kalkstein						
	b)						
	c)	d)				e) braungrau	
	f)	g)				h)	i)



Abt Wasser- und
Umwelttechnik GmbH
Daimlerstraße 2
87719 Mindelheim

Anlage
Bericht:
Az.: 2549

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **PSW Happurg, Oberbecken**

Bohrung Nr. A 6

Blatt 4

Datum:
**08.02.2012-
09.02.2012**

1	2	3	4	5	6			
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen		Entnommene Proben					
	b) Ergänzende Bemerkungen							
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges					
	e) Farbe	f) Übliche Benennung				g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalkgehalt
Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)						
11.70	a) Kalkstein							
	b) hart							
	c)	d)				e) hellgrau		
	f)	g)				h)	i)	
12.50	a) Hohlraum							
	b)							
	c)	d)				e)		
	f)	g)				h)	i)	
15.00 Endtiefe	a) Kalkstein		kein Wasser 09.02.2012					
	b)							
	c) hart	d)				e) hellgrau		
	f)	g)				h)	i)	

Pumpspeicherkraftwerk Happurg · Sanierung Oberbecken

Ergänzende Kernbohrungen außerhalb der Versturzzone im Februar 2012

Anlage 2

Ergebnisse der ergänzenden Kernbohrungen Februar 2012

▪ Kernbohrung A 7/2012

- Ingenieurgeologische Ansprache 2.7.1
- Bohrprofil 2.7.2
- Kernfotos 2.7.3
- Schichtenverzeichnis Bohrfirma 2.7.4



Bohrgutbeschreibung

Bohrpunkt A7

Lage d. Bohrung: R \approx 44 61 166,9 H \approx 54 82 622,4 A.P. \approx 561,0 mNN Bohrdatum: 20.02.2012

Das Bohrprofil erschloss unter der 0,5 m starken Schutzschicht die hier 0,5 m mächtige mineralische Abdichtung des Oberbeckens, eine 0,4 m starke gemischtkörnige Ausgleichsschicht und die 0,35 m starke Dränagesandschicht. In 1,75 m Tiefe unter dem Bohransatzpunkt erfolgte der Übergang zu den Weißjura-KSt.-Schichten mit einem initialen sandig-lehmigen Schichtenstoss, in der Tiefe ab 2,0 m gefolgt von brockigem KSt.-Material. Ab 3,05 m Tiefe bis zur Bohrlochendeufe (13,0 m) wurden außer Gesteinsschutt auch vollzylindrische Bohrkerne der Weißjura-Kalksteinschichten gewonnen.

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
0,0	0-0,5 (0,5)	561,0	<u>Beckensohle</u> (erschloss. Mächtigkeit: 1,75 m) <u>Schutzschicht</u> (kiesig-lehmiger Abraumboden) Details (Zahlenangaben in m Tiefe unter Ansatzpunkt): 0-0,45: A (G, oberhalb 0,3 m: u); GK-Anteil: wj.-KSt.-Splitt, hart, grau, gebrochenes Material; FK-Anteil: weich, braun, feucht-nass. 0,45-0,5: A (S, g), locker gelagert, rotbraun-gelbbraun, nass.
0,5	0,5-1,0 (0,5)	560,5	<u>Mineralische Dichtung (Lehmdichtung)</u> A (T, u, fs'), steif, olivgrau, feucht.
1,0	1,0-1,4 (0,4)	559,25	<u>Ausgleichsschichten (gemischtkörnig)</u> Details (Zahlenangaben in m Tiefe unter Ansatzpunkt): 1,0-1,3: A (U, t, g, s'), FK-Anteil: breiig, braun, nass; GK-Anteil: wj.-KSt.-Splitt, hart, grau, locker - mitteldicht gelagert, gebrochenes Material. 1,3-1,4: A (fG+T, mg, fs, u), GK-Anteil: locker gelagert, wj.-KSt.-Splitt, hart, grau, gebrochenes Material; FK-Anteil: steif mit Tendenz in Richtung weich.
1,4	1,4-1,75 (0,35)	558,85	<u>Dränagesand 0/3</u> A (mS, gs, fg'), locker gelagert, rötlich graubraun (ortsfremdes Material 0/3).
1,75	1,75-2,0 (0,25)	559,25	<u>Weißjura-Schichten (Kalkgestein, teilw. dolomitisiert)</u> (erschloss. Mächtigkeit 11,25 m) stratigraphische Deutung: bis ca. 8,6 m Tiefe unter A.P.: ki 1 - <i>Platynota</i> -Schichten darunter: <i>Oxfordkalk</i> (ox 2). <u>vermutete fluviatile Kluffüllung</u> fS, t, u; GK-Anteil: mitteldicht gelagert, gelblich braun, ab 1,9 m Tiefe unter A.P. mit fG-Anteil (KSt.); FK-Anteil: steif, gelblich braun, ab 1,9 m: hellgrau.
2,0		559,0	

**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt A7**

Tiefe [m]	Tiefen- band [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
2,0		559,0	
	2,0-3,05 (1,05)		<u>Weißjura-Kalksteinschutt, teilweise dolomitisiert</u> X+G, s´(KSt., dol.) Einzelkörner hart, hellgrau, brockig, z. T. zerrammt zu Kalkmehl, kein zylindr. Bohrgut; in 2,7 m - 2,9 m Tiefe unter A.P. mit Lehm, fest, verbacken.
3,05		557,95	
	3,05-13,0 (9,95)		<u>Weißjura-Kalkgestein, teilw. dolomitisiert mit Fels-Charakter</u> Details (Zahlenangaben in m Tiefe unter Ansatzpunkt): 3,05-3,4: KSt., teilweise dolomitisiert, hart, grau; vollzylindr. Kern, 35 cm lang. 3,4-3,5: mergelige Verbackung aus Lehm (U, fest, gelblich grau) und KSt.-Scherben, hart, grau. 3,5-3,65 KSt., teilweise dolomitisiert, hart, grau; vollzylindr. Kern, 15 cm lang; angeschnittene Druse mit schneeweißem Schlammstein sekun- där verfüllt. 3,65-4,0: KSt., teilweise dolomitisiert, hart, grau, vertikal gespaltener Kern mit hackigem Bruch und gelb- braun bestegten Bruchflächen, sowie kleine Gesteinsscherben. (Kernmarsch von 3 m - 4 m: RQD = 0,50). 4,0-4,15: X (KSt.), teilweise dolomitisiert, u, fg, mg, GK-Anteil: hart, grau, vertikal gespaltener Kern; FK-Anteil: Verbackung aus Lehm und KSt.- Scherben, fest, matt graubraun. 4,15-4,6: KSt., teilweise dolomitisiert, hart, grau; vollzylindr. Kern, 43 cm lang. 4,6-4,7: KSt., teilweise dolomitisiert, hart, grau; Kernscheibe 6 cm stark und Gesteinsscherben. 4,7-5,0: KSt., teilweise dolomitisiert, hart, grau; diagonal gespaltener Kern mit Erosionsstellen, Bruchflächen gelbbraun bestegt. (Kernmarsch von 4 m - 5 m: RQD = 0,43). 5,0-5,75: X (KSt.), teilweise dolomitisiert, lokal u, GK-Anteil: hart, grau, Scherben mehrfach zerbro- chener Kerne bis ca. 10 cm Kantenlänge; FK-Anteil: in 5,3 m - 5,5 m Tiefe: Verbackungen fluviatilen Lehms, halbfest-fest, graubraun/braun. 5,75-6,0: KSt., teilweise dolomitisiert, hart, grau; kurze vollzyl. Kerne 8 / 14 cm lang u. Scherben. (Kernmarsch von 5 m - 6 m: RQD = 0,14).
(6,0)		(555,0)	

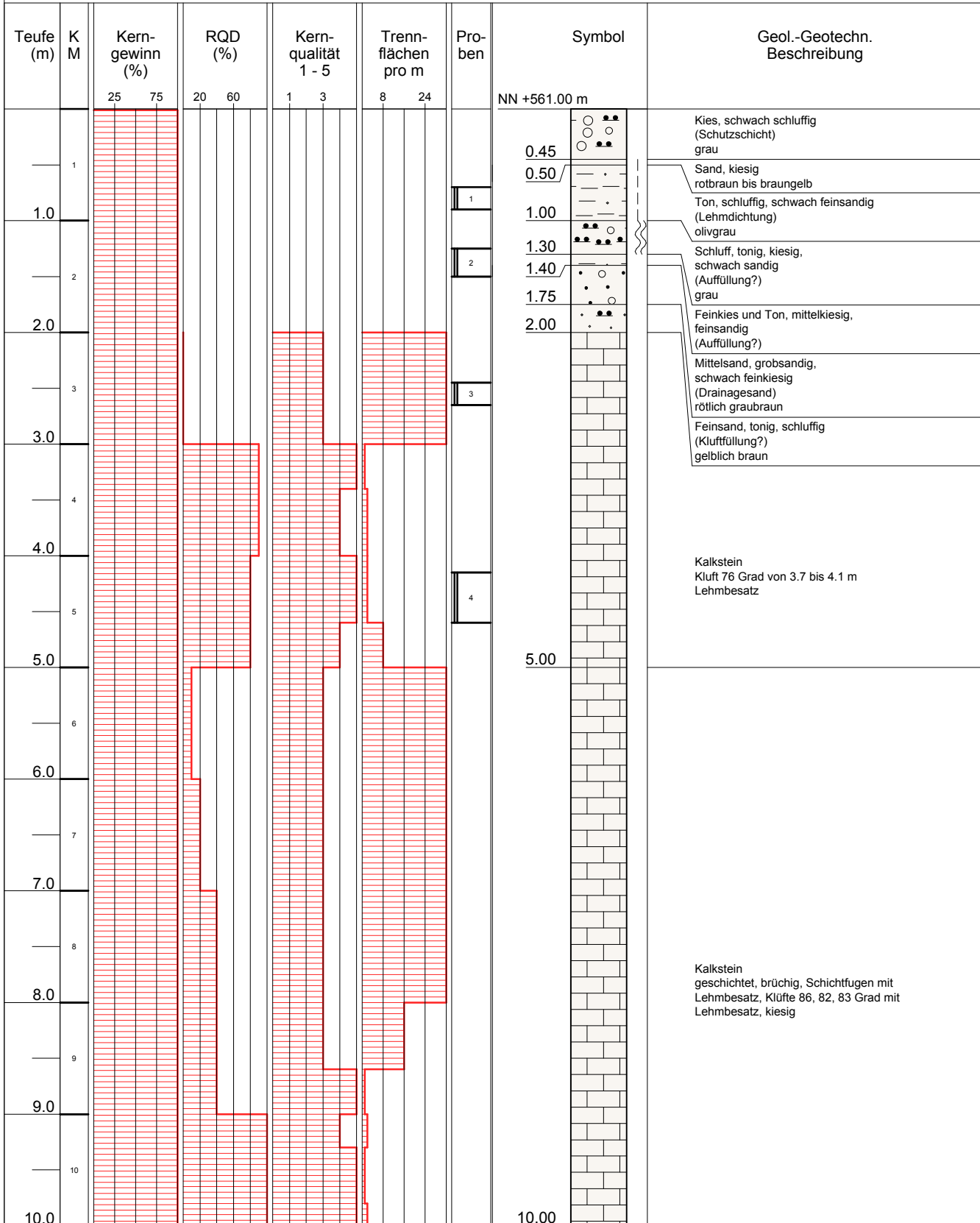
**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt A7**

Tiefe [m]	Tiefen- band [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
(6,0)		(555,0)	
			6,0-8,5: X+G (KSt.), teilweise dolomitisiert, lokal \bar{u} , s, GK-Anteil: hart, grau, Scherben vertikal gespalte- tener Kerne und Gesteinsscherben, Bruchflächen gelbbraun und dunkelgrau bestegt; FK-Anteil, sandig: Verbackungen fluviatilen Lehms, fest, graubraun/braun. kein zylindrisches Bohrgut (RQD = 0)
			8,5-8,6: KSt., teilweise dolomitisiert, hart, grau; vertikal gespalte- ner kurzer Kern, 8 cm lang.
			8,6-9,0: KSt., hart, grau, bankig, Bohrkern mit erheb- lichen Randabplatzungen.
			9,0-10,0: KSt., hart, grau, bankig; vollzyl. Kerne 13 / 10 / 49 cm lang, Scherben und zwei vertikal gespalte- ne Kerne 8 / 14 cm lang. (Kernmarsch von 9 m - 10 m: RQD = 0,62).
			10,0-10,8: KSt., hart, grau, bankig; zwei vollzylindrische Kerne, 26 / 52 cm lang.
			10,8-11,0: X+G (KSt.), hart, grau, Scherben und pfopfen- artige mergelige Lehmverbackung U, fest, grau- braun, 4 cm stark. (Kernmarsch von 10 m - 11 m: RQD = 0,78).
			11,0-12,0: KSt., hart, grau, bankig; drei vollzylindr. Kerne, 31 / 43 / 25 cm lang. (Kernmarsch von 11 m - 12 m: RQD = 0,99).
			12,0-13,0: KSt., hart, grau, bankig; vier vollzylindr. Kerne, 32 / 22 / 24 / 20 cm lang. (Kernmarsch von 12 m - 13 m: RQD = 0,98).
13,0		548,0	Bohrlochendeufe.

Projekt : PSW Happurg, Sanierung Oberbecken

Rechtswert : 4461166,9
 Hochwert : 5482622,4

GEOTECHNISCHES BOHRLOG: A7-2012



Projekt : PSW Happurg, Sanierung Oberbecken

Rechtswert : 4461166,9
 Hochwert : 5482622,4


GEOTECHNISCHES BOHRLOG: A7-2012

Teufe (m)	K M	Kern- gewinn (%)		RQD (%)		Kern- qualität 1 - 5		Trenn- flächen pro m		Pro- ben	Symbol	Geol.-Geotechn. Beschreibung
		25	75	20	60	1	3	8	24			
										5	NN +551.00 m	
11.0	11										10.80 11.00	Kalkstein schwach geschichtet, Klüfte 86, 82 Grad, Lehmbesatz hellgrau
12.0	12											Mergelstein zu Lehm zersetzt dunkelgrau
13.0	13										13.00	Kalkstein kompakt hellgrau

A 7/2012	Tiefe: 0 m bis 12 m
gebohrt: 21.02.2012	aufgenommen: 23.02.2012

The photograph displays a vertical soil core sample, segmented into 1-meter intervals from 0 m to 12 m depth. The core is housed in a wooden frame with yellow measuring tapes on the sides. The soil layers are as follows:

- 0 m to 1 m: A thick, reddish-brown, silty soil layer.
- 1 m to 2 m: A layer of reddish-brown soil, similar to the top layer.
- 2 m to 3 m: A layer of light-colored, fragmented, and crumbly soil.
- 3 m to 4 m: A layer of light-colored soil with a distinct horizontal layer of darker material.
- 4 m to 5 m: A layer of light-colored soil with some darker patches.
- 5 m to 6 m: A layer of light-colored soil with numerous small, dark, irregular fragments.
- 6 m to 7 m: A layer of light-colored soil with many dark, angular fragments.
- 7 m to 8 m: A layer of light-colored soil with dark, angular fragments.
- 8 m to 9 m: A layer of light-colored soil with dark, angular fragments.
- 9 m to 10 m: A layer of light-colored soil with dark, angular fragments.
- 10 m to 11 m: A layer of light-colored soil with dark, angular fragments.
- 11 m to 12 m: A layer of light-colored soil with dark, angular fragments.

A 7/2012	Tiefe: 12 m bis 13 m
gebohrt: 21.02.2012	aufgenommen: 23.02.2012
<p data-bbox="183 459 247 492">12 m</p>  <p data-bbox="1220 459 1284 492">13 m</p>	

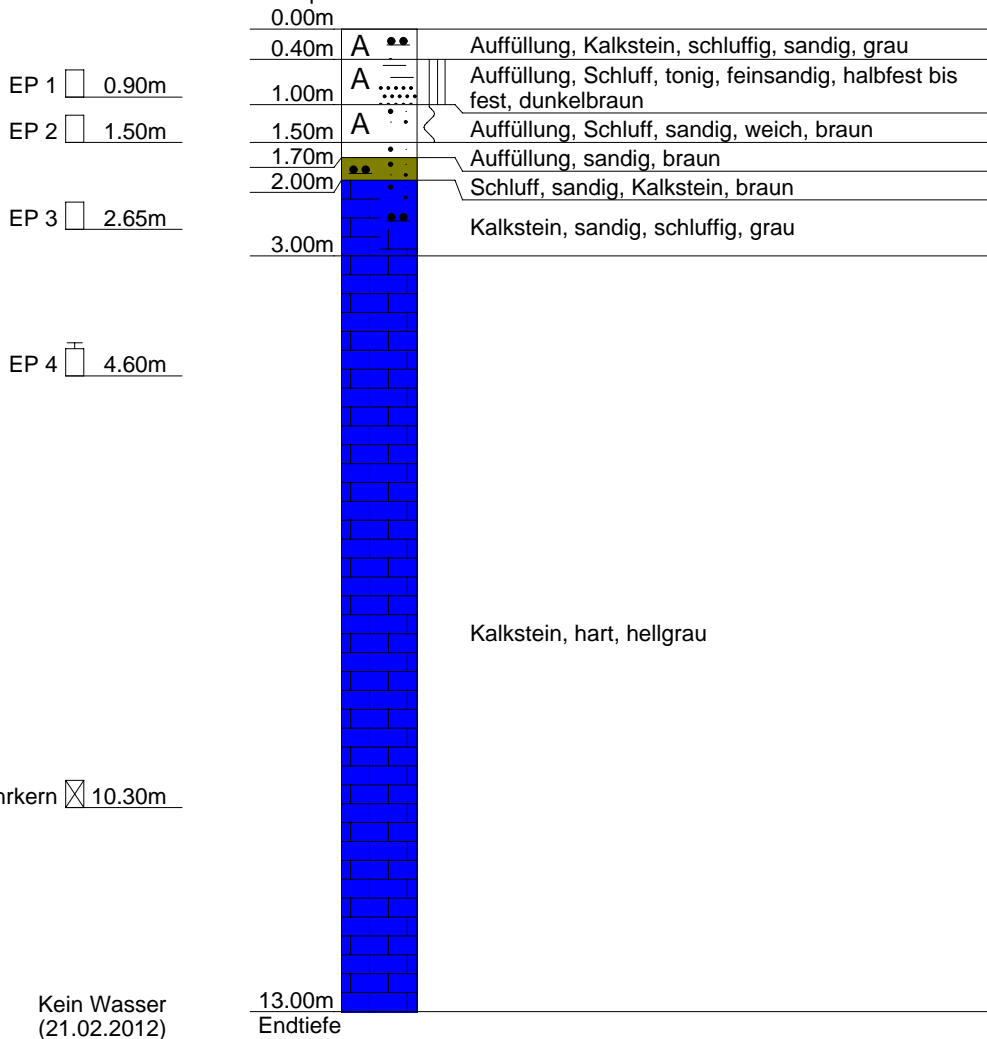


Abt Wasser- und
Umwelttechnik GmbH
Daimlerstraße 2
87719 Mindelheim

Projekt: PSW Happurg, Oberbecken
ProjektNr: Erkundung infolge Schadensfall
Maßstab: 1: 100
Datum: 29.02.2012 / Kostenstelle: 2549

A 7

Ansatzpunkt: 561.000 mNN





Abt Wasser- und
Umwelttechnik GmbH
Daimlerstraße 2
87719 Mindelheim

Kopfblatt nach DIN 4022 zum Schichtenverzeichnis
für Bohrungen
Baugrundbohrung

Archiv-Nr:
Aktenzeichen: **2549**

Anlage:
Bericht:

**1 Objekt PSW Happurg,
Oberbecken**

Anzahl der Seiten des Schichtenverzeichnisses: **4**
Anzahl der Testberichte und ähnliches:

2 Bohrung Nr. A 7

Zweck: **Baugrunderkundung**

Ort: **Happurg**

Lage (Topographische Karte M = 1 : 25000):

Nr:

Rechts: **4461166.90** Hoch: **5482622.40**

Lotrecht

Richtung:

Höhe des a) zu NN **561.00** m

Ansatzpunktes b) zu m gleich Gelände

3 Lageskizze (unmaßstäblich)

Bemerkung:

4 Auftraggeber: E.ON Wasserkraft GmbH, Luitpoldstraße 27, 84034 Landshut

Fachaufsicht: **Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Christian Moormann, Möhringer Landstr. 58, 70563 Stuttgart**

5 Bohrunternehmen: Abt Wasser- und Umwelttechnik GmbH, Daimlerstraße 2, 87719 Mindelheim

gebohrt von: **21.02.2012** bis: **21.02.2012**

Tagesbericht-Nr:

Projekt-Nr: **Erkundung infolge**

Geräteführer: **Herr Lange**

Qualifikation: **Bohrgeräteführer**

Geräteführer:

Qualifikation:

Geräteführer:

Qualifikation:

6 Bohrgerät Typ: UH 2-401

Baujahr:

Bohrgerät Typ:

Baujahr:

7 Messungen und Tests im Bohrloch:

8 Probenübersicht:	Art - Behälter	Anzahl	Aufbewahrungsort
Bohrproben	Kernkisten	13 m	E.ON Happurg
Bohrproben	Liner	3	
Bohrproben	EP	4	
Sonderproben	Bohrkern	1	
Wasserproben			

9 Bohrtechnik	BP = Bohrung mit durchgehender Gewinnung nichtgekernter Proben	BKR= BK mit richtungsorientierter Kernentnahme
9.1 Kurzzeichen		BKB= BK mit beweglicher Kernumhüllung
9.1.1 Bohrverfahren	BuP= Bohrung mit Gewinnung unvollständiger Proben	BKF= BK mit fester Kernumhüllung
9.1.1.1 Art:	BS = Sondierbohrungen	... =
BK = Bohrung mit durchgehender Gewinnung gekernter Proben	... =	

9.1.1.2 Lösen:	ram = rammend	schlag = schlagend
rot = drehend	druck = drückend	greif = greifend

9.1.2 Bohrwerkzeug	HK = Hohlkrone	Schn = Schnecke	... =
9.1.2.1 Art:	VK = Vollkrone	Spi = Spirale	... =
EK = Einfachkernrohr	H = Hartmetallkrone	Kis = Kiespumpe	... =
DK = Doppelkernrohr	D = Diamantkrone	Ven = Ventilbohrer	
TK = Dreifachkernrohr	Gr = Greifer	Mei = Meißel	
S = Seilkernrohr	Schap = Schappe	SN = Sonde	

9.1.2.2 Antrieb:	HA = Hand	DR = Druckluft
G = Gestänge	F = Freifall	HY = Hydraulik
SE = Seil	V = Vibro	

9.1.2.3 Spülhilfe:	SS = Sole	d = direkt
WS= Wasser	DS = Dickspülung	id = indirekt
LS = Luft	Sch = Schaum	

9.2 Bohrtechnische Tabellen												
Tiefe in m Bohrlänge in m von		Bohrverfahren Art		Bohrwerkzeug Art				Verrohrung Außen ø mm			Bemerkungen	
bis		Lösen		ø mm				Innen ø mm		Tiefe m		
0.00	3.00	BK	ram	Schap		SE-DR			220		3.00	
3.00	13.00	BK	rot	S	150	G-HY	LS				13.00	

9.3 Bohrkronen			9.4 Geräteführer-Wechsel						
Nr	Nr:	ø Außen/Innen:	Nr	Datum Tag/Monat Jahr	Uhrzeit	Tiefe	Name Geräteführer für	Ersatz	Grund
1		/	1						
2		/	2						
3		/	3						
4		/	4						
5		/							
6		/							

10 Angaben über Grundwasser, Verfüllung und Ausbau

Wasser erstmals angetroffen bei _____ m, Anstieg bis _____ m unter Ansatzpunkt

Höchster gemessener Wasserstandgleich Ansatzpunkt bei _____ m Bohrtiefe

Verfüllung: **0.00** m bis **13.00** m Art: **Compactonit** von: _____ m bis: _____ m Art:

Nr	Filterrohr			Filterschüttung			Körnung mm	Sperrschicht			OK Peilrohr m über/unter Ansatzpunkt
	von m	bis m	ø mm	Art	von m	bis m		von m	bis m	Art	

11 Sonstige Angaben

Datum: **29.02.2012** Firmenstempel: _____ Unterschrift: _____

DC



Abt Wasser- und
Umwelttechnik GmbH
Daimlerstraße 2
87719 Mindelheim

Anlage
Bericht:
Az.: 2549

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **PSW Happurg, Oberbecken**

Bohrung Nr. A 7

Blatt 4

Datum:
**21.02.2012-
21.02.2012**

1	2	3	4	5	6	
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen		Entnommene Proben			
	b) Ergänzende Bemerkungen					
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe	Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe			
3.00	a) Kalkstein, sandig, schluffig		Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges			
	b)					
	c)	d)				e) grau
	f)	g)				h)
13.00 Endtiefe	a) Kalkstein		kein Wasser 21.02.2012			
	b) hart					
	c)	d)				e) hellgrau
	f)	g)				h)
			EP	3	2.45 -2.65	
			EP Bohr- kern	4	4.15 -4.60 10.00 -10.30	

Pumpspeicherkraftwerk Happurg · Sanierung Oberbecken

Ergänzende Kernbohrungen außerhalb der Versturzzone im Februar 2012

Anlage 2

Ergebnisse der ergänzenden Kernbohrungen Februar 2012

▪ Kernbohrung A 8a/2012

- Ingenieurgeologische Ansprache 2.8.1
- Bohrprofil 2.8.2
- Kernfotos 2.8.3
- Schichtenverzeichnis Bohrfirma 2.8.4



Bohrgutbeschreibung

Bohrpunkt A8a

Lage d. Bohrung: R \approx 44 61 236,9 H \approx 54 82 447,0 A.P. \approx 561,5 mNN Bohrdatum: 16.-20.02.2012

Das Bohrprofil erschloss bis in ca. 3,65 m Tiefe unter A.P. verschiedene grobkörnige Auffüllböden, unter anderem eine 1,2 m starke Schutzschicht und die 0,2 m starke Dränagesandschicht. Eine als mineralische Abdichtung des Oberbeckens identifizierbare Schicht konnte im Profil A8a nur andeutungsweise festgestellt werden (Zone zwischen 1,2 m und 1,6 m tief unter A.P.). Unterhalb von 3,65 m Tiefe unter dem Bohransatzpunkt wurden bis zur Bohrlochentiefe (16,0 m unter Ansatzpunkt) Weißjura-Kalkstein-Schichten erbohrt (oberhalb von 10,3 m Tiefe unter A.P. vorwiegend in Form von Gesteinsschutt, darunter vorwiegend in Form von Bankkalken).

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
0,0	0-1,2 (1,2)	561,5	<p><u>Beckensohle</u> (erschloss. Mächtigkeit: 3,65 m)</p> <p><u>Schutzschicht</u> (kiesig-lehmiger Abraumboden) Details (Zahlenangaben in m Tiefe unter Ansatzpunkt):</p> <p>0-0,5: A (fG-mG, s), GK-Anteil: (wj-KSt.) splittartig, locker gelagert, grau; Splitt-Sand-Gemisch mit Spuren an Lehm, braun.</p> <p>0,5-1,2: A (mG-gG, s - \bar{s}), (wj-KSt.) splittartig, locker bis mitteldicht gelagert, grau.</p>
1,2	1,2-1,6 (0,4)	560,3	<p><u>Mineralische Dichtung (Lehmdichtung ?)</u> A (fG-mG, u), locker gelagert, grau; Kiesanteil bodenmechanisch dominant; FK-Anteil: steif, dunkelolivgrau, schlickartig, organstoffhaltig; in 1,2 m Tiefe unter A.P. einzelne gG-Körner (KSt.). Bodenmaterial erscheint für eine mineralische Abdichtung nur sehr bedingt tauglich.</p>
1,6	1,6-1,8 (0,2)	560,1	<p><u>Dränagesand 0/3</u> A (mS / gS, fg'), locker gelagert, rötlich graubraun, Fremdmaterial.</p>
1,8	1,8-3,65 (1,85)	559,9	<p><u>Ausgleichsschichten (Unterbau)</u> Details (Zahlenangaben in m Tiefe unter Ansatzpunkt):</p> <p>1,8-2,0: A (G+S), locker gelagert, gelblich braungrau; Splitt-Sand-Gemisch (wj.-KSt.).</p> <p>2,0-2,35: A (G, s, u), GK-Anteil: (wj-KSt.) splittartig, locker gelagert, gelblich braungrau; FK-Anteil: weich, olivgrau, feucht.</p> <p>2,35-2,5: A (mS, g'), locker gelagert, rotbraungrau Fremdmaterial).</p> <p>2,5-3,4: A (G+S), GK-Anteil: (wj-KSt.) splittartig, grau; punktuell Spuren an Lehm (Verschmierung).</p> <p>3,4-3,65: A (G+S, u, t, s'), GK-Anteil: (wj-KSt.) splittartig, grau; dunkelbraune Lehmeinlagerung und Sandanteil, ziegelrot.</p>
3,65		557,85	

**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt A8a**

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
3,65	3,65-5,7 (2,05)	557,85	G+S (wj.-KSt.), ähnlich einem Sand-Splitt-Gemisch, grau, (künstliche Auffüllung nicht vollkommen auszuschließen); in 5,25 m-5,4 m einzelnes Steinkorn (X) eingelagert.
			Weißjura-Schichten stratigraphische Deutung: oberhalb von ca. 10,3 m unter A.P.: ki 1- <i>Platynota</i> -Schichten, darunter <i>Oxfordkalk</i> (ox 2). (erschlossene Mächtigkeit 10,3 m)
5,7	5,7-16,0 (10,3)	550,5	Details (Zahlenangaben in m Tiefe unter Ansatzpunkt): 5,7-6,15: X (KSt., teilw. dol.), u', GK-Anteil: hart, hellgrau, grobblockig, zuoberst mit Lehm-Verbackungen, fest. 6,15-6,3: KSt.,(teilw. dol.) hart, grau, zylindr. Bohrkern, Stirnseiten schräg zur Bohrachse verlaufend. 6,3-6,5: G, u', GK-Anteil: KSt., hart, grau; FK-Anteil: fest. 6,5-7,0: KSt., hart, grau, vollzylindr. Kern, 25 cm lang und vertikal gespaltener Kern, 15 cm lang, mit fester Lehm-Anbackung, hellbraun. 7,0-8,0: X (KSt.), hart, grau, Serie vertikal gespaltener Bohrkern, grobblockig, z. T. mit sandigen bzw. lehmigen Anhaftungen; Kluffflächen z. T. rostfarben bis gelbbraun bestegt. 8,0-8,65 gG (KSt.), fs, u, gelblich braun / grau. 8,65-9,0 KSt., hart, grau, vollzyl. Kern, 35 cm lang, oben mit sandiger Anbackung. (Kernmarsch von 8 m - 9 m: RQD = 0,35). 9,0-9,5 X (KSt.), hart, gelblich grau; Scherben von Kernscheiben und von mehrfach gespaltenen kurzen Kernen. 9,5-10,0 KSt., hart, grau, vertikal gespaltene Kerne, Trennflächen gelblich braungrau bestegt. (Kernmarsch von 9 m - 10 m: RQD = 0). 10,0-10,15 KSt., hart, grau, vollzylindr. Bohrkern, 10 cm lang. 10,15-10,3 MSt., mürb, blass gelbgrau, bröckelig, bröselig, von Hand zerquetschbar und wenige flache KSt.-Scheiben, hart, grau.
(11,0)		(550,5)	10,3-11,0 KSt., hart, grau, bankig; zwei vollzylindr. Kerne: 30 / 32 cm lg., einzelne flache Gesteinsscherben und Kernscheibe 5 cm stark. (Kernmarsch von 10 m - 11 m: RQD = 0,62).

**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt A8a**

Tiefe [m]	Tiefen- band [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
(11,0)		(550,5)	11,0-11,45 KSt., hart, grau, bankig; vollzyl. Kern, 45 cm lang. 11,45-11,6 X (KSt.), hart, grau, grobscherbig, ohne fluviatile Lehmanteile; ferner im Bohrgut: Kernscheiben 1 cm + 3 cm stark. 11,6-12,0 KSt., hart, grau, bankig; drei vollzylindr. Kerne: 15 / 15 / 9 cm lang. (Kernmarsch von 11 m - 12 m: RQD = 0,75). 12,0-12,2 KSt., hart, grau; Bruchstücke von Kernscheiben. 12,2-13,0 KSt., hart, grau, bankig; drei vollzylindr. Kerne: 15 / 10 / 53 cm lang. (Kernmarsch von 12 m - 13 m: RQD = 0,68). 13,0-13,55 KSt., hart, grau, bankig; vollzylindr. Kern, 55 cm lg.. 13,55-13,7 KSt., hart, grau, flache Gesteinsscheiben, wenige mm dick, Kernscheibe 4 cm stark und pfpfen- artige Lehm-Verbackung (U, fest, olivgrau, 1,5 cm dick). 13,7-14,0 KSt., hart, grau, bankig; zwei vollzylindr. Kerne: 15 / 15 cm lang. (Kernmarsch von 13 m - 14 m: RQD = 0,85). 14,0-15,0 KSt., hart, grau, bankig; drei vollzylindr. Kerne: 55 / 23 / 17 cm lang. (Kernmarsch von 14 m - 15 m: RQD = 0,95). 15,0-15,25 KSt., hart, grau; vollzylindr. Kern, 9 cm lang, wenige mm starke Gesteinsscherben und vertikal gespaltener Kern, 8 cm lang. 15,25-16,0 KSt., hart, grau, bankig; zwei vollzylindr. Kerne: 21 / 53 cm lang. (Kernmarsch von 15 m - 16 m: RQD = 0,74).
16,0		545,5	Bohrlochendeufe.

Projekt : PSW Happurg, Sanierung Oberbecken

Rechtswert : 4461236,9
 Hochwert : 5482447,0

GEOTECHNISCHES BOHRLOG: A8A-2012


Teufe (m)	K M	Kern-gewinn (%)		RQD (%)		Kern-qualität 1 - 5		Trenn-flächen pro m		Pro-ben	Symbol	Geol.-Geotechn. Beschreibung
		25	75	20	60	1	3	8	24			
NN +561.50 m												
— 1										1	0.50	Feinkies, stark mittelkiesig, sandig grau
1.0											1.20	Mittelkies, stark grobkiesig, sandig (Schutzschicht) grau
— 2										2	1.60	Mittelkies, stark grobkiesig, schluffig
2.0											1.80	Schluff steif, dunkelolivgrau grau
— 3										3	2.00	Mittelsand, stark grobsandig, schwach feinkiesig rötlich graubraun
3.0											2.35	Kies und Sand (Auffüllung?) gelblich graubraun
— 4										4	2.50	
4.0											3.40	Kies, sandig, schluffig (Schluffanteil weich) gelblich graubraun
— 5										5	3.65	Mittelsand, schwach kiesig (wie Filtersand)
5.0												Kies und Sand
— 6												Kies und Sand, schluffig, tonig ziegelrot
6.0											5.70	Kies und Sand lokal Steineinlagerungen (Auffüllung?) grau
— 7											6.00	
7.0												Kalkstein brüchig, Lehmbesatz hellgrau/ dunkelbraun
— 8												Kalkstein Klüfte 74, 82, 83 Grad, Lehmbesatz hellgrau
8.0												
— 9												
9.0												
— 10												
10.0											10.00	


Projekt : PSW Happurg, Sanierung Oberbecken

Rechtswert : 4461236,9
 Hochwert : 5482447,0

GEOTECHNISCHES BOHRLOG: A8A-2012

Teufe (m)	K M	Kern- gewinn (%)		RQD (%)		Kern- qualität 1 - 5		Trenn- flächen pro m		Pro- ben	Symbol	Geol.-Geotechn. Beschreibung
		25	75	20	60	1	3	8	24			
											NN +551.50 m	
11.0	11										[Symbol: light grey brick pattern]	Kalkstein schwach geschichtet Kluft 86 Grad, Lehmbesatz hellgrau
12.0	12											
13.0	13									6	[Symbol: light grey brick pattern]	Kalkstein Kluft 86 Grad, geschlossen Lehm auf Schichtfugen hellgrau
14.0	14											
15.0	15										[Symbol: light grey brick pattern]	
16.0	16											

A 8a/2012	Tiefe: 0 m bis 12 m
gebohrt: 16.02.-20.02.2012	aufgenommen: 22.02.2012
 <p>The photograph displays a vertical soil core sample, labeled 'A 8a/2012', extending from 0 m to 12 m depth. The core is divided into 12 distinct sections, each approximately 1 meter long, and is held within a wooden frame. The soil layers vary significantly in composition and color. The top section (0-1 m) contains a mixture of light-colored soil and small rock fragments. The second section (1-2 m) shows a more homogeneous, light brown soil. The third section (2-3 m) is characterized by a dense layer of small, light-colored rock fragments. The fourth section (3-4 m) contains larger, irregular rock fragments of varying sizes. The fifth section (4-5 m) is composed of a dense, light-colored soil with small rock fragments. The sixth section (5-6 m) shows a layer of soil with a prominent, large, circular rock fragment. The seventh section (6-7 m) contains a dense layer of large, irregular rock fragments. The eighth section (7-8 m) is composed of a dense layer of large, irregular rock fragments. The ninth section (8-9 m) contains a dense layer of large, irregular rock fragments. The tenth section (9-10 m) is composed of a dense layer of large, irregular rock fragments. The eleventh section (10-11 m) contains a dense layer of large, irregular rock fragments. The twelfth section (11-12 m) is composed of a dense layer of large, irregular rock fragments. A yellow measuring tape is visible on the right side of the core, indicating the depth of each section.</p>	

A 8a/2012	Tiefe: 12 m bis 16 m
gebohrt: 16.02.-20.02.2012	aufgenommen: 22.02.2012
 <p>The photograph shows four horizontal rows of soil samples in a wooden box. Each row is labeled with a depth on the left and right sides: 12 m, 13 m, 14 m, and 15 m. The samples are light-colored, cylindrical cores. A yellow measuring tape is placed across the middle of the samples for scale. The samples show varying degrees of disturbance and fragmentation, particularly at the 12 m and 15 m depths.</p>	



Abt Wasser- und
Umwelttechnik GmbH
Daimlerstraße 2
87719 Mindelheim

Projekt: PSW Happurg, Oberbecken
ProjektNr: Erkundung infolge Schadensfall
Maßstab: 1: 100
Datum: 19.03.2012 / Kostenstelle: 2549

A 8a

Ansatzpunkt: 561.500 mNN

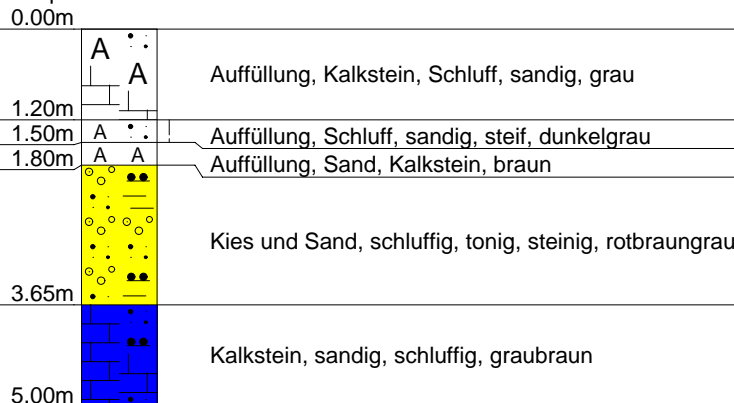
DP 1 0.40m

DP 2 1.45m

DP 3 2.30m

DP 4 3.55m

DP 5 4.90m



Bohrkern 13.00m

Kein Wasser
(20.02.2012)

16.00m
Endtiefe



Abt Wasser- und
Umwelttechnik GmbH
Daimlerstraße 2
87719 Mindelheim

Kopfblatt nach DIN 4022 zum Schichtenverzeichnis
für Bohrungen
Baugrundbohrung

Archiv-Nr:
Aktenzeichen: **2549**

Anlage:
Bericht:

**1 Objekt PSW Happurg,
Oberbecken**

Anzahl der Seiten des Schichtenverzeichnisses: **4**
Anzahl der Testberichte und ähnliches:

2 Bohrung Nr. A 8a

Zweck: **Baugrunderkundung**

Ort: **Happurg**

Lage (Topographische Karte M = 1 : 25000):

Nr:

Rechts: **4461236.90** Hoch: **5482447.00**

Lotrecht

Richtung:

Höhe des a) zu NN **561.50**

m

Ansatzpunktes b) zu

m gleich Gelände

3 Lageskizze (unmaßstäblich)

Bemerkung:

4 Auftraggeber: **E.ON Wasserkraft GmbH, Luitpoldstraße 27, 84034 Landshut**

Fachaufsicht: **Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Christian Moormann, Möhringer Landstr. 58, 70563 Stuttgart**

5 Bohrunternehmen: **Abt Wasser- und Umwelttechnik GmbH, Daimlerstraße 2, 87719 Mindelheim**

gebohrt von: **16.02.2012** bis: **20.02.2012**

Tagesbericht-Nr:

Projekt-Nr: **Erkundung infolge**

Geräteführer: **Herr Lange**

Qualifikation: **Bohrgeräteführer**

Geräteführer:

Qualifikation:

Geräteführer:

Qualifikation:

6 Bohrgerät Typ: **UH 2-401**

Baujahr:

Bohrgerät Typ:

Baujahr:

7 Messungen und Tests im Bohrloch:

8 Probenübersicht:	Art - Behälter	Anzahl	Aufbewahrungsort
Bohrproben	Kernkisten	16 m	E.ON Happurg
Bohrproben	Liner	6	
Bohrproben	DP	5	
Sonderproben	Bohrkern	1	
Wasserproben			

9 Bohrtechnik	BP = Bohrung mit durchgehender Gewinnung nichtgekernter Proben	BKR= BK mit richtungsorientierter Kernentnahme
9.1 Kurzzeichen		BKB= BK mit beweglicher Kernumhüllung
9.1.1 Bohrverfahren	BuP= Bohrung mit Gewinnung unvollständiger Proben	BKF= BK mit fester Kernumhüllung
9.1.1.1 Art:	BS = Sondierbohrungen	... =
BK = Bohrung mit durchgehender Gewinnung gekernter Proben	... =	

9.1.1.2 Lösen:	ram = rammend	schlag = schlagend
rot = drehend	druck = drückend	greif = greifend

9.1.2 Bohrwerkzeug	HK = Hohlkrone	Schn = Schnecke	... =
9.1.2.1 Art:	VK = Vollkrone	Spi = Spirale	... =
EK = Einfachkernrohr	H = Hartmetallkrone	Kis = Kiespumpe	... =
DK = Doppelkernrohr	D = Diamantkrone	Ven = Ventilbohrer	
TK = Dreifachkernrohr	Gr = Greifer	Mei = Meißel	
S = Seilkernrohr	Schap = Schappe	SN = Sonde	

9.1.2.2 Antrieb:	HA = Hand	DR = Druckluft
G = Gestänge	F = Freifall	HY = Hydraulik
SE = Seil	V = Vibro	

9.1.2.3 Spülhilfe:	SS = Sole	d = direkt
WS= Wasser	DS = Dickspülung	id = indirekt
LS = Luft	Sch = Schaum	

9.2 Bohrtechnische Tabellen											
Tiefe in m Bohrlänge in m von		Bohrverfahren Art		Bohrwerkzeug Art				Verrohrung Außen ø mm			Bemerkungen
bis		Lösen		ø mm				Innen ø mm		Tiefe m	
0.00	6.00	BK	ram	Schap		SE-DR			220	6.00	
6.00	16.00	BK	rot	S	150	G-HY	LS			16.00	

9.3 Bohrkronen			9.4 Geräteführer-Wechsel						
Nr	Nr:	ø Außen/Innen:	Nr	Datum Tag/Monat Jahr	Uhrzeit	Tiefe	Name Geräteführer für	Ersatz	Grund
1		/	1						
2		/	2						
3		/	3						
4		/	4						
5		/							
6		/							

10 Angaben über Grundwasser, Verfüllung und Ausbau

Wasser erstmals angetroffen bei _____ m, Anstieg bis _____ m unter Ansatzpunkt

Höchster gemessener Wasserstandgleich Ansatzpunkt bei _____ m Bohrtiefe

Verfüllung: **0.00** m bis **16.00** m Art: **Compactonit** von: _____ m bis: _____ m Art:

Nr	Filterrohr			Filterschüttung			Körnung mm	Sperrschicht			OK Peilrohr m über/unter Ansatzpunkt
	von m	bis m	ø mm	Art	von m	bis m		von m	bis m	Art	

11 Sonstige Angaben

Datum: **29.02.2012** Firmenstempel: _____ Unterschrift: _____

DC



Abt Wasser- und
Umwelttechnik GmbH
Daimlerstraße 2
87719 Mindelheim

Anlage

Bericht:

Az.: 2549

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **PSW Happurg, Oberbecken**

Bohrung Nr. A 8a

Blatt 3

Datum:
**16.02.2012-
20.02.2012**

1	2				3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
1.20	a) Auffüllung, Kalkstein, Schluff, sandig					DP	1	0.30 -0.40
	b)							
	c)	d)	e) grau					
	f)	g)	h)	i)				
1.50	a) Auffüllung, Schluff, sandig					DP	2	1.35 -1.45
	b)							
	c) steif	d)	e) dunkelgrau					
	f)	g)	h)	i)				
1.80	a) Auffüllung, Sand, Kalkstein							
	b)							
	c)	d)	e) braun					
	f)	g)	h)	i)				
3.65	a) Kies und Sand, schluffig, tonig, steinig					DP	3	2.20 -2.30
	b)							
	c)	d)	e) rotbraungrau					
	f)	g)	h)	i)				
5.00	a) Kalkstein, sandig, schluffig					DP	5	4.80 -4.90
	b)							
	c)	d)	e) graubraun					
	f)	g)	h)	i)				



Abt Wasser- und
Umwelttechnik GmbH
Daimlerstraße 2
87719 Mindelheim

Anlage
Bericht:
Az.: **2549**

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **PSW Happurg, Oberbecken**

Bohrung Nr. A 8a

Blatt 4

Datum:
**16.02.2012-
20.02.2012**

1	2	3	4	5	6			
Bis ...m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen		Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben				
	b) Ergänzende Bemerkungen			Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)		
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang					e) Farbe	
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung					h) Gruppe	i) Kalk- gehalt
16.00 Endtiefe	a) Kalkstein		kein Wasser 20.02.2012	Bohr- kern	12.50 -13.00			
	b) hart							
	c)	d)				e) hellgrau		
	f)	g)				h)	i)	

Pumpspeicherkraftwerk Happurg · Sanierung Oberbecken

Ergänzende Kernbohrungen außerhalb der Versturzzone im Februar 2012

Anlage 2

Ergebnisse der ergänzenden Kernbohrungen Februar 2012

▪ Kernbohrung A 9/2012

- Ingenieurgeologische Ansprache 2.9.1
- Bohrprofil 2.9.2
- Kernfotos 2.9.3
- Schichtenverzeichnis Bohrfirma 2.9.4



Bohrgutbeschreibung

Bohrpunkt A9

Lage d. Bohrung: R \approx 44 61 149,2 H \approx 54 82 717,3 A.P. \approx 560,9 mNN Bohrdatum: 22.-24.02.2012

Das Bohrprofil erschloss unter der hier 0,3 m starken Schutzschicht die hier 1,15 m mächtige mineralische Abdichtung des Oberbeckens und die 0,25 m starke Dränagesandschicht. In 1,7 m - 2,1 m Tiefe unter dem Bohransatzpunkt wurde dicht gelagerter, vermutlich fluviatiler Feinsand angetroffen. Darunter wurden zunächst Weißjura-KSt.-Brocken, dann bis in 15 m Tiefe Feinsand und Ton als Füllung einer Karstspalte erbohrt. Ab 15 m Tiefe bis zur Bohrlochentiefe (26,0 m) wurden im Wesentlichen KSt.-Schutt und nur untergeordnet vollzylindrische Bohrkerne der Weißjura-Kalkgesteinsschichten gewonnen.

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
0,0	0-0,3 (0,3)	560,9	<u>Beckensohle</u> (erschloss. Mächtigkeit: 1,7 m) <u>Schutzschicht</u> (kiesig-lehmiger Abraumboden) A (U, t, mg-gg); FK-Anteil: weich, gelbbraun; GK-Anteil: wj.-KSt.-Splitt-Schotter-Gemisch, hart, grau, gebrochenes Material.
0,3	0,3-1,45 (1,15)	560,6	<u>Mineralische Dichtung (Lehmdichtung)</u> Details (Zahlenangaben in m Tiefe unter Ansatzpunkt): 0,3-1,25: A (T, fs, mg'-gg' und vereinzelt fG-Körner); FK-Anteil: steif, in 0,3 m-0,5 m: gelbbraun, in 0,5 m - 1,25 m: dunkelbraun; GK-Anteil: wj.-KSt.-Splitt, Einzelkörner hart, grau, gebrochenes Material. 1,25-1,45: A (T, fs), steif, gelblich braun.
1,45	1,45-1,7 (0,25)	559,45	<u>Dränagesand 0/3</u> A (mS, gs, fg'), locker gelagert, rötlich graubraun, (ortsfremdes Material 0/3).
1,7	1,7-2,1 (0,4)	559,2	<u>Karstspaltenfüllung in Weißjura-Schichten mit Kalkgesteinsschichten im Hangenden der Spalte</u> (erschlossene Mächtigkeit 13,3 m) stratigraphische Deutung: bis ca. 4,6 m Tiefe unter A.P.: ki 1 - <i>Platynota</i> -Schichten und vermutete fluviatile Kluffüllung oberhalb der Karstspalte. in 4,6 m - 15,0 m Tiefe unter A.P. tertiäre Karstspaltenfüllung. <u>vermutete fluviatile Kluffüllung</u> fS, (in 1,7 m - 2,0 m: u) GK-Anteil: dicht gelagert, hellgelblich grau, untere 10 cm: weißgrau; FK-Anteil: steif, graubraun.
2,1		558,8	

**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt A9**

Tiefe [m]	Tiefen- band [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
2,1		558,8	
	2,1-3,0 (0,9)		<u>Weißjura-Kalksteinschutt, teilweise dolomitisiert</u> X+G (KSt., dol.), u; GK-Anteil: Einzelkörner hart, grau, brockig, Stücke vertikal gespaltener Kerne, kein zylindrisches Bohrgut; FK-Anteil (in 2,6 m - 3,0 m Tiefe unter A.P.): Verbackungen fluviatilen Lehms, fest, graubraun.
3,0		557,9	
	3,0-4,35 (1,35)		<u>Weißjura-Kalkgestein, teilw. dolomitisiert mit Fels-Charakter</u> Details (Zahlenangaben in m Tiefe unter Ansatzpunkt): 3,0-4,0: KSt., teilweise dolomitisiert, hart, grau, bankig; Mantelflächen der Kerne mit auffälligen Erosionsfehlstellen; vier kurze vollzylindr. Kerne, 15 / 7 / 20 und 17 cm lang, zwei diagonal gespaltene Kerne 15 und 4 cm lang und Gesteinsscherben. (Kernmarsch von 3,0 m - 4,0 m: RQD = 0,52). 4,0-4,35: KSt., teilweise dolomitisiert, hart, grau; Kernscheiben 7 / 2 cm stark und kurzer Kern (20 cm lang) mit auffälligen Erosionsfehlstellen.
4,35		556,55	
	4,35-15,0 (10,65)		<u>Karstspaltenfüllung</u> Details (Zahlenangaben in m Tiefe unter Ansatzpunkt): 4,45-4,6: G+U, s; Verbackung aus KSt.-Schutt und Lehm, GK-Anteil: hart, grau, scherbzig; FK-Anteil: halbfest, graubraun. 4,6-5,0: U+fS, fg - mg, lehmig-sandige Verbackung mit KSt.-Schutt-Anteilen; FK-Anteil: halbfest, graubraun; GK-Anteil: hart, grau, splittrig. 5,0-9,35: fS, lokal t' - t, GK-Anteil: dicht gelagert, Farben im Spektrum braun – rotbraun – gelblich braun variierend. 9,35-9,6: T, fs', steif, weißgrau bis hellgrau mit gelblichem Farbstich. 9,6-9,8: fS, dicht gelagert, weißgrau bis hellgrau mit gelblichem Farbstich. 9,8-15,0: unregelmäßige Wechselfolge von Böden mit Zusammensetzungen: T, fs, steif bis fS, t, dicht gelagert, hellgraue, rötliche und gelbbraune Farben. In 13,0 m - 13,15 m Tiefe unt. A.P.: mS linsenartig eingebettet.
15,0		545,9	



Bohrgutbeschreibung

Bohrpunkt A9

Tiefe [m]	Tiefen- band [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
15,0		545,9	
	15,0-26,0 (11,0)		<p><u>Weißjura-Schichten an der Basis und unterhalb der Karstspalte</u> (stratigraphische Deutung: <i>Oxfordkalk (ox 2)</i>) (erschlossene Mächtigkeit 11,0 m) Details (Zahlenangaben in m Tiefe unter Ansatzpunkt):</p> <p>15,0-16,0: X+G (KSt.), u', s'; GK-Anteil: hart, grau, brockig, schotterartig zerlegt, z. T. zu Gesteinsmehl zerrammt, keine zylindrischen Bohrkerne; FK-Anteil: halbfest, graubraun. (Kernmarsch von 15 m - 16 m: RQD = 0).</p> <p>16,0-16,35: KSt., hart, grau; kurzer vollzylindr. Kern, 10 cm lg. und zerbrochene Kernscheibe.</p> <p>16,35-17,0: fS, ms, u', mitteldicht gelagert, gelblich braun, verklumpt; fluvialer Sand. (Kernmarsch von 16 m - 17 m: RQD = 0).</p> <p>17,0-17,4: fS, mitteldicht - dicht gelagert, gelblich graubraun; fluvialer Sand.</p> <p>17,4-18,0: X+G (KSt.), u, s'; GK-Anteil: hart, grau, scherbis bis schotterartig zerlegt, mit Fragmenten von Kernscheiben und mit einem zylindr. Bohrkern, 10 cm lang; FK-Anteil: Verbackung, halbfest-fest, graubraun. (Kernmarsch von 17 m - 18 m: RQD = 0).</p> <p>18,0-18,2: X+G(KSt.), hart, grau, Serie z. T. zerbrochener Kernscheiben.</p> <p>18,2-19,0: KSt., hart, grau, bankig; zylinderische Kerne und Kernscheiben, teilweise mit Mantelabplatzungen; 18 / 16 / 4 / 2 / 7 / 32 cm lang. (Kernmarsch von 18 m - 19 m: RQD = 0,66).</p> <p>19,0-20,0: X+G(KSt.), hart, grau; grober, schotterartiger Kalkstein-Schutt, keine zylindrischen Bohrkerne. (Kernmarsch von 19 m - 20 m: RQD = 0).</p> <p>20,0-20,3: X+G (KSt.), u, s; GK-Anteil: hart, grau; vertikal gespaltener Kern und Kernscheibe, 4 cm stark; FK-Anteil: Verbackung, fest, graue Ausbleichfarbe, ausgetrocknet.</p> <p>20,3-21,4: X+G (KSt.), hart, grau; grobe Scherben, Bruchflächen gelbbraun bestegt. (Kernmarsch von 20 m - 21 m: RQD = 0).</p>

**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt A9**

Tiefe [m]	Tiefen- band [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
(21,4)		(539,5)	<p>21,4-22,0: KSt., hart, grau, bankig; vollzylindr. Bohrgut mit Längen von 18 / 4 / 14 cm und vertikal gespalte- ner Kern, 12 cm lang. (Kernmarsch von 21 m - 22 m: RQD = 0,32).</p> <p>22,0-23,9: X (KSt.), u, s'; GK-Anteil: hart, grau; Scherben von Kernscheiben, Bruchflächen gelbbraun bestegt; keine zylindr. Bohrkerne, jedoch in 23,85 m-23,9 m: Kernscheibe; FK-Anteil (inkl. s) nur in 23,35 m - 23,85 m: fluviatile lehmig-sandige Beimengungen. (Kernmarsch von 22 m - 23 m: RQD = 0).</p> <p>23,9-24,25: X (KSt.), hart, grau; grober Gesteinsschutt. (Kernmarsch von 23 m - 24 m: RQD = 0).</p> <p>24,25-24,65: KSt., hart, grau, bankig; vollzylindrische Kerne 25 / 14 cm lang.</p> <p>24,65-25,0: X (KSt.), hart, grau; grober Gesteinsschutt. (Kernmarsch von 24 m - 25 m: RQD = 0,39).</p> <p>25,0-25,5: KSt., hart, grau; ein vollzylindr. Kern, 13 cm lang, und Serie dünner Kernscheiben.</p> <p>25,5-26,0: X (KSt.), hart, grau, Bruchflächen hellrostbraun bestegt; grober Gesteinsschutt. kein zylindrisches Bohrgut. (Kernmarsch von 25 m - 26 m: RQD = 0,13).</p>
26,0		534,9	Bohrlochendeufe.

Projekt : PSW Happurg, Sanierung Oberbecken

Rechtswert : 4461149,2
 Hochwert : 5482717,3

GEOTECHNISCHES BOHRLOG: A9-2012

Teufe (m)	K M	Kern-gewinn (%)		RQD (%)		Kern-qualität 1 - 5		Trenn-flächen pro m		Pro-ben	Symbol	Geol.-Geotechn. Beschreibung
		25	75	20	60	1	3	8	24			
											3	NN +550.90 m
11.0	11											Ton, feinsandig lokal Feinsand, tonig, bei 13,1 m Linsen von Feinsand (Hohlraumfüllung) hellgrau/rötlich/gelbbraun
12.0	12											
13.0	13									4		
14.0	14									5		
15.0	15									6		
16.0	19											
17.0	17											Kalkstein hellgrau
18.0	18											Feinsand, mittelsandig, schwach schluffig (Hohlraumfüllung) gelblich graubraun
19.0	19											Kalkstein teilweise brüchig, Kluft 82 Grad, Lehmbesatz
20.0	20											

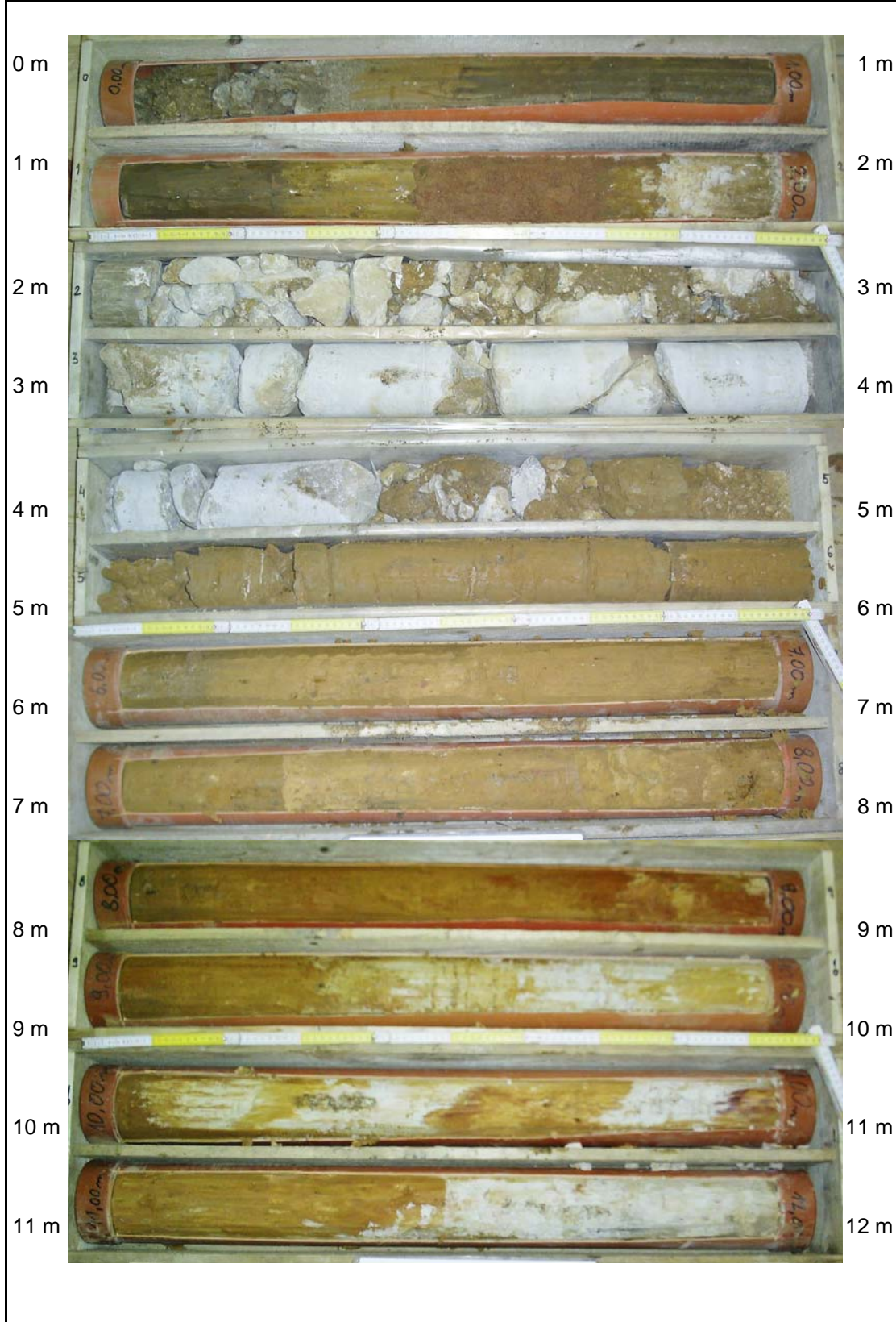
Projekt : PSW Happurg, Sanierung Oberbecken


Rechtswert : 4461149,2
 Hochwert : 5482717,3

GEOTECHNISCHES BOHRLOG: A9-2012

Teufe (m)	K M	Kerngewinn (%)		RQD (%)		Kernqualität 1 - 5		Trennflächen pro m		Proben	Symbol	Geol.-Geotechn. Beschreibung
		25	75	20	60	1	3	8	24			
											NN +540.90 m	
21.0	21										22.00	Kalkstein Klüfte 82, 76, 82, 83 Grad Lehmbesatz hellgrau
22.0	22											
23.0	23										24.00	Kalkstein stark brüchig Lehmanteile hellgrau
24.0	24											
25.0	25										26.00	Kalkstein Kluft 74 Grad, Lehmbesatz Kluft 86 Grad, gschlossen hellgrau
26.0	26											

A 9/2012	Tiefe: 0 m bis 12 m
gebohrt: 22.02.-24.02.2012	aufgenommen: 27.02.2012



A 9/2012	Tiefe: 12 m bis 24 m
gebohrt: 22.02.-24.02.2012	aufgenommen: 27.02.2012
 <p>The photograph displays a vertical soil core sample, divided into sections corresponding to depths from 12 meters to 24 meters. The top three sections (12m, 13m, and 14m) are contained in red plastic tubes. The 12m section is labeled '12.02' on the left and '13.00' on the right. The 13m section is labeled '13.00' on the left. The 14m section is labeled '14.00' on the left and '14.00' on the right. Below these tubes, the core is shown in a wooden frame, with sections labeled from 15m to 24m. The 15m section contains a layer of light-colored, irregular rock fragments. The 16m section contains a layer of brown, silty soil. The 17m section contains a layer of brown, silty soil. The 18m section contains a layer of brown, silty soil. The 19m section contains a layer of light-colored, irregular rock fragments. The 20m section contains a layer of light-colored, irregular rock fragments. The 21m section contains a layer of light-colored, irregular rock fragments. The 22m section contains a layer of light-colored, irregular rock fragments. The 23m section contains a layer of light-colored, irregular rock fragments. The 24m section contains a layer of brown, silty soil. A yellow and white measuring tape is visible in several sections, providing a scale for the sample.</p>	

A 9/2012	Tiefe: 24 m bis 26 m
gebohrt:	aufgenommen:



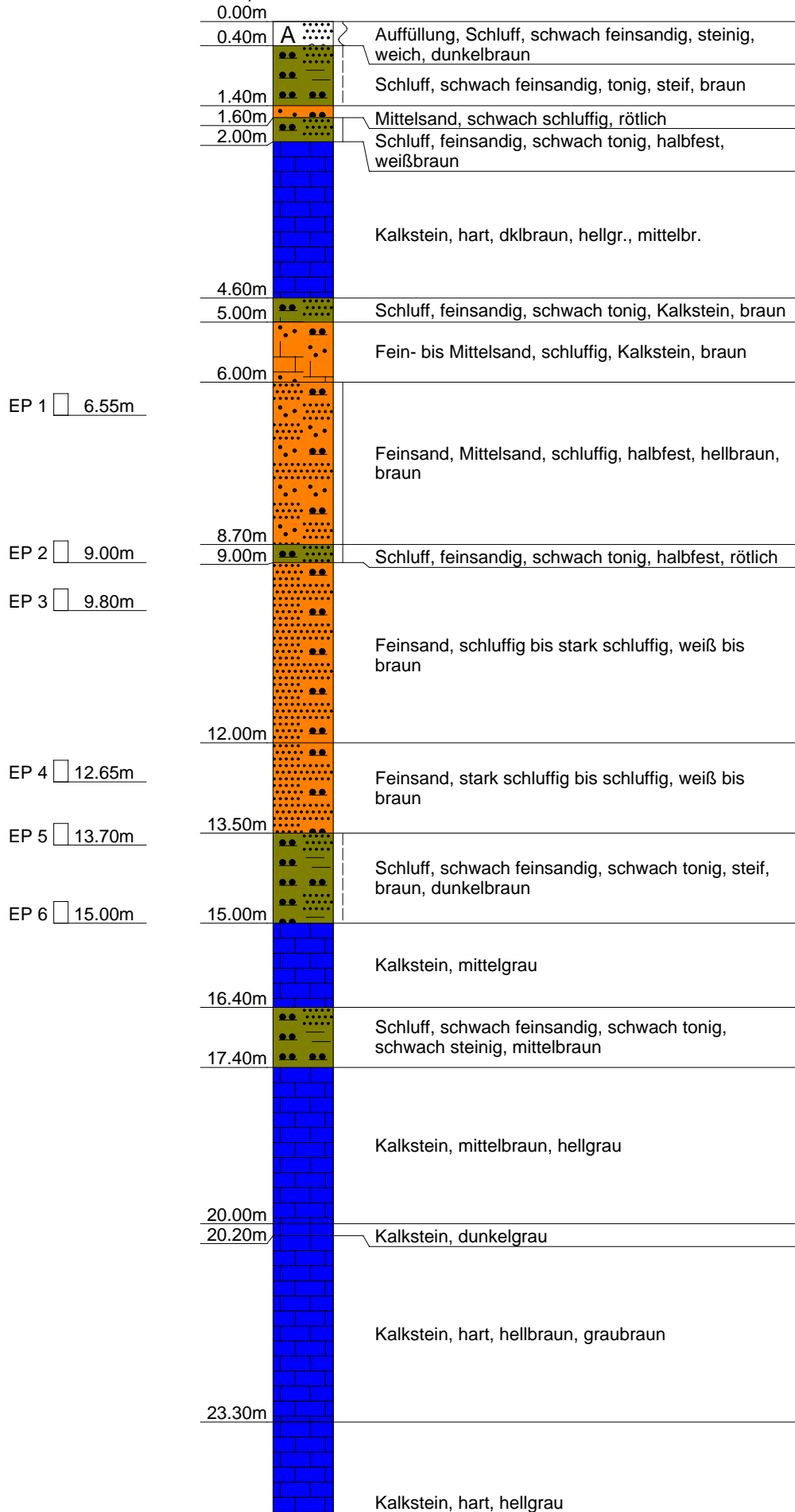


Abt Wasser- und
Umwelttechnik GmbH
Daimlerstraße 2
87719 Mindelheim

Projekt: PSW Happurg, Oberbecken
Projektnr: Erkundung infolge Schadensfall
Maßstab: 1: 100
Datum: 05.03.2012 / Kostenstelle: 2549

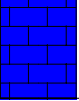
A 9

Ansatzpunkt: 560.900 mNN



Kein Wasser
(24.02.2012)

26.00m
Endtiefe



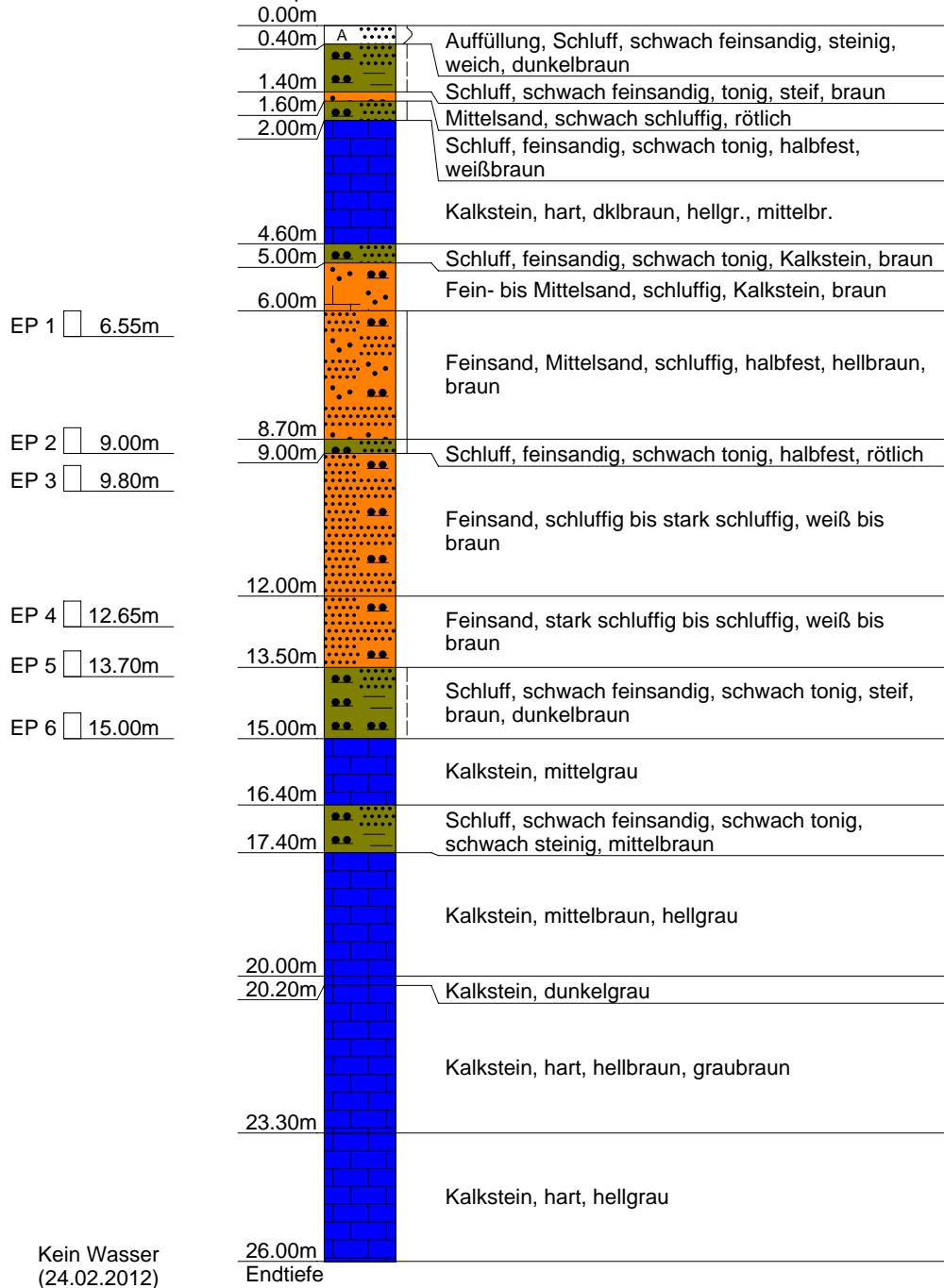


Abt Wasser- und
Umwelttechnik GmbH
Daimlerstraße 2
87719 Mindelheim

Projekt: PSW Happurg, Oberbecken
Projektnr: Erkundung infolge Schadensfall
Maßstab: 1: 150
Datum: 05.03.2012 / Kostenstelle: 2549

A 9

Ansatzpunkt: 560.900 mNN





Abt Wasser- und
Umwelttechnik GmbH
Daimlerstraße 2
87719 Mindelheim

Kopfblatt nach DIN 4022 zum Schichtenverzeichnis
für Bohrungen
Baugrundbohrung

Archiv-Nr:
Aktenzeichen: **2549**

Anlage:
Bericht:

**1 Objekt PSW Happurg,
Oberbecken**

Anzahl der Seiten des Schichtenverzeichnisses: **6**
Anzahl der Testberichte und ähnliches:

2 Bohrung Nr. A 9

Zweck: **Baugrunderkundung**

Ort: **Happurg**

Lage (Topographische Karte M = 1 : 25000):

Rechts: **4461149.20** Hoch: **5482717.30**

Lotrecht

Nr:

Richtung:

Höhe des a) zu NN **560.90**

m

Ansatzpunktes b) zu

m gleich Gelände

3 Lageskizze (unmaßstäblich)

Bemerkung:

4 Auftraggeber: **E.ON Wasserkraft GmbH, Luitpoldstraße 27, 84034 Landshut**

Fachaufsicht: **Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Christian Moormann, Möhringer Landstr. 58, 70563 Stuttgart**

5 Bohrunternehmen: **Abt Wasser- und Umwelttechnik GmbH, Daimlerstraße 2, 87719 Mindelheim**

gebohrt von: **22.02.2012** bis: **24.02.2012**

Tagesbericht-Nr:

Projekt-Nr: **Erkundung infolge**

Geräteführer: **Herr Munteanu**

Qualifikation: **Bohrgeräteführer**

Geräteführer:

Qualifikation:

Geräteführer:

Qualifikation:

6 Bohrgerät Typ: **Comacchio 1**

Baujahr:

Bohrgerät Typ:

Baujahr:

7 Messungen und Tests im Bohrloch:

8 Probenübersicht:	Art - Behälter	Anzahl	Aufbewahrungsort
Bohrproben	Kernkisten	26 m	E.ON Happurg
Bohrproben	Liner	11	
Bohrproben	EP	6	
Sonderproben			
Wasserproben			

9 Bohrtechnik	BP = Bohrung mit durchgehender Gewinnung nichtgekernter Proben	BKR= BK mit richtungsorientierter Kernentnahme
9.1 Kurzzeichen		BKB= BK mit beweglicher Kernumhüllung
9.1.1 Bohrverfahren	BuP= Bohrung mit Gewinnung unvollständiger Proben	BKF= BK mit fester Kernumhüllung
9.1.1.1 Art:	BS = Sondierbohrungen	... =
BK = Bohrung mit durchgehender Gewinnung gekernter Proben	... =	

9.1.1.2 Lösen:	ram = rammend	schlag = schlagend
rot = drehend	druck = drückend	greif = greifend

9.1.2 Bohrwerkzeug	HK = Hohlkrone	Schn = Schnecke	... =
9.1.2.1 Art:	VK = Vollkrone	Spi = Spirale	... =
EK = Einfachkernrohr	H = Hartmetallkrone	Kis = Kiespumpe	... =
DK = Doppelkernrohr	D = Diamantkrone	Ven = Ventilbohrer	
TK = Dreifachkernrohr	Gr = Greifer	Mei = Meißel	
S = Seilkernrohr	Schap = Schappe	SN = Sonde	

9.1.2.2 Antrieb:	HA = Hand	DR = Druckluft
G = Gestänge	F = Freifall	HY = Hydraulik
SE = Seil	V = Vibro	

9.1.2.3 Spülhilfe:	SS = Sole	d = direkt
WS= Wasser	DS = Dickspülung	id = indirekt
LS = Luft	Sch = Schaum	

9.2 Bohrtechnische Tabellen											
Tiefe in m Bohrlänge in m von		Bohrverfahren Art		Bohrwerkzeug Art				Verrohrung Außen ø mm			Bemerkungen
bis		Lösen		ø mm				Innen ø mm		Tiefe m	
0.00	2.00	BK	ram	Schap		SE-DR			220	2.00	
2.00	6.00	BK	rot	S	150	G-HY	LS			6.00	
2.00	15.00	BK	ram	Schap		SE-DR			220	15.00	
15.00	26.00	BK	rot	S	150	G-HY	LS			26.00	

9.3 Bohrkronen			9.4 Geräteführer-Wechsel						
1	Nr:	ø Außen/Innen: /	Nr	Datum Tag/Monat Jahr	Uhrzeit	Tiefe	Name Geräteführer für Ersatz		Grund
2	Nr:	ø Außen/Innen: /	1						
3	Nr:	ø Außen/Innen: /	2						
4	Nr:	ø Außen/Innen: /	3						
5	Nr:	ø Außen/Innen: /	4						
6	Nr:	ø Außen/Innen: /							

10 Angaben über Grundwasser, Verfüllung und Ausbau

Wasser erstmals angetroffen bei _____ m, Anstieg bis _____ m unter Ansatzpunkt

Höchster gemessener Wasserstandgleich Ansatzpunkt bei _____ m Bohrtiefe

Verfüllung: **0.00** m bis **26.00** m Art: **Compactonit** von: _____ m bis: _____ m Art:

Nr	Filterrohr			Filterschüttung			Körnung mm	Sperrschicht			OK Peilrohr m über/unter Ansatzpunkt
	von m	bis m	ø mm	Art	von m	bis m		von m	bis m	Art	

11 Sonstige Angaben

Datum: **05.03.2012** Firmenstempel: _____ Unterschrift: _____

DC



Abt Wasser- und
Umwelttechnik GmbH
Daimlerstraße 2
87719 Mindelheim

Anlage
Bericht:
Az.: 2549

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **PSW Happurg, Oberbecken**

Bohrung Nr. A 9

Blatt 3

Datum:
**22.02.2012-
24.02.2012**

1	2				3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalkgehalt				
0.40	a) Auffüllung, Schluff, schwach feinsandig, steinig							
	b)							
	c) weich	d)	e) dunkelbraun					
	f)	g)	h)	i)				
1.40	a) Schluff, schwach feinsandig, tonig							
	b)							
	c) steif	d)	e) braun					
	f)	g)	h)	i)				
1.60	a) Mittelsand, schwach schluffig							
	b)							
	c)	d)	e) rötlich					
	f)	g)	h)	i)				
2.00	a) Schluff, feinsandig, schwach tonig							
	b)							
	c) halbfest	d)	e) weißbraun					
	f)	g)	h)	i)				
4.60	a) Kalkstein							
	b) hart							
	c)	d)	e) dklbraun, hellgrau, mittelbr.					
	f)	g)	h)	i)				



Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **PSW Happurg, Oberbecken**

Bohrung Nr. A 9

Blatt 4

Datum:

**22.02.2012-
24.02.2012**

1	2			3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe				
5.00	a) Schluff, feinsandig, schwach tonig, Kalkstein						
	b)						
	c)	d)	e) braun				
	f)	g)	h)				
6.00	a) Fein- bis Mittelsand, schluffig, Kalkstein						
	b)						
	c)	d)	e) braun				
	f)	g)	h)				
8.70	a) Feinsand, Mittelsand, schluffig				EP	1	6.20 -6.55
	b)						
	c) halbfest	d)	e) hellbraun, braun				
	f)	g)	h)				
9.00	a) Schluff, feinsandig, schwach tonig				EP	2	8.70 -9.00
	b)						
	c) halbfest	d)	e) rötlich				
	f)	g)	h)				
12.00	a) Feinsand, schluffig bis stark schluffig				EP	3	9.60 -9.80
	b)						
	c)	d)	e) weiß bis braun				
	f)	g)	h)				



Abt Wasser- und
Umwelttechnik GmbH
Daimlerstraße 2
87719 Mindelheim

Anlage
Bericht:
Az.: 2549

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **PSW Happurg, Oberbecken**

Bohrung Nr. A 9

Blatt 5

Datum:
**22.02.2012-
24.02.2012**

1	2				3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
13.50	a) Feinsand, stark schluffig bis schluffig					EP	4	12.45 -12.65
	b)							
	c)	d)	e) weiß bis braun					
	f)	g)	h)	i)				
15.00	a) Schluff, schwach feinsandig, schwach tonig					EP	5	13.50 -13.70
	b)							
	c) steif	d)	e) braun, dunkelbraun					
	f)	g)	h)	i)				
16.40	a) Kalkstein							
	b)							
	c)	d)	e) mittelgrau					
	f)	g)	h)	i)				
17.40	a) Schluff, schwach feinsandig, schwach tonig, schwach steinig							
	b)							
	c)	d)	e) mittelbraun					
	f)	g)	h)	i)				
20.00	a) Kalkstein							
	b)							
	c)	d)	e) mittelbraun, hellgrau					
	f)	g)	h)	i)				



Abt Wasser- und
Umwelttechnik GmbH
Daimlerstraße 2
87719 Mindelheim

Anlage
Bericht:
Az.: **2549**

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **PSW Happurg, Oberbecken**

Bohrung Nr. A 9

Blatt 6

Datum:
**22.02.2012-
24.02.2012**

1	2	3	4	5	6		
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen		Entnommene Proben				
	b) Ergänzende Bemerkungen						
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe	Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)	
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe				i) Kalk- gehalt
20.20	a) Kalkstein						
	b)						
	c)	d)				e) dunkelgrau	
	f)	g)				h)	i)
23.30	a) Kalkstein						
	b) hart						
	c)	d)				e) hellbraun, graubraun	
	f)	g)				h)	i)
26.00 Endtiefe	a) Kalkstein		kein Wasser 24.02.2012				
	b) hart						
	c)	d)				e) hellgrau	
	f)	g)				h)	i)

Pumpspeicherkraftwerk Happurg · Sanierung Oberbecken

Ergänzende Kernbohrungen außerhalb der Versturzzone im Februar 2012

Anlage 2

Ergebnisse der ergänzenden Kernbohrungen Februar 2012

▪ Kernbohrung A 10/2012

- | | |
|----------------------------------|--------|
| - Ingenieurgeologische Ansprache | 2.10.1 |
| - Bohrprofil | 2.10.2 |
| - Kernfotos | 2.10.3 |
| - Schichtenverzeichnis Bohrfirma | 2.10.4 |



Bohrgutbeschreibung

Bohrpunkt A10

Lage d. Bohrung: R \approx 44 60 960,3 H \approx 54 82 652,1 A.P. \approx 561,3 mNN Bohrdatum: 16.-17.02.2012

Das Bohrprofil erschloss unter einer 0,6 m starken Schutzschicht die hier 1,2 m mächtige mineralische Abdichtung des Oberbeckens und darunter bis in 2,0 m Tiefe unter A.P. die Dränagesandschicht. Ab 2,0 m Tiefe bis in 7,0 m Tiefe unter dem Bohransatzpunkt wurden sandig-lehmige Böden einer Karstspaltenfüllung und sporadisch Kalksteinschutt erbohrt. Ab 7,0 m Tiefe folgten durchgängig Weißjura-Kalksteinschutt und felsartiges Kalkgestein bis zur Endteufe 17,15 m unter Ansatzpunkt.

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
0,0	0-0,3 (0,3)	561,3	<u>Beckensohle</u> (erschloss. Mächtigkeit: 2,0 m) <u>Schutzschicht</u> (lehmig-kiesiger Abraumboden) A (U, t, g'), FK-Anteil: breiig-weich, olivbraungrau; GK-Anteil: in 0,2 m Tiefe unter Ansatzpunkt: Weißjura-Kalksteinscherben (mg, gg), hellgrau.
0,3	0,3-0,6 (0,3)	561,0	A (X, g (KSt.)), hart, grau, scherbügl.
0,6	0,6-1,8 (1,2)	560,7	<u>Mineralische Dichtung (Lehmdichtung)</u> A (T, fs'), steif, mittelbraun, zäh, feucht; in 1,0 m -1,05 m einzelne KSt.-Fragmente schwimmend in Lehm-Matrix eingelagert.
1,8	1,8-2,0 (0,2)	559,5	<u>Dränagesand 0/3</u> (rudimentär) A (U+ mS /gS, fg'), FK-Anteil: steif, GK-Anteil: rötlich graubraun, locker gelagert, Fremdmaterial, einzelnes KSt.-Korn, hart, \varnothing 4 cm, eingebettet.
2,0	2,0-2,35 (0,35)	559,3	<u>Ausgleichsschicht (?)</u> oder Reste der Berandung einer Karst-Spalte (?) A (?) (X + G (KSt.), u), GK-Anteil: hart, grau; FK-Anteil: steif, braun.
2,35		558,95	

Karstspaltenfüllung in Weißjura-Schichten

(erschloss. Mächtigkeit 4,65 m)

Karstspaltenfüllung

Im Tiefenband zwischen 2,35 m und 7,0 m unter A.P. wurde vermutlich eine Karstspalte erbohrt (stratigraphische Deutung: tertiär verfüllte Karstspalte innerhalb der ki 1 - *Platynota*-Schichten), die am Bohrpunkt teilweise mit fluvial verfrachtetem sandigem und tonigem Lockergesteinsmaterial erfüllt war.

**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt A10**

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
2,35	2,35-4,75 (2,4)	558,95	fS, t', dicht gelagert, hellgrau mit mittelbraunen Zonen.
4,75	4,75-7,0 (2,25)	556,55	mS, dicht gelagert, rot / orangebraun, punktuell g' (KSt.), z. B. in 5,5 m, 5,65 m - 5,7 m, 6,65 m - 6,7 m Tiefe unt. A.P.). In 6,25 m - 6,4 m Tiefe unter A.P. stark tonige Einschaltung.
7,0		554,3	
			<u>Weißjura-Schichten an der Basis und unterhalb der Karstspalte</u> (stratigraphische Deutung: <i>Oxfordkalk (ox2)</i>). (erschlossene Mächtigkeit 10,15 m)
	7,0-17,15 (10,15)		Details (Zahlenangaben in m Tiefe unter Ansatzpunkt): 7,0-8,0: KSt., hart, grau, vollzyl. Kerne mit Längen: 40 / 23 cm sowie Kernscheiben auf insgesamt 34 cm Länge (RQD = 0,63). 8,0-11,15: KSt., hart, grau. Folge von Kernscheiben, Gesteinsscherben und einzelnen kurzen vollzyl. Kernen mit Längen bis max. 14 cm, (Bohrgut nicht weiter differenziert). 11,15-11,5: KSt., hart, grau, bankig, vollzyl. Kern, 34 cm lang. 11,5-12,35: KSt., hart, grau. Gesteinsscherben und einzelne Kernscheiben. 12,35-13,3: KSt., hart, grau, bankig, vollzylindr. Kerne bis max. 18 cm Länge, (Bohrgut nicht weiter differenziert). 13,3-13,8: KSt., hart, grau, bankig, vollzyl. Kern, 46 cm lang. 13,8-14,55: KSt., hart, grau, kurze vollzylindr. Kerne (bis 10 cm lang) und Bruchstücke vertikal gespaltener Kerne. 14,55-15,65: KSt., hart, grau, bankig. vollzylindr. Kerne bis max. 26 cm Länge, (Bohrgut nicht weiter differenziert). 15,65-16,8: KSt., hart, grau, grobe Brocken, z. T. mit sandiger Lehm-Anhaftung; keine zylindrischen Kerne. 16,8-17,15: KSt., hart, grau, bankig, vollzyl. Kerne, 23 cm und 17 cm lang.
17,15		544,15	Bohrlochendteufe.

Projekt : PSW Happurg, Sanierung Oberbecken

Rechtswert : 4461960,3
 Hochwert : 5482652,1

GEOTECHNISCHES BOHRLOG: A10-2012


Teufe (m)	K M	Kern-gewinn (%)		RQD (%)		Kern-qualität 1 - 5		Trenn-flächen pro m		Pro-ben	Symbol	Geol.-Geotechn. Beschreibung
		25	75	20	60	1	3	8	24			
											NN +510.30 m 0.30 0.60	Schluff, tonig, schwach kiesig (Schutzschicht) olivgraubraun
1.0										1		Steine, kiesig (Schutzschicht) grau
2.0										2	1.80	Ton, schwach feinsandig lokal schwach kiesig (Lehmdichtung) braun
3.0										3	2.00	Schluff und Mittelsand, stark grobsandig, schwach feinkiesig (Drainagesand, verunreinigt) rötlich graubraun
4.0										4	2.35	Steine und Kies, schluffig (Auffüllung?) braun
5.0										5		Feinsand, schwach tonig hellgrau, lokal braun
6.0										6	4.75	Mittelsand lokal tonige Einschaltungen rot/ orangebraun
7.0										7	7.00	
8.0										8	8.00	Kalkstein schwach geschichtet hellgrau
9.0										9		Kalkstein brüchig, Kluft 84 Grad Lehm auf Schichtfugen und Klüften hellgrau
10.0										10	10.00	


Projekt : PSW Happurg, Sanierung Oberbecken

Rechtswert : 4461960,3
 Hochwert : 5482652,1

GEOTECHNISCHES BOHRLOG: A10-2012

Teufe (m)	K M	Kern-gewinn (%)		RQD (%)		Kern-qualität 1 - 5		Trenn-flächen pro m		Pro-ben	Symbol	Geol.-Geotechn. Beschreibung
		25	75	20	60	1	3	8	24			
											NN +500.30 m	
11.0	11											Kalkstein geschichtet hellgrau
12.0	12									8		Kalkstein brüchig Klüfte 78, 82 Grad Kluft 84 Grad von 12 bis 12,5 m hellgrau
13.0	13											
14.0	14											
15.0	15											Kalkstein schwach geschichtet, Klüfte 84, 66 Grad, Lehmbestege hellgrau
16.0	16											
17.0	17											Kalkstein brüchig Kluft 82 Grad von 16,1 bis 16,8 m mit Lehmbesteg
	18											Kalkstein kompakt hellgrau

A 10/2012	Tiefe: 0 m bis 12 m
gebohrt: 16.02.-17.02.2012	aufgenommen: 20.02.2012
 <p>The photograph displays a vertical sequence of soil core samples from a borehole, labeled from 0 m to 12 m. The samples are housed in a wooden frame with a yellow measuring tape visible between the sections. The soil layers vary in color and texture: the top 1 m (sample 0) is dark brown; the next 2 m (sample 1) is a lighter, more homogeneous brown; samples 2 and 3 (2-3 m) are light brown with some white material; samples 4 and 5 (3-5 m) are light brown with some white material; samples 6 and 7 (5-7 m) are light brown with some white material; sample 8 (7-8 m) is a very light, almost white material; samples 9 and 10 (8-10 m) are light brown with some white material; and samples 11 and 12 (10-12 m) are light brown with some white material.</p>	

A 10/2012	Tiefe: 12 m bis 18 m
gebohrt: 16.02.-17.02.2012	aufgenommen: 20.02.2012
	



Abt Wasser- und
Umwelttechnik GmbH
Daimlerstraße 2
87719 Mindelheim

Projekt: PSW Happurg, Oberbecken
ProjektNr: Erkundung infolge Schadensfall
Maßstab: 1: 100
Datum: 01.03.2012 / Kostenstelle: 2549

A 10

Ansatzpunkt: 561.300 mNN

DP 1 □ 0.10m

DP 2 □ 0.80m

DP 3 □ 1.65m

DP 4 □ 2.45m

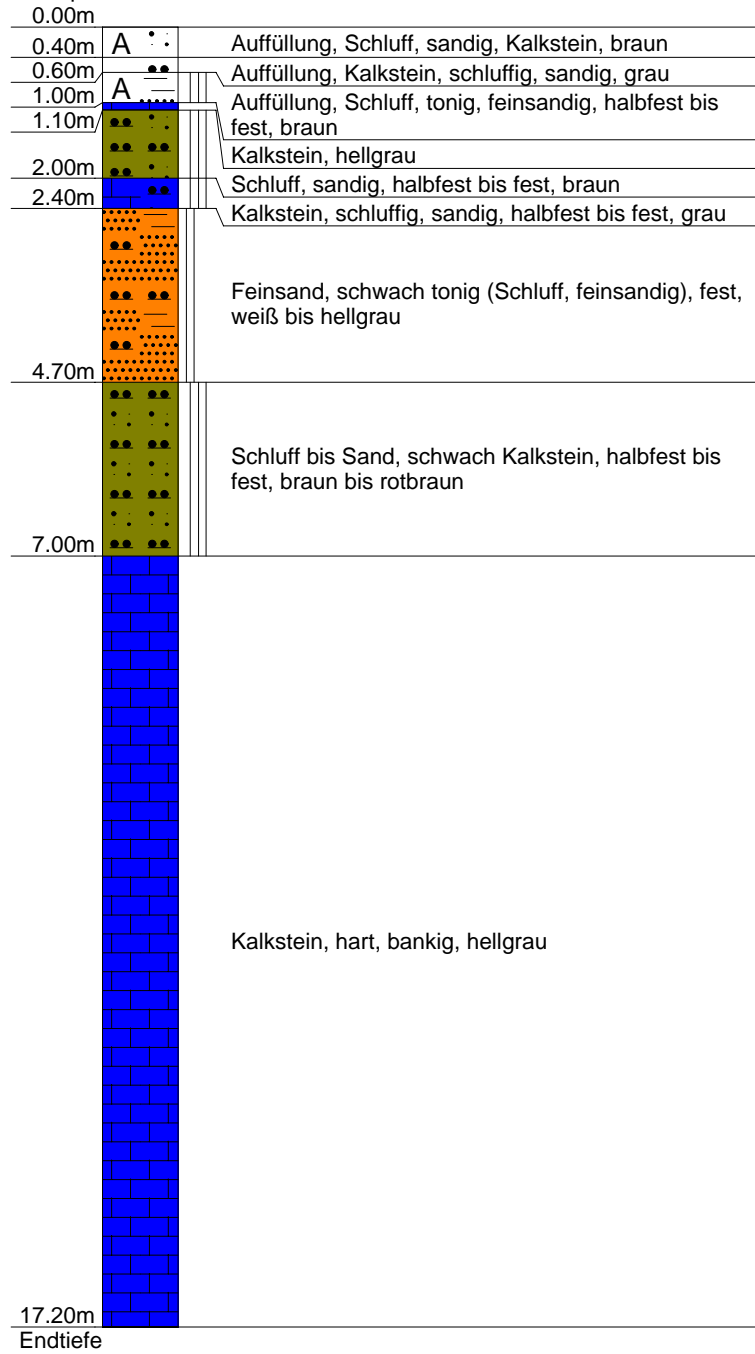
DP 5 □ 3.70m

DP 6 □ 5.90m

DP 7 □ 6.25m

Bohrkern □ 11.50m

Kein Wasser
(17.02.2012)





Abt Wasser- und
Umwelttechnik GmbH
Daimlerstraße 2
87719 Mindelheim

Kopfblatt nach DIN 4022 zum Schichtenverzeichnis
für Bohrungen
Baugrundbohrung

Archiv-Nr:
Aktenzeichen: **2549**

Anlage:
Bericht:

**1 Objekt PSW Happurg,
Oberbecken**

Anzahl der Seiten des Schichtenverzeichnisses: **4**
Anzahl der Testberichte und ähnliches:

2 Bohrung Nr. A 10

Zweck: **Baugrunderkundung**

Ort: **Happurg**

Lage (Topographische Karte M = 1 : 25000):

Rechts: **4460960.30** Hoch: **5482652.10**

Lotrecht

Nr:

Richtung:

Höhe des a) zu NN **561.30** m

Ansatzpunktes b) zu m gleich Gelände

3 Lageskizze (unmaßstäblich)

Bemerkung:

4 Auftraggeber: **E.ON Wasserkraft GmbH, Luitpoldstraße 27, 84034 Landshut**

Fachaufsicht: **Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Christian Moormann, Möhringer Landstr. 58, 70563 Stuttgart**

5 Bohrunternehmen: **Abt Wasser- und Umwelttechnik GmbH, Daimlerstraße 2, 87719 Mindelheim**

gebohrt von: **16.02.2012** bis: **17.02.2012**

Tagesbericht-Nr:

Projekt-Nr: **Erkundung infolge**

Geräteführer: **Herr Munteanu**

Qualifikation: **Bohrgeräteführer**

Geräteführer:

Qualifikation:

Geräteführer:

Qualifikation:

6 Bohrgerät Typ: **Comacchio 1**

Baujahr:

Bohrgerät Typ:

Baujahr:

7 Messungen und Tests im Bohrloch:

8 Probenübersicht:	Art - Behälter	Anzahl	Aufbewahrungsort
Bohrproben	Kernkisten	18 m	E.ON Happurg
Bohrproben	Liner	7	
Bohrproben	DP	7	
Sonderproben	Bohrkern	1	
Wasserproben			

9 Bohrtechnik	BP = Bohrung mit durchgehender Gewinnung nichtgekernter Proben	BKR= BK mit richtungsorientierter Kernentnahme
9.1 Kurzzeichen		BKB= BK mit beweglicher Kernumhüllung
9.1.1 Bohrverfahren	BuP= Bohrung mit Gewinnung unvollständiger Proben	BKF= BK mit fester Kernumhüllung
9.1.1.1 Art:	BS = Sondierbohrungen	... =
BK = Bohrung mit durchgehender Gewinnung gekernter Proben	... =	

9.1.1.2 Lösen:	ram = rammend	schlag = schlagend
rot = drehend	druck = drückend	greif = greifend

9.1.2 Bohrwerkzeug	HK = Hohlkrone	Schn = Schnecke	... =
9.1.2.1 Art:	VK = Vollkrone	Spi = Spirale	... =
EK = Einfachkernrohr	H = Hartmetallkrone	Kis = Kiespumpe	... =
DK = Doppelkernrohr	D = Diamantkrone	Ven = Ventilbohrer	
TK = Dreifachkernrohr	Gr = Greifer	Mei = Meißel	
S = Seilkernrohr	Schap = Schappe	SN = Sonde	

9.1.2.2 Antrieb:	HA = Hand	DR = Druckluft
G = Gestänge	F = Freifall	HY = Hydraulik
SE = Seil	V = Vibro	

9.1.2.3 Spülhilfe:	SS = Sole	d = direkt
WS= Wasser	DS = Dickspülung	id = indirekt
LS = Luft	Sch = Schaum	

9.2 Bohrtechnische Tabellen											
Tiefe in m		Bohrverfahren		Bohrwerkzeug				Verrohrung			Bemerkungen
Bohrlänge in m von	bis	Art	Lösen	Art	ø mm	Antrieb	Spülhilfe	Außen ø mm	Innen ø mm	Tiefe m	
0.00	7.00	BK	ram	Schap		SE-DR			220	7.00	
7.00	17.20	BK	rot	S	150	G-HY	LS			17.20	

9.3 Bohrkronen			9.4 Geräteführer-Wechsel						
Nr	Nr:	ø Außen/Innen:	Nr	Datum Tag/Monat Jahr	Uhrzeit	Tiefe	Name Geräteführer für	Ersatz	Grund
1		/	1						
2		/	2						
3		/	3						
4		/	4						
5		/							
6		/							

10 Angaben über Grundwasser, Verfüllung und Ausbau

Wasser erstmals angetroffen bei _____ m, Anstieg bis _____ m unter Ansatzpunkt

Höchster gemessener Wasserstandgleich Ansatzpunkt bei _____ m Bohrtiefe

Verfüllung: **0.00** m bis **17.20** m Art: **Compactonit** von: _____ m bis: _____ m Art:

Nr	Filterrohr			Filterschüttung			Körnung mm	Sperrschicht			OK Peilrohr m über/unter Ansatzpunkt
	von m	bis m	ø mm	Art	von m	bis m		von m	bis m	Art	

11 Sonstige Angaben

Datum: **01.03.2012** Firmenstempel: _____ Unterschrift: _____

DC



Abt Wasser- und
Umwelttechnik GmbH
Daimlerstraße 2
87719 Mindelheim

Anlage
Bericht:
Az.: 2549

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **PSW Happurg, Oberbecken**

Bohrung Nr. A 10

Blatt 3

Datum:
**16.02.2012-
17.02.2012**

1	2				3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0.40	a) Auffüllung, Schluff, sandig, Kalkstein					DP	1	0.00 -0.10
	b)							
			e) braun					
			h)	i)				
0.60	a) Auffüllung, Kalkstein, schluffig, sandig							
	b)							
			e) grau					
			h)	i)				
1.00	a) Auffüllung, Schluff, tonig, feinsandig					DP	2	0.70 -0.80
	b)							
			e) braun					
			h)	i)				
1.10	a) Kalkstein							
	b)							
			e) hellgrau					
			h)	i)				
2.00	a) Schluff, sandig					DP	3	1.55 -1.65
	b)							
			e) braun					
			h)	i)				



Abt Wasser- und
Umwelttechnik GmbH
Daimlerstraße 2
87719 Mindelheim

Anlage
Bericht:
Az.: 2549

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **PSW Happurg, Oberbecken**

Bohrung Nr. A 10

Blatt 4

Datum:
**16.02.2012-
17.02.2012**

1	2	3	4	5	6
Bism unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkungen c) Beschaffenheit nach Bohrgut d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang e) Farbe f) Übliche Benennung g) Geologische Benennung h) Gruppe i) Kalk- gehalt	Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
			Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
2.40	a) Kalkstein, schluffig, sandig b) c) halbfest bis fest d) e) grau f) g) h) i)				
4.70	a) Feinsand, schwach tonig (Schluff, feinsandig) b) c) fest d) e) weiß bis hellgrau f) g) h) i)		DP DP	4 5	2.35 -2.45 3.60 -3.70
7.00	a) Schluff bis Sand, schwach Kalkstein b) c) halbfest bis fest d) e) braun bis rotbraun f) g) h) i)		DP DP	6 7	5.80 -5.90 6.15 -6.25
17.20 Endtiefe	a) Kalkstein b) hart, bankig c) d) e) hellgrau f) g) h) i)	kein Wasser 17.02.2012	Bohr- kern		11.10 -11.50

Pumpspeicherkraftwerk Happurg · Sanierung Oberbecken

Ergänzende Kernbohrungen außerhalb der Versturzzone im Februar 2012

Anlage 2

Ergebnisse der ergänzenden Kernbohrungen Februar 2012

▪ Kernbohrung A 11/2012

- | | |
|----------------------------------|--------|
| - Ingenieurgeologische Ansprache | 2.11.1 |
| - Bohrprofil | 2.11.2 |
| - Kernfotos | 2.11.3 |
| - Schichtenverzeichnis Bohrfirma | 2.11.4 |



Bohrgutbeschreibung

Bohrpunkt A11

Lage d. Bohrung: R: (noch nicht bestimmt) H: (noch nicht bestimmt) A.P. \approx 575,6 mNN Bohrdatum: 22.-23.02.2012
Die Bohrung wurde in Station km 1+478,8 von der Dammkrone aus bis in 20,0 m Tiefe niedergebracht.
Das Bohrprofil erschloss bis in ca. 7 m Tiefe unter A.P. die oberen Ausläufer verschiedener wasserseitiger Funktionsschichten. Zwischen 7,0 m und 15,4 m Tiefe unter A.P. wurde der Dammsstützkörper und darunter bis in 18 m Tiefe unter A.P. die Schichten an der Dammbasis durchbohrt. Unterhalb von 18 m Tiefe unter dem Bohransatzpunkt wurden bis zur Bohrlochendeufe (20,0 m unter Ansatzpunkt) Weißjura-Kalkstein-Schichten angetroffen. Das Bohrgut war grobbröcklig. Zylindrische Bohrkern wurden nicht gewonnen.

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
0,0	0-1,15 (1,15)	575,6	<u>Künstliche Auffüllung</u> (Damm) (erschloss. Mächtigkeit: 18 m) <u>Schüttung aus Splitt-Sand-Gemischen</u> Details (Zahlenangaben in m Tiefe unter Ansatzpunkt): 0-1,05: A (mS+mG, fg, gg', u'), GK-Anteil: wj.-KSt-Splitt mitteldicht gelagert, grau / gelbbraun; Splitt-Sand-Gemisch mit geringem Lehm-Anteil. Wassergebundene Übergründung des Dammkronenweges. 1,05-1,15: A (mS, g'), locker gelagert, Sand: rötlich braun, Fremdmaterial, Splitt: wj.-KSt..
1,15	1,15-3,5 (2,35)	574,45	<u>so genannter „Ton-Beton“</u> Details (Zahlenangaben in m Tiefe unter Ansatzpunkt): 1,15-1,55: A (U, t, g' - g), FK-Anteil: steif, olivgrau, organstoffhaltig (aufbereiteter <i>Opalinuston</i>); GK-Anteil: KSt.-Splitt mit Korngrößen im fG-mG-Bereich, grau. 1,55-3,5: A (U, t, gg - gg), FK-Anteil: steif, olivgrau, organstoffhaltig (aufbereiteter <i>Opalinuston</i>); GK-Anteil: KSt.-Splitt mit Korngrößen im gG-Bereich, grau; in 2,0 m - 2,1 m Tiefe unt. A.P. Nest mit verschlepptem mS, g', rötlich braun, enthalten.
3,5	3,5-4,0 (0,5)	572,1	<u>Ausgleichskliessand 0/3</u> A (mS, gs, fg'), locker bis mitteldicht gelagert, rötlich graubraun, Fremdmaterial.
4,0	4,0-4,25 (0,25)	571,6	<u>so genannter „Ton-Beton“</u> A (U, t, g' - g), FK-Anteil: steif, olivgrau, organstoffhaltig, (aufbereiteter <i>Opalinuston</i>); GK-Anteil: KSt.- Splitt mit Korngrößen im fG-mG-Bereich, grau.
4,25	4,25-5,65 (1,4)	571,35	<u>Sand-Splitt-Gemische</u> (in einzelnen Zonen lehmig durchsetzt) Details (Zahlenangaben in m Tiefe unter Ansatzpunkt): 4,25-4,65: A (mS, gs, fg'), locker bis mitteldicht gelagert, rötlich graubraun, Fremdmaterial. 4,65-5,0: A (U, g), FK-Anteil: weich-steif, braun, schmierig; GK-Anteil: (wj.-KSt.) splittartig, grau, in bindiger Matrix schwimmend eingebettet (Lehmlinse ?)
(5,0)		(570,6)	

**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt A11**

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
(5,0)		(570,6)	<p>5,0-5,4: A (mS, gs, fg, mg'), locker gelagert; Sandmatrix 0/3, rötlich graubraun, Fremdmaterial, mit zusätzlich schwimmend in der Sandmatrix eingebetteten einzelnen wj.-KSt.-Körnern.</p> <p>5,4-5,65: A (fS, u), locker gelagert, gelbbraun; FK-Anteil: steif mit Tendenz in Richtung weich.</p>
5,65	5,65-7,0 (1,35)	569,95	<p><u>Geneigte Reibungsschicht</u> (so genannter „Kies 0/100“) Details (Zahlenangaben in m Tiefe unter Ansatzpunkt):</p> <p>5,65-6,0: A (mG-gG), locker bis mitteldicht gelagert, grau (wj.-KSt., gebrochen), ohne Lehmanteile.</p> <p>6,0-6,2: A (mS, g, u'), locker bis mitteldicht gelagert, graubraun; FK-Anteil: steif.</p> <p>6,2-6,75: A (G (fG+mG+gG), x, s'), locker bis mitteldicht gelagert, grau; Splitt-Schotter-Gemisch mit „zufälligen“ Mehlsand-Beimengungen; KSt.-Stücke z. T. zerrammt.</p> <p>6,75-7,0: A (G (fG+mG+gG), s, u), locker gelagert, grau; FK-Anteil: steif, dunkelbraun.</p>
7,0	7,0-15,4 (8,4)	568,6	<p><u>Dammstützkörper</u> (G (fG+mG+gG, s, u'(lokal u))), mitteldicht gelagert, grau (wj.-KSt.), gG-Anteil in einzelnen Tiefenbereichen dominant, (z. B. in: 8,9-9,0; 9,9-10,0; 10,8-11,0; 13,0-15,4 (m)); FK-Anteil: steif, gelblich hellbraungrau. Relativ homogenes Bohrgut.</p>
15,4	15,4-18,0 (2,6)	560,2	<p><u>Bettungs- und Reibungsschichten im Bereich der Dammsohle</u> Details (Zahlenangaben in m Tiefe unter Ansatzpunkt):</p> <p>15,4-15,7 A (U, g'), steif, mittelbraun-dkl.braun (Lehmlinse ?)</p> <p>15,7-16,0 A (fS+fG+mG), locker gelagert, gelbbraun; fS-Anteil mehlsandartig; G-Anteil: wj.-KSt..</p> <p>16,0-16,8: A (G, s, u'), mitteldicht gelagert, graubraun.</p> <p>16,8-17,0: A (fS+fG+mG), locker gelagert, gelbbraun; fS-Anteil mehlsandartig; G-Anteil: wj.-KSt..</p> <p>17,0-18,0: A (G, s, u'), mitteldicht gelagert, graubraun; in 17,65-17,7: gG-Korn eingelagert.</p>
18,0		557,6	

**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt A11**



Tiefe [m]	Tiefen- band [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
18,0		557,6	
	18,0-20,0 (2,0)		<u>Weißjura-Schichten</u> stratigraphische Deutung: ki 1 - <i>Platynota</i> -Schichten. (erschlossene Mächtigkeit 2,0 m) X (KSt.), hart, grau, grobbröcklig, insbes. zwischen 19,4 m und 20,0 m Tiefe unter A.P.; Das Bohrgut enthält keine zylindrischen Kerne und keine Kernscheiben.
20,0		555,6	Bohrlochendteufe.



Projekt : PSW Happurg, Sanierung Oberbecken

Rechtswert :
 Hochwert :

GEOTECHNISCHES BOHRLOG: A11-2012

Teufe (m)	K M	Kern-gewinn (%)		RQD (%)		Kern-qualität 1 - 5		Trenn-flächen pro m		Pro-ben	Symbol	Geol.-Geotechn. Beschreibung
		25	75	20	60	1	3	8	24			
											NN +565.60 m	
11.0	11									11		Kies, sandig, schwach schluffig (Dammstützkörper) grau
12.0	12									12		
13.0	13									13		
14.0	14									14		
15.0	15									15		
16.0	16									16	15.40	Schluff, schwach kiesig (Auffüllung) braun
17.0	17									17	15.70	Feinsand und Feinkies, stark mittelkiesig locker braungelb
18.0	18									18	16.80	Kies, sandig, schwach schluffig graubraun
19.0	19									19	17.00	Feinsand und Feinkies, stark mittelkiesig locker braungelb
20.0	20									20	18.00	Kies, sandig, schwach schluffig (Basis der Bettungs- und Reibungsschichten) graubraun
												Kalkstein brüchig hellgrau

A 11/2012	Tiefe: 0 m bis 11 m
gebohrt: 22.02.-23.02.2012	aufgenommen: 28.02.2012
	
	

A 11/2012	Tiefe: 11 m bis 20 m
gebohrt: 22.02.-23.02.2012	aufgenommen: 28.02.2012
<p>11 m</p>  <p>12 m 12m</p> <p>13 m 13m</p> <p>14 m 14m</p> <p>15 m 15m</p> <p>16 m 16m</p> <p>17 m 17m</p> <p>17 m 18m</p> <p>18 m</p>  <p>18 m 19m</p> <p>19 m 20m</p>	

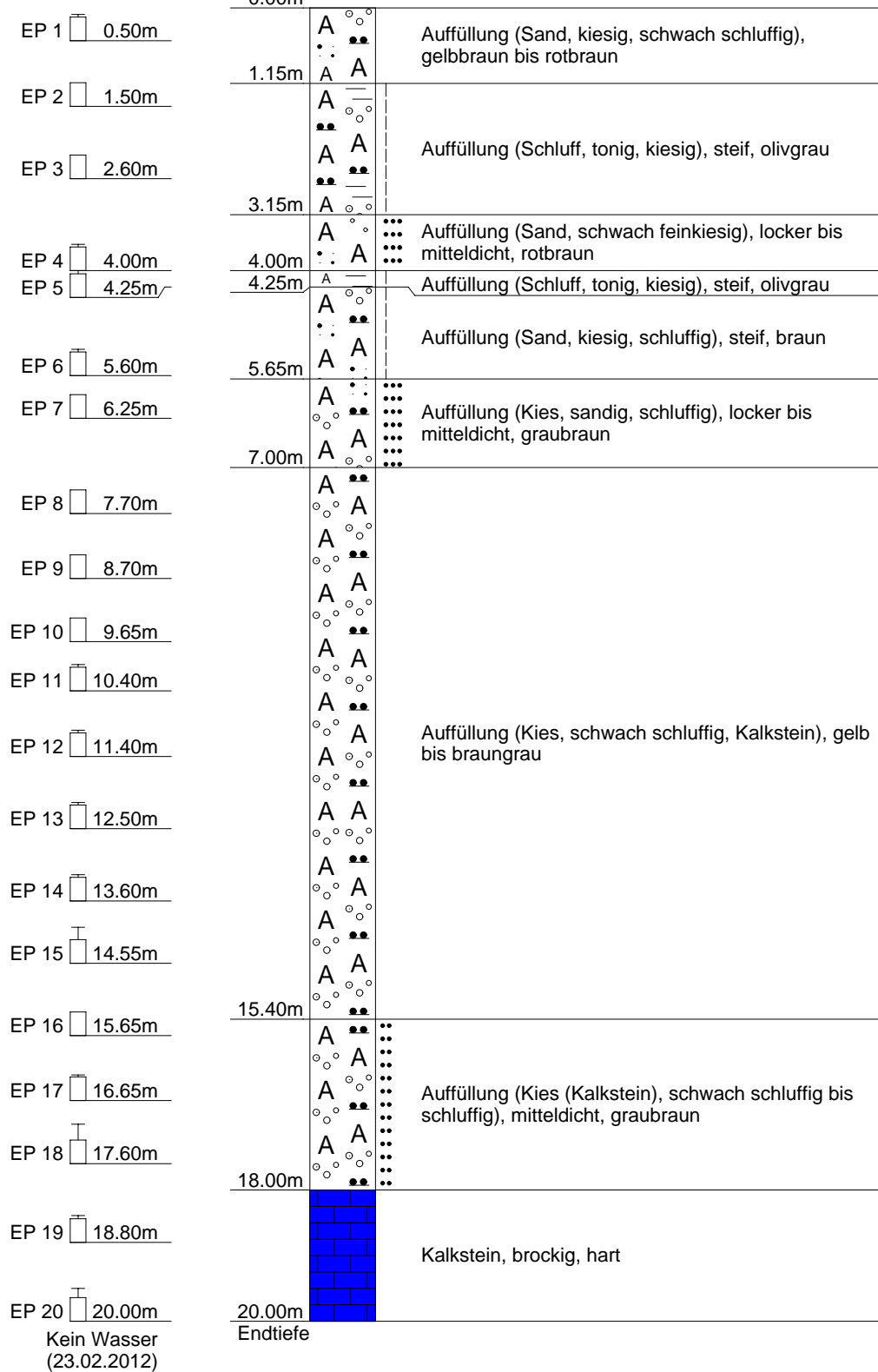


Abt Wasser- und
Umwelttechnik GmbH
Daimlerstraße 2
87719 Mindelheim

Projekt: PSW Happurg, Oberbecken
ProjektNr: Erkundung infolge Schadensfall
Maßstab: 1: 100
Datum: 29.02.2012 / Kostenstelle: 2549

A 11

Ansatzpunkt: 575.600 mNN





Abt Wasser- und
Umwelttechnik GmbH
Daimlerstraße 2
87719 Mindelheim

Kopfblatt nach DIN 4022 zum Schichtenverzeichnis
für Bohrungen
Baugrundbohrung

Archiv-Nr:
Aktenzeichen: **2549**

Anlage:
Bericht:

**1 Objekt PSW Happurg,
Oberbecken**

Anzahl der Seiten des Schichtenverzeichnisses: **4**
Anzahl der Testberichte und ähnliches:

2 Bohrung Nr. A 11

Zweck: **Baugrunderkundung**

Ort: **Happurg**

Lage (Topographische Karte M = 1 : 25000):

Nr:

Rechts:

Hoch:

Lotrecht

Richtung:

Höhe des a) zu NN **575.60**

m

Ansatzpunktes b) zu

m gleich Gelände

3 Lageskizze (unmaßstäblich)

Bemerkung:

4 Auftraggeber: E.ON Wasserkraft GmbH, Luitpoldstraße 27, 84034 Landshut

Fachaufsicht: **Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Christian Moormann, Möhringer Landstr. 58, 70563 Stuttgart**

5 Bohrunternehmen: Abt Wasser- und Umwelttechnik GmbH, Daimlerstraße 2, 87719 Mindelheim

gebohrt von: **22.02.2012** bis: **23.02.2012**

Tagesbericht-Nr:

Projekt-Nr: **Erkundung infolge**

Geräteführer: **Herr Lange**

Qualifikation: **Bohrgeräteführer**

Geräteführer:

Qualifikation:

Geräteführer:

Qualifikation:

6 Bohrgerät Typ: UH 2-401

Baujahr:

Bohrgerät Typ:

Baujahr:

7 Messungen und Tests im Bohrloch:

8 Probenübersicht:	Art - Behälter	Anzahl	Aufbewahrungsort
Bohrproben	Kernkisten	20 m	E.ON Happurg
Bohrproben	Liner	18	
Bohrproben	EP	20	
Sonderproben			
Wasserproben			

9 Bohrtechnik	BP = Bohrung mit durchgehender Gewinnung nichtgekernter Proben	BKR= BK mit richtungsorientierter Kernentnahme
9.1 Kurzzeichen		BKB= BK mit beweglicher Kernumhüllung
9.1.1 Bohrverfahren		BKF= BK mit fester Kernumhüllung
9.1.1.1 Art:	BuP= Bohrung mit Gewinnung unvollständiger Proben	... =
BK = Bohrung mit durchgehender Gewinnung gekernter Proben	BS = Sondierbohrungen	
... =	... =	

9.1.1.2 Lösen:	ram = rammend	schlag = schlagend
rot = drehend	druck = drückend	greif = greifend

9.1.2 Bohrwerkzeug	HK = Hohlkrone	Schn = Schnecke	... =
9.1.2.1 Art:	VK = Vollkrone	Spi = Spirale	... =
EK = Einfachkernrohr	H = Hartmetallkrone	Kis = Kiespumpe	... =
DK = Doppelkernrohr	D = Diamantkrone	Ven = Ventilbohrer	
TK = Dreifachkernrohr	Gr = Greifer	Mei = Meißel	
S = Seilkernrohr	Schap = Schappe	SN = Sonde	

9.1.2.2 Antrieb:	HA = Hand	DR = Druckluft
G = Gestänge	F = Freifall	HY = Hydraulik
SE = Seil	V = Vibro	

9.1.2.3 Spülhilfe:	SS = Sole	d = direkt
WS= Wasser	DS = Dickspülung	id = indirekt
LS = Luft	Sch = Schaum	

9.2 Bohrtechnische Tabellen											
Tiefe in m Bohrlänge in m von		Bohrverfahren Art		Bohrwerkzeug Art				Verrohrung Außen ø mm			Bemerkungen
bis		Lösen		ø mm				Innen ø mm		Tiefe m	
0.00	18.00	BK	ram	Schap		SE-DR			220	18.00	
18.00	20.00	BK	rot	S	150	G-HY	LS			20.00	

9.3 Bohrkronen			9.4 Geräteführer-Wechsel						
Nr	Nr:	ø Außen/Innen:	Nr	Datum Tag/Monat Jahr	Uhrzeit	Tiefe	Name Geräteführer für	Ersatz	Grund
1		/	1						
2		/	2						
3		/	3						
4		/	4						
5		/							
6		/							

10 Angaben über Grundwasser, Verfüllung und Ausbau

Wasser erstmals angetroffen bei _____ m, Anstieg bis _____ m unter Ansatzpunkt

Höchster gemessener Wasserstandgleich Ansatzpunkt bei _____ m Bohrtiefe

Verfüllung: **0.00** m bis **20.00** m Art: **Compactonit** von: _____ m bis: _____ m Art:

Nr	Filterrohr			Filterschüttung			Körnung mm	Sperrschicht			OK Peilrohr m über/unter Ansatzpunkt
	von m	bis m	ø mm	Art	von m	bis m		von m	bis m	Art	

11 Sonstige Angaben

Datum: **29.02.2012** Firmenstempel: _____ Unterschrift: _____

DC



Abt Wasser- und
Umwelttechnik GmbH
Daimlerstraße 2
87719 Mindelheim

Anlage
Bericht:
Az.: 2549

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **PSW Happurg, Oberbecken**

Bohrung Nr. A 11

Blatt 3

Datum:
**22.02.2012-
23.02.2012**

1	2	3	4	5	6		
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen		Entnommene Proben				
	b) Ergänzende Bemerkungen						
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)		
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt			
1.15	a) Auffüllung (Sand, kiesig, schwach schluffig)		EP	1	0.10 -0.50		
	b)						
	c)	d)				e) gelbbraun bis rotbraun	
	f)	g)				h)	i)
3.15	a) Auffüllung (Schluff, tonig, kiesig)		EP EP	2 3	1.20 -1.50 2.30 -2.60		
	b)						
	c) steif	d)				e) olivgrau	
	f)	g)				h)	i)
4.00	a) Auffüllung (Sand, schwach feinkiesig)		EP	4	3.60 -4.00		
	b)						
	c) locker bis mitteldicht	d)				e) rotbraun	
	f)	g)				h)	i)
4.25	a) Auffüllung (Schluff, tonig, kiesig)		EP	5	4.00 -4.25		
	b)						
	c) steif	d)				e) olivgrau	
	f)	g)				h)	i)
5.65	a) Auffüllung (Sand, kiesig, schluffig)		EP	6	5.20 -5.60		
	b)						
	c) steif	d)				e) braun	
	f)	g)				h)	i)



Abt Wasser- und
Umwelttechnik GmbH
Daimlerstraße 2
87719 Mindelheim

Anlage
Bericht:
Az.: 2549

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **PSW Happurg, Oberbecken**

Bohrung Nr. A 11

Blatt 4

Datum:
**22.02.2012-
23.02.2012**

1	2				3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
7.00	a) Auffüllung (Kies, sandig, schluffig)					EP	7	6.00 -6.25
	b)							
	c) locker bis mitteldicht	d)	e) graubraun					
	f)	g)	h)	i)				
15.40	a) Auffüllung (Kies, schwach schluffig, Kalkstein)					EP	8	7.35 -7.70 8.35 -8.70 9.30 -9.65 10.0-10.4 11.0-11.4 12.1-12.5 13.2-13.6
	b)							
	c)	d)	e) gelb bis braungrau					
	f)	g)	h)	i)				
	EP	9	8.35	-8.70				
18.00	a) Auffüllung (Kies (Kalkstein), schwach schluffig bis schluffig)					EP	15	14.00 -14.55 15.35 -15.65 16.25 -16.65 17.00 -17.60
	b)							
	c) mitteldicht	d)	e) graubraun					
	f)	g)	h)	i)				
	EP	16	15.35	-15.65				
20.00 Endtiefe	a) Kalkstein				kein Wasser 23.02.2012	EP	19	18.40 -18.80 19.50 -20.00
	b)							
	c) brockig, hart	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

Pumpspeicherkraftwerk Happurg · Sanierung Oberbecken

**Ergänzende Kernbohrungen außerhalb der Versturzzone
im Februar 2012**

Anlage 2

**Ergebnisse der ergänzenden Kernbohrungen
Februar 2012**

▪ Kernbohrung A 12/2012

- Ingenieurgeologische Ansprache 2.12.1
- Bohrprofil 2.12.2
- Kernfotos 2.12.3
- Schichtenverzeichnis Bohrfirma 2.12.4

**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt A12**

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
Lage d. Bohrung: R: (noch nicht bestimmt) H: (noch nicht bestimmt) A.P. ≈ 553,5 mNN (Schätzwert) Bohrdatum: 27.-28.02.2012			
Die Bohrung wurde im Schnitt von Station km 1+478,8 vom luftseitigen Dammfuß aus bis in 7,0 m Tiefe niedergebracht.			
Das Bohrprofil erschloss unter einer 0,35 m starken Lehm-Andeckung bis in 0,9 m Tiefe unter A.P. Reste von Schottertragschichten vermutlich einer früheren Baustraße. Zwischen 0,9 m und 3,0 m Tiefe unter A.P. folgen eine Lehmschicht (frühere Geländeoberfläche ?) und die grobkörnige Weißjura-Auflockerungsdecke. Von 3,0 m bis 7,0 m Tiefe unter dem Bohransatzpunkt wurden auffällig dunkelrostbraun verfärbte, vermutlich FeO-haltige, grobbrockige Kalkgesteinsserien erbohrt. Zylindrische Bohrkern wurden nicht gewonnen.			
Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
0,0	0-0,35 (0,35)	553,5 (?)	<u>Künstliche Auffüllung</u> (erschloss. Mächtigkeit: 0,9 m) <u>Lehmandeckung</u> A (T, u, fs'), steif mit Tendenz in Richtung weich, dunkelbraun, schwach schmierig, punktuell fg' (wj.-KSt.-Körner); in 0,25 m Tiefe unt. A.P.: einzelnes gG-Korn (KSt.) eingebettet.
0,35	0,35-0,9 (0,55)	553,15	<u>Tragschichtmaterial (vermutl. von früherer Baustraße)</u> Details (Zahlenangaben in m Tiefe unter Ansatzpunkt): 0,35-0,6: A (mG-gG), Splitt-Schotter-Gemisch aus fSSt., Einzelkörner hart, matt dunkelgraublau, gute Kornbindung, lokale Kristallausfällung (quarzitisch ?); Fremdmaterial, gebrochen. 0,6-0,9: A (G+S), Schotter-Splitt-Sand-Gemisch aus fSSt., Materialmerkmale wie vorstehend.
0,9	0,9-1,35 (0,45)	552,6	<u>Quartäre Deckschicht</u> (vermutl. frühere Geländeoberfläche) (erschlossene Mächtigkeit: 0,45 m) <u>Decklehm im Bereich der Kainsbacher Senke</u> U, t, mg-gg, FK-Anteil: weich, braun; GK-Anteil: aus wj.-KSt., hart, schwimmend in bindiger Matrix eingebettet.
1,35	1,35-7,0 (5,65)	552,15	<u>Weißjura-Schichten</u> stratigraphische Deutung: <i>Oxfordkalk (ox 2)</i> . (erschlossene Mächtigkeit 5,65 m) Details (Zahlenangaben in m Tiefe unter Ansatzpunkt): 1,35-1,75: G, hart, grau, wj.-KSt.-Schutt. 1,75-2,0: U, \bar{g} , FK-Anteil: steif, dunkelbraun; GK-Anteil: wj.-KSt.-Körner, hart, grau.
(2,0)		(551,5)	

**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt A12**

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
(2,0)		(551,5)	<p>2,0-2,5: S+G, u', GK-Anteil: mitteldicht gelagert, wj.-KSt.-Körner, hart, grau; FK-Anteil: steif, braun.</p> <p>2,5-3,0: G, s, untere 10 cm: u, GK-Anteil: mitteldicht gelagert, wj.-KSt.-Körner, hart, grau, scherbilig; FK-Anteil: steif, dunkelbraun.</p> <p>3,0-3,5: X+G, hart, markant dunkelgrau-dunkelrostfarben, (vermutlich infolge FeO-Gehalt); vorwiegend grobbröcklig, in 2,4-2,5 m Tiefe unter A.P.: Kernscheiben, 5 / 5 / 6 cm stark.</p> <p>3,5-4,0: KSt., hart, (hell)grau, bankig; vollzylindr. Bohrgut: 27 / 11 / 3 cm lang. (Kernmarsch von 3 m - 4 m: RQD = 0,38).</p> <p>4,0-6,5: KSt., hart, markant dunkelgrau-dunkelrostfarben, (vermutlich infolge FeO-Gehalt); vorwiegend grobstückig, in 4,7-4,75 m Tiefe unter A.P.: einzelne Kernscheibe, 5 cm stark.</p> <p>6,5-7,0: KSt., hart, mittelgrau; vertikal gespaltene Kerne, mit auffällig erodierten Mantelflächen (vermutlich Karsterscheinungen); untere Dezimeter mit adhäsivem Lehm (U, g, steif-halbfest, dunkelgraubraun).</p>
7,0		546,5	Bohrlochendeufe.

Projekt : PSW Happurg, Sanierung Oberbecken

Rechtswert :
 Hochwert :

GEOTECHNISCHES BOHRLOG: A12-2012

Teufe (m)	K M	Kern- gewinn (%)		RQD (%)		Kern- qualität 1 - 5		Trenn- flächen pro m		Pro- ben	Symbol	Geol.-Geotechn. Beschreibung
		25	75	20	60	1	3	8	24			
NN +553.50 m												
1.0	1									1 2	0.35	Ton, stark schluffig, schwach feinsandig (Auffüllung) dunkelbraun
											0.60	Mittelkies, stark grobkiesig (Tragschicht aus Sandstein-Schotter) matt dunkelgraublau
2.0	2									3	0.90	Kies und Sand (Schotter-Split-Sand-Gemisch aus Sandstein) matt dunkelgraublau
											1.35	Schluff, tonig, mittelkiesig, stark grobkiesig (quartäre Deckschicht?) braun
3.0	3									4	1.75	Kalkstein stark brüchig hellgrau
											2.00	Schluff, stark kiesig (Residualton mit Resten von Kalkstein) dunkelbraun
4.0	4									5	2.50	Sand und Kies, schwach schluffig (Kalksteinschutt als Hohlraumfüllung) hellgrau
											3.00	Kies, sandig (Kalksteinschutt als Hohlraumfüllung) hellgrau
5.0	5									6	3.50	Kalkstein brüchig hellgrau/ rostfarben
											4.00	Kalkstein geschichtet hellgrau
6.0	6									7	6.50	Kalkstein Kluffflächen dunkelgrau-dunkelrostfarben hellgrau
											7.00	Kalkstein unten mit Lehmanteilen, steif, dunkelgraubraun hellgrau

A 12/2012	Tiefe: 0 m bis 12 m
gebohrt: 27.02.-28.02.2012	aufgenommen: 28.02.2012



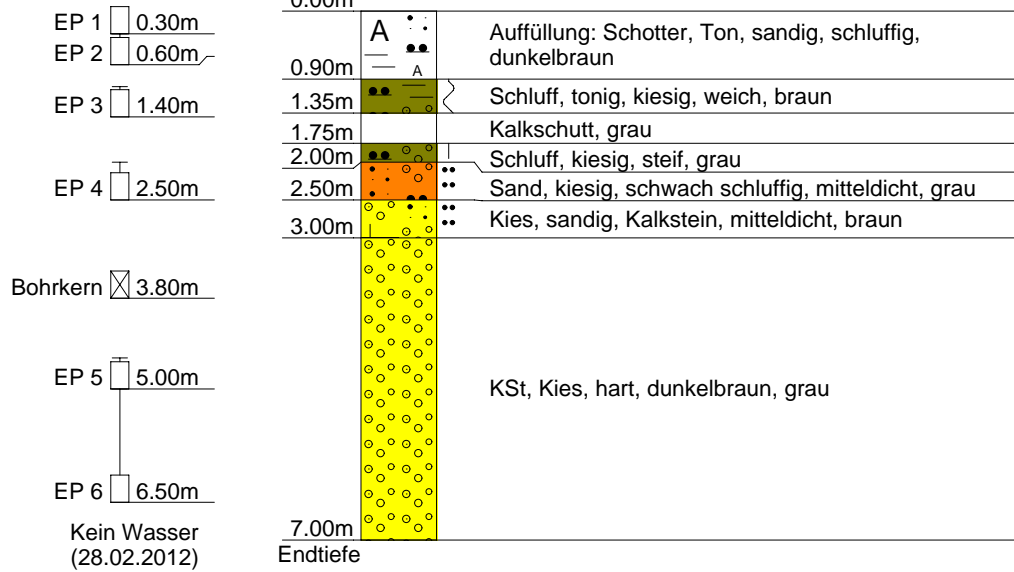


Abt Wasser- und
Umwelttechnik GmbH
Daimlerstraße 2
87719 Mindelheim

Projekt: PSW Happurg, Oberbecken
ProjektNr: Erkundung infolge Schadensfall
Maßstab: 1: 100
Datum: 05.03.2012 / Kostenstelle: 2549

A 12

Ansatzpunkt: 553.500 mNN
0.00m





Abt Wasser- und
Umwelttechnik GmbH
Daimlerstraße 2
87719 Mindelheim

Kopfblatt nach DIN 4022 zum Schichtenverzeichnis
für Bohrungen
Baugrundbohrung

Archiv-Nr:
Aktenzeichen: **2549**

Anlage:
Bericht:

**1 Objekt PSW Happurg,
Oberbecken**

Anzahl der Seiten des Schichtenverzeichnisses: **4**
Anzahl der Testberichte und ähnliches:

2 Bohrung Nr. A 12

Zweck: **Baugrunderkundung**

Ort: **Happurg**

Lage (Topographische Karte M = 1 : 25000):

Nr:

Rechts:

Hoch:

Lotrecht

Richtung:

Höhe des a) zu NN **ca. 553.50**

m

Ansatzpunktes b) zu

m gleich Gelände

3 Lageskizze (unmaßstäblich)

Bemerkung:

4 Auftraggeber: E.ON Wasserkraft GmbH, Luitpoldstraße 27, 84034 Landshut

Fachaufsicht: **Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Christian Moormann, Möhringer Landstr. 58, 70563 Stuttgart**

5 Bohrunternehmen: Abt Wasser- und Umwelttechnik GmbH, Daimlerstraße 2, 87719 Mindelheim

gebohrt von: **27.02.2012** bis: **28.02.2012**

Tagesbericht-Nr:

Projekt-Nr: **Erkundung infolge**

Geräteführer: **Herr Munteanu**

Qualifikation: **Bohrgeräteführer**

Geräteführer:

Qualifikation:

Geräteführer:

Qualifikation:

6 Bohrgerät Typ: Comacchio 1

Baujahr:

Bohrgerät Typ:

Baujahr:

7 Messungen und Tests im Bohrloch:

8 Probenübersicht:

	Art - Behälter	Anzahl	Aufbewahrungsort
Bohrproben	Kernkisten	7 m	E.ON Happurg
Bohrproben	Liner	3	
Bohrproben	EP	6	
Sonderproben	Bohrkern	1	
Wasserproben			

9 Bohrtechnik	BP = Bohrung mit durchgehender Gewinnung nichtgekernter Proben	BKR= BK mit richtungsorientierter Kernentnahme
9.1 Kurzzeichen		BKB= BK mit beweglicher Kernumhüllung
9.1.1 Bohrverfahren	BuP= Bohrung mit Gewinnung unvollständiger Proben	BKF= BK mit fester Kernumhüllung
9.1.1.1 Art:	BS = Sondierbohrungen	... =
BK = Bohrung mit durchgehender Gewinnung gekernter Proben	... =	

9.1.1.2 Lösen:	ram = rammend	schlag = schlagend
rot = drehend	druck = drückend	greif = greifend

9.1.2 Bohrwerkzeug	HK = Hohlkrone	Schn = Schnecke	... =
9.1.2.1 Art:	VK = Vollkrone	Spi = Spirale	... =
EK = Einfachkernrohr	H = Hartmetallkrone	Kis = Kiespumpe	... =
DK = Doppelkernrohr	D = Diamantkrone	Ven = Ventilbohrer	
TK = Dreifachkernrohr	Gr = Greifer	Mei = Meißel	
S = Seilkernrohr	Schap = Schappe	SN = Sonde	

9.1.2.2 Antrieb:	HA = Hand	DR = Druckluft
G = Gestänge	F = Freifall	HY = Hydraulik
SE = Seil	V = Vibro	

9.1.2.3 Spülhilfe:	SS = Sole	d = direkt
WS= Wasser	DS = Dickspülung	id = indirekt
LS = Luft	Sch = Schaum	

9.2 Bohrtechnische Tabellen											
Tiefe in m		Bohrverfahren		Bohrwerkzeug				Verrohrung			Bemerkungen
Bohrlänge in m von	bis	Art	Lösen	Art	ø mm	Antrieb	Spülhilfe	Außen ø mm	Innen ø mm	Tiefe m	
0.00	3.00	BK	ram	Schap		SE-DR			220	3.00	
3.00	7.00	BK	rot	S	150	G-HY	LS			7.00	

9.3 Bohrkronen			9.4 Geräteführer-Wechsel						
1	Nr:	ø Außen/Innen: /	Nr	Datum Tag/Monat Jahr	Uhrzeit	Tiefe	Name Geräteführer für Ersatz		Grund
2	Nr:	ø Außen/Innen: /	1						
3	Nr:	ø Außen/Innen: /	2						
4	Nr:	ø Außen/Innen: /	3						
5	Nr:	ø Außen/Innen: /	4						
6	Nr:	ø Außen/Innen: /							

10 Angaben über Grundwasser, Verfüllung und Ausbau

Wasser erstmals angetroffen bei _____ m, Anstieg bis _____ m unter Ansatzpunkt

Höchster gemessener Wasserstandgleich Ansatzpunkt bei _____ m Bohrtiefe

Verfüllung: **0.00** m bis **7.00** m Art: **Compactonit** von: _____ m bis: _____ m Art:

Nr	Filterrohr			Filterschüttung			Körnung mm	Sperrschicht			OK Peilrohr m über/unter Ansatzpunkt
	von m	bis m	ø mm	Art	von m	bis m		von m	bis m	Art	

11 Sonstige Angaben

Datum: **05.03.2012** Firmenstempel: _____ Unterschrift: _____

DC



Abt Wasser- und
Umwelttechnik GmbH
Daimlerstraße 2
87719 Mindelheim

Anlage
Bericht:
Az.: 2549

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **PSW Happurg, Oberbecken**

Bohrung Nr. A 12

Blatt 3

Datum:
**27.02.2012-
28.02.2012**

1	2	3	4	5	6			
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen		Entnommene Proben					
	b) Ergänzende Bemerkungen							
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges					
	e) Farbe	f) Übliche Benennung				g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalkgehalt
			Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)			
0.90	a) Auffüllung: Schotter, Ton, sandig, schluffig			EP	1	0.00		
	b)					-0.30		
	c)	d)				2	0.30	
	e) dunkelbraun					-0.60		
	f)	g)	h)	i)				
1.35	a) Schluff, tonig, kiesig							
	b)							
	c) weich	d)				e) braun		
	f)	g)				h)	i)	
1.75	a) Kalkschutt			EP	3	1.00		
	b)					-1.40		
	c)	d)				e) grau		
	f)	g)				h)	i)	
2.00	a) Schluff, kiesig							
	b)							
	c) steif	d)				e) grau		
	f)	g)				h)	i)	
2.50	a) Sand, kiesig, schwach schluffig			EP	4	2.00		
	b)					-2.50		
	c) mitteldicht	d)				e) grau		
	f)	g)				h)	i)	



Abt Wasser- und
Umwelttechnik GmbH
Daimlerstraße 2
87719 Mindelheim

Anlage
Bericht:
Az.: **2549**

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **PSW Happurg, Oberbecken**

Bohrung Nr. A 12

Blatt 4

Datum:
**27.02.2012-
28.02.2012**

1	2				3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
3.00	a) Kies, sandig, Kalkstein							
	b)							
	c) mitteldicht	d)	e) braun					
	f)	g)	h)	i)				
7.00 Endtiefe	a) KSt, Kies				kein Wasser 28.02.2012	Bohr- kern EP	5	6
	b)							
	c) hart	d)	e) dunkelbraun, grau					
	f)	g)	h)	i)				

Pumpspeicherkraftwerk Happurg · Sanierung Oberbecken

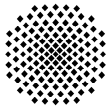
**Ergänzende Kernbohrungen außerhalb der Versturzzone
im Februar 2012**

Anlage 3

**Laborbericht Nr. 11/012-6 des Institutes für Geotechnik
der Universität Stuttgart vom 12.04.2012**

**Pumpspeicherkraftwerk Happurg, Sanierung Oberbecken,
Bodenmechanische Laboruntersuchungen**

3. Erkundungsphase: Anomalien außerhalb der Versturzzone



Laborbericht Nr. 11/012-6:

Pumpspeicherwerk Happurg, Sanierung Oberbecken Bodenmechanische Laboruntersuchungen 3. Erkundungsphase: Anomalien außerhalb der Versturzzone

Auftraggeber:	E.ON Wasserkraft GmbH Luitpoldstraße 27 84034 Landshut
Bericht vom:	12.04.2012
Textseiten:	3
Anlagen:	1.1 bis 2.26 (30 Seiten)
Bearbeiter:	AOR Dipl.-Ing. B. Zweschper

1. Veranlassung

Als Folge von Einbrüchen in der Sohle des Oberbeckens am Pumpspeicherwerk Happurg werden Sanierungsarbeiten erforderlich. Aus den Ergebnissen eines umfangreichen Erkundungsprogrammes konnte die Lage einer lockergesteinsgefüllten Versturzzone in der Basis des Oberbeckens abgegrenzt werden. Im Februar 2012 wurden in einer 3. Erkundungsphase in der Beckensohle zehn Kernbohrungen (Bohrungen A1/2012 bis A10/2012) abgeteuft, mit denen gezielt außerhalb dieser Versturzzone liegende Anomalien erkundet wurden, die in dem zweiten Geophysikalischen Messbericht vom 21.12.2011 indiziert worden waren. Ferner wurden im Bereich der geplanten Durchpressung für die Dränage bei km 1+478,80 zwei weitere Kernbohrungen (A11/2012 und A12/2012) ausgeführt.

Mit dem vorliegenden Laborbericht werden die Ergebnisse der Laborversuche dokumentiert, die an aus diesen Kernbohrungen entnommenen Bodenproben ausgeführt wurden.

2. Prüfungsumfang

Im Einzelnen wurden folgende Laboruntersuchungen durchgeführt:

- 4 Bestimmungen der Fließgrenze und der Ausrollgrenze gem. DIN 18122
- 10 Schlämmanalysen (Aräometerversuch) einschl. Siebung bis 1 mm Größtkorn gem. DIN 18123
- 4 Siebanalysen, trocken, nach Nassabtrennung der Feinbestandteile, bis 10 mm Größtkorn, gem. DIN 18123
- 3 Siebanalysen, trocken, nach Nassabtrennung der Feinbestandteile, Größtkorn > 10 mm, gem. DIN 18123

3. Ergebnisse

Die Ergebnisse der durchgeführten Laboruntersuchungen sind in den Tabellen 1a und 1b zusammengestellt. Die zugehörigen Laborprotokolle bzw. Auswertungen sind als Anlagen 1.1 bis 2.26 beigefügt.

**Tabelle 1a:** Zusammenstellung der Ergebnisse der Laboruntersuchungen (1/2)

Probe		A1	A2	A2	A3	A4	A4	A5
Entnahmetiefe	[m u. GOK]	5,5-5,6	4,45-4,55	7,5-7,6	7,4-7,6	7,6-7,7	16,4-16,65	7,1-7,2
Bodenart ¹⁾		LG	LG	LG	LG	LG	LG	LG
Wassergehalt	w [%]	17,8		13,0				28,9
Fließgrenze	w _L [%]	39,2		27,4				56,5
Ausrollgrenze	w _P [%]	15,3		11,1				24,3
Plastizitätszahl	I _P [%]	23,9		16,3				32,2
Konsistenzzahl	I _C [-]	0,65		0,84				0,74
Konsistenz		weich		steif				weich-steif
Bodengruppe gem. DIN 18196 ²⁾		SU*	(TL) ST*	TL	ST*	ST*	ST*	TA
Kornkennzahl	T/U/S/G	19/21/53/07	27/18/55/0	22/21/?/?	13/10/57/0	17/09/74/0	18/11/71/0	33/29/36/02
Bodenart		S, u, t, g'	S, t, u	S, t, u	S, t', u'	S, t, u'	S, t, u'	S, t*, u*

Tabelle 1b: Zusammenstellung der Ergebnisse der Laboruntersuchungen (2/2)

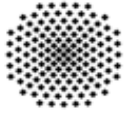
Probe		A5	A9	A9	A11	A11	A11
Entnahmetiefe	[m u. GOK]	23,6-23,7	6,2-6,55	12,45-12,65	7,35-7,7	12,1-12,5	17,0-17,6
Bodenart ¹⁾		HF	LG	LG	SS	SS	Auffüllung
Wassergehalt	w [%]			14,1			
Fließgrenze	w _L [%]			26,1			
Ausrollgrenze	w _P [%]			13,5			
Plastizitätszahl	I _P [%]			12,6			
Konsistenzzahl	I _C [-]			0,92			
Konsistenz				steif			
Bodengruppe gem. DIN 18196 ²⁾		(TA)	(TL/TM)	TL	GE	GW	GW
Kornkennzahl	T/U/S/G	65/28/07/0	33/26/41/0	24/34/42/0	0/5/8/87	0/14/21/65	0/16/19/65
Bodenart		T, u, s'	S, t*, u	S, u*, t	G, s', u'	G, s, u'	G, s, u

¹⁾ Die in Klammern stehenden Bodengruppen sind nicht direkt aus Versuchsergebnissen abgeleitet, sondern aus der Bodenansprache abgeschätzt.

²⁾ Bodenarten: LG = Lockergesteinsfüllung (Karststrukturen), HF = Hohlraumfüllung (innerhalb Kalkstein), SS = Steinschüttung des Ringdamms

Dipl.-Ing. B. Zweschper
Sachbearbeiter

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Chr. Moormann
Institutsleiter



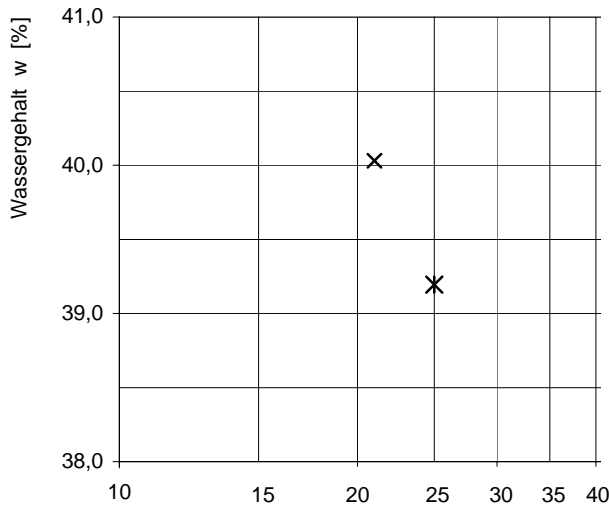
Bestimmung der Zustandsgrenzen Fließ- und Ausrollgrenze

nach DIN 18 122, Teil 1

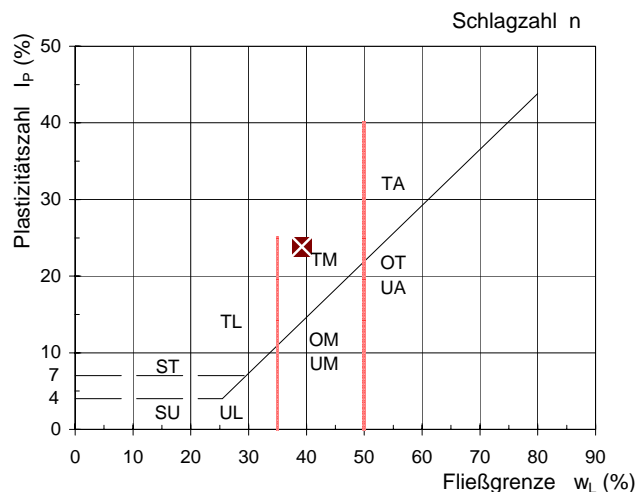
PSW Happurg, Sohleinbrüche Oberbecken

Aufschluss:	A1	Laborant:	Mö
Entnahmestelle:	5,5 bis 5,6 m	Labor-Nr.:	11/012
Bodenart/Geologie:		Datum:	03.04.2012

Einpunktmethode	Fließgrenze			Ausrollgrenze		
Zahl der Schläge	21					
Behälter Nr.	729			45	8	307
feuchte Probe mit Behälter m_r+m_B [g]	129,87			104,46	105,52	103,36
trockene Probe mit Behälter m_d+m_B [g]	121,80			103,25	104,43	102,29
Behälter m_B [g]	101,64			95,08	97,02	95,02
trockene Probe m_d [g]	20,16			8,17	7,41	7,27
Wassergehalt w [%]	40,0			14,8	14,7	14,7



Natürlicher Wassergehalt $w_n = 17,8 \%$
 Überkornanteil ($d > 0,4 \text{ mm}$) $\ddot{u} = 25,0 \%$
 Wassergehalt ($d < 0,4 \text{ mm}$) $w_{<0,4} = 23,7 \%$
 Fließgrenze $w_L = 39,2 \%$
 Ausrollgrenze ¹⁾ $w_P^{1)} = 15,3 \%$
 Schrumpfgrenze ²⁾ $w_S^{2)} = 9,4 \%$
 Plastizitätszahl $I_P = w_L - w_P = 23,9 \%$
 Konsistenzzahl $I_C = (w_L - w) / I_P = 0,65$

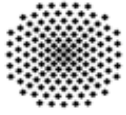


Tonanteil $d < 0,002 \text{ mm}$ $(m_T/m_d) = 25,3 \%$
 Aktivitätszahl $I_A = I_P / (m_T/m_d) = 0,94$

Bemerkungen: Material $< 0,4 \text{ mm}$

¹⁾ Korrektur Ausrollgerät: $w_P = \bar{w}_P / 0,9382 = 15,3$

²⁾ empirisch nach KRABBE: $w_S = w_L - 1,25 \cdot I_P = 9,4$



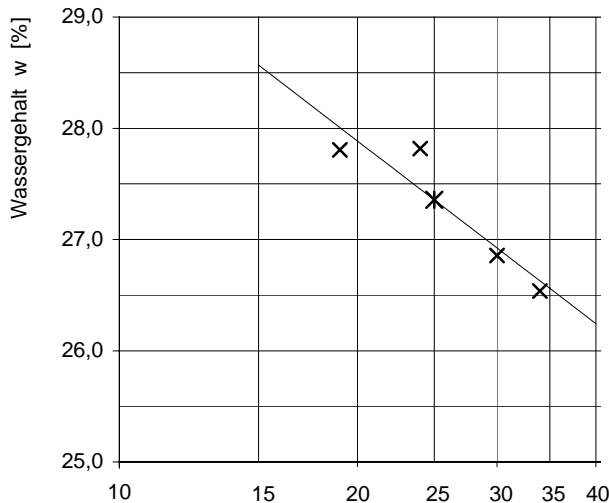
Bestimmung der Zustandsgrenzen Fließ- und Ausrollgrenze

nach DIN 18 122, Teil 1

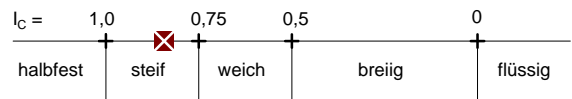
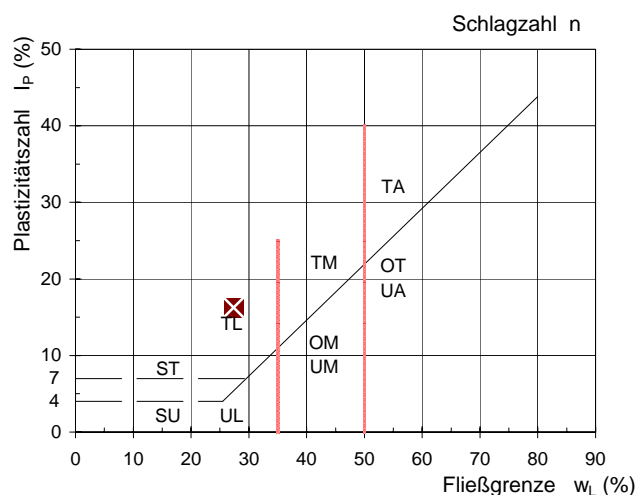
PSW Happurg, Sohleinbrüche Oberbecken

Aufschluss:	A2	Labor:	Kun
Entnahmestelle:	7,5-7,6 m	Labor-Nr.:	
Bodenart/Geologie:		Datum:	04.04.2012

	Fließgrenze				Ausrollgrenze		
Zahl der Schläge	34	19	30	24			
Behälter Nr.	16	101	148	24	15	26	30
feuchte Probe mit Behälter m_r+m_B [g]	51,17	65,46	63,86	49,26	29,94	29,41	28,11
trockene Probe mit Behälter m_d+m_B [g]	44,13	58,10	58,22	42,37	28,78	28,26	27,13
Behälter m_B [g]	17,60	31,63	37,22	17,60	18,11	17,72	17,82
trockene Probe m_d [g]	26,53	26,47	21,00	24,77	10,67	10,54	9,31
Wassergehalt w [%]	26,5	27,8	26,9	27,8	10,9	10,9	10,5



Natürlicher Wassergehalt	$w_n =$	13,0 %
Überkornanteil ($d > 0,4$ mm)	$\ddot{u} =$	5,0 %
Wassergehalt ($d < 0,4$ mm)	$w_{<0,4} =$	13,6 %
Fließgrenze	$w_L =$	27,4 %
Ausrollgrenze ¹⁾	$w_P^{1)} =$	11,1 %
Schrumpfgrenze ²⁾	$w_S^{2)} =$	7,0 %
Plastizitätszahl	$I_P = w_L - w_P =$	16,3 %
Konsistenzzahl	$I_C = (w_L - w) / I_P =$	0,84

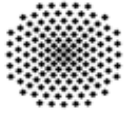


Tonanteil $d < 0,002$ mm	$(m_T/m_d) =$	23,2 %
Aktivitätszahl	$I_A = I_P / (m_T/m_d) =$	0,70

Bemerkungen:

¹⁾ Korrektur Ausrollgerät: $w_P = \bar{w}_P / 0,9382 = 0,38$

²⁾ empirisch nach KRABBE: $w_S = w_L - 1,25 \cdot I_P$



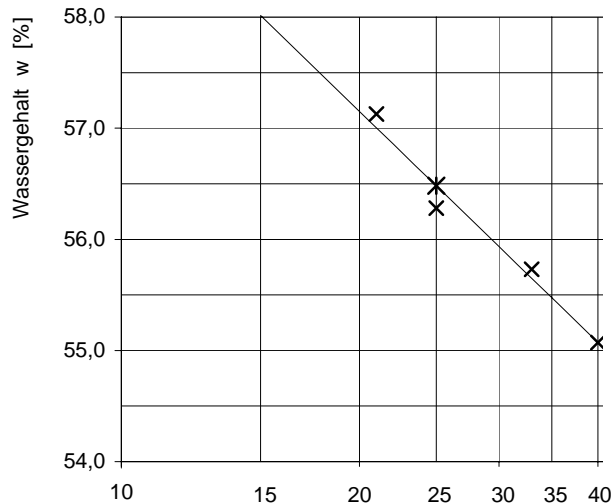
Bestimmung der Zustandsgrenzen Fließ- und Ausrollgrenze

nach DIN 18 122, Teil 1

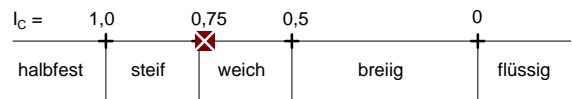
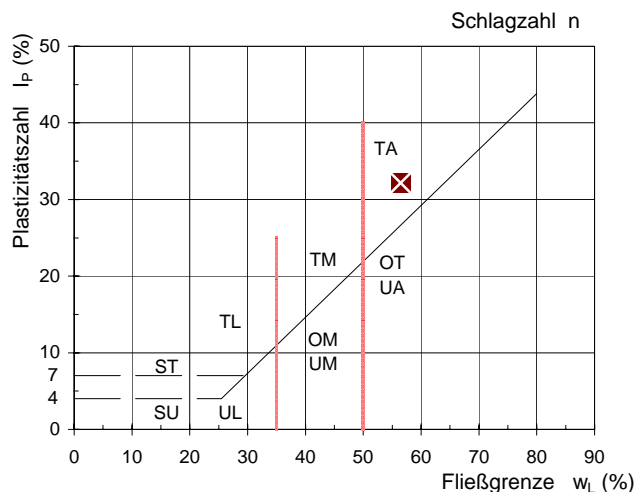
PSW Happurg, Sohleinbrüche Oberbecken

Aufschluss: A5 Laborant: Mö
Entnahmestelle: 7,1 bis 7,2 m Labor-Nr.: 11/012
Bodenart/Geologie: Datum: 03.04.2012

		Fließgrenze				Ausrollgrenze		
		40	33	25	21			
Zahl der Schläge		40	33	25	21			
Behälter Nr.		715	46	2	601	23	29	44
feuchte Probe mit Behälter	m_r+m_B [g]	111,91	113,24	110,18	113,43	102,85	104,59	101,33
trockene Probe mit Behälter	m_d+m_B [g]	107,24	107,55	104,40	108,18	101,40	103,14	100,00
Behälter	m_B [g]	98,76	97,34	94,13	98,99	95,13	97,00	94,16
trockene Probe	m_d [g]	8,48	10,21	10,27	9,19	6,27	6,14	5,84
Wassergehalt	w [%]	55,1	55,7	56,3	57,1	23,1	23,6	22,8



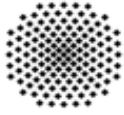
Natürlicher Wassergehalt $w_n = 28,9\%$
 Überkornanteil ($d > 0,4$ mm) $\ddot{u} = 12,0\%$
 Wassergehalt ($d < 0,4$ mm) $w_{<0,4} = 32,8\%$
 Fließgrenze $w_L = 56,5\%$
 Ausrollgrenze ¹⁾ $w_P^{1)} = 24,3\%$
 Schrumpfgrenze ²⁾ $w_S^{2)} = 16,3\%$
 Plastizitätszahl $I_P = w_L - w_P = 32,2\%$
 Konsistenzzahl $I_C = (w_L - w) / I_P = 0,74$



Tonanteil $d < 0,002$ mm $(m_T/m_d) = 37,9\%$
 Aktivitätszahl $I_A = I_P / (m_T/m_d) = 0,85$
 Bemerkungen: Material $< 0,4$ mm

¹⁾ Korrektur Ausrollgerät: $w_P = \bar{w}_P / 0,9382 = 24,3$

²⁾ empirisch nach KRABBE: $w_S = w_L - 1,25 \cdot I_P = 16,3$



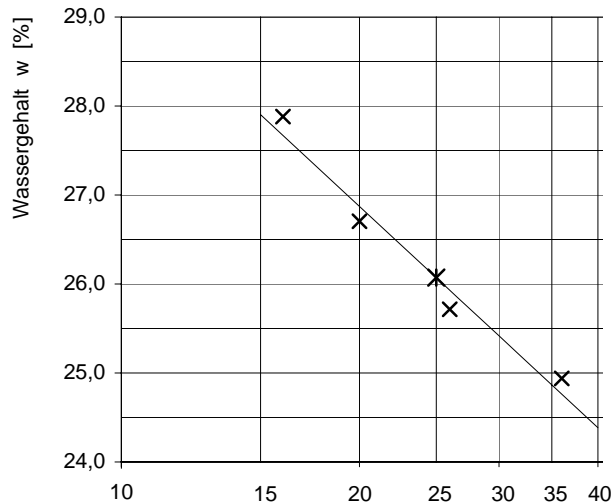
Bestimmung der Zustandsgrenzen Fließ- und Ausrollgrenze

nach DIN 18 122, Teil 1

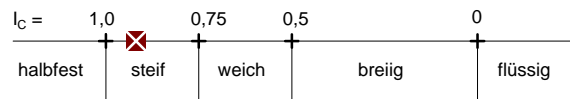
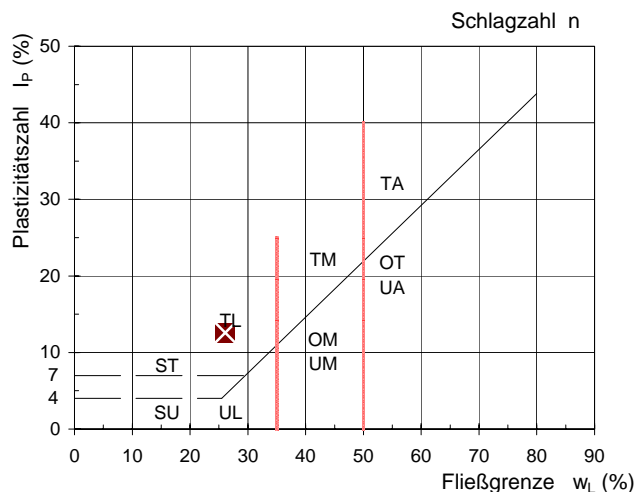
PSW Happurg, Sohleinbrüche Oberbecken

Aufschluss: A9 Labor: Kun
 Entnahmestelle: 12,45-12,65 m Labor-Nr.: 11/012
 Bodenart/Geologie: Datum: 04.04.2012

	Fließgrenze				Ausrollgrenze		
	26	20	16	36			
Zahl der Schläge	26	20	16	36			
Behälter Nr.	13	29	108	120	27	101	138
feuchte Probe mit Behälter m_r+m_B [g]	46,96	48,43	66,82	61,43	35,42	56,07	50,13
trockene Probe mit Behälter m_d+m_B [g]	41,11	41,97	59,10	55,45	33,28	53,73	48,40
Behälter m_B [g]	18,36	17,78	31,41	31,47	17,24	36,20	34,41
trockene Probe m_d [g]	22,75	24,19	27,69	23,98	16,04	17,53	13,99
Wassergehalt w [%]	25,7	26,7	27,9	24,9	13,3	13,3	12,4



Natürlicher Wassergehalt $w_n = 14,1\%$
 Überkornanteil ($d > 0,4$ mm) $\ddot{u} = 3,0\%$
 Wassergehalt ($d < 0,4$ mm) $w_{<0,4} = 14,5\%$
 Fließgrenze $w_L = 26,1\%$
 Ausrollgrenze ¹⁾ $w_P^{1)} = 13,5\%$
 Schrumpfgrenze ²⁾ $w_S^{2)} = 10,4\%$
 Plastizitätszahl $I_P = w_L - w_P = 12,6\%$
 Konsistenzzahl $I_C = (w_L - w) / I_P = 0,92$

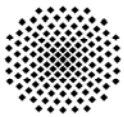


Tonanteil $d < 0,002$ mm $(m_T/m_d) = 24,5\%$
 Aktivitätszahl $I_A = I_P / (m_T/m_d) = 0,51$

Bemerkungen:

¹⁾ Korrektur Ausrollgerät: $w_P = \bar{w}_P / 0,9382 = 13,5$

²⁾ empirisch nach KRABBE: $w_S = w_L - 1,25 \cdot I_P = 10,4$



Bestimmung der Korngrößenverteilung

(Sedimentation und Siebung) nach DIN 18123-7

PSW Happurg, Sohleinbrüche Oberbecken

Aufschluss: A1 Laborant: Mö
 Entnahmestelle: 5,5 bis 5,6 m Labor-Nr.: 11/012
 Bodenart/Geologie: Datum: 03. 04. 2012

Ermittlung der Trockenmasse (Sedimentation):

a) über Wassergehalt der Teilprobe

b) im Pyknometer

$m_f + m_B$: [g] Pyknometer+Wasser [g]
 $m_d + m_B$: [g] Pyknometer+Wasser+Probe [g]
 m_B : [g] Probe unter Wasser m_u [g]
 w : [%] m_d : [g]
 Einwaage im Zylinder: 33,50 [g] Aräometer-Nr.: 28
 Trockenmasse m_d : 33,50 [g] Dispersionsmittel: $Na_4P_2O_7 \cdot 10 H_2O$
 Trennfaktor $m_{0,125}$ 0,486 [-] Meniskus-Korrektur C_m : 0,4
 Korndichte: 2,65 [g/cm³] $a = \frac{100}{m_d} * \frac{\rho_s}{(\rho_s - 1)} * (R + C_T) = \frac{100}{m_u} * (R + C_T) = 4,79 * (R + C_T)$

□ Datum	Uhrzeit der Ablesung hh:mm:ss	Zeit vom Beginn bis zur Ablesung	R' = $(\rho - 1) \times 10^3$ g	R = [R'+C _m] g	Korngrösse d mm	T °C	C _T g	R+CT g	a %	a _{tot} %
03.04.2012	08:15:00									
03.04.2012	08:15:30	30 sek	17,9	18,3	0,07328	18,4	-0,3	18,0	86,3	42,0
03.04.2012	08:16:00	1 min	16,7	17,1	0,05272	18,4	-0,3	16,8	80,6	39,2
03.04.2012	08:17:00	2 min	15,4	15,8	0,03795	18,4	-0,3	15,5	74,3	36,1
03.04.2012	08:20:00	5 min	14,4	14,8	0,02432	18,4	-0,3	14,5	69,5	33,8
03.04.2012	08:30:00	15 min	13,8	14,2	0,01415	18,4	-0,3	13,9	66,7	32,4
03.04.2012	09:00:00	45 min	12,0	12,4	0,00833	18,7	-0,2	12,2	58,3	28,3
03.04.2012	10:15:00	2 h	10,5	10,9	0,00517	19,0	-0,2	10,7	51,3	24,9
03.04.2012	14:15:00	6 h	8,5	8,9	0,00302	20,0	0,0	8,9	42,6	20,7
04.04.2012	08:15:00	24 h	7,2	7,6	0,00156	18,8	-0,2	7,4	35,3	17,2

Bemerkungen:

Ermittlung der Trockenmasse (Siebung):

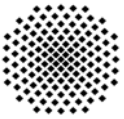
Trocknen der Probe bei 105 °C

$m_d + m_B$: 161,65 [g]
 m_B : 94,10 [g]
 Trockenmasse m_d : 67,55 [g]

nasses Abtrennen der Feinteile

Korngröße < [mm]
 $m_d + m_B$:
 m_B :
 Trockenmasse m_d :

	Korngrösse	Masse der Rückstände (Summe)	Siebrückstände als Massenanteile	Summe der Siebdurchgänge als Massenanteile
	mm	g	%	%
	63			
	31,5			
	16	0,01	0,0	100,0
	8	1,31	1,9	98,1
	4	2,29	3,4	96,6
	2	4,48	6,6	93,4
	1	8,04	11,9	88,1
	0,50	14,45	21,4	78,6
	0,25	22,71	33,6	66,4
	0,125	34,72	51,4	48,6
	0,063	39,99	59,2	40,8
	< 0,063			
	Sieverlust			



Bestimmung der Korngrößenverteilung

(Siebung und Sedimentation) nach DIN 18123

PSW Happurg, Sohleinbrüche Oberbecken

Laborant: M6
Datum: 03. 04. 2012
Labor-Nr.: 11/012

Aufschluss 1: A1

Entnahmestelle: 5,5 bis 5,6 m



Bodenart:

Geologie:

Arbeitsweise:

Siebung und Sedimentation

d_{10} [mm]:

d_{60} [mm]:

$U = d_{60} / d_{10} =$

Kornkennzahl: 19/21/53/07

Aufschluss 2:

Entnahmestelle:



Bodenart:

Geologie:

Arbeitsweise:

Sedimentation

d_{10} [mm]:

d_{60} [mm]:

$U = d_{60} / d_{10} =$

Kornkennzahl: --/--/--/--

Aufschluss 3:

Entnahmestelle:



Bodenart:

Geologie:

Arbeitsweise:

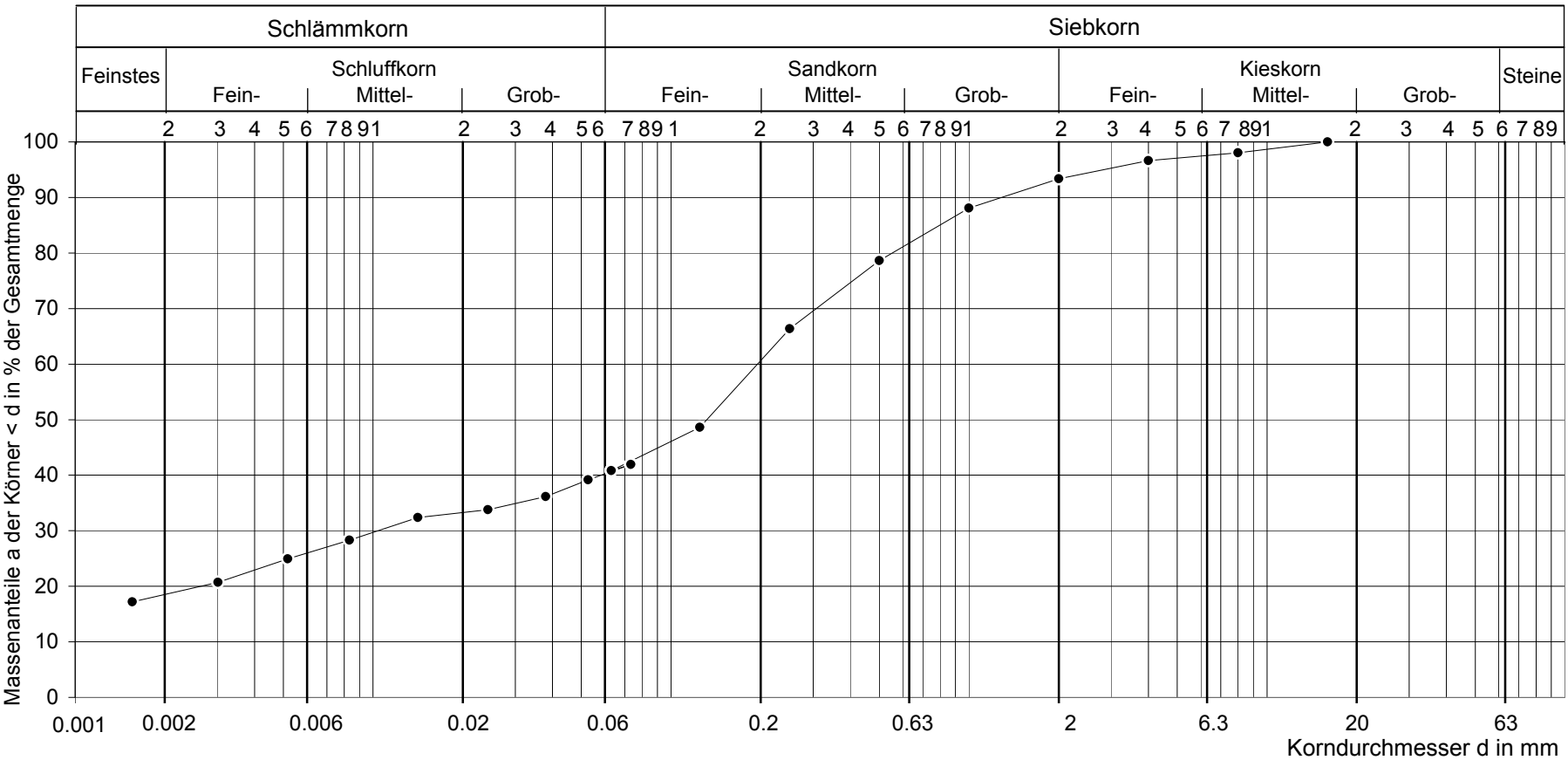
Sedimentation

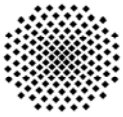
d_{10} [mm]:

d_{60} [mm]:

$U = d_{60} / d_{10} =$

Kornkennzahl: --/--/--/--





Bestimmung der Korngrößenverteilung

(Sedimentation) nach DIN 18123-6

PSW Happurg, Sohleinbrüche Oberbecken

Aufschluss: A 2 Labor: Kun
 Entnahmestelle: 4,45-4,55 m Labor-Nr.: 11/012
 Bodenart/Geologie: Datum: 04. 04. 2012

Ermittlung der Trockenmasse (Sedimentation):

a) über Wassergehalt der Teilprobe

b) im Pyknometer

$m_f + m_B$: [g] Pyknometer+Wasser [g]
 $m_d + m_B$: [g] Pyknometer+Wasser+Probe [g]
 m_B : [g] Probe unter Wasser m_u [g]
 w : [%] m_d : [g]
 Einwaage im Zylinder: 50,67 [g] Aräometer-Nr.: 60
 Trockenmasse m_d : 50,67 [g] Dispersionsmittel: $Na_4P_2O_7 \cdot 10 H_2O$
 Trennfaktor $m_{0,125}$: 1,000 [-] Meniskus-Korrektur C_m : 0,6
 Korndichte: 2,650 [g/cm³] $a = \frac{100}{m_d} * \frac{\rho_s}{(\rho_s - 1)} * (R + C_T) = \frac{100}{m_u} * (R + C_T) = 3,17 * (R + C_T)$

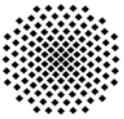
□ Datum	Uhrzeit der Ablesung hh:mm:ss	Zeit vom Beginn bis zur Ablesung	R' = $(\rho - 1) \times 10^3$ g	R = [R'+C _m] g	Korngrösse d mm	T °C	C _T g	R+CT g	a %	a _{tot} %
04.04.2012	10:06:00		13,8	14,4	0,07298	21,4	0,2	14,6	46,4	46,4
04.04.2012	10:06:30	30 sek	13,8	14,4	0,07298	21,4	0,2	14,6	46,4	46,4
04.04.2012	10:07:00	1 min	13,0	13,6	0,05215	21,4	0,2	13,8	43,9	43,9
04.04.2012	10:08:00	2 min	12,5	13,1	0,03711	21,4	0,2	13,3	42,3	42,3
04.04.2012	10:11:00	5 min	12,3	12,9	0,02353	21,4	0,2	13,1	41,7	41,7
04.04.2012	10:22:00	16 min	11,6	12,2	0,01327	21,4	0,2	12,4	39,5	39,5
04.04.2012	11:05:00	59 min	10,4	11,0	0,00701	21,4	0,2	11,2	35,7	35,7
04.04.2012	12:38:00	152 min	9,5	10,1	0,00442	21,4	0,2	10,3	32,8	32,8
04.04.2012	17:16:00	430 min	8,4	9,0	0,00265	21,6	0,3	9,3	29,4	29,4
05.04.2012	10:15:00	1449 min	7,0	7,6	0,00149	20,3	0,0	7,6	24,2	24,2

Bemerkungen:

Ermittlung der Trockenmasse (Siebung):

Trocknen der Probe bei 105 °C

	Korngrösse	Summe der Siebrückstände als Massen	Summe der Siebrückstände als Massenanteile	Summe der Siebdurchgänge als Massenanteile
$m_d + m_B$: [g]	mm	g	%	%
m_B : [g]	63			
Trockenmasse m_d : [g]	31,5			
	16			
nasses Abtrennen der Feinteile	8			
Korngröße < [mm]	4			
$m_d + m_B$: [mm]	2			
m_B : [mm]	1	2,40	4,7	95,3
Trockenmasse m_d : [mm]	0,50	5,70	11,2	88,8
	0,25	11,50	22,7	77,3
	0,125	24,60	48,5	51,5
	0,063			
	< 0,063			
	Siebverlust			



Bestimmung der Korngrößenverteilung
(Siebung und Sedimentation) nach DIN 18123

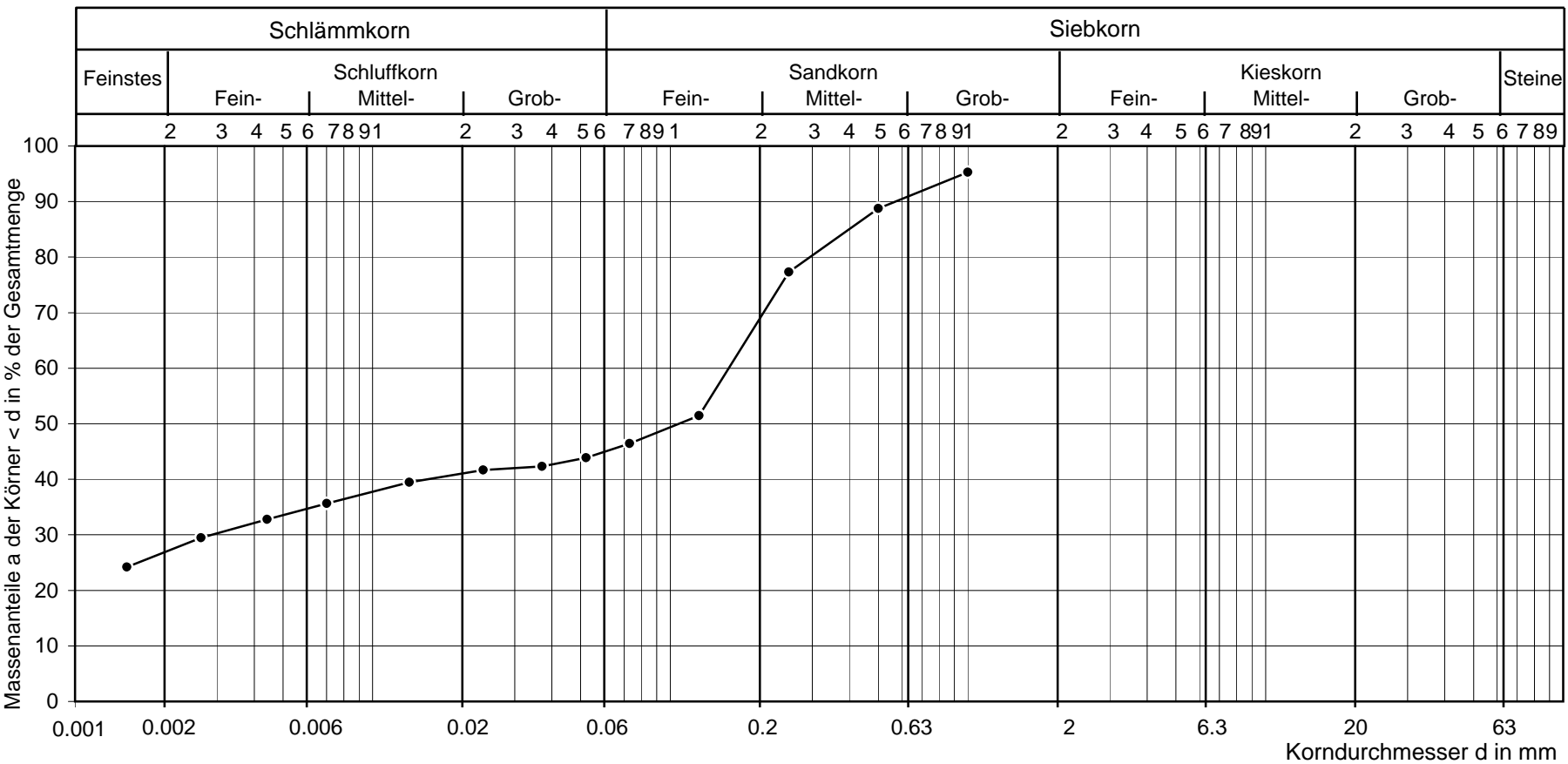
PSW Happurg, Sohleibrüche Oberbecken

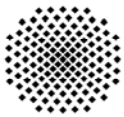
Laborant: Kun
Datum: 04. 04. 2012
Labor-Nr.: 11/012

Aufschluss 1: A 2
Entnahmestelle: 4,45-4,55 m
●
Bodenart:
Geologie:
Arbeitsweise:
Sedimentation
 d_{10} [mm]:
 d_{60} [mm]:
 $U = d_{60} / d_{10} =$
Kornkennzahl: 27/18/55/--

Aufschluss 2:
Entnahmestelle:
▼
Bodenart:
Geologie:
Arbeitsweise:
Sedimentation
 d_{10} [mm]:
 d_{60} [mm]:
 $U = d_{60} / d_{10} =$
Kornkennzahl: --/--/--/--

Aufschluss 3:
Entnahmestelle:
■
Bodenart:
Geologie:
Arbeitsweise:
Sedimentation
 d_{10} [mm]:
 d_{60} [mm]:
 $U = d_{60} / d_{10} =$
Kornkennzahl: --/--/--/--





Bestimmung der Korngrößenverteilung

(Sedimentation) nach DIN 18123-6

PSW Happurg, Sohleinbrüche Oberbecken

Aufschluss: A 2 Labor: Kun
 Entnahmestelle: 7,5-7,6 m Labor-Nr.: 11/012
 Bodenart/Geologie: Datum: 04. 04. 2012

Ermittlung der Trockenmasse (Sedimentation):

a) über Wassergehalt der Teilprobe

b) im Pyknometer

$m_f + m_B$: [g] Pyknometer+Wasser [g]
 $m_d + m_B$: [g] Pyknometer+Wasser+Probe [g]
 m_B : [g] Probe unter Wasser m_u [g]
 w : [%] m_d : [g]
 Einwaage im Zylinder: 51,22 [g] Aräometer-Nr.: 60
 Trockenmasse m_d : 51,22 [g] Dispersionsmittel: $Na_4P_2O_7 \cdot 10 H_2O$
 Trennfaktor $m_{0,125}$ 1,000 [-] Meniskus-Korrektur C_m : 0,6
 Korndichte: 2,65 [g/cm³] $a = \frac{100}{m_d} * \frac{\rho_s}{(\rho_s - 1)} * (R + C_T) = \frac{100}{m_u} * (R + C_T) = 3,14 * (R + C_T)$

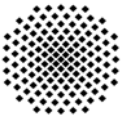
□ Datum	Uhrzeit der Ablesung hh:mm:ss	Zeit vom Beginn bis zur Ablesung	R' = $(\rho - 1) \times 10^3$ g	R = [R'+C _m] g	Korngrösse d mm	T °C	C _T g	R+CT g	a %	a _{tot} %
04.04.2012	10:13:00									
04.04.2012	10:13:30	30 sek	13,5	14,1	0,07327	21,4	0,2	14,3	45,0	45,0
04.04.2012	10:14:00	1 min	12,3	12,9	0,05262	21,4	0,2	13,1	41,2	41,2
04.04.2012	10:15:00	2 min	11,6	12,2	0,03753	21,4	0,2	12,4	39,0	39,0
04.04.2012	10:18:00	5 min	11,2	11,8	0,02386	21,4	0,2	12,0	37,8	37,8
04.04.2012	10:28:00	15 min	10,5	11,1	0,01389	21,4	0,2	11,3	35,6	35,6
04.04.2012	11:06:00	53 min	9,5	10,1	0,00748	21,4	0,2	10,3	32,5	32,5
04.04.2012	12:39:00	146 min	8,6	9,2	0,00455	21,4	0,2	9,4	29,6	29,6
04.04.2012	17:17:00	424 min	7,1	7,7	0,00271	21,6	0,3	8,0	25,1	25,1
05.04.2012	10:16:00	1443 min	5,7	6,3	0,00152	20,4	0,1	6,4	19,9	19,9

Bemerkungen:

Ermittlung der Trockenmasse (Siebung):

Trocknen der Probe bei 105 °C

	Korngrösse	Summe der Siebrückstände als Massen	Summe der Siebrückstände als Massenanteile	Summe der Siebdurchgänge als Massenanteile
$m_d + m_B$: [g]	mm	g	%	%
m_B : [g]	63			
Trockenmasse m_d : [g]	31,5			
	16			
nasses Abtrennen der Feinteile	8			
Korngröße < [mm]	4			
$m_d + m_B$: [g]	2			
m_B : [g]	1			
Trockenmasse m_d : [g]	0,50	0,80	1,6	98,4
	0,25	6,00	11,7	88,3
	0,125	24,90	48,6	51,4
	0,063			
	< 0,063			
	Siebverlust			



Bestimmung der Korngrößenverteilung

(Siebung und Sedimentation) nach DIN 18123

PSW Happurg, Sohleinbrüche Oberbecken

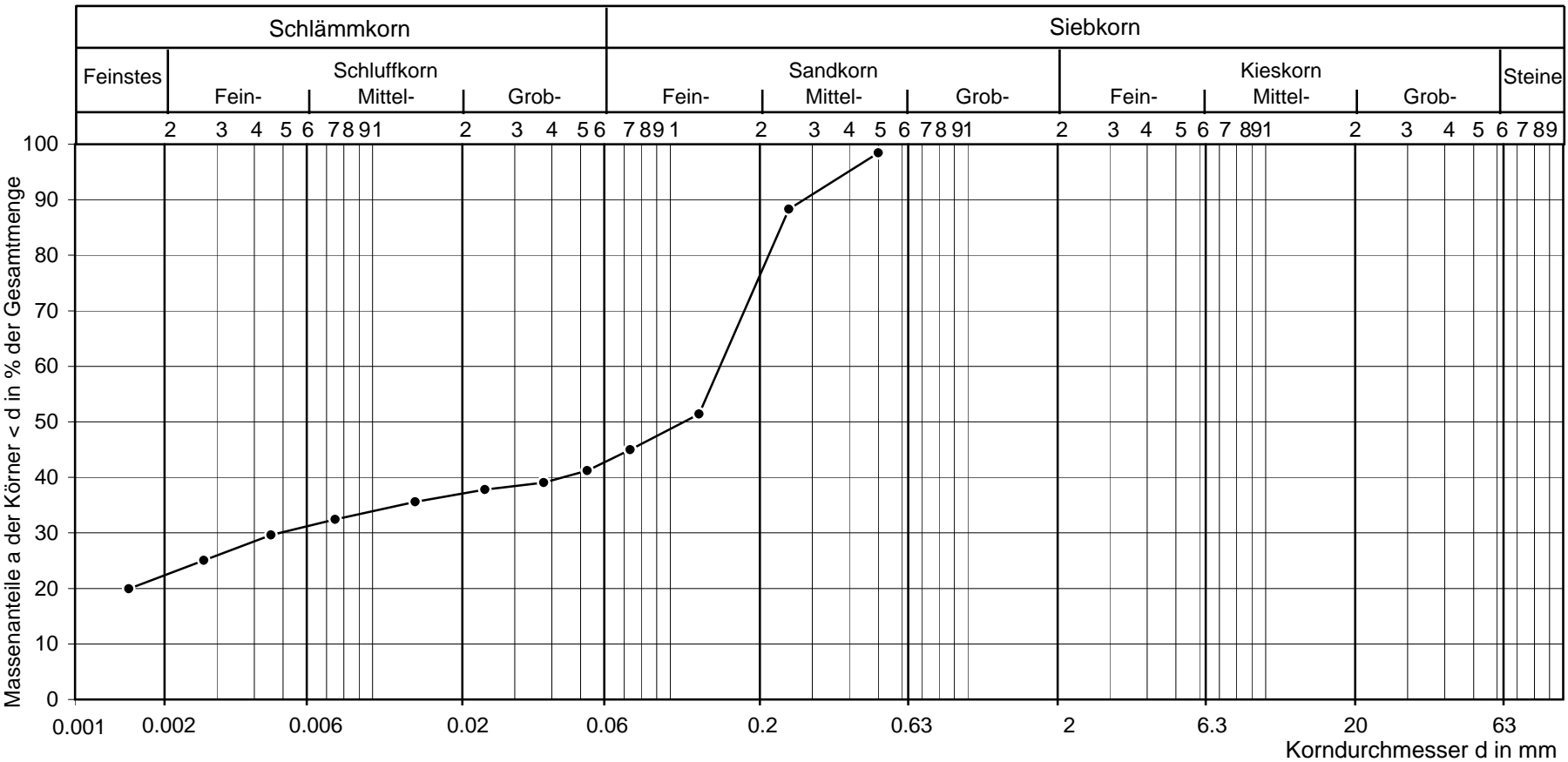
Laborant: Kun
Datum: 04. 04. 2012
Labor-Nr.: 11/012

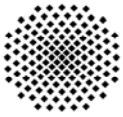
Aufschluss 1: A 2
Entnahmestelle: 7,5-7,6 m

Bodenart:
Geologie:
Arbeitsweise:
Sedimentation
 d_{10} [mm]:
 d_{60} [mm]:
 $U = d_{60} / d_{10} =$
Kornkennzahl: 22/21/57/--

Aufschluss 2:
Entnahmestelle:
Bodenart:
Geologie:
Arbeitsweise:
Sedimentation
 d_{10} [mm]:
 d_{60} [mm]:
 $U = d_{60} / d_{10} =$
Kornkennzahl: --/--/--/--

Aufschluss 3:
Entnahmestelle:
Bodenart:
Geologie:
Arbeitsweise:
Sedimentation
 d_{10} [mm]:
 d_{60} [mm]:
 $U = d_{60} / d_{10} =$
Kornkennzahl: --/--/--/--





Bestimmung der Korngrößenverteilung

(Sedimentation) nach DIN 18123-6

PSW Happurg, Sohleinbrüche Oberbecken

Aufschluss: A 3 Labor: Kun
 Entnahmestelle: 7,4-7,6 m Labor-Nr.: 11/012
 Bodenart/Geologie: Datum: 04. 04. 2012

Ermittlung der Trockenmasse (Sedimentation):

a) über Wassergehalt der Teilprobe

b) im Pyknometer

$m_f + m_B$: [g] Pyknometer+Wasser [g]
 $m_d + m_B$: [g] Pyknometer+Wasser+Probe [g]
 m_B : [g] Probe unter Wasser m_u [g]
 w : [%] m_d : [g]
 Einwaage im Zylinder: 62,74 [g] Aräometer-Nr.: 60
 Trockenmasse m_d : 62,74 [g] Dispersionsmittel: $Na_4P_2O_7 \cdot 10 H_2O$
 Trennfaktor $m_{0,125}$ 1,000 [-] Meniskus-Korrektur C_m : 0,6
 Korndichte: 2,65 [g/cm³] $a = \frac{100}{m_d} * \frac{\rho_s}{(\rho_s - 1)} * (R + C_T) = \frac{100}{m_u} * (R + C_T) = 2,56 * (R + C_T)$

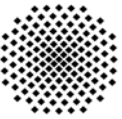
□ Datum	Uhrzeit der Ablesung hh:mm:ss	Zeit vom Beginn bis zur Ablesung	R' = $(\rho - 1) \times 10^3$ g	R = [R'+C _m] g	Korngrösse d mm	T °C	C _T g	R+CT g	a %	a _{tot} %
04.04.2012	10:19:00									
04.04.2012	10:19:30	30 sek	8,3	8,9	0,07809	21,4	0,2	9,1	23,4	23,4
04.04.2012	10:20:00	1 min	8,0	8,6	0,05541	21,4	0,2	8,8	22,7	22,7
04.04.2012	10:21:00	2 min	7,4	8,0	0,03945	21,4	0,2	8,2	21,1	21,1
04.04.2012	10:24:00	5 min	6,9	7,5	0,02509	21,4	0,2	7,7	19,8	19,8
04.04.2012	10:35:00	16 min	6,3	6,9	0,01412	21,4	0,2	7,1	18,3	18,3
04.04.2012	11:07:00	48 min	5,7	6,3	0,00821	21,4	0,2	6,5	16,8	16,8
04.04.2012	12:40:00	141 min	4,8	5,4	0,00483	21,4	0,2	5,6	14,5	14,5
04.04.2012	17:18:00	419 min	4,3	4,9	0,00281	21,6	0,3	5,2	13,3	13,3
04.04.2012	10:17:00	1438 min	4,1	4,7	0,00154	20,6	0,1	4,8	12,3	12,3

Bemerkungen:

Ermittlung der Trockenmasse (Siebung):

Trocknen der Probe bei 105 °C

	Korngrösse	Summe der Siebrückstände als Massen	Summe der Siebrückstände als Massenanteile	Summe der Siebdurchgänge als Massenanteile
$m_d + m_B$: [g]	mm	g	%	%
m_B : [g]	63			
Trockenmasse m_d : [g]	31,5			
	16			
nasses Abtrennen der Feinteile	8			
Korngröße < [mm]	4			
$m_d + m_B$: [g]	2			
m_B : [g]	1	7,80	12,4	87,6
Trockenmasse m_d : [g]	0,50	17,40	27,7	72,3
	0,25	28,50	45,4	54,6
	0,125	42,70	68,1	31,9
	0,063			
	< 0,063			
	Siebverlust			



Bestimmung der Korngrößenverteilung
(Siebung und Sedimentation) nach DIN 18123

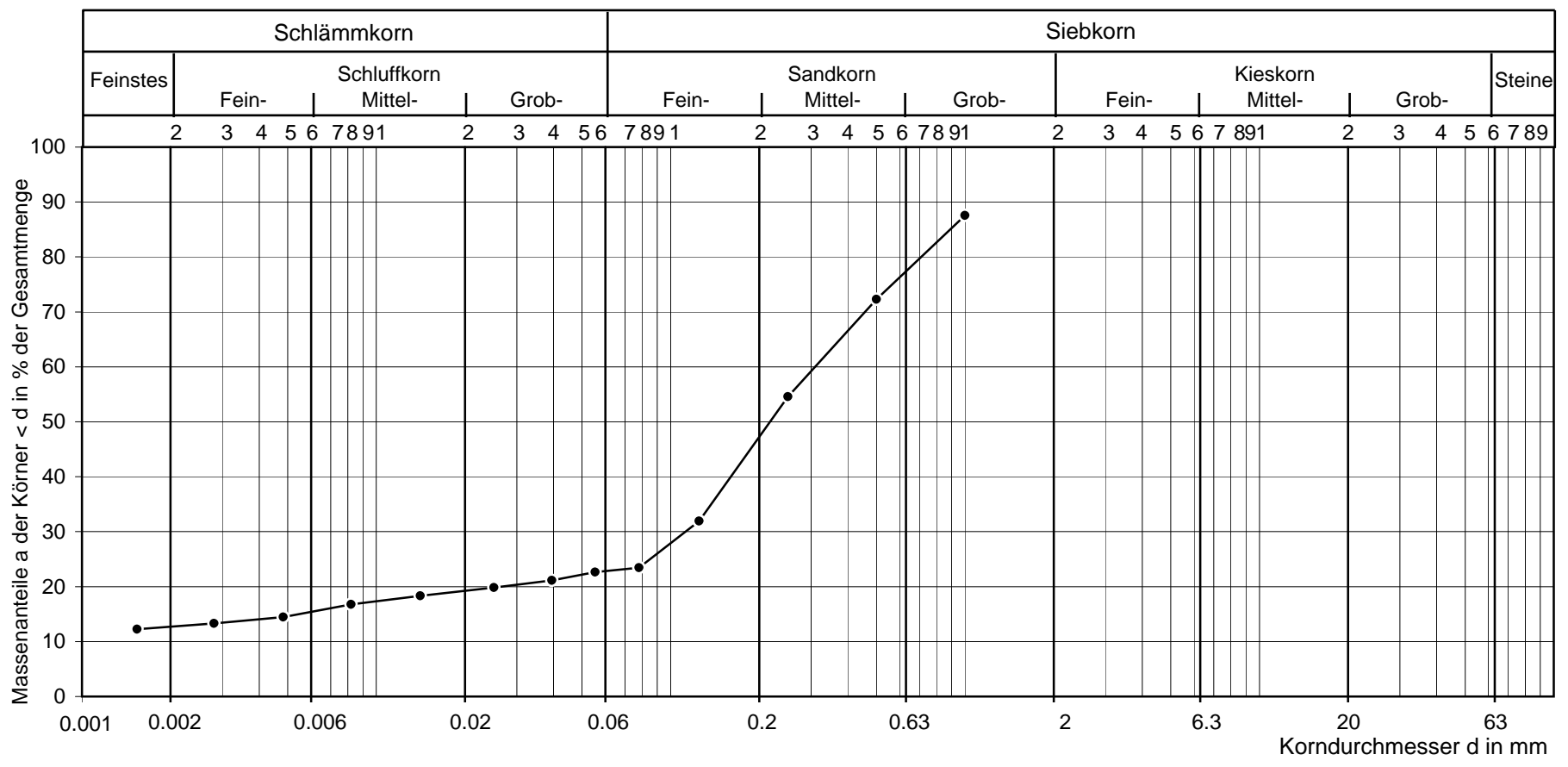
PSW Happurg, Sohleinbrüche Oberbecken

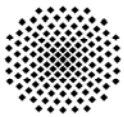
Laborant: Kun
Datum: 04. 04. 2012
Labor-Nr.: 11/012

Aufschluss 1: A 3
Entnahmestelle: 7,4-7,6 m
●
Bodenart:
Geologie:
Arbeitsweise:
Sedimentation
 d_{10} [mm]:
 d_{60} [mm]:
 $U = d_{60} / d_{10} =$
Kornkennzahl: 13/10/77/--

Aufschluss 2:
Entnahmestelle:
▼
Bodenart:
Geologie:
Arbeitsweise:
Sedimentation
 d_{10} [mm]:
 d_{60} [mm]:
 $U = d_{60} / d_{10} =$
Kornkennzahl: --/--/--/--

Aufschluss 3:
Entnahmestelle:
■
Bodenart:
Geologie:
Arbeitsweise:
Sedimentation
 d_{10} [mm]:
 d_{60} [mm]:
 $U = d_{60} / d_{10} =$
Kornkennzahl: --/--/--/--





Bestimmung der Korngrößenverteilung

(Sedimentation und Siebung) nach DIN 18123-7

PSW Happurg, Sohleinbrüche Oberbecken

Aufschluss: A4 Laborant: Mö
 Entnahmestelle: 7,6 bis 7,7 m Labor-Nr.: 11/012
 Bodenart/Geologie: Datum: 03. 04. 2012

Ermittlung der Trockenmasse (Sedimentation):

a) über Wassergehalt der Teilprobe

b) im Pyknometer

$m_f + m_B$: [g] Pyknometer+Wasser [g]
 $m_d + m_B$: [g] Pyknometer+Wasser+Probe [g]
 m_B : [g] Probe unter Wasser m_u [g]
 w : [%] m_d : [g]
 Einwaage im Zylinder: 30,70 [g] Aräometer-Nr.: 28
 Trockenmasse m_d : 30,70 [g] Dispersionsmittel: $Na_4P_2O_7 \cdot 10 H_2O$
 Trennfaktor $m_{0,125}$ 0,324 [-] Meniskus-Korrektur C_m : 0,4
 Korndichte: 2,65 [g/cm³] $a = \frac{100}{m_d} * \frac{\rho_s}{(\rho_s - 1)} * (R + C_T) = \frac{100}{m_u} * (R + C_T) = 5,23 * (R + C_T)$

□ Datum	Uhrzeit der Ablesung hh:mm:ss	Zeit vom Beginn bis zur Ablesung	R' = $(\rho - 1) \times 10^3$ g	R = [R'+C _m] g	Korngrösse d mm	T °C	C _T g	R+CT g	a %	a _{tot} %
03.04.2012	08:27:00		16,1	16,5	0,07518	18,4	-0,3	16,2	84,8	27,5
03.04.2012	08:27:30	30 sek	15,0	15,4	0,05396	18,4	-0,3	15,1	79,0	25,6
03.04.2012	08:28:00	1 min	14,2	14,6	0,03856	18,4	-0,3	14,3	74,8	24,2
03.04.2012	08:29:00	2 min	14,0	14,4	0,02445	18,4	-0,3	14,1	73,8	23,9
03.04.2012	08:32:00	5 min	13,9	14,3	0,01412	18,5	-0,3	14,0	73,3	23,8
03.04.2012	08:42:00	15 min	12,7	13,1	0,00826	18,7	-0,2	12,9	67,2	21,8
03.04.2012	09:12:00	45 min	11,7	12,1	0,00510	19,0	-0,2	11,9	62,3	20,2
03.04.2012	10:27:00	2 h	10,4	10,8	0,00295	20,0	0,0	10,8	56,4	18,3
03.04.2012	14:27:00	6 h	9,4	9,8	0,00152	18,8	-0,2	9,6	50,1	16,2

Bemerkungen:

Ermittlung der Trockenmasse (Siebung):

Trocknen der Probe bei 105 °C

$m_d + m_B$: 613,57 [g]
 m_B : 302,81 [g]
 Trockenmasse m_d : 310,76 [g]

nasses Abtrennen der Feinteile

Korngröße < [mm]
 $m_d + m_B$:
 m_B :
 Trockenmasse m_d :

	Korngrösse	Masse der Rückstände (Summe)	Siebrückstände als Massenanteile	Summe der Siebdurchgänge als Massenanteile
	mm	g	%	%
	63			
	31,5			
	16			
	8			
	4	0,01	0,0	100,0
	2	0,53	0,2	99,8
	1	9,82	3,2	96,8
	0,50	66,80	21,5	78,5
	0,25	161,24	51,9	48,1
	0,125	210,10	67,6	32,4
	0,063	228,39	73,5	26,5
	< 0,063			
	Sieverlust			



Bestimmung der Korngrößenverteilung
(Siebung und Sedimentation) nach DIN 18123

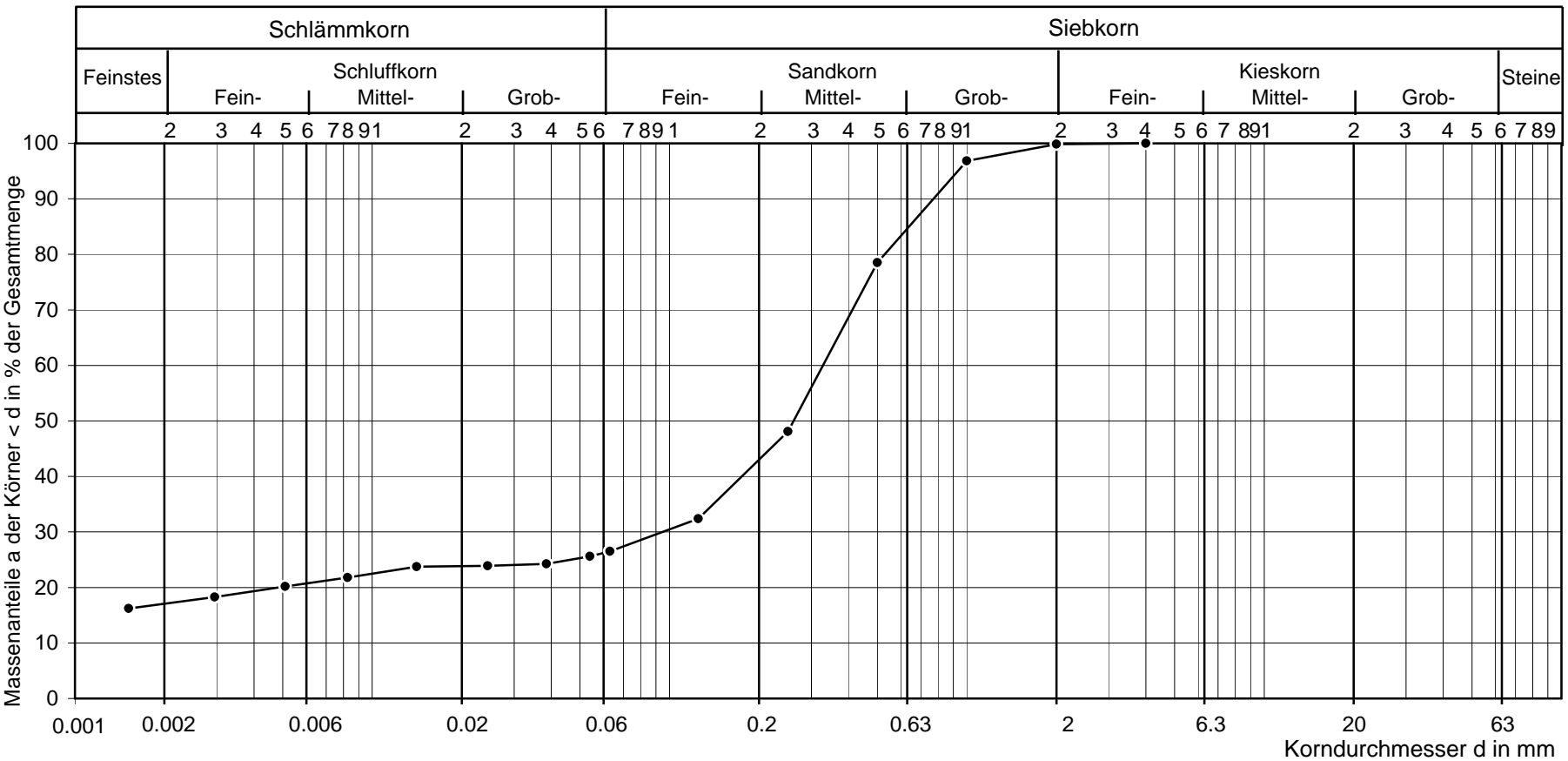
PSW Happurg, Sohleibrüche Oberbecken

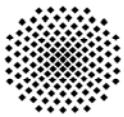
Laborant: M6
Datum: 03. 04. 2012
Labor-Nr.: 11/012

Aufschluss 1: A4
Entnahmestelle: 7,6 bis 7,7 m
●
Bodenart:
Geologie:
Arbeitsweise:
Siebung und Sedimentation
 d_{10} [mm]:
 d_{60} [mm]:
 $U = d_{60} / d_{10} =$
Kornkennzahl: 17/09/74/--

Aufschluss 2:
Entnahmestelle:
▼
Bodenart:
Geologie:
Arbeitsweise:
Sedimentation
 d_{10} [mm]:
 d_{60} [mm]:
 $U = d_{60} / d_{10} =$
Kornkennzahl: --/--/--/--

Aufschluss 3:
Entnahmestelle:
■
Bodenart:
Geologie:
Arbeitsweise:
Sedimentation
 d_{10} [mm]:
 d_{60} [mm]:
 $U = d_{60} / d_{10} =$
Kornkennzahl: --/--/--/--





Bestimmung der Korngrößenverteilung

(Sedimentation und Siebung) nach DIN 18123-7

PSW Happurg, Sohleinbrüche Oberbecken

Aufschluss: A4 Laborant: Mö
 Entnahmestelle: 16,4 bis 16,65 m Labor-Nr.: 11/012
 Bodenart/Geologie: Datum: 03. 04. 2012

Ermittlung der Trockenmasse (Sedimentation):

a) über Wassergehalt der Teilprobe

b) im Pyknometer

$m_f + m_B$: [g] Pyknometer+Wasser [g]
 $m_d + m_B$: [g] Pyknometer+Wasser+Probe [g]
 m_B : [g] Probe unter Wasser m_u [g]
 w : [%] m_d : [g]
 Einwaage im Zylinder: 40,80 [g] Aräometer-Nr.: 28
 Trockenmasse m_d : 40,80 [g] Dispersionsmittel: $Na_4P_2O_7 \cdot 10 H_2O$
 Trennfaktor $m_{0,125}$ 0,381 [-] Meniskus-Korrektur C_m : 0,4
 Korndichte: 2,65 [g/cm³] $a = \frac{100}{m_d} * \frac{\rho_s}{(\rho_s - 1)} * (R + C_T) = \frac{100}{m_u} * (R + C_T) = 3,94 * (R + C_T)$

□ Datum	Uhrzeit der Ablesung hh:mm:ss	Zeit vom Beginn bis zur Ablesung	R' = $(\rho - 1) \times 10^3$ g	R = [R'+C _m] g	Korngrösse d mm	T °C	C _T g	R+CT g	a %	a _{tot} %
03.04.2012	08:33:00	30 sek	20,6	21,0	0,07026	18,5	-0,3	20,7	81,6	31,1
03.04.2012	08:34:00	1 min	18,4	18,8	0,05138	18,5	-0,3	18,5	72,9	27,8
03.04.2012	08:35:00	2 min	17,0	17,4	0,03707	18,5	-0,3	17,1	67,4	25,7
03.04.2012	08:38:00	5 min	16,5	16,9	0,02361	18,5	-0,3	16,6	65,4	24,9
03.04.2012	08:48:00	15 min	15,1	15,5	0,01388	18,6	-0,3	15,2	60,0	22,8
03.04.2012	09:18:00	45 min	14,2	14,6	0,00809	18,8	-0,2	14,4	56,6	21,5
03.04.2012	10:33:00	2 h	13,5	13,9	0,00499	19,0	-0,2	13,7	53,9	20,5
03.04.2012	14:33:00	6 h	12,4	12,8	0,00288	20,0	0,0	12,8	50,3	19,2
04.04.2012	08:33:00	24 h	11,7	12,1	0,00148	18,8	-0,2	11,9	46,7	17,8

Bemerkungen:

Ermittlung der Trockenmasse (Siebung):

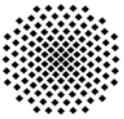
Trocknen der Probe bei 105 °C

$m_d + m_B$: 821,24 [g]
 m_B : 302,53 [g]
 Trockenmasse m_d : 518,71 [g]

nasses Abtrennen der Feinteile

Korngröße < [mm]
 $m_d + m_B$:
 m_B :
 Trockenmasse m_d :

Korngrösse	Masse der Rückstände (Summe)	Siebrückstände als Massenanteile	Summe der Siebdurchgänge als Massenanteile
mm	g	%	%
63			
31,5			
16			
8			
4	0,01	0,0	100,0
2	1,50	0,3	99,7
1	8,24	1,6	98,4
0,50	49,02	9,5	90,5
0,25	201,83	38,9	61,1
0,125	321,21	61,9	38,1
0,063	363,26	70,0	30,0
< 0,063			
Sieverlust			



Bestimmung der Korngrößenverteilung

(Siebung und Sedimentation) nach DIN 18123

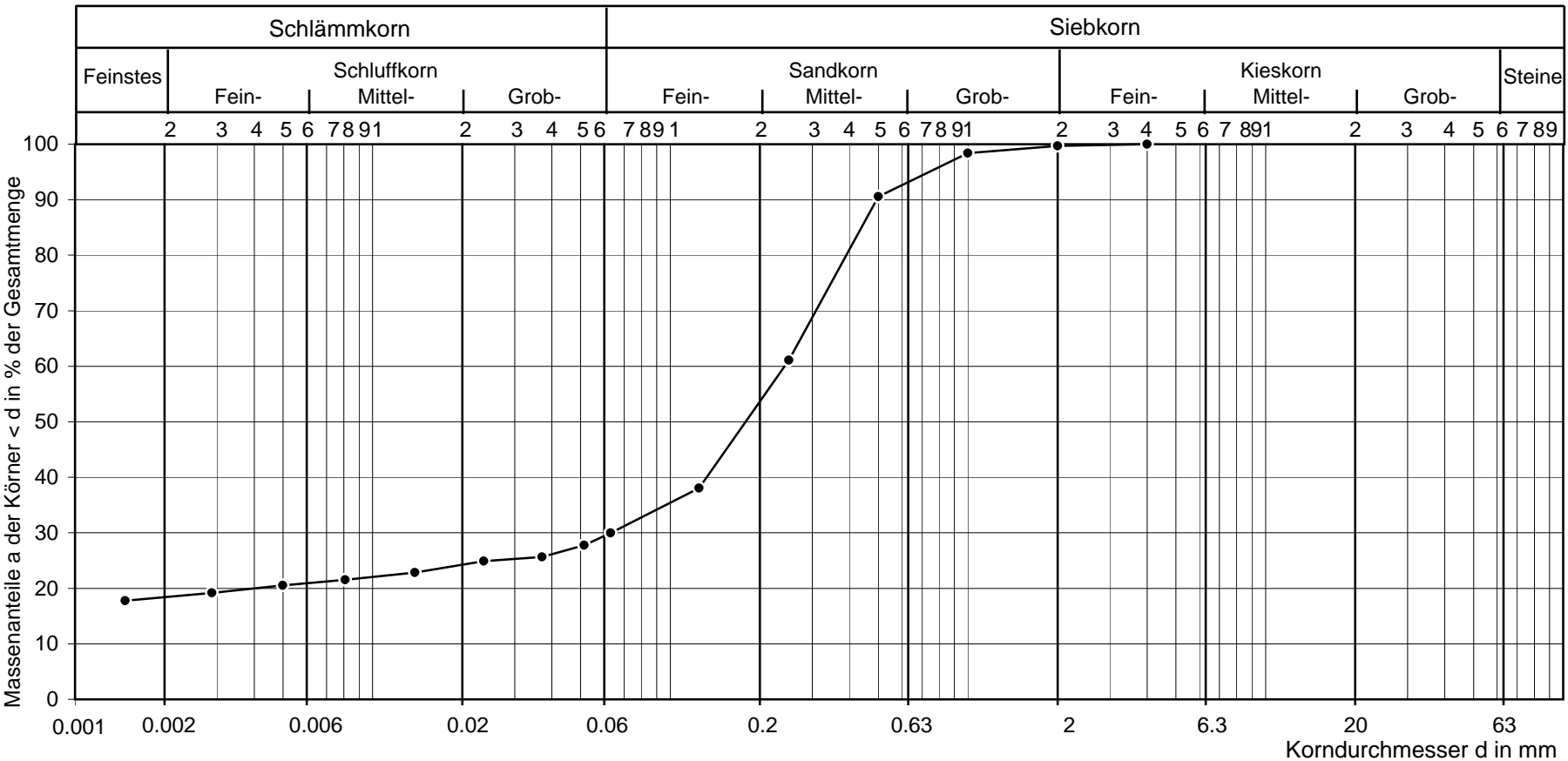
PSW Happurg, Sohleinbrüche Oberbecken

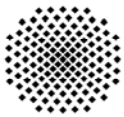
Laborant: M6
Datum: 03. 04. 2012
Labor-Nr.: 11/012

Aufschluss 1: A4
Entnahmestelle: 16,4 bis 16,65 m
Bodenart: ●
Geologie:
Arbeitsweise:
Siebung und Sedimentation
 d_{10} [mm]:
 d_{60} [mm]:
 $U = d_{60} / d_{10} =$
Kornkennzahl: 18/117/1/-

Aufschluss 2:
Entnahmestelle: ▲
Bodenart:
Geologie:
Arbeitsweise:
Sedimentation
 d_{10} [mm]:
 d_{60} [mm]:
 $U = d_{60} / d_{10} =$
Kornkennzahl: -/-/-/-/-

Aufschluss 3:
Entnahmestelle: ■
Bodenart:
Geologie:
Arbeitsweise:
Sedimentation
 d_{10} [mm]:
 d_{60} [mm]:
 $U = d_{60} / d_{10} =$
Kornkennzahl: -/-/-/-/-





Bestimmung der Korngrößenverteilung

(Sedimentation und Siebung) nach DIN 18123-7

PSW Happurg, Sohleinbrüche Oberbecken

Aufschluss: A5 Laborant: Mö
 Entnahmestelle: 7,1 bis 7,2 m Labor-Nr.: 11/012
 Bodenart/Geologie: Datum: 03. 04. 2012

Ermittlung der Trockenmasse (Sedimentation):

a) über Wassergehalt der Teilprobe

b) im Pyknometer

$m_f + m_B$: [g] Pyknometer+Wasser [g]
 $m_d + m_B$: [g] Pyknometer+Wasser+Probe [g]
 m_B : [g] Probe unter Wasser m_u [g]
 w : [%] m_d : [g]
 Einwaage im Zylinder: 30,00 [g] Aräometer-Nr.: 28
 Trockenmasse m_d : 30,00 [g] Dispersionsmittel: $Na_4P_2O_7 \cdot 10 H_2O$
 Trennfaktor $m_{0,125}$ 0,707 [-] Meniskus-Korrektur C_m : 0,4
 Korndichte: 2,65 [g/cm³] $a = \frac{100}{m_d} * \frac{\rho_s}{(\rho_s - 1)} * (R + C_T) = \frac{100}{m_u} * (R + C_T) = 5,35 * (R + C_T)$

□ Datum	Uhrzeit der Ablesung hh:mm:ss	Zeit vom Beginn bis zur Ablesung	R' = $(\rho - 1) \times 10^3$ g	R = [R'+C _m] g	Korngrösse d mm	T °C	C _T g	R+CT g	a %	a _{tot} %
03.04.2012	08:21:00		17,1	17,5	0,07413	18,4	-0,3	17,2	92,1	65,1
03.04.2012	08:22:00	30 sek	16,0	16,4	0,05323	18,4	-0,3	16,1	86,2	60,9
03.04.2012	08:23:00	1 min	15,2	15,6	0,03805	18,4	-0,3	15,3	81,9	57,9
03.04.2012	08:26:00	2 min	14,2	14,6	0,02439	18,4	-0,3	14,3	76,6	54,1
03.04.2012	08:36:00	5 min	13,9	14,3	0,01412	18,5	-0,3	14,0	75,1	53,1
03.04.2012	09:06:00	15 min	12,5	12,9	0,00828	18,7	-0,2	12,7	67,7	47,9
03.04.2012	10:21:00	45 min	11,0	11,4	0,00514	19,0	-0,2	11,2	60,0	42,4
03.04.2012	14:21:00	2 h	9,2	9,6	0,00300	20,0	0,0	9,6	51,3	36,3
04.04.2012	08:21:00	6 h	8,0	8,4	0,00154	18,8	-0,2	8,2	43,7	30,9
		24 h								

Bemerkungen:

Ermittlung der Trockenmasse (Siebung):

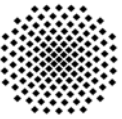
Trocknen der Probe bei 105 °C

$m_d + m_B$: 165,38 [g]
 m_B : 96,73 [g]
 Trockenmasse m_d : 68,65 [g]

nasses Abtrennen der Feinteile

Korngröße < [mm]
 $m_d + m_B$:
 m_B :
 Trockenmasse m_d :

Korngrösse	Masse der Rückstände (Summe)	Siebrückstände als Massenanteile	Summe der Siebdurchgänge als Massenanteile
mm	g	%	%
63			
31,5			
16			
8	0,01	0,0	100,0
4	0,58	0,8	99,2
2	1,49	2,2	97,8
1	3,23	4,7	95,3
0,50	7,06	10,3	89,7
0,25	11,81	17,2	82,8
0,125	20,13	29,3	70,7
0,063	25,21	36,7	63,3
< 0,063			
Sieverlust			



Bestimmung der Korngrößenverteilung
(Siebung und Sedimentation) nach DIN 18123

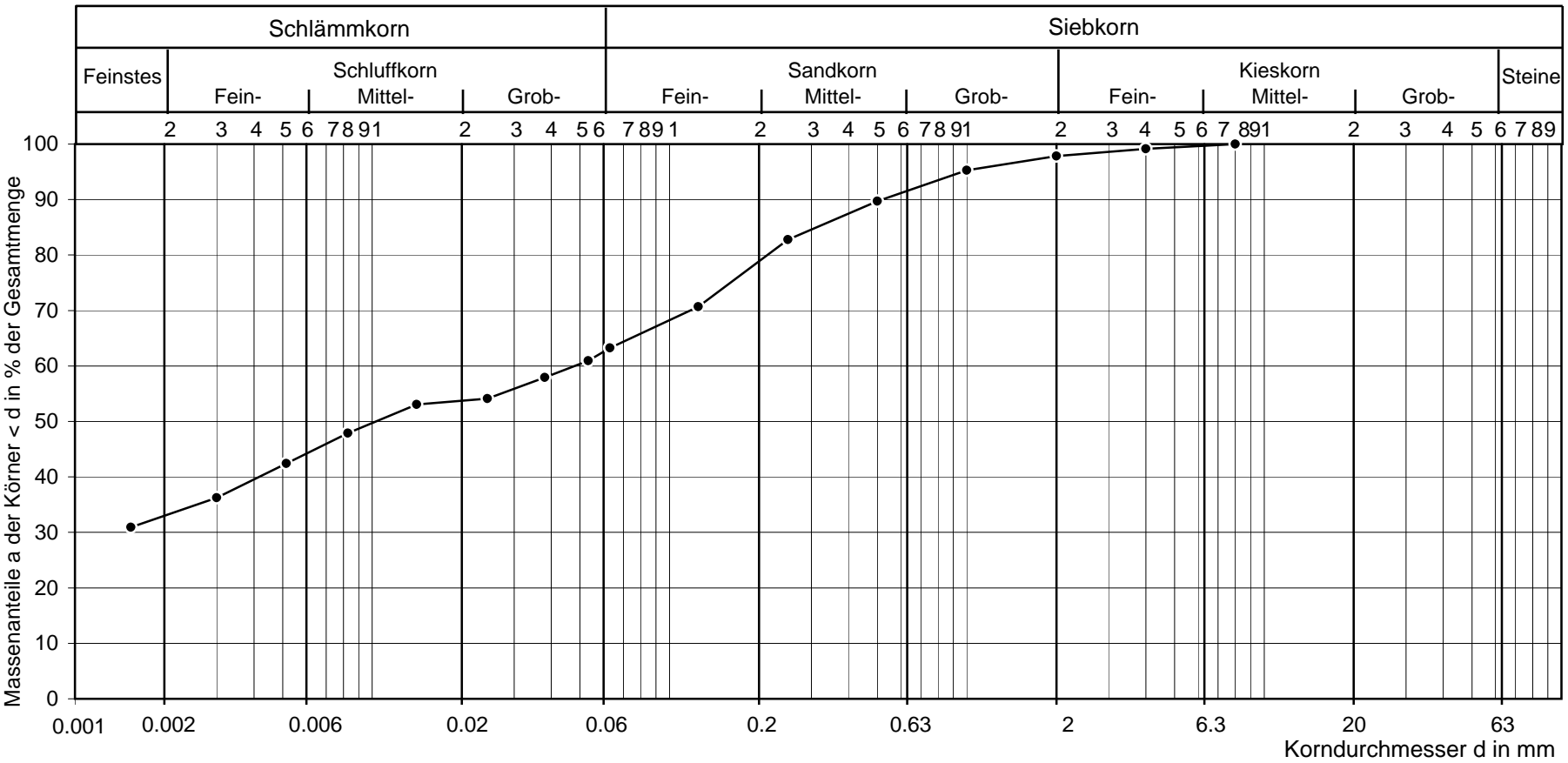
PSW Happurg, Sohleinbrüche Oberbecken

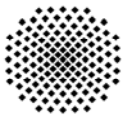
Laborant: M6
Datum: 03. 04. 2012
Labor-Nr.: 11/012

Aufschluss 1: A5
Entnahmestelle: 7,1 bis 7,2 m
●
Bodenart:
Geologie:
Arbeitsweise:
Siebung und Sedimentation
 d_{10} [mm]:
 d_{60} [mm]:
 $U = d_{60} / d_{10} =$
Kornkennzahl: 33/29/36/02

Aufschluss 2:
Entnahmestelle:
▼
Bodenart:
Geologie:
Arbeitsweise:
Sedimentation
 d_{10} [mm]:
 d_{60} [mm]:
 $U = d_{60} / d_{10} =$
Kornkennzahl: --/--/--

Aufschluss 3:
Entnahmestelle:
■
Bodenart:
Geologie:
Arbeitsweise:
Sedimentation
 d_{10} [mm]:
 d_{60} [mm]:
 $U = d_{60} / d_{10} =$
Kornkennzahl: --/--/--





Bestimmung der Korngrößenverteilung

(Sedimentation und Siebung) nach DIN 18123-7

PSW Happurg, Sohleinbrüche Oberbecken

Aufschluss: A5 Laborant: Mö
 Entnahmestelle: 23,6 bis 23,7 m Labor-Nr.: 11/012
 Bodenart/Geologie: Datum: 03. 04. 2012

Ermittlung der Trockenmasse (Sedimentation):

a) über Wassergehalt der Teilprobe

b) im Pyknometer

$m_f + m_B$: [g] Pyknometer+Wasser [g]
 $m_d + m_B$: [g] Pyknometer+Wasser+Probe [g]
 m_B : [g] Probe unter Wasser m_u [g]
 w : [%] m_d : [g]
 Einwaage im Zylinder: 41,65 [g] Aräometer-Nr.: 28
 Trockenmasse m_d : 41,65 [g] Dispersionsmittel: $Na_4P_2O_7 \cdot 10 H_2O$
 Trennfaktor $m_{0,125}$ 0,942 [-] Meniskus-Korrektur C_m : 0,4
 Korndichte: 2,65 [g/cm³] $a = \frac{100}{m_d} * \frac{\rho_s}{(\rho_s - 1)} * (R + C_T) = \frac{100}{m_u} * (R + C_T) = 3,86 * (R + C_T)$

□ Datum	Uhrzeit der Ablesung hh:mm:ss	Zeit vom Beginn bis zur Ablesung	R' = $(\rho - 1) \times 10^3$ g	R = [R'+C _m] g	Korngrösse d mm	T °C	C _T g	R+CT g	a %	a _{tot} %
03.04.2012	08:39:00		25,5	25,9	0,06461	18,5	-0,3	25,6	98,8	93,1
03.04.2012	08:39:30	30 sek	25,5	25,9	0,06461	18,5	-0,3	25,6	98,8	93,1
03.04.2012	08:40:00	1 min	25,0	25,4	0,04611	18,5	-0,3	25,1	96,9	91,3
03.04.2012	08:41:00	2 min	24,9	25,3	0,03266	18,5	-0,3	25,0	96,5	90,9
03.04.2012	08:44:00	5 min	24,7	25,1	0,02073	18,5	-0,3	24,8	95,7	90,2
03.04.2012	08:54:00	15 min	24,2	24,6	0,01206	18,6	-0,3	24,3	93,8	88,4
03.04.2012	09:24:00	45 min	22,9	23,3	0,00710	18,9	-0,2	23,1	89,0	83,9
03.04.2012	10:39:00	2 h	22,0	22,4	0,00441	19,0	-0,2	22,2	85,6	80,7
03.04.2012	14:39:00	6 h	19,2	19,6	0,00263	20,0	0,0	19,6	75,5	71,1
04.04.2012	08:39:00	24 h	15,6	16,0	0,00140	18,8	-0,2	15,8	60,8	57,3

Bemerkungen:

Ermittlung der Trockenmasse (Siebung):

Trocknen der Probe bei 105 °C

$m_d + m_B$: 539,27 [g]
 m_B : 396,98 [g]
 Trockenmasse m_d : 142,29 [g]

nasses Abtrennen der Feinteile

Korngröße < [mm]
 $m_d + m_B$:
 m_B :
 Trockenmasse m_d :

Korngrösse	Masse der Rückstände (Summe)	Siebrückstände als Massenanteile	Summe der Siebdurchgänge als Massenanteile
mm	g	%	%
63			
31,5			
16			
8	0,01	0,0	100,0
4	0,19	0,1	99,9
2	0,30	0,2	99,8
1	1,19	0,8	99,2
0,50	3,31	2,3	97,7
0,25	5,60	3,9	96,1
0,125	8,22	5,8	94,2
0,063	9,54	6,7	93,3
< 0,063			
Siebverlust			



Bestimmung der Korngrößenverteilung

(Siebung und Sedimentation) nach DIN 18123

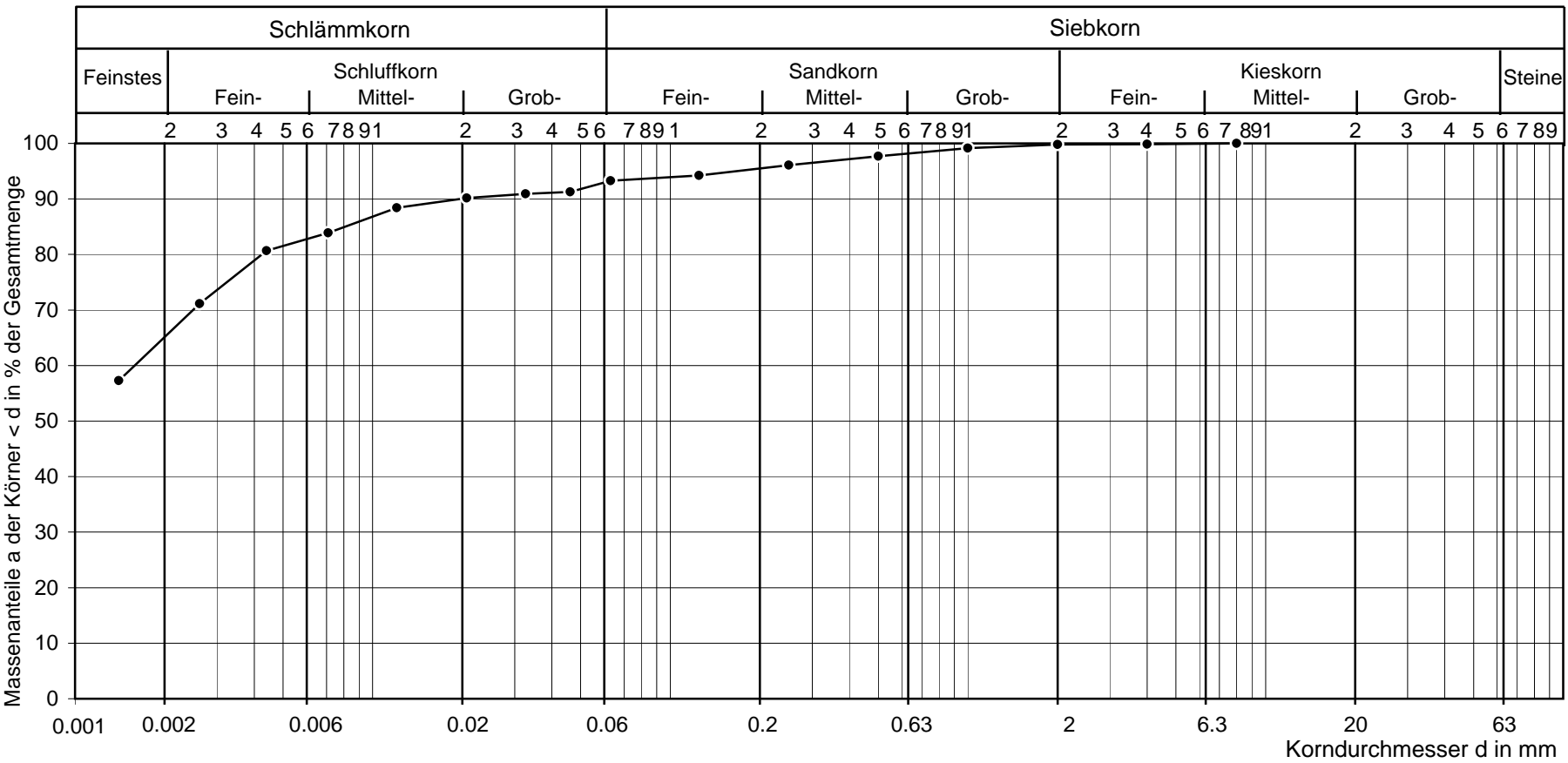
PSW Happurg, Sohleinbrüche Oberbecken

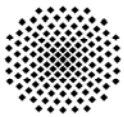
Laborant: M6
Datum: 03. 04. 2012
Labor-Nr.: 11/012

Aufschluss 1: A5
Entnahmestelle: 23,6 bis 23,7 m
Bodenart: ●
Geologie:
Arbeitsweise:
Siebung und Sedimentation
 d_{10} [mm]:
 d_{60} [mm]:
 $U = d_{60} / d_{10} =$
Kornkennzahl: 65/28/07/--

Aufschluss 2:
Entnahmestelle: ▲
Bodenart:
Geologie:
Arbeitsweise:
Sedimentation
 d_{10} [mm]:
 d_{60} [mm]:
 $U = d_{60} / d_{10} =$
Kornkennzahl: --/--/--/--

Aufschluss 3:
Entnahmestelle: ■
Bodenart:
Geologie:
Arbeitsweise:
Sedimentation
 d_{10} [mm]:
 d_{60} [mm]:
 $U = d_{60} / d_{10} =$
Kornkennzahl: --/--/--/--





Bestimmung der Korngrößenverteilung

(Sedimentation) nach DIN 18123-6

PSW Happurg, Sohleinbrüche Oberbecken

Aufschluss: A 9 Labor: Kun
 Entnahmestelle: 6,2-6,55 m Labor-Nr.: 11/012
 Bodenart/Geologie: Datum: 04. 04. 2012

Ermittlung der Trockenmasse (Sedimentation):

a) über Wassergehalt der Teilprobe

b) im Pyknometer

$m_f + m_B$: [g] Pyknometer+Wasser [g]
 $m_d + m_B$: [g] Pyknometer+Wasser+Probe [g]
 m_B : [g] Probe unter Wasser m_u [g]
 w : [%] m_d : [g]
 Einwaage im Zylinder: 51,76 [g] Aräometer-Nr.: 60
 Trockenmasse m_d : 51,76 [g] Dispersionsmittel: $Na_4P_2O_7 \cdot 10 H_2O$
 Trennfaktor $m_{0,125}$ 1,000 [-] Meniskus-Korrektur C_m : 0,6
 Korndichte: 2,65 [g/cm³] $a = \frac{100}{m_d} * \frac{\rho_s}{(\rho_s - 1)} * (R + C_T) = \frac{100}{m_u} * (R + C_T) = 3,10 * (R + C_T)$

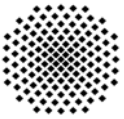
□ Datum	Uhrzeit der Ablesung hh:mm:ss	Zeit vom Beginn bis zur Ablesung	R' = $(\rho - 1) \times 10^3$ g	R = [R'+C _m] g	Korngrösse d mm	T °C	C _T g	R+CT g	a %	a _{tot} %
04.04.2012	10:29:00		18,6	19,2	0,06804	21,6	0,3	19,5	60,5	60,5
04.04.2012	10:30:00	30 sek	17,2	17,8	0,04912	21,6	0,3	18,1	56,1	56,1
04.04.2012	10:31:00	1 min	16,7	17,3	0,03498	21,6	0,3	17,6	54,6	54,6
04.04.2012	10:34:00	2 min	16,4	17,0	0,02222	21,6	0,3	17,3	53,6	53,6
04.04.2012	10:44:00	5 min	15,0	15,6	0,01308	21,6	0,3	15,9	49,3	49,3
04.04.2012	11:16:00	15 min	13,5	14,1	0,00754	21,6	0,3	14,4	44,6	44,6
04.04.2012	12:41:00	47 min	12,3	12,9	0,00457	21,6	0,3	13,2	40,9	40,9
04.04.2012	17:19:00	132 min	10,4	11,0	0,00265	21,6	0,3	11,3	35,0	35,0
04.04.2012	10:18:00	410 min	9,4	10,0	0,00146	20,6	0,1	10,1	31,3	31,3
04.04.2012		1429 min								

Bemerkungen:

Ermittlung der Trockenmasse (Siebung):

Trocknen der Probe bei 105 °C

	Korngrösse	Summe der Siebrückstände als Massen	Summe der Siebrückstände als Massenanteile	Summe der Siebdurchgänge als Massenanteile
$m_d + m_B$: [g]	mm	g	%	%
m_B : [g]	63			
Trockenmasse m_d : [g]	31,5			
	16			
nasses Abtrennen der Feinteile	8			
Korngröße < [mm]	4			
$m_d + m_B$: [g]	2			
m_B : [g]	1	1,00	1,9	98,1
Trockenmasse m_d : [g]	0,50	3,80	7,3	92,7
	0,25	8,40	16,2	83,8
	0,125	17,70	34,2	65,8
	0,063			
	< 0,063			
	Siebverlust			



Bestimmung der Korngrößenverteilung
(Siebung und Sedimentation) nach DIN 18123

PSW Happurg, Sohleinbrüche Oberbecken

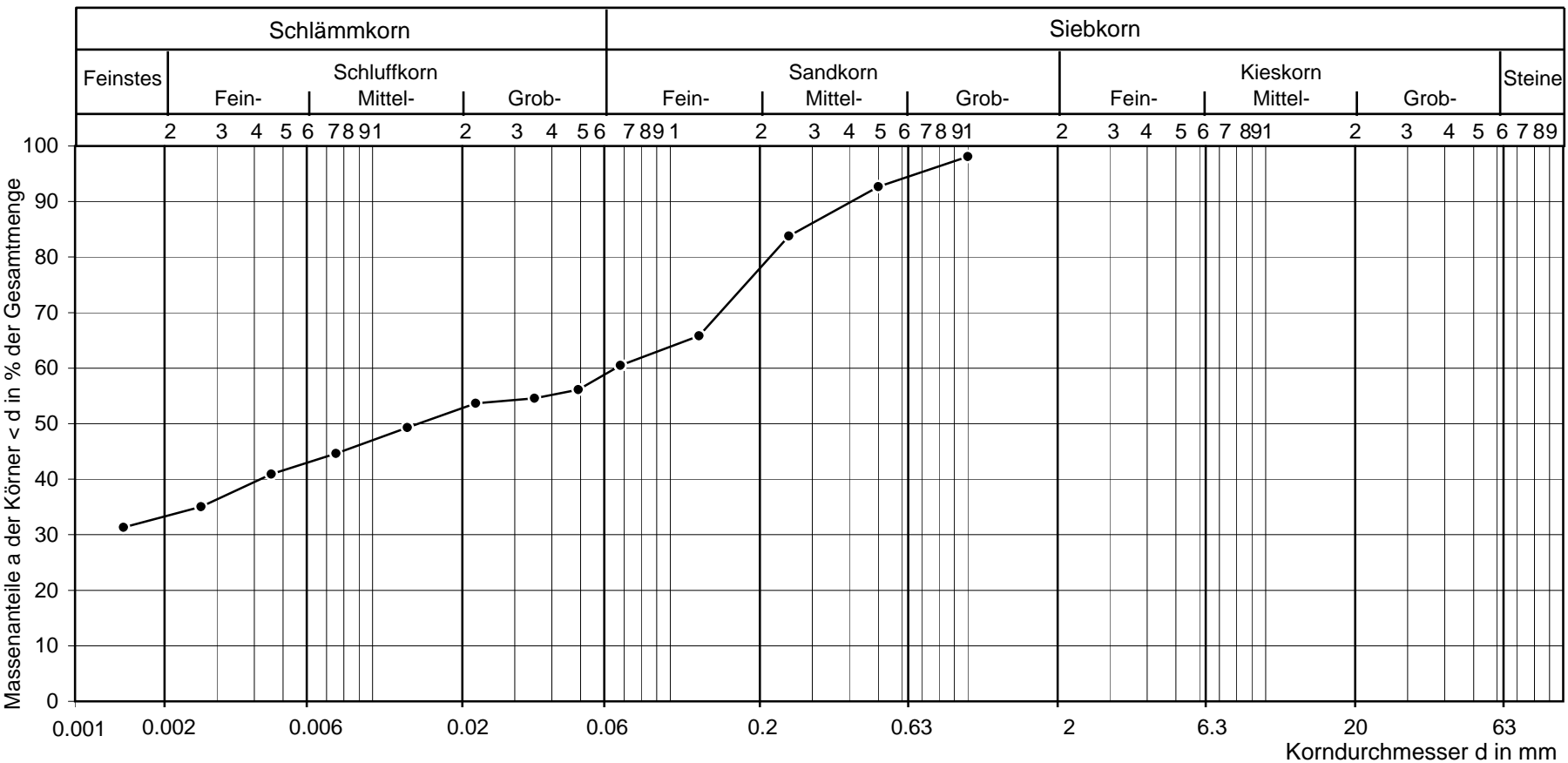
Laborant: Kun
Datum: 04. 04. 2012
Labor-Nr.: 11/012

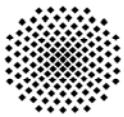
Aufschluss 1: A 9
Entnahmestelle: 6,2-6,55 m

●
Bodenart:
Geologie:
Arbeitsweise:
Sedimentation
 d_{10} [mm]:
 d_{60} [mm]:
 $U = d_{60} / d_{10} =$
Kornkennzahl: 33/26/41/--

Aufschluss 2:
Entnahmestelle:
▼
Bodenart:
Geologie:
Arbeitsweise:
Sedimentation
 d_{10} [mm]:
 d_{60} [mm]:
 $U = d_{60} / d_{10} =$
Kornkennzahl: --/--/--/--

Aufschluss 3:
Entnahmestelle:
■
Bodenart:
Geologie:
Arbeitsweise:
Sedimentation
 d_{10} [mm]:
 d_{60} [mm]:
 $U = d_{60} / d_{10} =$
Kornkennzahl: --/--/--/--





Bestimmung der Korngrößenverteilung

(Sedimentation) nach DIN 18123-6

PSW Happurg, Sohleinbrüche Oberbecken

Aufschluss: A 9 Labor: Kun
 Entnahmestelle: 12,45-12,65 m Labor-Nr.: 11/012
 Bodenart/Geologie: Datum: 04. 04. 2012

Ermittlung der Trockenmasse (Sedimentation):

a) über Wassergehalt der Teilprobe

b) im Pyknometer

$m_f + m_B$: [g] Pyknometer+Wasser [g]
 $m_d + m_B$: [g] Pyknometer+Wasser+Probe [g]
 m_B : [g] Probe unter Wasser m_u [g]
 w : [%] m_d : [g]
 Einwaage im Zylinder: 48,57 [g] Aräometer-Nr.: 60
 Trockenmasse m_d : 48,57 [g] Dispersionsmittel: $Na_4P_2O_7 \cdot 10 H_2O$
 Trennfaktor $m_{0,125}$ 1,000 [-] Meniskus-Korrektur C_m : 0,6
 Korndichte: 2,65 [g/cm³] $a = \frac{100}{m_d} * \frac{\rho_s}{(\rho_s - 1)} * (R + C_T) = \frac{100}{m_u} * (R + C_T) = 3,31 * (R + C_T)$

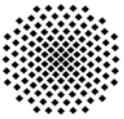
□ Datum	Uhrzeit der Ablesung hh:mm:ss	Zeit vom Beginn bis zur Ablesung	R' = $(\rho - 1) \times 10^3$ g	R = [R'+C _m] g	Korngrösse d mm	T °C	C _T g	R+CT g	a %	a _{tot} %
04.04.2012	10:38:00		18,0	18,6	0,06865	21,6	0,3	18,9	62,5	62,5
04.04.2012	10:38:30	30 sek	15,0	15,6	0,05066	21,6	0,3	15,9	52,5	52,5
04.04.2012	10:39:00	1 min	12,4	13,0	0,03707	21,6	0,3	13,3	43,9	43,9
04.04.2012	10:40:00	2 min	11,6	12,2	0,02368	21,6	0,3	12,5	41,3	41,3
04.04.2012	10:43:00	5 min	10,2	10,8	0,01056	21,6	0,3	11,1	36,7	36,7
04.04.2012	11:04:00	26 min	9,7	10,3	0,00799	21,6	0,3	10,6	35,0	35,0
04.04.2012	11:24:00	46 min	8,1	8,7	0,00496	21,6	0,3	9,0	29,7	29,7
04.04.2012	12:42:00	124 min	6,9	7,5	0,00279	21,6	0,3	7,8	25,8	25,8
04.04.2012	17:20:00	402 min	5,9	6,5	0,00152	20,6	0,1	6,6	21,8	21,8

Bemerkungen:

Ermittlung der Trockenmasse (Siebung):

Trocknen der Probe bei 105 °C

	Korngrösse	Summe der Siebrückstände als Massen	Summe der Siebrückstände als Massenanteile	Summe der Siebdurchgänge als Massenanteile
$m_d + m_B$: [g]	mm	g	%	%
m_B : [g]	63			
Trockenmasse m_d : [g]	31,5			
	16			
nasses Abtrennen der Feinteile	8			
Korngröße < [mm]	4			
$m_d + m_B$: [g]	2			
m_B : [g]	1	0,20	0,4	99,6
Trockenmasse m_d : [g]	0,50	0,80	1,6	98,4
	0,25	1,30	2,7	97,3
	0,125	2,10	4,3	95,7
	0,063			
	< 0,063			
	Siebverlust			



Bestimmung der Korngrößenverteilung

(Siebung und Sedimentation) nach DIN 18123

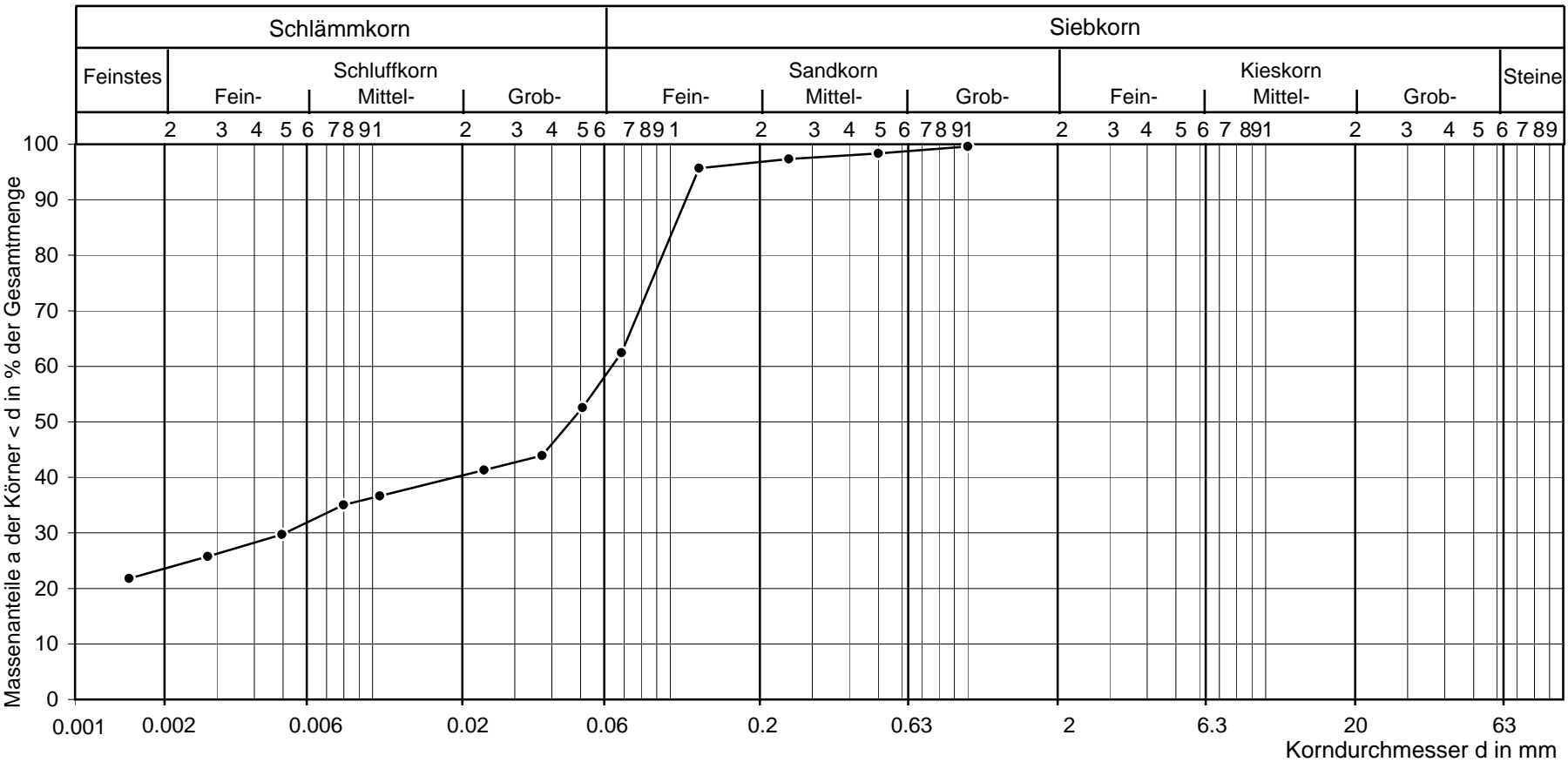
PSW Happurg, Sohleinbrüche Oberbecken

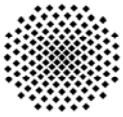
Laborant: Kun
Datum: 04. 04. 2012
Labor-Nr.: 11/012

Aufschluss 1: A 9
Enthahmestelle: 12,45-12,65 m
Bodenart:
Geologie:
Arbeitsweise:
Sedimentation
d10 [mm]:
d60 [mm]:
U = d60 / d10 =
Kornkennzahl: 24/34/42/--

Aufschluss 2:
Enthahmestelle:
Bodenart:
Geologie:
Arbeitsweise:
Sedimentation
d10 [mm]:
d60 [mm]:
U = d60 / d10 =
Kornkennzahl: --/--/--/--

Aufschluss 3:
Enthahmestelle:
Bodenart:
Geologie:
Arbeitsweise:
Sedimentation
d10 [mm]:
d60 [mm]:
U = d60 / d10 =
Kornkennzahl: --/--/--/--





Bestimmung der Korngrößenverteilung

(Sedimentation und Siebung) nach DIN 18123-7

PSW Happurg, Sohleinbrüche Oberbecken

Aufschluss: A11 Laborant: Mö
 Entnahmestelle: 7,35 bis 7,7 m Labor-Nr.: 11/012
 Bodenart/Geologie: Datum: 30. 03. 2012

Ermittlung der Trockenmasse (Sedimentation):

a) über Wassergehalt der Teilprobe

b) im Pyknometer

$m_f + m_B$: [g] Pyknometer+Wasser [g]
 $m_d + m_B$: [g] Pyknometer+Wasser+Probe [g]
 m_B : [g] Probe unter Wasser m_u [g]
 w : [%] m_d : [g]
 Einwaage im Zylinder: [g] Aräometer-Nr.: 28
 Trockenmasse m_d : [g] Dispersionsmittel: $Na_4P_2O_7 \cdot 10 H_2O$
 Trennfaktor $m_{0,125}$ 0,062 [-] Meniskus-Korrektur C_m : 0,4
 Korndichte: 2,65 [g/cm³] $a = \frac{100}{m_d} * \frac{\rho_s}{(\rho_s - 1)} * (R + C_T) = \frac{100}{m_u} * (R + C_T) = *(R + C_T)$

□ Datum	Uhrzeit der Ablesung hh:mm:ss	Zeit vom Beginn bis zur Ablesung	R' = ($\rho - 1$) $\times 10^3$ g	R = [R'+C _m] g	Korngrösse d mm	T °C	C _T g	R+CT g	a %	a _{tot} %
		30 sek								
		1 min								
		2 min								
		5 min								
		15 min								
		45 min								
		2 h								
		6 h								
		24 h								

Bemerkungen:

Ermittlung der Trockenmasse (Siebung):

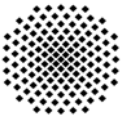
Trocknen der Probe bei 105 °C

$m_d + m_B$: 4336,80 [g]
 m_B : 522,72 [g]
 Trockenmasse m_d : 3814,08 [g]

nasses Abtrennen der Feinteile

Korngröße < [mm]
 $m_d + m_B$:
 m_B :
 Trockenmasse m_d :

Korngrösse	Masse der Rückstände (Summe)	Siebrückstände als Massenanteile	Summe der Siebdurchgänge als Massenanteile
mm	g	%	%
63	0,10	0,0	100,0
31,5	1969,30	51,6	48,4
16	2639,25	69,2	30,8
8	2979,95	78,1	21,9
4	3190,15	83,6	16,4
2	3300,50	86,5	13,5
1	3386,25	88,8	11,2
0,50	3451,05	90,5	9,5
0,25	3504,55	91,9	8,1
0,125	3576,60	93,8	6,2
0,063	3623,00	95,0	5,0
< 0,063			
Sieverlust			



Bestimmung der Korngrößenverteilung
(Siebung und Sedimentation) nach DIN 18123

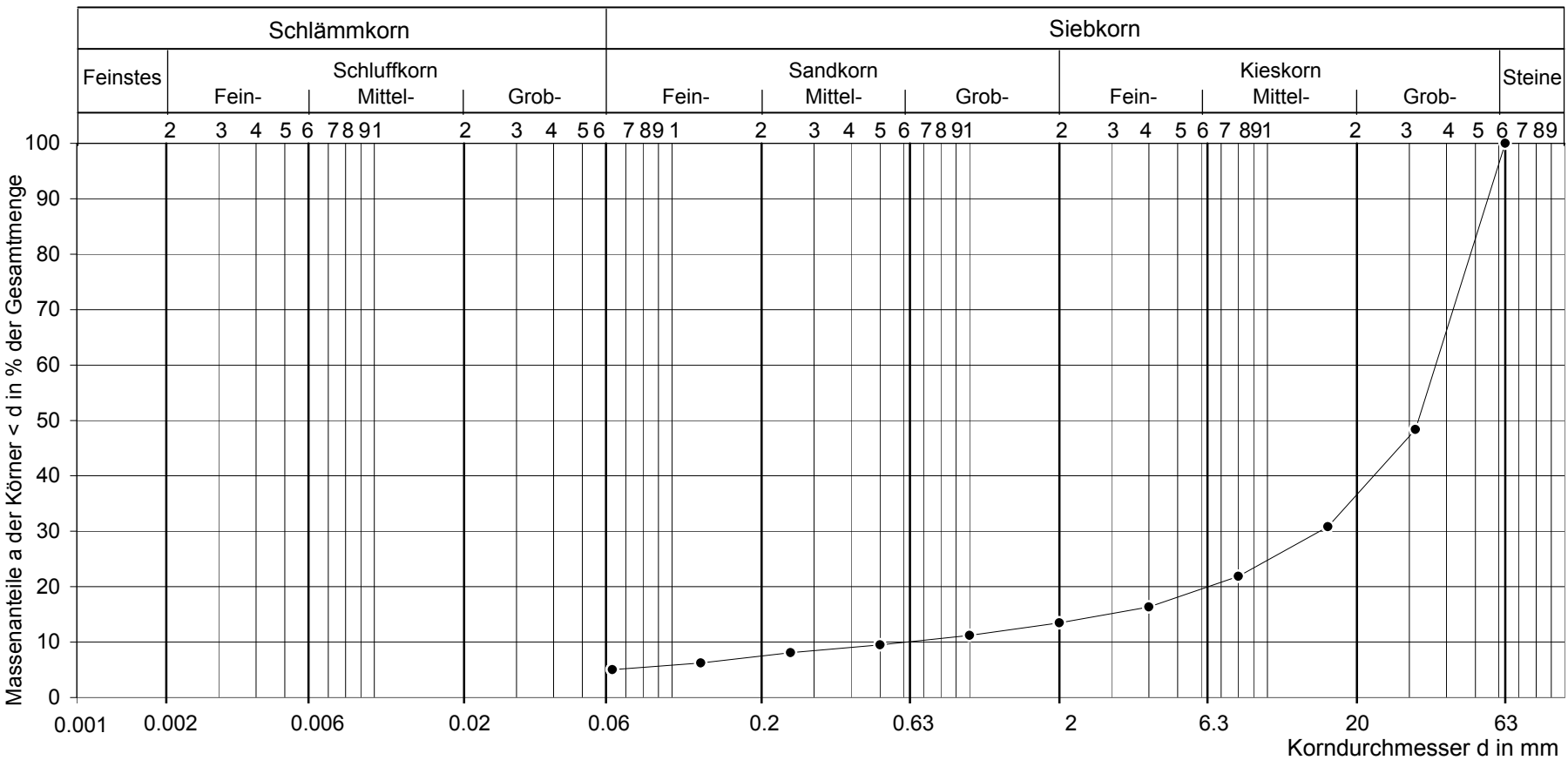
PSW Happurg, Sohleinbrüche Oberbecken

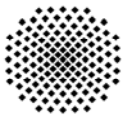
Laborant: M6
Datum: 30.03.2012
Labor-Nr.: 11/012

Aufschluss 1: A11
Entnahmestelle: 7,35 bis 7,7 m
●
Bodenart:
Geologie:
Arbeitsweise:
Siebung und Sedimentation
 d_{10} [mm]: 0,609
 d_{60} [mm]: 36,8
 $U = d_{60} / d_{10} = 60,5$
Kornkennzahl: --/05/08/87

Aufschluss 2:
Entnahmestelle:
▼
Bodenart:
Geologie:
Arbeitsweise:
Sedimentation
 d_{10} [mm]:
 d_{60} [mm]:
 $U = d_{60} / d_{10} =$
Kornkennzahl: --/--/--/--

Aufschluss 3:
Entnahmestelle:
■
Bodenart:
Geologie:
Arbeitsweise:
Sedimentation
 d_{10} [mm]:
 d_{60} [mm]:
 $U = d_{60} / d_{10} =$
Kornkennzahl: --/--/--/--





Bestimmung der Korngrößenverteilung

(Sedimentation und Siebung) nach DIN 18123-7

PSW Happurg, Sohleinbrüche Oberbecken

Aufschluss: A11 Laborant: Mö
 Entnahmestelle: 12,1 bis 12,5 m Labor-Nr.: 11/012
 Bodenart/Geologie: Datum: 29. 03. 2012

Ermittlung der Trockenmasse (Sedimentation):

a) über Wassergehalt der Teilprobe

b) im Pyknometer

$m_f + m_B$: [g] Pyknometer+Wasser [g]
 $m_d + m_B$: [g] Pyknometer+Wasser+Probe [g]
 m_B : [g] Probe unter Wasser m_u [g]
 w : [%] m_d : [g]
 Einwaage im Zylinder: [g] Aräometer-Nr.: 28
 Trockenmasse m_d : [g] Dispersionsmittel: $Na_4P_2O_7 \cdot 10 H_2O$
 Trennfaktor $m_{0,125}$ 0,173 [-] Meniskus-Korrektur C_m : 0,4
 Korndichte: 2,65 [g/cm³] $a = \frac{100}{m_d} * \frac{\rho_s}{(\rho_s - 1)} * (R + C_T) = \frac{100}{m_u} * (R + C_T) = *(R + C_T)$

□ Datum	Uhrzeit der Ablesung hh:mm:ss	Zeit vom Beginn bis zur Ablesung	R' = $(\rho - 1) \times 10^3$ g	R = [R'+C _m] g	Korngrösse d mm	T °C	C _T g	R+CT g	a %	a _{tot} %
		30 sek								
		1 min								
		2 min								
		5 min								
		15 min								
		45 min								
		2 h								
		6 h								
		24 h								

Bemerkungen:

Ermittlung der Trockenmasse (Siebung):

Trocknen der Probe bei 105 °C

$m_d + m_B$: 3577,00 [g]
 m_B : 396,79 [g]
 Trockenmasse m_d : 3180,21 [g]

nasses Abtrennen der Feinteile

Korngröße < [mm]
 $m_d + m_B$:
 m_B :
 Trockenmasse m_d :

Korngrösse	Masse der Rückstände (Summe)	Siebrückstände als Massenanteile	Summe der Siebdurchgänge als Massenanteile
mm	g	%	%
63	0,01	0,0	100,0
31,5	667,34	21,0	79,0
16	1075,02	33,8	66,2
8	1505,34	47,3	52,7
4	1843,30	58,0	42,0
2	2081,25	65,4	34,6
1	2283,25	71,8	28,2
0,50	2424,05	76,2	23,8
0,25	2526,45	79,4	20,6
0,125	2630,90	82,7	17,3
0,063	2731,25	85,9	14,1
< 0,063			
Sieverlust			



Bestimmung der Korngrößenverteilung

(Siebung und Sedimentation) nach DIN 18123

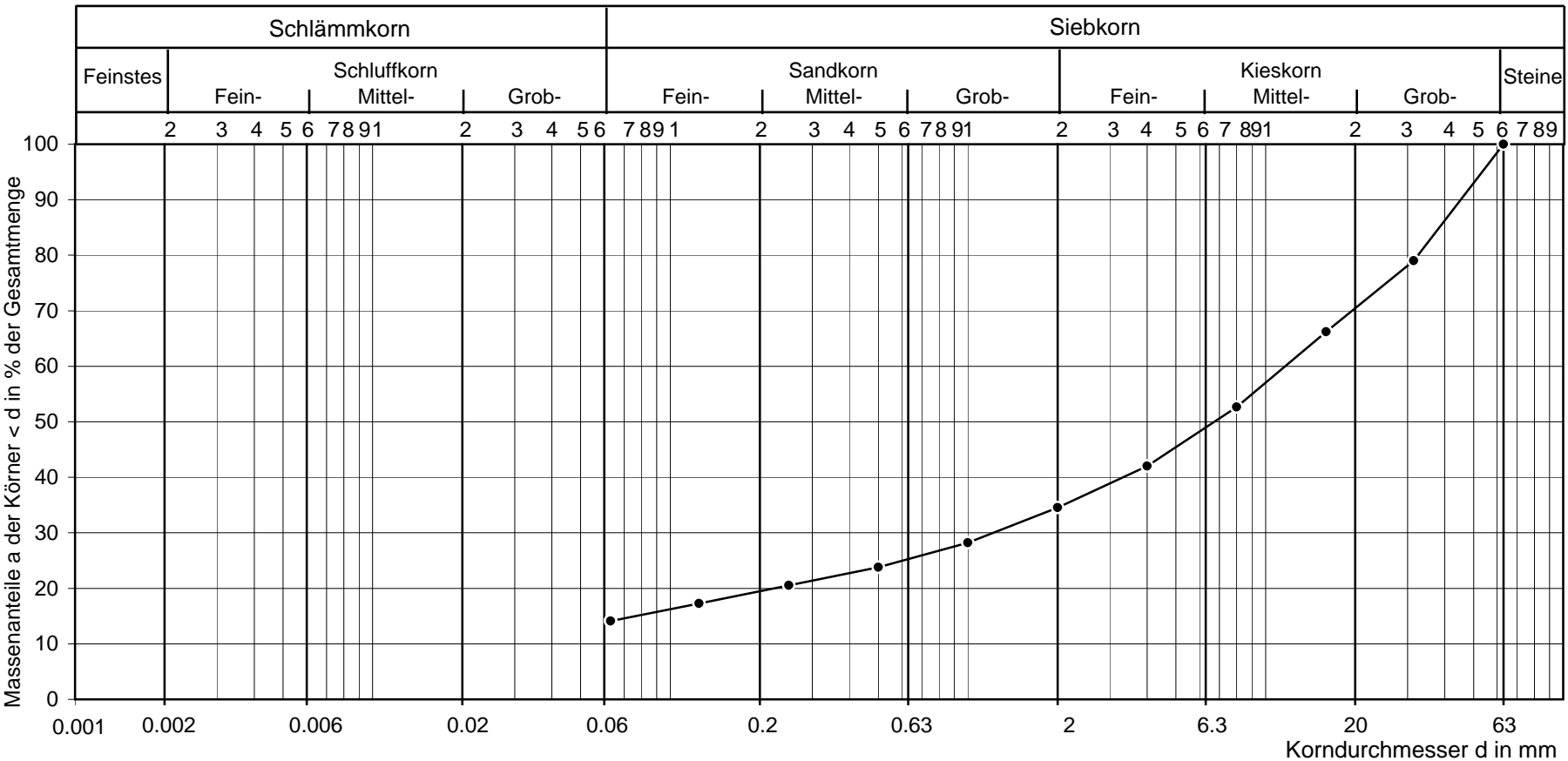
PSW Happurg, Sohleinbrüche Oberbecken

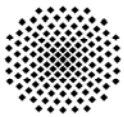
Laborant: M6
Datum: 29.03.2012
Labor-Nr.: 11/012

Aufschluss 1: A11
Entnahmestelle: 12,1 bis 12,5 m
●
Bodenart:
Geologie:
Arbeitsweise:
Siebung und Sedimentation
 d_{10} [mm]:
 d_{60} [mm]:
 $U = d_{60} / d_{10} =$
Kornkennzahl: --/14/21/65

Aufschluss 2:
Entnahmestelle:
▼
Bodenart:
Geologie:
Arbeitsweise:
Sedimentation
 d_{10} [mm]:
 d_{60} [mm]:
 $U = d_{60} / d_{10} =$
Kornkennzahl: --/--/--

Aufschluss 3:
Entnahmestelle:
■
Bodenart:
Geologie:
Arbeitsweise:
Sedimentation
 d_{10} [mm]:
 d_{60} [mm]:
 $U = d_{60} / d_{10} =$
Kornkennzahl: --/--/--





Bestimmung der Korngrößenverteilung

(Sedimentation und Siebung) nach DIN 18123-7

PSW Happurg, Sohleinbrüche Oberbecken

Aufschluss: A11 Laborant: Mö
 Entnahmestelle: 17,0 bis 17,6 m Labor-Nr.: 11/012
 Bodenart/Geologie: Datum: 30. 03. 2012

Ermittlung der Trockenmasse (Sedimentation):

a) über Wassergehalt der Teilprobe

b) im Pyknometer

$m_f + m_B$: [g] Pyknometer+Wasser [g]
 $m_d + m_B$: [g] Pyknometer+Wasser+Probe [g]
 m_B : [g] Probe unter Wasser m_u [g]
 w : [%] m_d : [g]
 Einwaage im Zylinder: [g] Aräometer-Nr.: 28
 Trockenmasse m_d : [g] Dispersionsmittel: $Na_4P_2O_7 \cdot 10 H_2O$
 Trennfaktor $m_{0,125}$ 0,187 [-] Meniskus-Korrektur C_m : 0,4
 Korndichte: 2,65 [g/cm³] $a = \frac{100}{m_d} * \frac{\rho_s}{(\rho_s - 1)} * (R + C_T) = \frac{100}{m_u} * (R + C_T) = *(R + C_T)$

□ Datum	Uhrzeit der Ablesung hh:mm:ss	Zeit vom Beginn bis zur Ablesung	R' = $(\rho - 1) \times 10^3$ g	R = [R'+C _m] g	Korngrösse d mm	T °C	C _T g	R+CT g	a %	a _{tot} %
		30 sek								
		1 min								
		2 min								
		5 min								
		15 min								
		45 min								
		2 h								
		6 h								
		24 h								

Bemerkungen:

Ermittlung der Trockenmasse (Siebung):

Trocknen der Probe bei 105 °C

	Korngrösse	Masse der Rückstände (Summe)	Siebrückstände als Massenanteile	Summe der Siebdurchgänge als Massenanteile
	mm	g	%	%
$m_d + m_B$: 4326,20 [g]	63	0,01	0,0	100,0
m_B : 397,56 [g]	31,5	803,20	20,4	79,6
Trockenmasse m_d : 3928,64 [g]	16	1347,08	34,3	65,7
nasses Abtrennen der Feinteile	8	1940,00	49,4	50,6
Korngröße < [mm]	4	2296,15	58,4	41,6
$m_d + m_B$:	2	2540,00	64,7	35,3
m_B :	1	2746,90	69,9	30,1
Trockenmasse m_d :	0,50	2902,25	73,9	26,1
	0,25	3037,35	77,3	22,7
	0,125	3195,40	81,3	18,7
	0,063	3313,85	84,4	15,6
	< 0,063			
	Sieverlust			



Bestimmung der Korngrößenverteilung
(Siebung und Sedimentation) nach DIN 18123

PSW Happurg, Sohleinbrüche Oberbecken

Laborant: M6
Datum: 30.03.2012
Labor-Nr.: 11/012

Aufschluss 1: A11
Entnahmestelle: 17,0 bis 17,6 m
●
Bodenart:
Geologie:
Arbeitsweise:
Siebung und Sedimentation
 d_{10} [mm]:
 d_{60} [mm]:
 $U = d_{60} / d_{10} =$
Kornkennzahl: --/16/19/65

Aufschluss 2:
Entnahmestelle:
▼
Bodenart:
Geologie:
Arbeitsweise:
Sedimentation
 d_{10} [mm]:
 d_{60} [mm]:
 $U = d_{60} / d_{10} =$
Kornkennzahl: --/--/--/--

Aufschluss 3:
Entnahmestelle:
■
Bodenart:
Geologie:
Arbeitsweise:
Sedimentation
 d_{10} [mm]:
 d_{60} [mm]:
 $U = d_{60} / d_{10} =$
Kornkennzahl: --/--/--/--

