

Dr. Torsten Böcke
Thyssenstraße 123 - 125
46535 Dinslaken
Tel.: 0 20 64 / 470 420
Fax: 0 20 64 / 470 421
e-mail: info@boecke.info

Bodenuntersuchung für den Umbau des Freibades Dinslaken-Hiesfeld

Auftraggeber: Dinslakener Bäder GmbH

Projekt-Nr.: i 2643

Dinslaken 10.09.18

Inhaltsverzeichnis

1	Vorgang und Veranlassung.....	1
2	Verwendete Unterlagen.....	1
3	Angaben zum Freibad	2
4	Frühere Baugrunduntersuchungen	2
5	Durchgeführte Untersuchungen.....	2
6	Ergebnisse.....	4
6.1	Geländehöhen	4
6.2	Bodenaufbau	4
6.3	Bodenwasserverhältnisse	6
6.4	Bodenmechanische Kennwerte.....	7
6.5	Erdbebeneinwirkungen	7
6.6	Homogenbereiche nach DIN 18300.....	7
6.7	Frostempfindlichkeit.....	8
6.8	Ergebnisse der chemischen Analysen.....	9
6.9	Betonaggressivität des Grundwassers.....	11
7	Schlussfolgerungen zum neuen Schwimmbecken.....	11
7.1	Hinweise zur Gründung	11
7.2	Hinweise zu den Erdarbeiten	15
8	Schlussfolgerungen zur Gründung des Technikgebäudes	18
Anhang:	Probennahmenprotokolle, Datenblätter des chemischen Labors	
Anlage 1:	Lageplan im Maßstab von 1 : 200	
Anlage 2:	Bohrprofile und Rammdiagramme RKS 1a/15 bis RKS/DH 2b/15	
Anlage 3:	Bohr- und Rammprofile RKS/DPH 1bis RKS/DH 4	
Anlage 4:	Bohrprofile RKS 5 bis RKS 9	
Anlage 5:	Ergebnisse der Drucksondierungen CPT 5 – CPT 9	
Anlage 6:	Originaldiagramme der Drucksondierungen CPT bis CPT 9	

1 Vorgang und Veranlassung

Die Dinslakener Bäder GmbH beabsichtigt, auf dem Freibadgelände an der Kirchstraße in Dinslaken-Hiesfeld ein neues Schwimmbecken und ein Technikgebäude zu errichten. In diesem Rahmen beauftragte die Gesellschaft das unterzeichnende Büro damit, die Baugrundverhältnisse der Bauvorhaben zu beurteilen.

2 Verwendete Unterlagen

Das Büro Krieger, Velbert, stellte die folgenden Unterlagen zur Verfügung:

- 1 Amtlicher Lageplan des Vermessungsbüros Steinlage und Faulenbach im Maßstab 1 : 250 zum Stand vom Mai 2018
- 1 Lageplan im Maßstab 1 : 500 als Vorabzug zum Stand vom 12.06.18
- 1 Entwurfsplanung Außenanlagen Übersicht im Maßstab 1 : 200 zum Stand vom 20.08.18
- Grundriss und Schnitte A-A, B-B des Beckens als Vorabzug im Maßstab 1 : 100 zum Stand vom 13.06.18
- Grundriss, Schnitt C-C und Ansichten des Technikgebäudes als Vorabzug im Maßstab 1 : 100 zum Stand vom 12.07.18
- Unterlagen des Ingenieurbüros Voit zur Herstellung des neuen Schwimmbeckens

Die Dinslakener Bäder GmbH übermittelte zudem die folgende Stellungnahme:

- Bodenuntersuchung des Büros Geokom: BV Freibad Dinslaken-Hiesfeld - Ergebnisse einer orientierenden Bodenuntersuchung; Proj.-Nr.: a 1386/18, 18.06.18

Zum Freibad hat das unterzeichnende Büro die folgenden Stellungnahmen erarbeitet:

- Bodenuntersuchung für den Umbau des Freibades in Dinslaken-Hiesfeld (Proj. i 481; 13.11.03)
- Ergänzende Bodenuntersuchung für den Umbau des Freibades in Dinslaken-Hiesfeld (Proj. i 481-2; 16.01.04)
- Bodenuntersuchung im Bereich des Schwimmbeckens des Freibades Dinslaken-Hiesfeld (Proj. i 2040; 16.02.15)

3 Angaben zum Freibad

Ursprünglich bestand das im Jahr 1924 eröffnete Freibad aus 2 Becken. Während das südliche Nichtschwimmerbecken nicht mehr besteht, wurde 1982 im Norden ein verkleinertes Becken in den Bestand eingebaut, da dieser Risse aufwies.

Das geplante Becken wird sich an den westlich gelegenen Bestand anschließen. Die Fläche des Technikgebäudes ragt im Süden in das Becken aus dem Jahre 1924 hinein, in das neben dem Bauvorhaben ein Techniktrakt und ein Schwallbecken eingelassen worden sind.

4 Frühere Baugrunduntersuchungen

Das unterzeichnende Büro führte für die Stadt Dinslaken in den Jahren 2003 und 2004 eine Baugrunduntersuchung für den Neubau eines nicht unterkellerten eingeschossigen Gebäudes durch, der sich südwestlich des Schwimmbeckens befindet. Er ersetzte einen teilunterkellerten Bestand, der deutlich erkennbare Risse aufwies. Für den Neubau ist eine tiefe Bodenverbesserung mit Hilfe von Betonstopfsäulen vorgenommen worden.

Im Jahr 2015 erfolgte eine weitere Baugrunduntersuchung im Bereich des bestehenden Beckens im Hinblick auf eine mögliche Sanierung. In diesem Rahmen wurden 4 Rammkernsondierungen RKS 1 bis RKS 4 und 4 schwere Rammsondierungen DPH 1 bis PH 4 neben den Beckeneckpunkten bis 10 m unter Geländeoberkante abgeteuft. Die östlichen Ansatzpunkte RKS/DPH 1 und RKS/DPH 2 befinden sich neben dem geplanten Becken, so dass ihre Ergebnisse im Folgenden zur Beurteilung des Bauvorhabens herangezogen werden.

5 Durchgeführte Untersuchungen

Das unterzeichnende Büro führte die Geländearbeiten am 24.07. sowie am 07.08.18 durch.

Um den Bodenaufbau zu erkunden, erfolgten 9 **Rammkernsondierungen**. Im Bereich des Technikgebäudes wurden die Sondierungen RKS 1 bis RKS 4 bis 4 m unter Geländeoberkante (GOK) niedergebracht. Auf der Fläche des geplanten Schwimmbeckens erfolgten die Sondierungen RKS 5 bis RKS 9. Sie reichten in den Eckpunkten des Bauvorhabens bis 3 m u. GOK. Im zentralen Bereich war die Sondierung RKS 7 bis 15 m u. GOK vorgesehen. Sie musste aber in einer Tiefe von 11,2 m u. GOK aufgrund ausbleibenden Bohrfortschritts innerhalb des natürlich anstehenden Gesteins eingestellt werden.

Hinweise auf die Tragfähigkeit des Baugrunds des Technikgebäudes erbrachten 4 **schwere Rammsondierungen** DPH 1 bis DPH 4 nach DIN EN ISO 22476-2. Hierbei wurde die Schlagzahl n_{10} ermittelt, die jeweils notwendig ist, um die Sonde 10 cm tief in den Boden zu treiben. Sämtliche Sondierungen wurden bis 4 m u. GOK abgeteuft.

Im Bereich des geplanten Schwimmbeckens führte die Firma Koops Grondmechanica, Meppel NL, am 20.08.18 fünf **Drucksondierungen** CPT 5 bis CPT 9 nach DIN EN ISO 22476-1 durch. Die Geräteauslastung stellte sich zwischen 27,1 und 27,18 m u. GOK in den nördlichen und südlichen Sondierungen ein, so dass sie in diesen Tiefen eingestellt werden mussten. Die Sondierung CPT 7 wurde aufgrund eines Risses des Sondiergestänges in einer Tiefe von 24,82 m u. GOK abgebrochen. Eine weitere Drucksondierung im Bereich des Technikgebäudes konnte nicht erfolgen, da das Gelände für den Sondier-LKW unzugänglich war.

Die Lage sämtliche Sondieransatzpunkte wurde anhand des zur Verfügung stehenden Lageplans eingemessen. Ihre Höhen ergaben sich aus einem **Nivellement**, das sich an einen Kanaldeckel auf dem Freibadgelände mit einer Höhe von 29,80 m ü. NHN anschloss (s. Anl. 1).

Dem Bohrgut der Rammkernsondierungen wurden 46 **Bodenproben** entnommen. Die Proben, die in der Tabelle 4, Abschn. 6.8 aufgeführt sind, wurden dem Labor Biomar GmbH, Gladbeck, überstellt, das daran 4 **chemische LAGA-Analysen** vornahm.

Im Bohrloch der Sondierung RKS 7 wurde eine Probenahmesonde niedergebracht, um die **Grundwasserprobe** P GW1 aus einer Tiefe von 1,5 bis 2,5 m u. GOK zu entnehmen. Daran führte das Labor Biomar eine Analyse auf die **Betonaggressivität des Grundwassers** nach DIN 4030 durch. Auf das Ergebnis wird im Abschnitt 6.9 eingegangen.

Die Sondieransatzpunkte sind in der Anlage 1 eingetragen. Die Ergebnisse der Rammkern- und Rammsondierungen des Jahres 2018 sind in den Anlagen 2 bis 3 dargestellt. Darin sind die erbohrten Gesteine in Form von Säulenprofilen und die Schlagzahlen n_{10} in Rammdiagrammen wiedergegeben. Die Probebezeichnungen und Entnahmetiefen sind ebenfalls in den Anlagen 2 bis 3 aufgeführt. Die Bohr- und Rammprofile der Sondierungen RKS/DPH 1/15 bis RKS/DPH 2/15, die im Jahr 2015 westlich des geplanten Beckens erfolgten, sind in der Anlage 4 enthalten. Die Diagramme der Drucksondierungen sind in den Anlagen 5 bis 6 dargestellt. Die Probennahmenprotokolle und die Datenblätter des chemischen Labors sind im Anhang beigelegt.

6 Ergebnisse

6.1 Geländehöhen

Den Planunterlagen und dem durchgeführten Nivellement des unterzeichnenden Büros zufolge befindet sich die Fläche des Technikgebäudes zwischen rd. 29,5 und 30,0 m ü. NHN.

Im Osten des geplanten Schwimmbeckens liegt das Gelände zwischen rd. 29,2 und 29,4 m ü. NHN, um nach Westen zum bestehenden Becken auf etwa 30,1 m ü. NHN anzusteigen.

6.2 Bodenaufbau

An den Ansatzpunkten RKS/DPH 1, RKS/DPH 3 bis RKS 5 und RKS 8 wurde eine **Pflasterung** aufgenommen, die einschließlich einer Splitt- und Sandbettung bis in Tiefen zwischen 0,13 und 0,15 m u. GOK reicht. Darunter trafen die Sondierungen RKS 1 und RKS 3 sandig-kiesige Gesteine der Bodengruppen [SW] und [GW] an, die vermutlich als **Tragschicht** bis 0,3 m u. GOK eingebaut worden sind.

Die übrigen Sondierungen erfassten einen teilweise aufgefüllten, schwach humosen **Oberboden** aus Fein- und Mittelsanden. Sie weisen Stärken von 0,15 bis 0,30 m auf, so dass ihre Basis im Bereich des Technikgebäudes in einer Höhe von rd. 29,7 m ü. NHN und im östlichen Teil des geplanten Schwimmbeckens zwischen ca. 29,0 und 29,3 m ü. NHN liegt.

Auf der Fläche des geplanten Technikgebäudes folgt zur Tiefe eine **Auffüllung**. Sie besteht im Wesentlichen aus Sanden, die teils wechselhaft kiesige und wechselnd schluffige Anteile führen (Bodengruppen [SE], [SW,] [SU] und [SU*] nach DIN 18196). Daneben treten (stark) sandige und zum Teil schwach tonige, weiche bis steife Schluffe der Bodengruppen [UL] und [UM] auf. Das Material ist unter einem teilweise vorhandenen, oberflächennahen Verdichtungshorizontes zumeist (sehr) gering verdichtet bzw. (sehr) locker gelagert. Dementsprechend fiel das Sondiergestänge wiederholt um 0,1 bis 0,2 m durch. Die Auffüllung wurde im Norden an den Ansatzpunkten RKS 1 und RKS 2 bis 0,8 und 1,6 m u. GOK erbohrt (rd. 28,3 und 29,1 m ü. NHN). Im Bereich der südlichen Sondierungen RKS 3 und RKS 4 tritt das Material bis zur Endteufe von 4,0 m u. GOK auf. Es gibt vermutlich die Verfüllung des Schwimmbeckens aus dem Jahr 1924 wieder. In diesem Fall dürften die höheren Partien der Arbeitsraumverfüllung der vorhandenen Techniktrakts und des Schwallbeckens entsprechen, die bis 3,3 und 3,5 m u. GOK reicht (26,5 und 26,7 m ü. NHN). Die unterlagernden kiesigen Sande dürften dann die Verfüllung des alten Schwimmbeckens wiedergeben. Sie sind dort auch durch das Büro Geokom im Jahr 2018 erfasst worden.

Neben der Fläche des geplanten Schwimmbeckens trafen die Sondierungen RKS 1/15 und RKS 2/15 des Jahres 2015 ein Material an, das der Arbeitsraumverfüllung des Beckens von 1924 zugeordnet wird. Es besteht aus zum Teil kiesigen Sanden der Bodengruppen [SE] und [SW], die Mörtelreste als Einzelfunde und in Gehalten von deutlich mehr als 10 Vol.-% führen. An der Basis der Sondierung RKS 2b/15 stellte sich zudem ein breiig-weicher Schluff der Bodengruppe [UL] ein. Das Material wurde dort bis 2,0 und 2,1 m u. GOK erfasst (rd. 28,0 bis 28,1 m ü. NHN). Weiter nach Osten schließt sich eine Auffüllung aus Sanden an, die zum Teil kiesig und schwach humos ausfallen (Bodengruppen [SE], [OH] und [SW]). Ihre Basis liegt zwischen 0,6 und rd. 1,4 m u. GOK (28,6 bis 28,9 m ü. NHN). Dagegen fehlt die Auffüllung an den östlichen Ansatzpunkten RKS 6 und RKS 9.

Der gewachsene Boden setzt mit **Hochflutablagerungen** ein. Sie werden durch wechselnd feinsandige und teils schwach tonige, breiig-weiche bis steife Schluffe sowie durch wechselnd schluffige Fein- und Mittelsanden aufgebaut (Bodengruppen UL, UM, UA, SU* und SU). Sie führen teilweise schwach humose Anteile, so dass sie dann den Bodengruppen OU und OH entsprechen. Die sehr gering verdichteten Gesteine sind auf der Fläche des Technikgebäudes nur im Norden und zwar bis 1,8 sowie 1,9 m u. GOK erbohrt worden (rd. 28,0 bis 28,1 m ü. NHN). Im Bereich des neuen Beckens treten die Hochflutablagerungen bis in Tiefen zwischen 0,95 und 2,10 m u. GOK auf (rd. 27,3 bis 28,7 m ü. NHN).

Zur Tiefe folgen **Terrassenablagerungen**. Ihre höheren Partien werden im Wesentlichen durch enggestufte Sande der Bodengruppe SE gestellt, die im Bereich des geplanten Beckens wiederholt Einzelfunde an Pflanzen- und Holzresten führen. Lediglich die Sondierung RKS 9 erfasste einen schwach humosen Sand der Bodengruppe OH, der bis 0,55 bzw. bis 28,55 m ü. NHN ansteht. Insgesamt treten die enggestuften Sande, die sehr locker bis mitteldicht gelagert sind, bis in Tiefen zwischen 3,6 und 6,6 m u. GOK auf (rd. 22,8 bis 25,8 m ü. NHN). Darunter werden sie durch mitteldicht bis dicht gelagerte, sandig-kiesige Gesteine abgelöst, die zum Teil schwach schluffige Anteile führen (Bodengruppen SW, GW und GU). Im südlichen Abschnitt des geplanten Beckens schalten sich schluffige Feinsande, (stark) feinsandige und z. T. (schwach) tonige Schluffe, sowie Schluff-Sand-Gemische der Bodengruppen UL, UM und SU* ein. Die bindigen Partien lagen in weicher bis halbfester Zustandsform vor. Die gesamte Abfolge tritt bis in Tiefen zwischen 5,7 und 8,5 m u. GOK auf, so dass ihre Basis von rd. 20,9 und 21,5 m ü. NHN im Süden auf rd. 23,3 und 23,5 m ü. NHN im Norden ansteigt.

Darunter stehen geringmächtige **höhere, tonig-schluffige Gesteine** an, denen eine weiche bis halbfeste Konsistenz zugeordnet wird. Sie erstrecken sich im Südosten bis 8,6 m u. GOK bzw. bis 20,75 m ü. NHN und im Nordwesten bis 6,8 m u. GOK bzw. bis rd. 22,9 m ü. NHN.

Hieran schließt sich eine höhere **Schluff-Sand Wechselfolge** an. Die relativ gering verdichteten Gesteine stehen bis in Tiefen zwischen 8,9 und 13,0 m u. GOK an (rd. 16,7 m ü. NHN im Südwesten und 20,8 m ü. NHN im Nordwesten).

Zur Tiefe folgen **tiefere, tonig-schluffige Gesteine**, die überwiegend in halbfester und untergeordnet in steifer Konsistenz vorliegen. Das tonig-schluffige Schichtpaket erreicht Mächtigkeiten zwischen 3,1 und 5,1 m. Die Basis liegt zwischen 14,0 und 16,1 m u. GOK (rd. 13,6 bis 15,7 m ü. NHN).

Den Abschluss der Schichtenfolge bildet eine **tiefere Schluff-Sand-Wechselfolge**, deren bindige Partien den Drucksondierungen zufolge überwiegend in halbfester Konsistenz angetroffen wurden. Die Sande weisen eine vorherrschende lockere Lagerung auf. Höhere Spitzendrücke beschränken sich auf einzelne Schichtpakete, deren Mächtigkeiten jeweils nur eine Größenordnung von bis zu etwa 1 m erreichen.

6.3 Bodenwasserverhältnisse

Mit Hilfe eines Lichtlots konnte die Tiefe der **Grundwasseroberfläche** in einem Teil der Sondierlöcher eingemessen werden. Sie fielen an den übrigen Ansatzpunkten rasch zu, so dass dort die Wassersättigung des Bohrguts herangezogen wurde. Den Lichtlotmessungen zufolge stellten sich am 24.07. und am 08.08.18 Flurabstände zwischen 0,70 und 1,93 m. Hieraus folgen absolute Grundwasserstände von 28,04 bis 28,53 m ü. NHN. Sie liegen unter den Werten von 28,74 bis 28,88 m ü. NHN, die im Jahre 2015 im Bereich des bestehenden Beckens ermittelt wurden.

Das Grundwasser bewegt sich im Wesentlichen in den sandigen und sandig-kiesigen Terrassenablagerungen, die nach Osten auskeilen und nach Westen rasch an Mächtigkeit gewinnen, so dass sie das großräumige, oberste Grundwasserstockwerk bilden.

Um Grundwasserstandsschwankungen zu bestimmen, stehen keine aussagekräftigen, langfristigen Messstellendaten aus der Umgebung des Bauvorhabens zur Verfügung. Großräumige Gleichenkarten des Landesamts für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW geben Grundwasserstände wieder, die zum Teil deutlich über dem Gelände liegen. Daher sind diese Daten, vermutlich aufgrund von Bergsenkungen, zur Beurteilung der langfristigen Verhältnisse nicht heranzuziehen.

Unabhängig hiervon sammeln sich versickernde Niederschläge in und über den gemischtkörnigen, bindigen und organischen Böden als **Stauwässer**.

Vor diesem Hintergrund wird aufgrund der eingemessenen geringen Flurabstände davon ausgegangen, dass sich überlagernde Grund- und Stauwässer in Abhängigkeit von den jahreszeitlichen und den Witterungsverhältnissen bis etwa zur Geländeoberkante aufsteigen.

Angaben zum niedrigsten, in der Vergangenheit aufgetretenen Grundwasserstand sind nicht möglich, da keine langfristigen Messstellendaten zur Verfügung stehen.

6.4 Bodenmechanische Kennwerte

Bodenart (Bodengruppe n. DIN 18196)	Wichte erdfeucht γ [kN/m ³]	Wichte u. Auftrieb γ' [kN/m ³]	Kohäsion c' [kN/m ²]	Reibungs- winkel φ' [°]	Steifemodul E_s [MN/m ²]
Auffüllung	17 – 21	8 – 12	0	20 – 35	3 – 50
organogene und organische Böden	18 – 21	9 – 12	0 – 3	30 – 35	10 – 80
Hochflutablagerungen	19 – 21	9 – 12	0 – 10	20 – 32	3 – 30
Terrassenablagerungen	18 – 22	9 – 13	0 – 5	25 – 37,5	10 – 120
Sandig-schluffige Wechselfolgen	18 - 21	9 - 12	0 – 5	30 – 32	20 – 50
Tonig-schluffige Gesteine	19 – 21	10 – 12	10 – 20	25 – 30	10 - 30

Tabelle 1: Bodenmechanische Kennwerte

6.5 Erdbebeneinwirkungen

Das Bauvorhaben befindet sich außerhalb der Erdbebenzonen, die in der Karte der Erdbebenzonen des Geologischen Dienst NRW (2006) dargestellt sind.

6.6 Homogenbereiche nach DIN 18300

Nach DIN 18300 in der Fassung von August 2015 sind den Böden entsprechend ihrem Zustand vor den Erdarbeiten Homogenbereiche zuzuordnen, die in der folgenden Tabelle (Seite 8) zusammengefasst sind.

Homogenbereich	1	3	4
Bezeichnung	Auffüllung, Tragschicht	Hochflutablagerungen	Terrassenablagerungen
Bodengruppe DIN 18196	[SE], [SW], [GW], [SU], [SU*], [UL], [UM] ^{a)}	UL, UM, UA, OU, OH, SU*, SU ^{a)}	SE, SW, GW, GU, OH, SU* GU, UL, UM
Anteile Steine und Blöcke	- ^{b)}	-	-
Wichte, feucht	17 – 21 kN/m ³	18 – 21 kN/m ²	18 – 22 kN/m ³
Plastizität bindiger Böden	leicht bis mittel plastisch	leicht bis ausgeprägt plastisch	leicht bis mittel plastisch
Konsistenz bindiger Böden	weich bis steif ^{c)}	breiig-weich bis steif ^{c)}	weich bis halbfest ^{c)}
Lagerungsdichte (Bodengruppen SE, SW, GW)	sehr locker bis mitteldicht	-	sehr locker bis dicht
Kohäsion	0 kN/m ²	0 – 10 kN/m ²	0 – 5 kN/m ²
Organische Bestandteile	nicht erbohrt	OU	OH
DIN 18300-2012	Klasse 3- 4 ^{c)}	Klasse 3- 4 ^{c)}	Klasse 3- 4 ^{c)}

Tabelle 2: Homogenbereiche der erbohrten Gesteine nach DIN 18300:2015 im Vergleich mit den Bodenklassen nach DIN 18300:2012

a): Die nichtbindigen, gemischtkörnigen und bindigen Partien werden sich im Zuge von Aushubarbeiten möglicherweise nicht voneinander trennen lassen

b): Es ist nicht auszuschließen, dass die Auffüllung grobstückige Anteile in der Größe von Steinen und Blöcken führt, deren Anteile sich durch die Rammkernsondierungen nicht erfassen lassen.

c): Die gemischtkörnigen bis bindigen Gesteine weichen infolge von Wasserzutritten auf, so dass sie in eine breiige bis flüssige Beschaffenheit übergehen.

6.7 Frostempfindlichkeit

Gestein	DIN 18196	ZTVE-StB
Auffüllung	[SE], [SW], [GW], [SU], [SU*], [UL], [UM]	F1 - F3 (nicht bis sehr frostempfindlich)
Hochflutablagerungen	UL, UM, UA, OU, SU*, SU	überwiegend F3 (sehr frostempfindlich)
Terrassenablagerungen	- SE, SW, GW, OH, GU - zur Tiefe: UL, UM, SU*	- im Wesentlichen F1 (nicht frostempfindlich) - F3 (sehr frostempfindlich)

Tabelle 3: Frostempfindlichkeit der Gesteine nach ZTVE-StB

6.8 Ergebnisse der chemischen Analysen

Um anfallenden Bodenaushub beurteilen zu können, erfolgten 4 chemische Analysen nach LAGA entsprechend Tabelle 4. Die Mischprobe MP 1 gibt die erbohrten höheren Auffüllungspartien auf der Fläche des Technikgebäudes wieder. Im Bereich des geplanten Schwimmbeckens wurden die Auffüllungsproben zur Mischprobe MP 2 zusammengefasst. Die Proben des natürlich gewachsenen Bodens, die unterhalb der Auffüllung entnommen wurden, geben die Mischprobe MP 3 wieder. Dagegen setzt sich die Mischprobe MP 4 aus dem natürlich anstehenden Gestein zusammen, das direkt unter dem Oberboden einsetzt.

An den Proben nahm das Labor Biomar GmbH chemische LAGA-Analysen nach TR Boden in der Originalsubstanz und im Eluat vor.

Proben	Mischprobe	Analyse
P 1.1, P 1.2, P 2.1, P 3.1, P 3.2, P 4.1, P 4.2	MP 1	nach LAGA TR Boden, 2004, in der Originalsubstanz (Tabelle II.1.2-2) und im Eluat (Tabelle II.1.2-3)
P 5.1, P 5.2, P 7.1, P 8.1	MP 2	
P 5.3, P 7.2, P 8.2	MP 3	
P 6.1, P 9.1	MP 4	

Tabelle 4: Übersicht über die Proben der chemischen Analysen

Die Probennahmenprotokolle und das Labordatenblatt sind im Anhang enthalten. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 5 (Seite 10) den Zuordnungswerten nach LAGA (1997) gegenübergestellt.

Demnach wurden an den Mischproben MP 1 und MP 2, die aus der Auffüllung im Bereich des geplanten Technikgebäudes und des Schwimmbeckens stammen, keine Auffälligkeiten festgestellt. Dies gilt auch für die Mischprobe MP 3. Sie ist dem natürlich gewachsenen Boden entnommen worden, der im Bereich des Schwimmbeckens unter der Auffüllung folgt. Demnach sind diese Proben MP 1 bis MP 3 in die LAGA-Klasse Z0 zu stellen.

Die Mischprobe MP 4 stammt aus dem östlichen Bereich des geplanten Beckens, in dem natürlich gewachsener Boden unmittelbar unter dem Oberboden ansteht. Im Eluat ergaben sich erhöhte Konzentrationen von Sulfat (77,1 mg/l) und von Zink (130 mg/l). Daher ergibt sich eine Einstufung in die LAGA-Klasse Z1.2. Dieses Ergebnis lässt sich überprüfen, indem repräsentative Proben aus Baggerschürfen oder des Bodenaushubs untersucht werden.

Originalsubstanz

Parameter	Einheit	Messwerte				Zuordnungswerte			
		MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	LAGA Z0	LAGA Z1.1	LAGA Z1.2	LAGA Z2
TOC	Masse-%	0,54	0,92	0,98	1,4	-	-	-	-
Cyanid, ges.	mg/kg	< 0,1	0,1	0,13	0,12	1	10	30	100
EOX	mg/kg	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	1	3	10	15
Kohlenwasserstoffe	mg/kg	< 50	< 50	< 50	< 50	100	300	500	1000
Summe PAK (EPA)	mg/kg	0,42	0,32	n.n.	0,86	1	5 ¹⁾	15 ²⁾	20
Summe PCB	mg/kg	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	0,02	0,1	0,5	1
Summe BTEX	mg/kg	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	< 1	1	3	5
Summe LHKW	mg/kg	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	< 1	1	3	5
Arsen	mg/kg	6,3	4,4	3	6,4	20	30	50	150
Blei	mg/kg	9,9	12,9	7,2	21	100	200	300	1000
Cadmium	mg/kg	0,11	0,23	0,19	0,36	0,6	1,0	3,0	10,0
Chrom	mg/kg	11,9	12,2	13,9	11,7	50	100	200	600
Kupfer	mg/kg	6,7	7,2	5,3	37,2	40	100	200	600
Nickel	mg/kg	6,2	6	7,7	6,9	40	100	200	600
Quecksilber	mg/kg	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,3	1,0	3,0	10,0
Thallium	mg/kg	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	0,5	1,0	3,0	10,0
Zink	mg/kg	49,4	69,3	53,6	80,4	120	300	500	1500

1) Einzelwerte für Naphtalin und Bezo(a)pyren jeweils kleiner als 0,5

2) Einzelwerte für Naphtalin und Bezo(a)pyren jeweils kleiner 1,0

Naphtalin: MP 1 - MP 4 < 0,1; Bezo(a)pyren: MP 1 = 0,04 mg/kg, MP 2 = 0,03 mg/kg, MP 3 < 0,01 mg/kg, MP 4 = 0,06 mg/kg

Eluatuntersuchung

Parameter	Einheit	Messwerte				Zuordnungswerte			
		MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	LAGA Z0	LAGA Z1.1	LAGA Z1.2	LAGA Z2
pH-Wert		7,8	7,8	7,8	7,2	6,5 - 9		6,0 - 12	5,5 - 12
el. Leitfähigkeit	µS/cm	98	91	164	212	500	500	1000	1500
Chlorid	mg/l	< 1	< 1	< 1	< 1	10	10	20	30
Sulfat	mg/l	8,9	< 5	24,4	77,1	50	50	100	150
Cyanid, ges.	µg/l	< 5	< 5	< 5	< 5	< 10	10	50	100
Phenolindex, wdf.	µg/l	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	10	50	100
Arsen	µg/l	10	< 10	< 10	< 10	10	10	40	60
Blei	µg/l	< 10	10	< 10	< 10	20	40	100	200
Cadmium	µg/l	< 1	< 1	< 1	< 1	2,0	2,0	5,0	10,0
Chrom	µg/l	< 5	< 5	< 5	< 5	15	30	75	150
Kupfer	µg/l	< 10	< 10	< 10	< 10	50	50	150	300
Nickel	µg/l	< 10	< 10	< 10	< 10	40	50	150	200
Quecksilber	µg/l	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	0,2	0,2	1,0	2,0
Zink	µg/l	< 50	< 50	< 50	130	100	100	300	600

n.n.: nicht nachweisbar

	Z0 eingehalten (uneingeschränkter Einbau)
	Z1.1 eingehalten
	Z1.2 eingehalten (eingeschränkter offener Einbau)
	Z2 eingehalten (eingeschränkter Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen)
	Z2 überschritten (Einbau/Ab Lagerung in Deponien)

Tabelle 5: Analysenergebnisse der Feststoff- und Eluatuntersuchung nach LAGA TR Boden (2004) an den Proben MP 1 und MP 2 (Auffüllung) sowie MP3 und MP 4 (natürlich gewachsener Boden) im Vergleich mit den Zuordnungswerten für Boden nach LAGA (1997)

6.9 Betonaggressivität des Grundwassers

Um die Betonaggressivität des Grundwassers zu beurteilen, untersuchte das Labor Biomar GmbH die Grundwasserprobe P GW 1 nach DIN 4030. Das Ergebnis ist im Datenblatt des Labors enthalten (s. Anhang) und in der folgenden Tabelle im Vergleich mit den Expositionsklassen nach DIN EN 206-1 zusammengefasst. Demnach ergeben sich keine Hinweise auf eine chemisch angreifende Umgebung.

Probe	pH-Wert	CO ₂ angreifend [mg/l]	Ammonium [mg/l]	Magnesium [mg/l]	Sulfat [mg/l]
P GW 1	7,0	2,2	0,93	8,8	48,7
Expositionsklasse XA 1	≤ 6,5	≥ 15,0	≥ 15,0	≥ 300,0	≥ 200,0
Expositionsklasse XA 2	≤ 5,5	> 40,0	> 30,0	> 1.000,0	> 600,0
Expositionsklasse XA 3	≤ 4,5	> 100	> 60,0	> 3.000,0	> 3.000,0

Tabelle 6: Betonaggressivität der Probe P GW 1 im Vergleich zu den Expositionsklassen nach DIN EN 206-1

7 Schlussfolgerungen zum neuen Schwimmbecken

7.1 Hinweise zur Gründung

Das geplante Folienbecken wird im Norden einen Schwimmer- und im Süden einen Nichtschwimmerbereich erhalten. Das Büro Krieger Architekten übermittelte am 24.08.18 die folgenden Höhen des geplanten Beckens mit:

- Wasseroberfläche: 29,40 m ü. NHN
- Sohloberkante Schwimmerbereich: 27,36 m ü. NHN
- Sohlunterkante Schwimmerbereich: 26,96 m ü. NHN
- Sohloberkante Nichtschwimmerbereich: 28,11 m ü. NHN
- Sohlunterkante Nichtschwimmerbereich: 27,71 m ü. NHN

Demnach befindet sich die Gründungsebene des Nichtschwimmerbereichs untergeordnet im Niveau der Hochflutablagerungen, die in erbohrten Stärken von bis zu 0,4 m unter der Beckensohle verbleiben. Diese Gesteine können gering tragfähige, bindige und humose Partien führen, die keinen geeigneten Baugrund darstellen.

Größtenteils stehen unter der Beckensohle die nichtbindigen Terrassenablagerungen an. Darin herrschen enggestufte Sande vor, die unter dem Becken in einer sehr lockeren bis mitteldichten

Lagerung einsetzen. Sie werden zur Tiefe von sandig-kiesigen Ablagerungen abgelöst, in die bereichsweise gemischtkörnige bis bindige Lagen eingeschaltet sind. In den Terrassengesteinen sind tiefreichende, humose und torfführende Partien offenbar auf den Bereich der südwestlich gelegenen Umkleidekabinen und den westlichen Abschnitt des vorhandenen Beckens beschränkt. Diese Gesteine treten auf der Fläche des geplanten Beckens oberhalb der Beckensohlen auf, während unter den geplanten Gründungsebenen lediglich Einzelfunde an Pflanzen- und Holzresten erfasst worden sind.

Die Terrassenablagerungen reichen bis in Höhen zwischen 20,9 und 23,5 m ü. NHN, so dass sie unter dem Becken in Stärken von ca. 3,5 bis 6,8 m anstehen. Darunter folgen tonig-schluffige und schluffig-sandige Gesteine, die bis zu den Endteufen der Drucksondierungen durchhalten.

Das Büro Krieger und der Statiker, Herr Voit, haben eine **Pfahlgründung** in Erwägung gezogen. Nach Mitteilung von Herrn Voit muss pro Pfahl eine vorläufig und überschlägig abgeschätzte, charakteristische Last von bis zu 700 kN abgetragen werden. Darüber hinaus sind Zuglasten zu berücksichtigen, da sich das Schwimmbecken im Grundwasserbereich befindet.

Laut einem Grundriss von Herrn Voit sollen die Lasten über Pfähle mit einem Durchmesser von 1,2 m abgetragen werden. Daher wird eine Bohrpfahlgründung betrachtet. Sie kann laut den Empfehlungen des Arbeitskreises Pfähle (EA Pfähle) anhand von Erfahrungswerten beurteilt werden. Voraussetzung ist, dass sich ein Spitzenwiderstand der Drucksonde von $q_c > 7,5 \text{ MN/m}^2$ in nicht-bindigen Böden bzw. eine undrained Scherfestigkeit $c_u \geq 60 \text{ kN/m}^2$ in bindigen Böden einstellt, die eine Mächtigkeit von zumindest 2,5 m aufweisen. In diesem Fall lässt sich den Pfählen eine Mantelreibung zuordnen. Sofern auch unter dem Pfahlfuß eine Schicht mit $q_c \geq 7,5 \text{ MN/m}^2$ bzw. mit $c_u \geq 100 \text{ kN/m}^2$ in ausreichender Stärke auftritt, lässt sich nach EA Pfähle zudem der Pfahlspitzenwiderstand in Rechnung stellen.

Die Pfahlgründung kann insbesondere anhand der Drucksondierungen CPT 5 bis CPT 9 beurteilt werden, deren Ergebnisse in den Anlagen 5 bis 6 enthalten sind. Die Sondierungen geben unter gering verdichteten Sanden in vornehmlich sandig-kiesigen Terrassengesteinen relativ hohe Spitzenwiderstände $q_c \geq 7,5 \text{ MN/m}^2$ wieder. Sie treten in einzelnen Schichtpaketen auf, die über wechselnde Tiefen zwischen 2,1 und 9,3 m u. GOK verteilt sind.

Die gut verdichteten Schichten stehen in geringen Stärken an, die im zentralen Bereich des Beckens am Ansatzpunkt CPT 7 lediglich 1,0 m erreichen und nach Norden zu den Sondierungen CPT 5 und CPT 6 auf 2,6 m anwachsen. Daher wird davon ausgegangen, dass die erforderliche

Schichtmächtigkeit von zumindest 2,5 m im nördlichen Teil des Beckens bereichsweise nicht gegeben ist. Lediglich im südlichen Bereich liegt eine Gesamtstärke von bis zu 3,9 m vor.

Zwischen den gut verdichteten Schichten stellen sich gering tragfähige Lagen ein, die mittlere Sondenspitzenwiderstände $q_c < 1,0 \text{ MN/m}^2$ wiedergeben. Ihren bindigen Partien wird eine undrained Scherfestigkeit $c_u \leq 20 \text{ kN/m}^2$ zugeordnet. Daher kann sich eine negative Mantelreibung einstellen, wenn die überlagernden Partien in den Lastabtrag einbezogen werden. Die Mächtigkeit der tragenden Schichtpakete ist somit um die Partien oberhalb der gering tragfähigen Lagen zu reduzieren. Diese stellen sich auch an der Basis der gut verdichteten Terrassenablagerungen ein, so dass ein Durchstanzen der Pfähle nicht auszuschließen ist. Daher kann auch ein Spitzendruck unter dem Pfahlfuß nicht in Rechnung gestellt werden. Unter diesen Gesichtspunkten stellen die Terrassenablagerungen keinen ausreichend tragfähigen Pfahlbaugrund dar.

In der tieferen, sandig-schluffigen Wechselfolge fallen die Spitzenwiderstände der Drucksondierungen insgesamt gering aus. Sie sind für einen Lastabtrag über Pfähle ebenfalls nicht heranzuziehen.

Darunter folgen schluffig-tonige Gesteine, die zwischen rd. 11 und 16 m u. GOK anstehen. Ihnen wird in der Anlage 5 über eine Stärke von 3 m eine halbfeste Konsistenz zugeordnet. Für diese bindigen Böden kann nach EA Pfähle eine Mantelreibung in Rechnung gestellt werden, wenn die undrained Scherfestigkeit $c_u \geq 60 \text{ kN/m}^2$ beträgt. Allerdings weist auch dieser Horizont bereichsweise relativ geringe, mittlere Spitzenwiderstände auf. Sie gehen am Ansatzpunkt CPT 5 auf Werte $q_c < 2,0 \text{ MN/m}^2$ zurück, so dass die Gesteine Erfahrungswerten zufolge die o. g. undrained Scherfestigkeit unterschreiten und eine Mantelreibung nicht in Ansatz gebracht werden kann.

In der tieferen sandig-schluffigen Wechselfolge sind nichtbindige Partien überwiegend locker gelagert. Relativ hohe Spitzenwiderstände von $q_c > 7,5 \text{ MN/m}^2$ bzw. Gesteine mit einer halbfesten Konsistenz sind nur in einzelnen Abschnitten gegeben. Sie erreichen aber bis zu den Sondierertiefen von bis zu rd. 27 m u. GOK jeweils nur geringe Stärken, so dass sich lediglich die Mantelreibung für einzelne Intervalle in Ansatz bringen lässt.

Unter diesen Verhältnissen fallen tragfähige Schichten so geringmächtig aus, dass die o. g. Last von 700 kN pro Pfahl nicht mit einer ausreichenden Sicherheit abgetragen wird. Diese Schlussfolgerung bezieht sich auf eine Betrachtung der einzelnen Schichten. Es ist aber nicht auszuschließen, dass sich deren Tragfähigkeit insgesamt günstig überlagert und vergleichsweise hohe Pfahllasten aufgenommen werden können. Um sie festzulegen, sind Probelastungen zu empfehlen. In diesem Fall ist aber davon auszugehen, dass Pfähle bis in Tiefen $\geq 16 \text{ m}$ unter Gelände reichen müssen.

Den Sondierungen zufolge befindet sich die Beckensohle größtenteils in nichtbindigen Gesteinen. Gering tragfähige Partien sind unter den Gründungsebenen nur in geringen Stärken erfasst worden, so dass sich solche Gesteine ohne großen zusätzlichen Mehraufwand ausheben lassen. Unter diesen Voraussetzungen ist eine **Gründung über eine tragende Bodenplatte** überschlägig beurteilt worden. Es wird vorausgesetzt, dass sie einer zumindest 0,3 m starken Tragschicht aufliegt. Die Abmessung und die Untergliederung des Beckens sind dem Plan „Becken, Schnitte AA-BB“ des Büros Krieger zum Stand vom 13.06.18 entnommen worden. Ferner wurden die vorhandenen charakteristischen Pressungen einer 0,4 m starken Bodenplatte, die Herr Voit anhand eines älteren Planungsstands zusammengestellt hat, den nun vorgesehenen Beckenbereichen zugeordnet. Auf dieser Basis erfolgte eine Setzungsberechnung, mit deren Hilfe sich die Bettungsziffer bestimmen ließ. Demnach werden vorhandene Pressungen zwischen 29,0 und 63,5 kN/m² Setzungen von weniger als 0,5 cm hervorrufen. Die Bettungsziffern belaufen sich auf:

- Bodenplatten Schwimmer- und Nichtschwimmerbereich: 40 MN/m³
- Wände Schwimmerbereich: 25 MN/m³
- Wände Nichtschwimmerbereich: 35 MN/m³

Diese Angaben dienen der Orientierung, da die Lasten noch nicht abschließend bestimmt sind. Sobald sie vorliegen, können die genannten Setzungsbeträge und die Bettungsziffer überprüft werden. In diesem Rahmen ist auch die Stärke der Tragschicht abschließend festzulegen.

Eine Gründung über eine tragende Bodenplatte setzt voraus, dass die unterlagernden Gesteine den Sondierungen entsprechend im Wesentlichen nichtbindig ausfallen. Anderenfalls müssen etwaige tief reichende, humose und torfführende Einschaltungen zusätzlich entfernt werden. Solche Partien können unter Umständen als engbegrenzte, aber mächtige, rinnenförmige Ablagerungen auftreten. In diesem Fall sind nicht nur die Erdarbeiten, sondern auch die Wasserhaltung mit einem Mehraufwand verbunden (s. a. Abschn. 7.2).

Sollen die hiermit einhergehenden Risiken ausgeschlossen werden, kann eine **Rüttelstopfverdichtung** zur Bodenverbesserung vorgenommen werden. Sie ist bereits für die Gründung der Umkleieräume realisiert worden. Im Jahr 2015 hat die Keller Grundbau GmbH für den Bereich des bestehenden Beckens die Kosten einer Rüttelstopfverdichtung zusammengestellt. Da die Böden auf dem nun geplanten Standort zumindest nicht ungünstiger ausfallen, wird davon ausgegangen werden, dass das Verfahren auch für das nun geplante Bauvorhaben anzuwenden ist. In diesem Fall ist die Rüttelstopfverdichtung mit dem Spezialtiefbauunternehmen abzustimmen.

Grund- und Stauwässer überlagern sich zeitweise derart, dass sie bis zur zukünftigen Geländeoberkante aufsteigen. Daher ist eine entsprechende Auftriebssicherung zu berücksichtigen.

7.2 Hinweise zu den Erdarbeiten

Bodenaushub: Auf der Fläche des Schwimmbeckens ist zunächst der Oberboden zu entfernen, der in Stärken von 0,2 bis 0,3 m erbohrt worden ist. Ein Mehr- oder Minderabtrag ist aufgrund von etwaigen nicht erfassten Mächtigkeitsschwankungen einzuplanen.

Zur Tiefe wird bereichsweise eine Auffüllung ausgehoben, die im westlichen Beckenbereich bis 1,3 und 1,35 m u. GOK erbohrt worden ist und nach Osten auskeilt. Das Material, das sich im Beckenbereich aus geogenen Bestandteilen zusammensetzt, ist der chemischen Analyse zufolge der LAGA-Klasse Z0 zuzuordnen. Es ist nicht auszuschließen, dass die Zusammensetzung der gesamten Auffüllung starken Schwankungen unterworfen sein kann, so dass sich über die Wiederverwendung des Bodenaushubs letztendlich erst im Zuge der Erdarbeiten entscheiden lässt.

Anfallender Aushub des natürlich gewachsenen Bodens entspricht den chemischen Analysen zufolge den LAGA-Klassen Z0 und Z1.2 (s. Abschn. 6.8). Sofern sich die LAGA-Klasse Z1.2 im Zuge einer ergänzenden Analytik bestätigt, lässt sich das entsprechende Gestein vor Ort nicht wieder einbauen, da kein ausreichender Abstand zum Grundwasser von mehr als 1,0 m gegeben ist.

Sowohl im Schwimmer- als auch im Nichtschwimmerbereich sind die Hochflutablagerungen auszuschachten. Sie bestehen aus bindigen, weichen bis steifen Böden sowie aus nichtbindigen und gemischtkörnigen Sanden. Darin sind untergeordnet schwach humose Partien eingeschaltet. Unter bodenmechanischen Gesichtspunkten sind nur die nichtbindigen Partien für einen Wiedereinbau unter befestigten Flächen oder als Arbeitsraumverfüllung geeignet, sofern sie sich von den übrigen Böden abtrennen lassen.

Im Schwimmerbereich werden im Wesentlichen Terrassensande ausgehoben, die den Rammkernsondierungen zufolge in einer durchschnittlichen Stärke von rd. 1 m anfallen. Sofern Gesteine der LAGA-Klasse Z0, den vorliegenden Ergebnissen entsprechend, in die Bodengruppe SE gestellt werden können, sind sie zum Wiedereinbau unter befestigten Außenflächen und als Arbeitsraumverfüllung geeignet.

Böschungen: Die Bodenplatte des Schwimmbeckens reicht nach Abschnitt 7.1 bis 26,96 und 27,71 m ü. NHN. Einschließlich einer 5 cm starken Sauberkeits- und einer zumindest 0,3 m starken Tragschicht ergeben sich Ausschachtungssohlhöhen von 26,61 und 27,36 m ü. NHN. Aus derzeiti-

gen Geländehöhen zwischen 29,2 m ü. NHN im Osten und 30,1 m ü. NHN im Westen folgen überschlägig abgeschätzte Ausschachtungstiefen von 1,8 bis 3,5 m u. GOK. Es wird empfohlen, Böschungen einer offenen Baugrube unter folgenden Neigungen anzulegen:

- bis 2,5 m Tiefe: 50°
- bis 3,0 m Tiefe: 45°
- bis 3,5 m Tiefe: 40°

Im Niveau gering tragfähiger Gesteine, die bereichsweise eingeschaltet sind, müssen Böschungsabflachungen eingeplant werden. Bei fehlendem Flächenangebot wird ein Verbau notwendig.

Wasserhaltung: Im Zuge der Erdarbeiten kann das Grundwasser in den niedrig gelegenen Geländeabschnitten bis zur Geländeoberkante und somit zumindest bis 29,2 m ü. NHN aufsteigen. Da keine Angaben über langfristige Grundwasserstandsschwankungen zur Verfügung stehen, wird den folgenden Betrachtungen konservativ der niedrigste, in den Sondierungen erfasste Grundwasserstand von 28,0 m ü. NHN zugrunde gelegt. Unter diesen Verhältnissen wird eine Bauwasserhaltung erforderlich, um das Grundwasser zumindest 0,5 m unter Ausschachtungssohle zu halten. Hieraus folgen Absenkziele von rd. 26,1 m ü. NHN im Schwimmbereich und von rd. 26,9 m ü. NHN im Nichtschwimmbereich. In den höheren zu entwässernden Partien sind gemischtkörnige bis bindige und humose Partien zu erwarten, so dass eine Vakuumwasserhaltung einzuplanen ist.

Eine Berechnung der Wasserhaltung ist durch oder in Abstimmung mit einem Spezialtiefbauunternehmen vorzunehmen, wenn Angaben zum Absenkverfahren und zur -anlage vorliegen. Daher wird die Reichweite einer Absenkung vorab nach Sichardt überschlägig abgeschätzt. Zu diesem Zweck wird ein niedrigster Grundwasserstand von 28,0 m ü. NHN betrachtet, so dass im Wesentlichen die Terrassensande entwässern sind. Ihnen wird eine Durchlässigkeit von $k = 2 \times 10^{-4}$ m/s zugeordnet. Das Absenkziel liegt im Schwimmbereich um rd. 1,9 m tiefer. Hieraus folgt eine Reichweite von etwa 80 m. Falls im entsprechenden Umkreis der niedrigste Grundwasserstand unterschritten wird, können sich dort Setzungen einstellen. Sie sind in nichtbindigen Gesteinen in der Regel von zu vernachlässigender Bedeutung. Sofern allerdings z. B. humose und bindige Gesteine mit hohem Wassergehalten, die unter dem niedrigsten Grundwasserstand anstehen, durch die Absenkung entwässert werden, sind Auswirkungen auf bestehende Bauwerke nicht auszuschließen. Die Reichweite kann sich vergrößern, wenn tief reichende gering tragfähige Böden größere als die o. g. Aushubtiefen erfordern. Belastbare Angaben zur Reichweite bleiben einer Absenkungsberechnung vorbehalten.

Alternativ besteht die Möglichkeit, die Baugrube wasserdicht zu umschließen. Es ist zu prüfen, ob es ausreicht, Spundwände bis in die bis in die schluffig-sandige Wechselfolge zu führen, die unter den Terrassenablagerungen zwischen 5,7 und 8,9 m u. GOK einsetzt. Anderenfalls lässt sich die Umschließung bis in die tieferen, tonig-schluffigen Gesteine führen, die ab Tiefen von 8,9 bis 13,0 m u. GOK erfasst worden sind.

Unabhängig von diesen Verhältnissen können im Zuge der Erdarbeiten Stauwässer angeschnitten werden, die durch eine offene Wasserhaltung beherrschbar sind.

Herstellung der Ausschachtungssohle: Es wird empfohlen, unter der Gründung eine zumindest 0,3 m starke Tragschicht einzubauen. Hierdurch wird ein ausreichend standfestes Arbeitsplanum sowohl für eine Rüttelstopfverdichtung als auch für eine konventionelle Flachgründung geschaffen. Sofern eine Rüttelstopfverdichtung vorgenommen wird, sind die Stärke und die Verdichtung der Tragschicht abschließend mit dem ausführenden Unternehmen abzustimmen.

Im Rahmen einer konventionellen Flachgründung sind in der Ausschachtungssohle die nichtbindigen Terrassensande freizulegen. Im Aushubziel sind bereichsweise gering tragfähige Einschaltungen zu erwarten, die in Stärken von wenigen dm unter dem Aushubziel zusätzlich ausgehoben werden müssen.

Allerdings ist nicht auszuschließen, dass auch tiefer reichende, gering tragfähige Böden auftreten, die z. B. aus Ablagerungen ehemaliger, mäandrierender Wasserläufe entstanden sind. In diesem Fall wird ein Mehraushub notwendig, um die entsprechenden Gesteine zu ersetzen. Die Verbreitung und die Tiefe solcher ggf. vorhandenen Partien lassen sich zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht einschätzen. Auch werden Baggerschürfe, die vor Beginn der Baumaßnahme im Schutz einer Wasserhaltung erfolgen können, keine gesicherten Ergebnisse liefern, da sich rinnenförmige Einschaltungen von Bachablagerungen letztendlich erst dann vollständig zeigen, wenn die gesamte Baugrube ausgehoben worden ist.

Gering tragfähige Gesteine müssen im Spannungsausbreitungsbereich der Gründung gegen ein nichtbindiges Material ausgetauscht werden. Als Tragschicht sind Sand-Kies-Gemische (z. B. der Körnung 0/32 mm) oder Schotter (z. B. 0/45 mm) geeignet. Die Verwendung von RCL-Material ist im Grundwasserstandsschwankungsbereich nicht zulässig. Ggf. kann bei größeren Aushubtiefen unter der Tragschicht auch nichtbindiger Bodenaushub wieder eingebaut werden, sofern sich auf seiner Oberkante ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ nachweisen lässt. Auf der Oberkante der Tragschicht ist voraussichtlich ein Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 100 \text{ MN/m}^2$ erforderlich. Er lässt sich

abschließend festlegen, wenn verbindliche Angaben zu den Lasten des Schwimmbeckens vorliegen.

8 Schlussfolgerungen zur Gründung des Technikgebäudes

Das nicht unterkellerte Technikgebäude wird laut einer Schnittdarstellung des Büros Krieger zum Stand vom 12.07.18 eine Erdgeschossfußbodenhöhe von 29,95 m ü. NHN erhalten. Das zukünftige Gelände soll demnach in Höhen von rd. 29,72 und 29,88 m ü. NHN liegen.

Unmittelbar südlich des Gebäudes befinden sich ein Techniktrakt und ein Schwallbecken, die in das Schwimmbecken des Jahres 1924 eingelassen worden sind. Hieran schließen sich auf der Fläche des Bauvorhabens nach Norden die folgenden bestehenden Bereiche an:

- Die Verfüllung des Beckens aus dem Jahre 1924, die durch die Sondierungen RKS 3 und RKS 4 erfasst worden ist,
- die Außenwand des Beckens aus dem Jahr 1924, die bis etwa 5,5 m unter Gelände reicht,
- die Arbeitsraumverfüllung dieses Beckens,
- eine Auffüllung, die im Norden des Bauvorhabens durch die Sondierungen RKS 1 und RKS 2 erbohrt worden ist.

Den Sondierungen RKS 3 und RKS 4 zufolge (s. Anl. 2) ist die Beckenverfüllung bis 3,3 und 3,5 m u. GOK sehr inhomogen zusammengesetzt und sehr gering verdichtet, so dass sie für einen Lastabtrag nicht geeignet ist. Ggf. kann die neue Bodenplatte in diesem Bereich auskragen.

Die Sohlhöhe der Beckenaußenwand wird überschlägig mit 24,6 m ü. NHN abgeschätzt. Sie reicht demnach bis in die nichtbindigen Terrassenablagerungen. Daher lässt sich in Erwägung ziehen, Lasten über die Wand abzutragen, sofern sie eine ausreichende, innere Standsicherheit besitzt und belastbare Angaben über die Fundamentabmessungen sowie über ihre Sohlhöhe vorliegen.

Die nach Norden folgende Arbeitsraumverfüllung des alten Schwimmbeckens ist auf der Fläche des Bauvorhabens nicht erbohrt worden. Aus den benachbarten Sondierungen des Jahres 2015 lässt sich lediglich ableiten, dass das Material sehr gering verdichtet ist, so dass die Rammsonde wiederholt durchfiel. Es wird davon ausgegangen, dass die Arbeitsraumverfüllung neben der Beckenaußenwand ebenfalls bis 24,6 m ü. NHN bzw. bis in die Terrassenablagerungen reicht. Aufgrund der großen Tiefenerstreckung des aufgefüllten Materials lässt sich zwar eine Rüttelstopfverdichtung in Erwägung ziehen, die neben der Beckenwand und den anschließenden unterirdischen Bauwerken aber wegen der zu erwartenden Erschütterungen vermutlich problematisch und mit dem Spezialtiefbauunternehmen abzustimmen ist.

Alternativ besteht die Möglichkeit, die Lasten dieses Abschnitts in die Terrassenablagerungen über Brunnen abzutragen. Hierbei werden Schachtringe in den Boden eingelassen und später mit Magerbeton verfüllt. Um eine tief reichende Grundwasserhaltung zu vermeiden, können die Brunnen abgesenkt werden, indem der Boden innerhalb eines Rings mit Hilfe eines Baggergreifers ausgehoben wird. Voraussetzung bei einer Ausschachtung unter Grundwasser ist, dass sich während des Absenkvorgangs keine grobstückigen Hindernisse einstellen.

Die Brunnen müssen neben der Beckenwand zumindest 0,5 m in tragfähiges Gestein einbinden. Bei einer Geländehöhe von 29,9 m ü. NHN folgt eine Brunnentiefe von zumindest 5,8 m u. GOK. Wird darüber ein Balkenrost hergestellt, der bis 0,8 m unter Gelände reicht, so ergibt sich eine Brunnenlänge von 5 m. Hierdurch wird erfahrungsgemäß die Grenze der technischen und wirtschaftlichen Machbarkeit dieses Gründungsverfahrens erreicht. Falls es dennoch angewendet werden soll, wird empfohlen, den zulässigen Sohldruck und die Setzungen von Brunnen anhand von ergänzenden Rammkern- und Rammsondierungen festlegen zu lassen.

Im Norden des Bauvorhabens trafen die Sondierungen RKS/DPH 1 und RKS/DPH 2 eine ausschließlich geogen zusammengesetzte und sehr geringverdichtete Auffüllung an. Sie ist dort bis 0,8 und 1,6 m u. GOK erfasst worden (28,3 und 29,1 m ü. NHN). Darunter folgen Hochflutablagerungen, an deren Basis breiig-weiche Schluffe auftraten, die ebenfalls für einen Lastabtrag nicht geeignet sind. Diese Gesteine stehen bis 1,8 und 1,9 m u. GOK an (28,0 und 28,1 m ü. NHN). Die mitteldicht gelagerten Terrassensande stellen einen geeigneten Baugrund dar. Um einen Bodenaustausch und eine vergleichsweise tiefe Grundwasserabsenkung zu vermeiden, empfiehlt sich für diesen Abschnitt die bereits angesprochene Brunnengründung, die 0,5 m in die Terrassensande einbinden bzw. bis 27,5 m ü. NHN reichen muss.

Für den nördlichen Abschnitt des Bauvorhabens ist unter diesen Voraussetzungen die zulässige Belastung der Brunnen nach DIN 1054-2010 für die Bemessungssituation BS-P beurteilt worden. Es erfolgte eine Grundbruchberechnung für einen lotrechten und mittigen Lastangriff nach DIN 4017. Demnach ergibt sich für Brunnen mit Durchmessern von 1,0 bis 1,5 m, die zumindest bis 27,5 m ü. NHN reichen, der folgende Bemessungswert Sohldrucks $\sigma_{R,d}$ von:

$$\sigma_{R,d} = 700 \text{ kN/m}^2$$

Das Eigengewicht der Brunnen ist bereits berücksichtigt. Bei einem ausmittigen Lastangriff ist auf die Ersatzfläche nach DIN 1054 umzurechnen. Der angegebene Sohldruck ruft überschlägig abgeschätzte Setzungen von 0,8 bis 1,5 cm hervor. Die tatsächlich zu erwartenden Setzungsbeträge können mitgeteilt werden, wenn Lastangaben vorliegen.

Weitergehende Hinweise auch zu den Erdarbeiten können mitgeteilt werden, wenn über eine Gründungskonzeption entschieden ist.

Dinslaken, den 10.09.18

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'T. Böcke'. The signature is written in a cursive style with a tilde symbol over the 'ö'.

(Dr. Torsten Böcke, Dipl.-Geol.)

Anhang:
Probennahmeprotokolle
Datenblätter des chemischen Labors

Protokoll über die Entnahme der Feststoffprobe MP 1

Ausführendes Unternehmen	Büro Dr. Torsten Böcke Thyssenstraße 123 – 125 46535 Dinslaken
Projekt:	BV Freibad Dinslaken-Hiesfeld
Proj.-Nr.	i 2643
Probenehmer:	R. Bsteh
Probenahmedatum:	24.07.18 / 07.08.18
Witterung:	29°C, sonnig
Probenahmestelle:	RKS 1., RKS 2, RKS 3, RKS 4
Probenbezeichnung:	P 1.1, P 1.2, P 2.1, P 3.1, P 3.2, P 4.1, P 4.2
Mischprobe Anzahl der Einzelproben	7
Entnahmeart:	Rammkernsondierung
Entnahmetiefe:	0,0 – 1,6 m
Zusammensetzung laut Bodenansprache	Auffüllung (Sand, schluffig, kiesig, Schluff, stark feinsandig, Kies, sandig)
Farbe:	Braun, beige braun
Geruch:	-
Probenbehälter:	7 x 1,0 l PP-Behälter
Probentransport, -lagerung:	Kühlung 4°C
Chemisches Labor:	Biomar GmbH, Gladbeck
Bemerkungen:	-

Dinslaken, den 07.08.18



Protokoll über die Entnahme der Feststoffprobe MP 2

Ausführendes Unternehmen	Büro Dr. Torsten Böcke Thyssenstraße 123 – 125 46535 Dinslaken
Projekt:	BV Freibad Dinslaken-Hiesfeld
Proj.-Nr.	i 2643
Probenehmer:	R. Bsteh
Probenahmedatum:	24.07.18
Witterung:	29°C, sonnig
Probenahmestelle:	RKS 5., RKS 7, RKS 8
Probenbezeichnung:	P 5.1, P 5.2, P 7.1, P 8.1
Mischprobe Anzahl der Einzelproben	4
Entnahmeart:	Rammkernsondierung
Entnahmetiefe:	0,0 – 1,35 m
Zusammensetzung laut Bodenansprache	Auffüllung (Sand, kiesig, schwach humos, Einzelfunde an Ziegelbruch)
Farbe:	Braugraubraun
Geruch:	-
Probenbehälter:	4 x 1,0 l PP-Behälter
Probentransport, -lagerung:	Kühlung 4°C
Chemisches Labor:	Biomar GmbH, Gladbeck
Bemerkungen:	-

Dinslaken, den 24.07.18



Protokoll über die Entnahme der Feststoffprobe MP 3

Ausführendes Unternehmen	Büro Dr. Torsten Böcke Thyssenstraße 123 – 125 46535 Dinslaken
Projekt:	BV Freibad Dinslaken-Hiesfeld
Proj.-Nr.	i 2643
Probenehmer:	R. Bsteh
Probenahmedatum:	24.07.18
Witterung:	29°C, sonnig
Probenahmestelle:	RKS 5., RKS 7, RKS 8
Probenbezeichnung:	P 5.3, P 7.2, P 8.2
Mischprobe Anzahl der Einzelproben	3
Entnahmeart:	Rammkernsondierung
Entnahmetiefe:	0,6 – 3,0 m
Zusammensetzung laut Bodenansprache	natürlich gewachsener Boden (teils, stark feinsandige, teils schwach humose, schwach tonige Schluffe und Schluff-Feinsand-Gemische, Sande)
Farbe:	Braun, beige braun, hellgrau
Geruch:	-
Probenbehälter:	3 x 1,0 l PP-Behälter
Probentransport, -lagerung:	Kühlung 4°C
Chemisches Labor:	Biomar GmbH, Gladbeck
Bemerkungen:	-

Dinslaken, den 24.07.18



Protokoll über die Entnahme der Feststoffprobe MP 4

Ausführendes Unternehmen	Büro Dr. Torsten Böcke Thyssenstraße 123 – 125 46535 Dinslaken
Projekt:	BV Freibad Dinslaken-Hiesfeld
Proj.-Nr.	i 2643
Probennehmer:	R. Bsteh
Probenahmedatum:	24.07.18 / 07.08.18
Witterung:	29°C, sonnig
Probenahmestelle:	RKS 6., RKS 9
Probenbezeichnung:	P 6.1, P 9.1
Mischprobe Anzahl der Einzelproben	2
Entnahmeart:	Rammkernsondierung
Entnahmetiefe:	0,8 – 1,6 m
Zusammensetzung laut Bodenansprache	Natürlich gewachsener Oberboden (Fein- und Mittelsande, schluffig und (stark) feinsandige Schluffe)
Farbe:	Mittelbraun, beige- bis graubraun
Geruch:	-
Probenbehälter:	2 x 1,0 l PP-Behälter
Probentransport, -lagerung:	Kühlung 4°C
Chemisches Labor:	Biomar GmbH, Gladbeck
Bemerkungen:	-

Dinslaken, den 24.07.18



AUFTRAGGEBER: Dr. T. Böcke
Thyssenstr. 123-125
46535 Dinslaken

AUFTRAG VOM: 13.08.18

PROJEKT: BV Umbau des Freibades in Dinslaken-Hiesfeld
i 2643
MP 1 (P 1.1, 1.2, 2.1, 3.1, 3.2, 4.1, 4.2)
MP 2 (P 5.1, 5.2, 7.1, 8.1)
MP 3 (P 5.3, 7.2, 8.2)
MP 4 (P 6.1, 9.1)

PROBENEHMER: Auftraggeber

PROBENAHMEDATUM: /

PROBENEINGANG: 13.08.18

PROBENUMMER: 1808BÖC3195, 3200, 3204 und 3207

PRÜFZEITRAUM: 13.-20.08.18

PRÜFBERICHT NR: 2018/1884

UMFANG DES BERICHTES: 6 Seiten

BERICHTSDATUM: 20.08.18

BERICHTERSTATTER: Dr. Petra Albrecht
(Geschäftsführerin)

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände und sind nicht ohne weitere Prüfung auf andere Objekte übertragbar. Dieser Prüfbericht darf ohne schriftliche Zustimmung der Biomar GmbH nicht auszugsweise vervielfältigt werden.

20.08.18

Projekt-Nr. i 2643
BV Umbau des Freibades in Dinslaken-Hiesfeld
Proben-Nr. 1808BÖC3195, 3200, 3204 und 3207

Feststoffuntersuchung:

Parameter	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	Einheit
Trockenrückstand	95,7	95,7	77,7	85,8	%
TOC	0,54	0,92	0,98	1,4	%
Cyanid, ges.	< 0,1	0,10	0,13	0,12	mg/kg
EOX	< 1	< 1	< 1	< 1	mg/kg
KW C₁₀ bis C₂₂	< 50	< 50	< 50	< 50	mg/kg
Kohlenwasserstoffe, ges.	< 50	< 50	< 50	< 50	mg/kg
Naphthalin	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	mg/kg
Acenaphthylen	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	mg/kg
Acenaphthen	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	mg/kg
Fluoren	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	mg/kg
Phenanthren	0,03	0,02	< 0,01	0,08	mg/kg
Anthracen	0,01	0,01	< 0,01	0,02	mg/kg
Fluoranthren	0,08	0,06	< 0,01	0,17	mg/kg
Pyren	0,06	0,05	< 0,01	0,13	mg/kg
Benz(a)anthracen	0,05	0,04	< 0,01	0,08	mg/kg
Chrysen	0,06	0,04	< 0,01	0,08	mg/kg
Benzo(b)fluoranthren	0,05	0,04	< 0,01	0,07	mg/kg
Benzo(k)fluoranthren	0,04	0,03	< 0,01	0,06	mg/kg
Benzo(a)pyren	0,04	0,03	< 0,01	0,06	mg/kg
Dibenz(a,h)anthracen	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,02	mg/kg
Benzo(g,h,i)perylene	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,04	mg/kg
Indeno(1,2,3,c,d)pyren	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,05	mg/kg
Summe PAK (EPA)	0,42	0,32	n.n.	0,86	mg/kg
Arsen	6,3	4,4	3,0	6,4	mg/kg
Blei	9,9	12,9	7,2	21,0	mg/kg
Cadmium	0,11	0,23	0,19	0,36	mg/kg
Chrom	11,9	12,2	13,9	11,7	mg/kg
Kupfer	6,7	7,2	5,3	37,2	mg/kg
Nickel	6,2	6,0	7,7	6,9	mg/kg
Quecksilber	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	mg/kg
Thallium	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	mg/kg
Zink	49,4	69,3	53,6	80,4	mg/kg

20.08.18

Projekt-Nr. i 2643
BV Umbau des Freibades in Dinslaken-Hiesfeld
Proben-Nr. 1808BÖC3195, 3200, 3204 und 3207

Feststoffuntersuchung:

Parameter	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	Einheit
PCB 28	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	mg/kg
PCB 52	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	mg/kg
PCB 101	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	mg/kg
PCB 138	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	mg/kg
PCB 153	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	mg/kg
PCB 180	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	mg/kg
Summe PCB	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	mg/kg
Benzol	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	mg/kg
Toluol	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	mg/kg
Ethylbenzol	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	mg/kg
m,p-Xylole	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	mg/kg
o-Xylol	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	mg/kg
Summe BTEX	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	mg/kg
Dichlormethan	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	mg/kg
trans-Dichlorethen	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	mg/kg
cis-Dichlorethen	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	mg/kg
Trichlormethan	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	mg/kg
1,1,1-Trichlorethan	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	mg/kg
Tetrachlormethan	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	mg/kg
Trichlorethen	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	mg/kg
Bromdichlormethan	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	mg/kg
1,1,2-Trichlorethan	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	mg/kg
Chlordibrommethan	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	mg/kg
Tetrachlorethen	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	mg/kg
Tribrommethan	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	mg/kg
Summe LHKW	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	mg/kg

20.08.18

Projekt-Nr. i 2643
BV Umbau des Freibades in Dinslaken-Hiesfeld
Proben-Nr. 1808BÖC3195, 3200, 3204 und 3207

Eluatuntersuchung:

Parameter	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	Einheit
pH-Wert	7,8	7,8	7,8	7,2	
el. Leitfähigkeit	98	91	164	212	µS/cm
Chlorid	< 1	< 1	< 1	< 1	mg/l
Sulfat	8,9	< 5	24,4	77,1	mg/l
Cyanid, ges.	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	mg/l
Phenolindex, wdfl.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	mg/l
Arsen	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	mg/l
Blei	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	mg/l
Cadmium	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	mg/l
Chrom	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	mg/l
Kupfer	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	mg/l
Nickel	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	mg/l
Quecksilber	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	mg/l
Zink	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,13	mg/l

20.08.18

Projekt-Nr. i 2643
BV Umbau des Freibades in Dinslaken-Hiesfeld
Proben-Nr. 1808BÖC3195, 3200, 3204 und 3207

Probenbegleitprotokoll:

	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	Einheit
Probeneingang	13.08.18	13.08.18	13.08.18	13.08.18	
Menge der angelieferten Probe	300	300	300	300	g
Rückstellprobenmenge	55	50	40	35	g
Probengefäß	Kunststoffdose	Kunststoffdose	Kunststoffdose	Kunststoffdose	
Art	Sand, Steine	Sand, Steine	Sand, Steine	Sand, Steine	
Korngröße	bis 20	bis 20	bis 20	bis 10	mm
Farbe	braun	braun	braun	braun	
Geruch	schwach	schwach	schwach	schwach	
Probenahmeprotokoll	nein	nein	nein	nein	
Ordnungsgemäße Probenanl.	ja	ja	ja	ja	
Sortierung	nein	nein	nein	nein	
Siebung	nein	nein	nein	nein	mm
Zerkleinerung (nicht für BTEX)	nein	nein	nein	nein	mm
Teilung/Homogenisierung	fraktionierendes Teilen	fraktionierendes Teilen	fraktionierendes Teilen	fraktionierendes Teilen	
Trocknung 105 °C (für Glühverlust, TOC, C, elementar)	ja	ja	ja	ja	
Trocknung 40 °C (für Metalle, Brennwert)	ja	ja	ja	ja	
Feinzerkleinerung der Prüfprobe (für Glühverlust, TOC, C, elementar, Metalle, Brennwert)	ja	ja	ja	ja	
Endfeinheit	< 150	< 150	< 150	< 150	µm
Eluatherstellung					
Einwaage (Originalprobe < 10 mm)	146	146	180	163	g
Elutionsmittelvolumen	1.394	1.394	1.360	1.377	ml
Filtratvolumen	1.360	1.360	1.330	1.350	ml

20.08.18

Projekt-Nr. i 2643
BV Umbau des Freibades in Dinslaken-Hiesfeld
Proben-Nr. 1808BÖC3195, 3200, 3204 und 3207

Analysenverfahren:

Parameter	DIN-Verfahren	Bestimmungsgrenze	
Arsen	DIN EN ISO 11969	1	mg/kg
Blei	DIN ISO 11047	1	mg/kg
BTEX	Handbuch Altlasten Bd. 7 Teil 4	0,05	mg/kg
Cadmium	DIN ISO 11047	0,1	mg/kg
Chrom, ges.	DIN ISO 11047	1	mg/kg
Cyanid, ges.	LAGA Richtlinie CN 2/79	1	mg/kg
Elution mit dest. Wasser	DIN EN 12457-4		
EOX	DIN 38 414-S17	1	mg/kg
Königswasseraufschluß	DIN EN 13657		
Kupfer	DIN ISO 11047	1	mg/kg
Kohlenwasserstoffe	DIN EN 14039	50	mg/kg
LHKW	Handbuch Altlasten Bd. 7 Teil 4	0,05	mg/kg
Nickel	DIN ISO 11047	1	mg/kg
PAK (EPA)	Handbuch Altlasten Bd. 7 Teil 1	0,01-0,1	mg/kg
PCB	Handbuch Altlasten Bd. 7 Teil 1	0,02	mg/kg
Quecksilber	DIN EN 1483-E12	0,1	mg/kg
Thallium	DIN 38 406-E26	1	mg/kg
TOC	DIN EN 13137	0,1	%
Trockenrückstand	DIN EN 14346	0,1	%
Zink	DIN ISO 11047	1	mg/kg
Arsen	DIN EN ISO 11885	0,01	mg/l
Blei	DIN EN ISO 11885	0,01	mg/l
Cadmium	DIN EN ISO 11885	0,001	mg/l
Chlorid	DIN EN ISO 10304-1-D20	1	mg/l
Chrom, ges.	DIN EN ISO 11885	0,005	mg/l
Cyanid, ges.	DIN 38 405-D13	0,01	mg/l
Kupfer	DIN EN ISO 11885	0,01	mg/l
el. Leitfähigkeit	DIN EN 27888-C8		µS/cm
Nickel	DIN EN ISO 11885	0,01	mg/l
Phenolindex	DIN 38 409-H16-2	0,01	mg/l
pH-Wert	DIN 38 404-C5		
Quecksilber	DIN EN 1483-E12	0,0002	mg/l
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1-D20	5	mg/l
Zink	DIN EN ISO 11885	0,05	mg/l

AUFTRAGGEBER: Dr. T. Böcke
Thyssenstr. 123-125
46535 Dinslaken

AUFTRAG VOM: 13.08.18

PROJEKT: BV Am Freibad Dinslaken Hiesfeld
i 2643

PROBENEHMER: Auftraggeber

PROBENAHMEDATUM: 24.07.18

PROBENEINGANG: 13.08.18

PROBENUMMER: 1808BÖC3208

PRÜFZEITRAUM: 14.-17.08.18

PRÜFBERICHT NR: 2018/1877

UMFANG DES BERICHTES: 2 Seiten

BERICHTSDATUM: 17.08.18

BERICHTERSTATTER: Dr. Petra Albrecht
(Geschäftsführerin)

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände und sind nicht ohne weitere Prüfung auf andere Objekte übertragbar. Dieser Prüfbericht darf ohne schriftliche Zustimmung der Biomar GmbH nicht auszugsweise vervielfältigt werden.

17.08.18

Projekt-Nr. i 2643
BV Am Freibad Dinslaken Hiesfeld
Proben-Nr. 1808BÖC3208

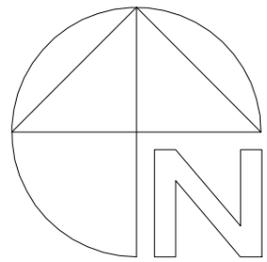
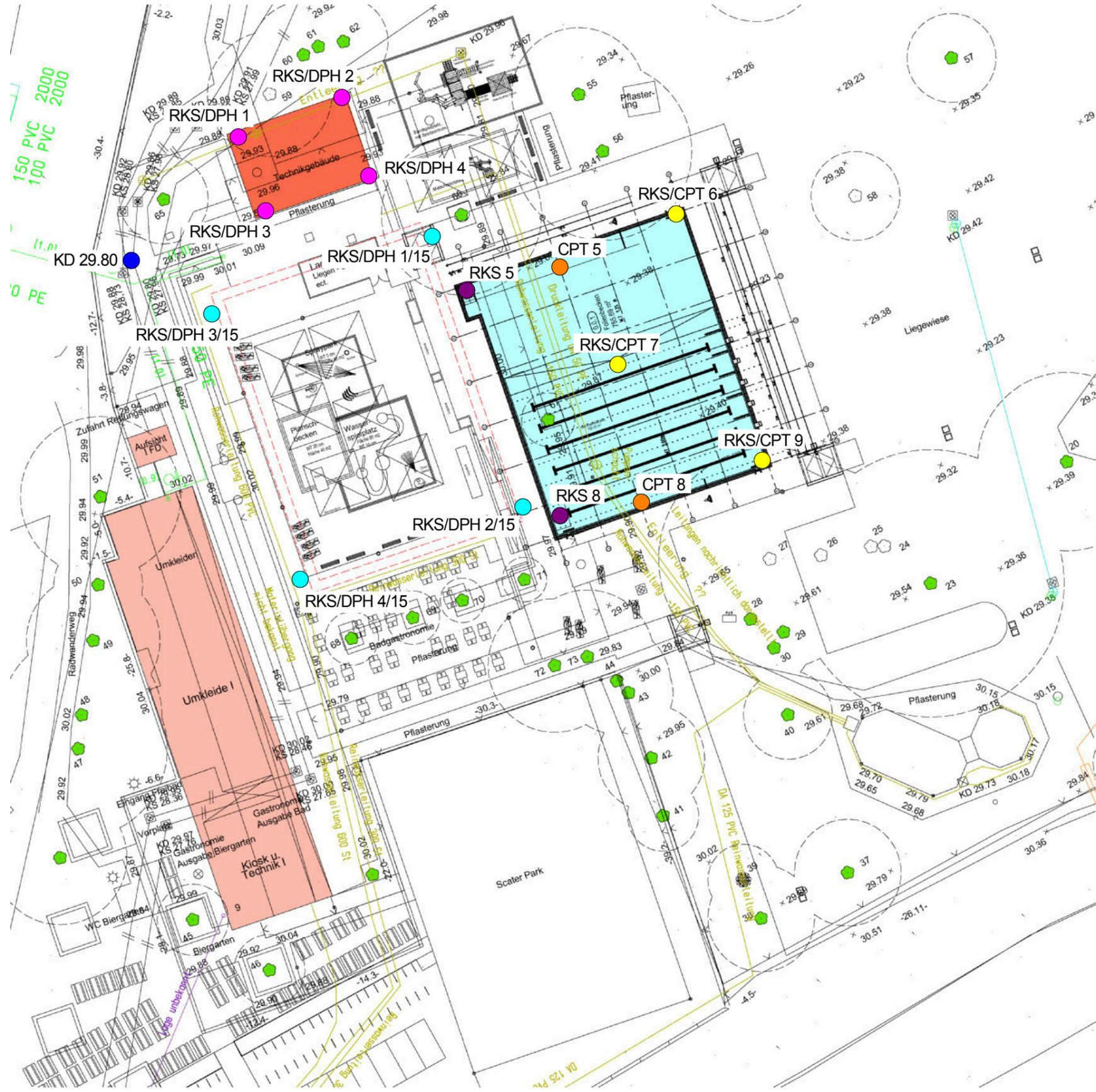
Wasseruntersuchung :

(zur Bestimmung der Betonaggressivität des Grundwasser gemäß DIN 4030)

Parameter	PGW 1 RKS 7 1,50-2,50 m	Angriffsgrad			Einheit
		schwach angreifend	stark angreifend	sehr stark angreifend	
pH-Wert	7,0	6,5-5,5	< 5,5-4,5	< 4,5	
kalklösende Kohlensäure (CO ₂)	2,2	15-40	> 40-100	> 100	mg/l
Ammonium	0,93	15-30	> 30-60	> 60	mg/l
Magnesium	8,8	300-1000	> 1000-3000	> 3000	mg/l
Sulfat	48,7	200-600	> 600-3000	> 3000	mg/l

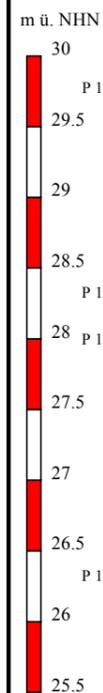
Analysenverfahren :

Parameter	DIN-Verfahren	Bestimmungsgrenze	
Ammonium	DIN 38 406-E5	0,03	mg/l
Calciumsättigung	DIN 38 404-C10	0,1	mg/l
Magnesium	DIN EN ISO 11885	0,1	mg/l
pH-Wert	DIN 38 404-C5		
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1-D20	0,1	mg/l

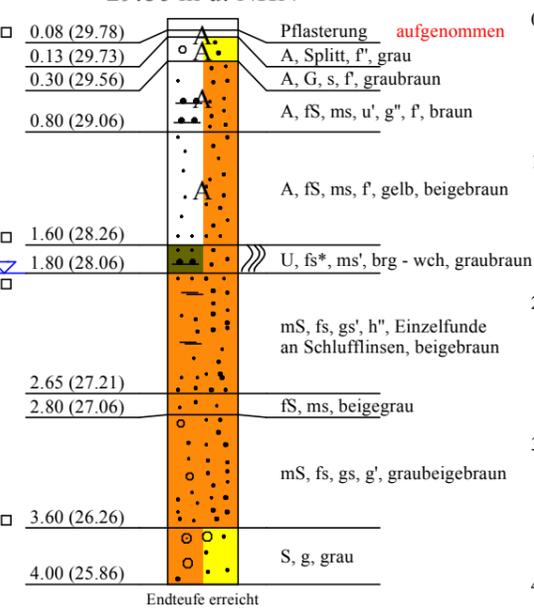


Legende	
RKS/DPH 1 ●	Rammkern- und schwere Rammsondierung
RKS/CPT 6 ●	Rammkern- und Drucksondierung
RKS 5 ●	Rammkernsondierung
CPT 5 ●	Drucksondierung
RKS/DPH 1/15 ●	Rammkern- und schwere Rammsondierung (Proj.-Nr. i 2040, Februar 2015)
KD 29.80 ●	Kanaldeckel [m ü. NHN]

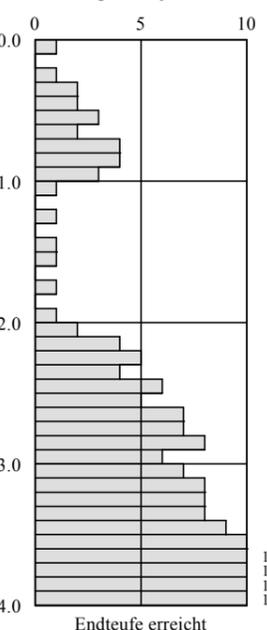
	Anlage 1
	September 2018
Lageplan	
Maßnahme:	Bodenuntersuchung für den Umbau des Freibades in Dinslaken-Hiesfeld
Auftraggeber:	Dinslakener Bäder GmbH, Dinslaken
Maßstab : 1 : 500	Proj.-Nr.: i 2643



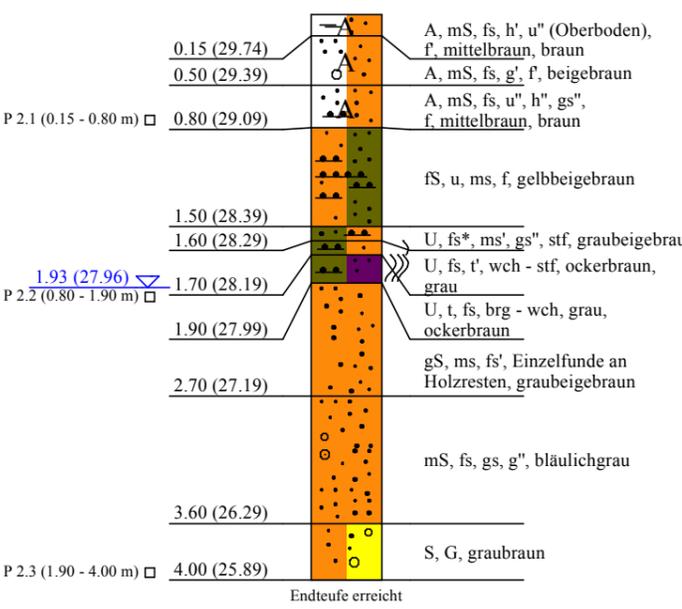
RKS 1
29.86 m ü. NHN



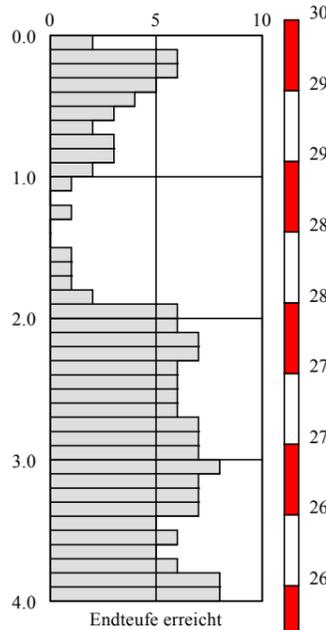
DPH 1
29.86 m ü. NHN
Schlagzahlen je 10 cm



RKS 2
29.89 m ü. NHN

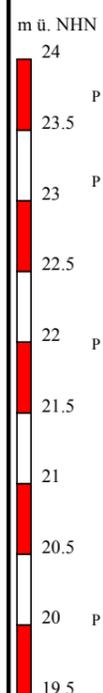


DPH 2
29.89 m ü. NHN
Schlagzahlen je 10 cm

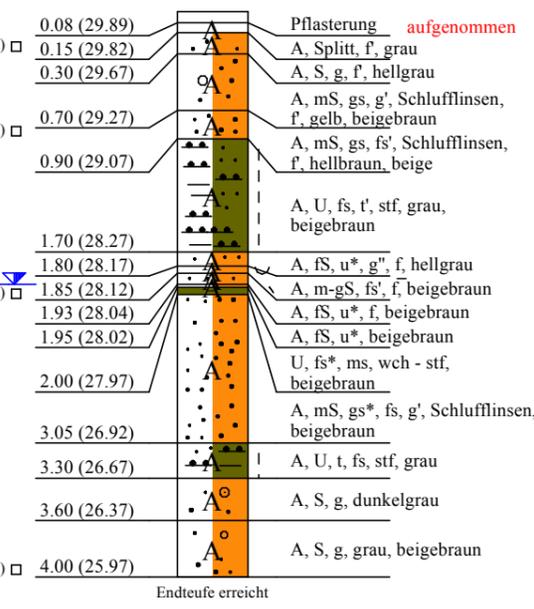


Legende

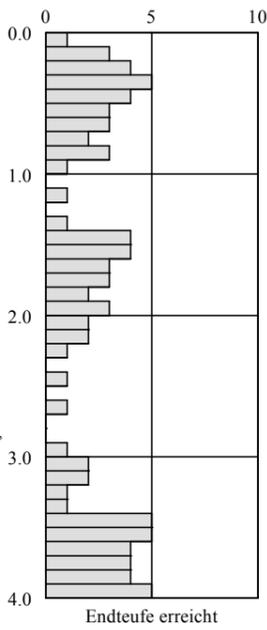
- steif
- weich - steif
- weich
- breiig - weich
- naß
- Auffüllung (A)
- humos (h)
- Kies (G)
- kiesig (g)
- Grobsand (gS)
- grobsandig (gs)
- Mittelsand (mS)
- Mittel- und Grobsand (m-gS)
- mittelsandig (ms)
- Feinsand (fS)
- Fein- und Mittelsand (f-mS)
- feinsandig (fs)
- Sand (S)
- sandig (s)
- Schluff (U)
- schluffig (u)
- tonig (t)
- GW Bohrende
- GW angebohrt
- Nebenanteile: " sehr schwach, ' schwach, * stark
- Feuchtigkeit: f' schwach feucht, f feucht, f- stark feucht
- P 1.1 (0.25 - 0.55 m) □ Bodenprobe



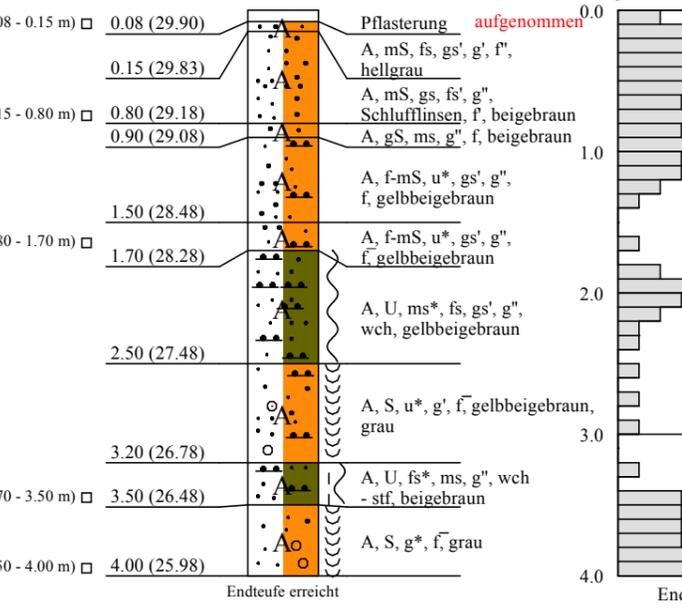
RKS 3
29.97 m ü. NHN



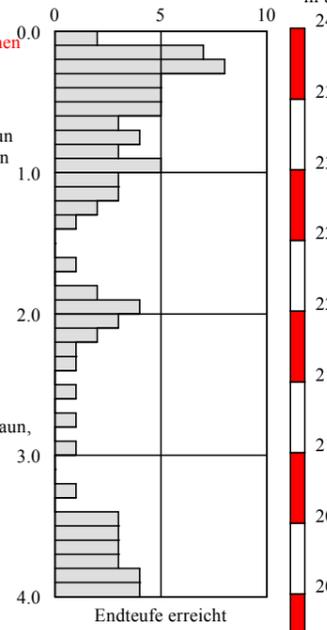
DPH 3
29.97 m ü. NHN
Schlagzahlen je 10 cm



RKS 4
29.98 m ü. NHN



DPH 4
29.98 m ü. NHN
Schlagzahlen je 10 cm



SÖCKE
BAUGRUND · WASSERWIRTSCHAFT

Anlage 2

September 2018

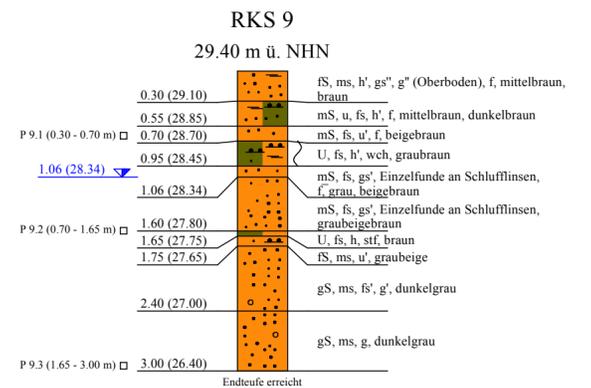
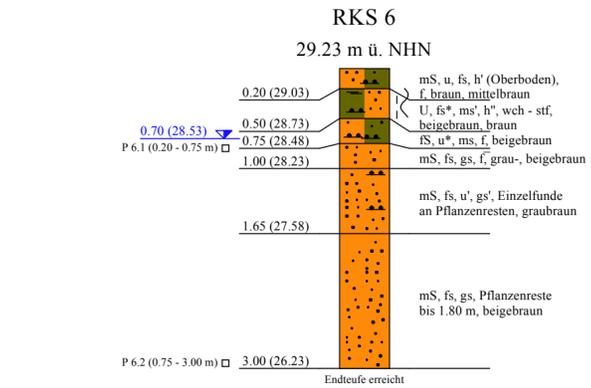
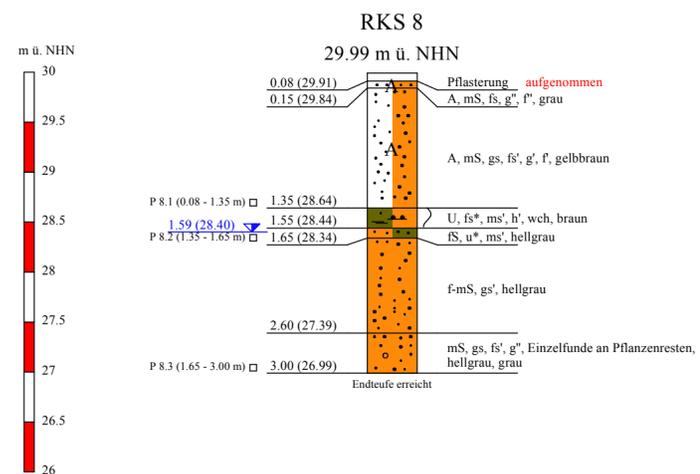
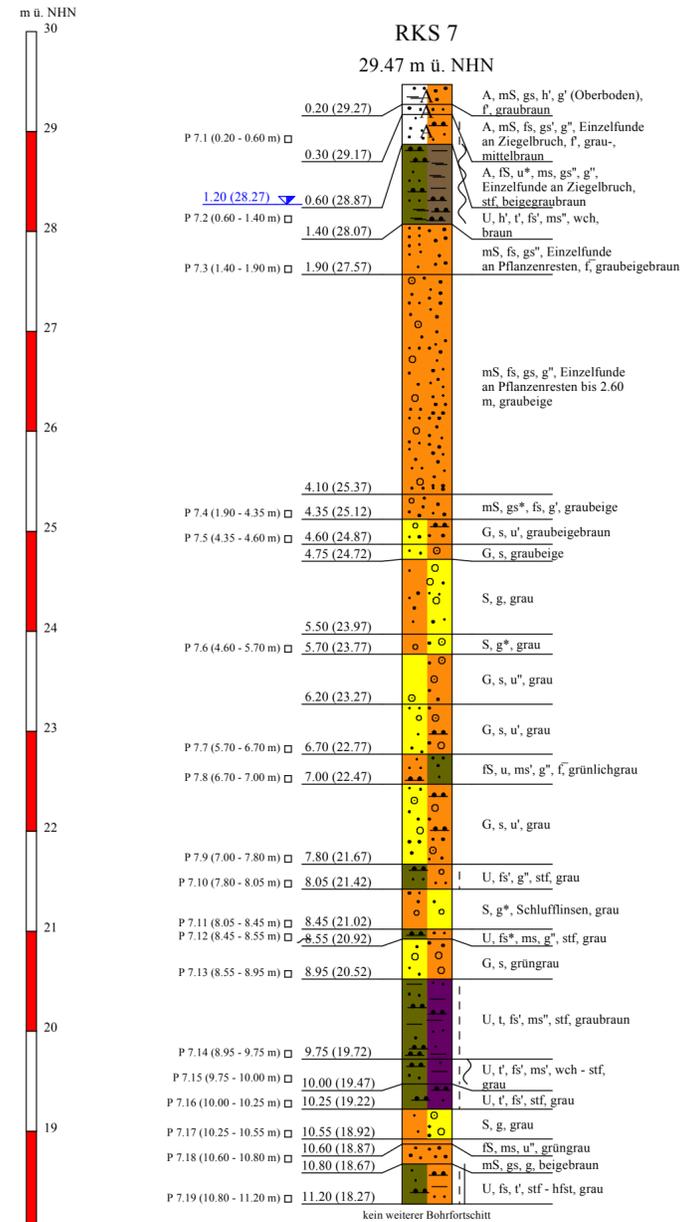
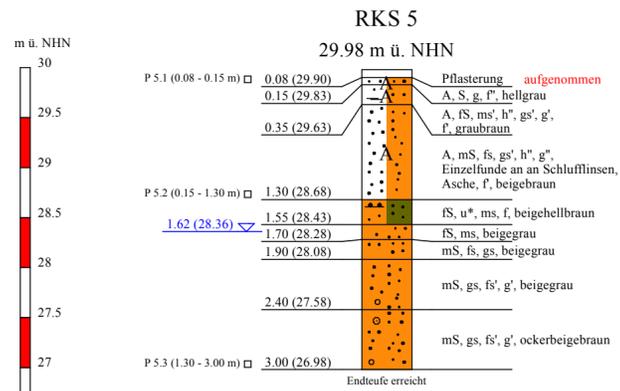
Bohr- und Rammprofile RKS/DPH 1 - RKS/DPH 4

Maßnahme: Bodenuntersuchung für den Umbau des Freibads in Dinslaken-Hiesfeld

Auftraggeber: Dinslakener Bäder GmbH, Dinslaken

Maßstab: 1 : 50

Proj.-Nr.: i 2643



Legende

	steif - halbfest		Auffüllung (A)
	steif		humos (h)
	weich - steif		kiesig (g)
	weich		Grobsand (gS)
			grobsandig (gs)
			Mittelsand (mS)
			mittelsandig (ms)
			Feinsand (fS)
			Fein- und Mittelsand (f-mS)
			feinsandig (fs)
			Sand (S)
			sandig (s)
			Schluff (U)
			schluffig (u)
			tonig (t)

GW Bohrende
 GW angebohrt

Nebenanteile
 * sehr schwach
 ' schwach
 * stark

Feuchtigkeit
 f' schwach feucht
 f' feucht
 f* stark feucht

P 1.1 (0.35 - 2.10 m) □ Bodenprobe

SÖCKE
 BAUGRUND - WASSERWIRTSCHAFT

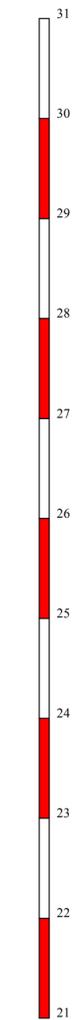
September 2018

Anlage 3

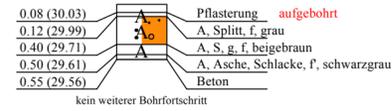
Bohr- und Rammprofile RKS 5 - RKS 9

Maßnahme:	Bodenuntersuchung für den Umbau des Freibads in Dinslaken-Hiesfeld
Auftraggeber:	Dinslakener Bäder GmbH, Dinslaken
Maßstab: 1 : 50	Proj.-Nr.: i 2643

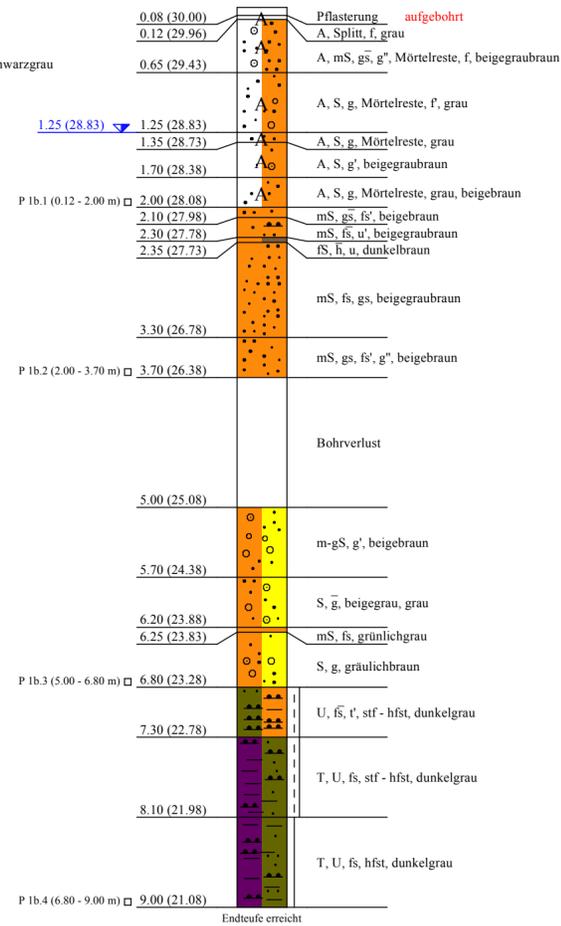
m ü. NHN



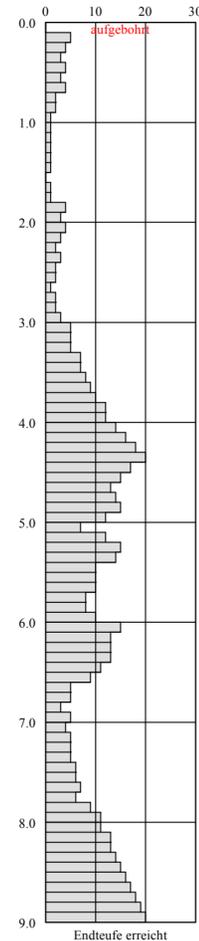
RKS 1a/15 30.11 m ü. NHN



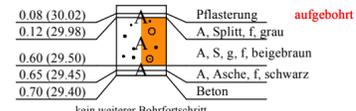
RKS 1b/15 30.08 m ü. NHN



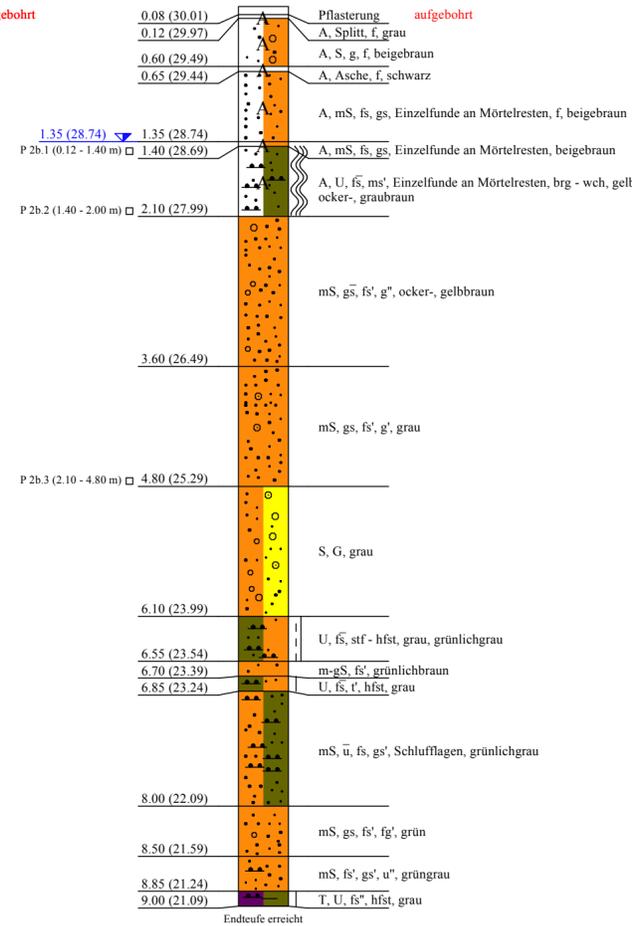
DPH 1/15 30.08 m ü. NHN



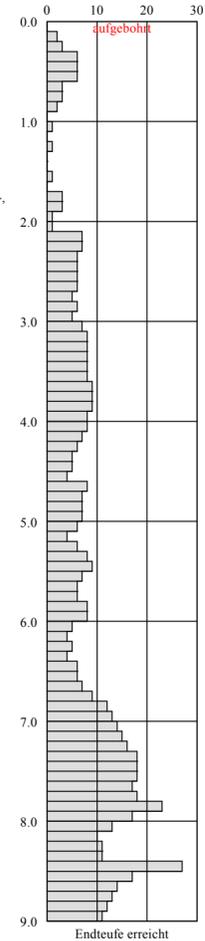
RKS 2a/15 30.10 m ü. NHN



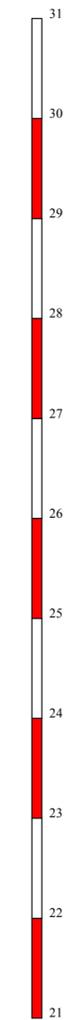
RKS 2b/15 30.09 m ü. NHN



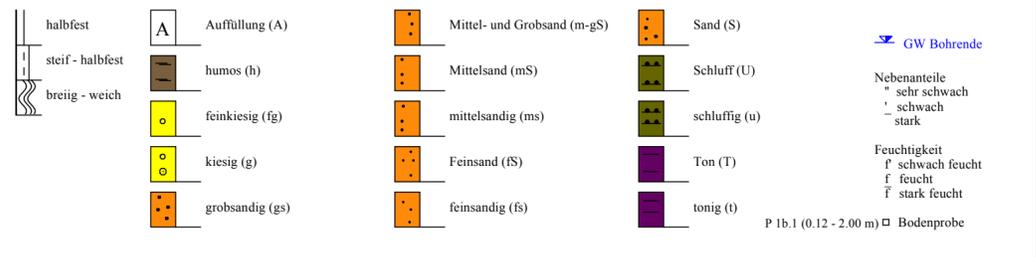
DPH 2/15 30.09 m ü. NHN



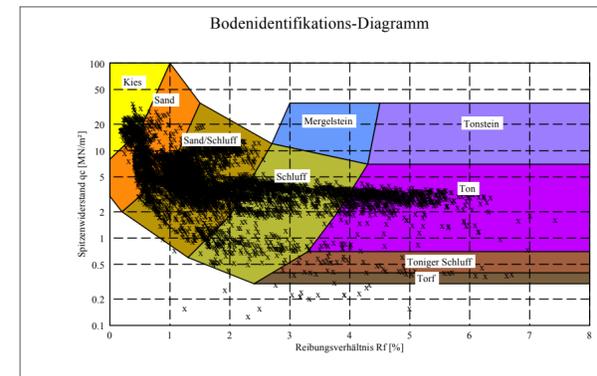
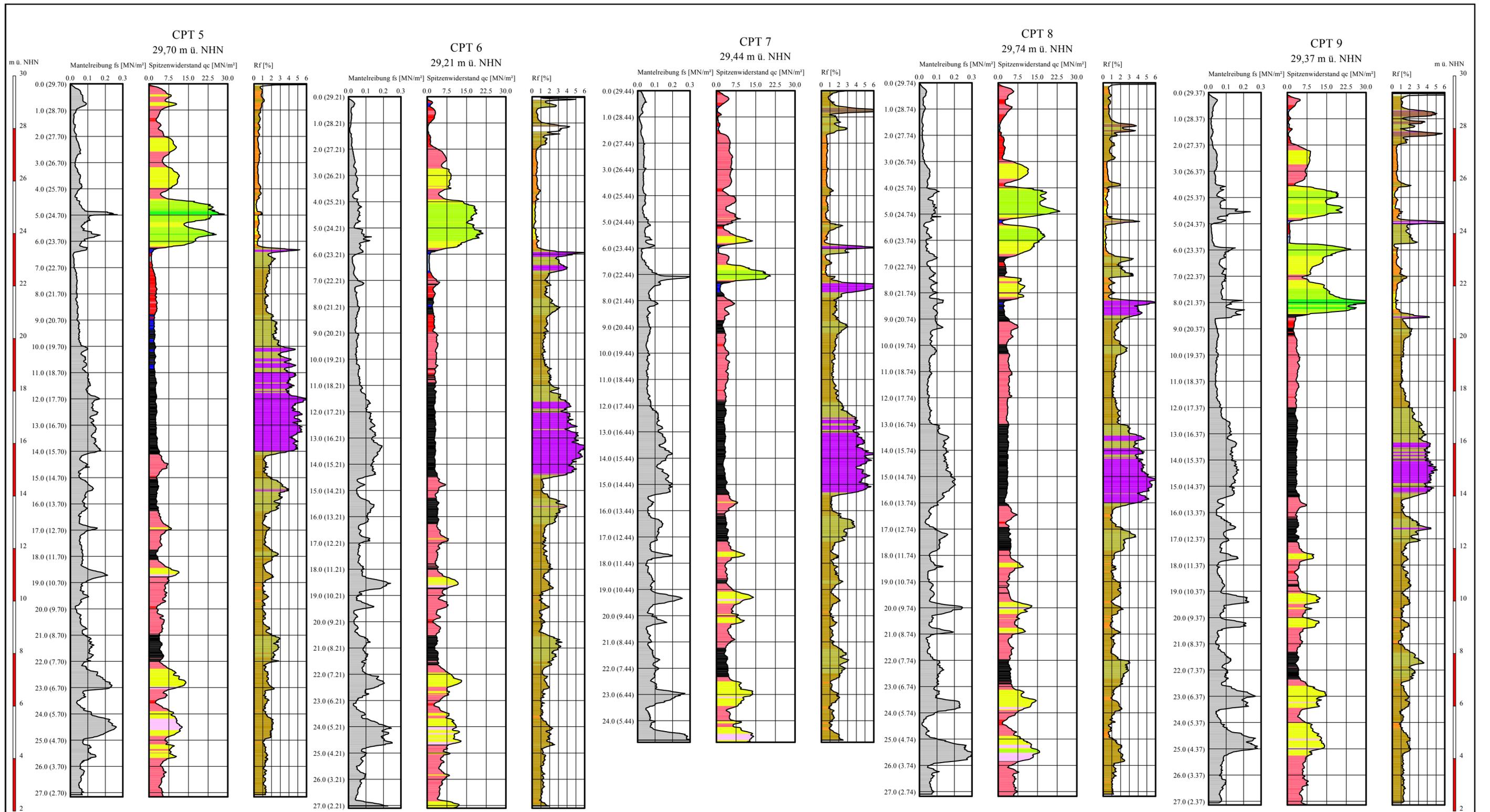
m ü. NHN



Legende



		Anlage 4	
September 2018		Bohr- und Rammprofile RKS/DPH 1a/b/15 - RKS/DPH2 a/b/15	
Maßnahme:	Bodenuntersuchung für den Umbau des Freibades in Dinslaken-Hiesfeld		
Auftraggeber:	Dinslakener Bäder GmbH		
Maßstab: 1 : 50	Proj.-Nr.: i 2643		



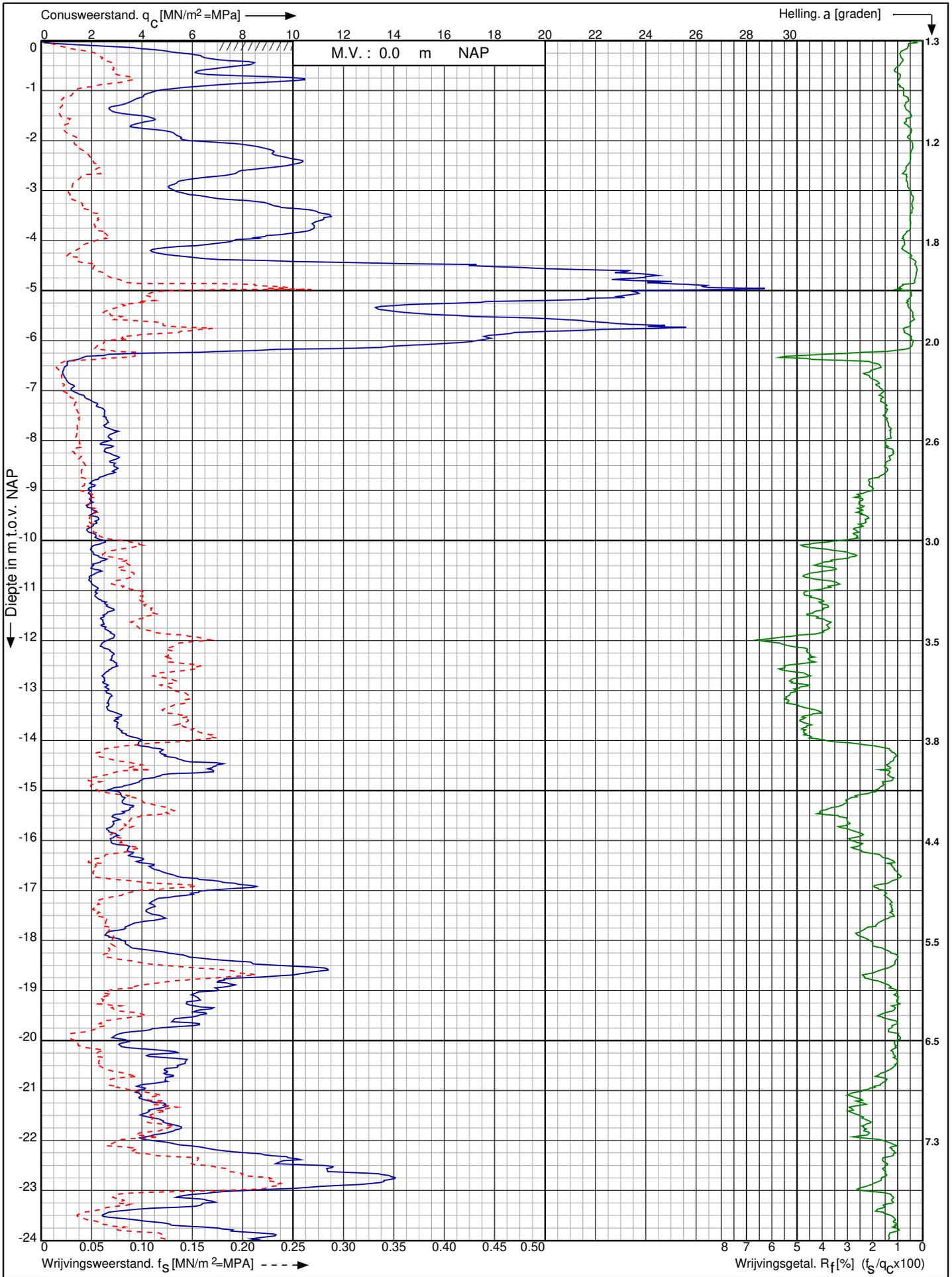
		Anlage 5	
September 2018		Drucksondierungen CPT 5 - CPT 9	
Maßnahme:	Bodenuntersuchung für den Umbau des Freibads in Dinslaken-Hiesfeld		
Auftraggeber:	Dinslakener Bäder GmbH, Dinslaken		
Maßstab: 1 : 100	Proj.-Nr.: i 2643		

Anlage 6:
Diagramme der Drucksondierungen CPT 5 bis CPT 9

Conusserienummer: 070062

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFII-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Projekt Dinslaken Hiesfeld Am Feibad 5 te
Dinslaken

Opdr. nr. : 2018-1322
Datum uitv. : 20-8-2018
Sond. nr. : 5

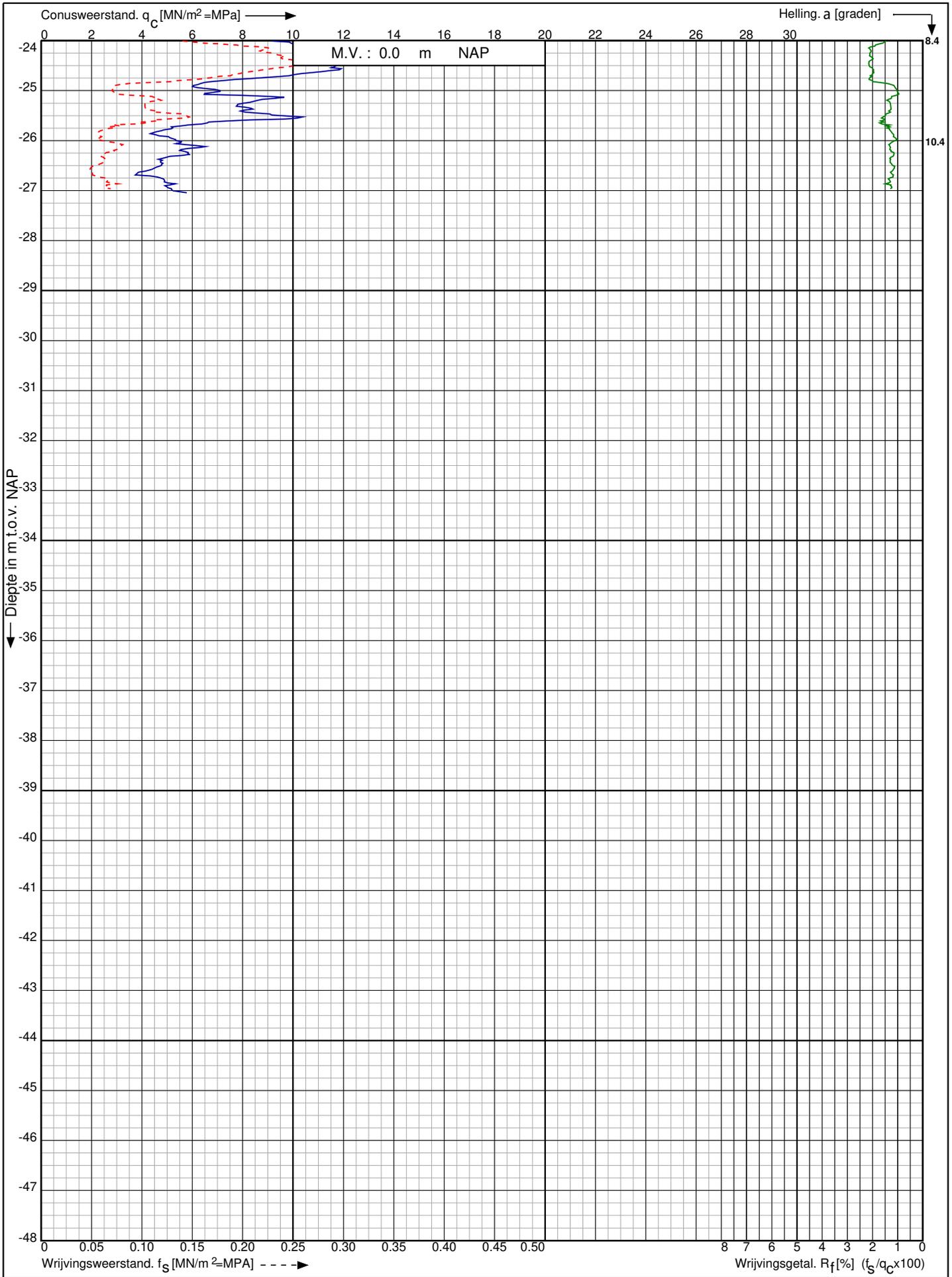


RD-coördinaten : X = Y =

Conusserienummer: 070062

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFII-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Projekt Dinslaken Hiesfeld Am Feibad 5 te
Dinslaken

Opdr. nr. : 2018-1322
Datum uitv. : 20-8-2018
Sond. nr. : 5

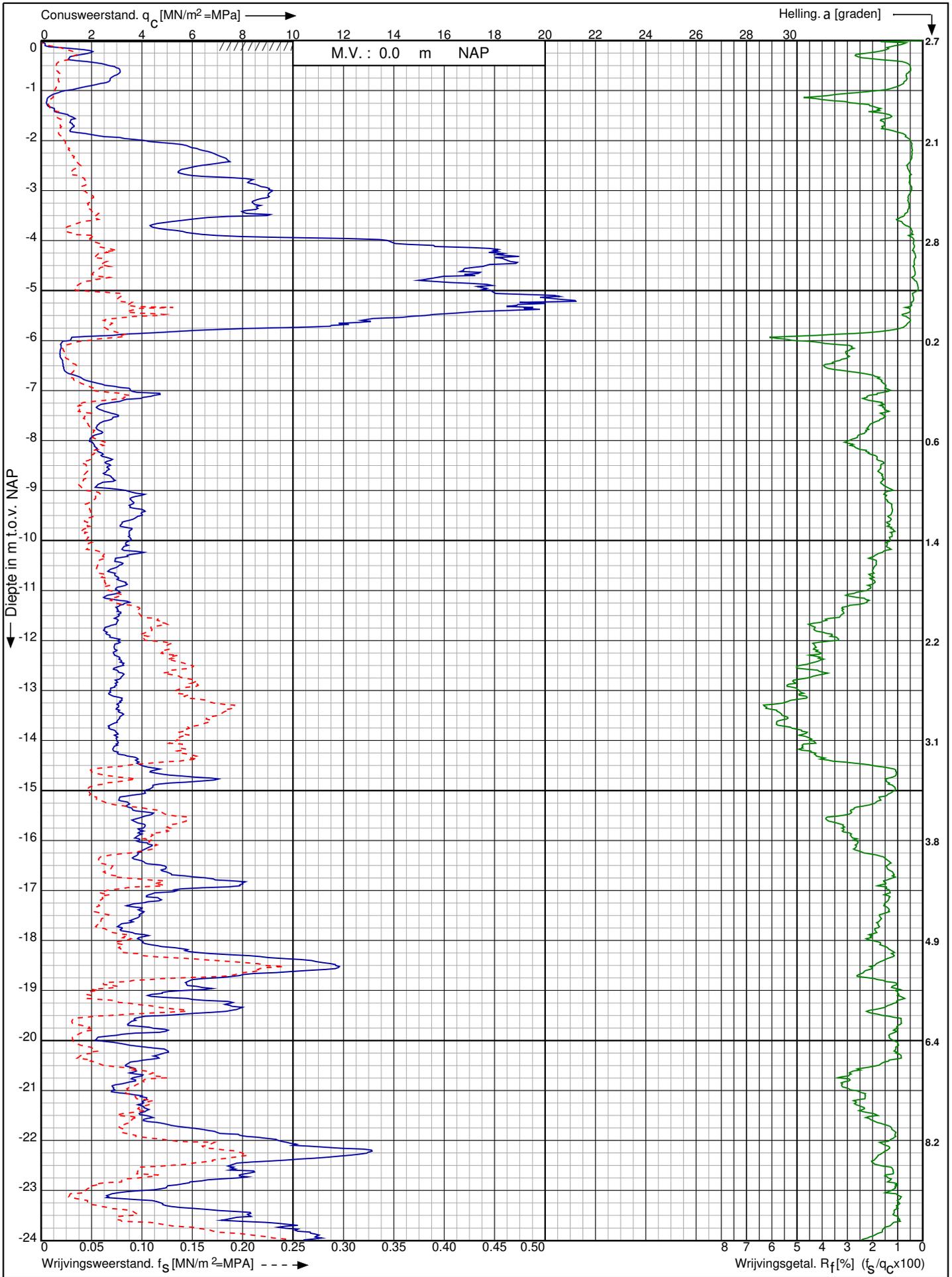


RD-coördinaten : X = Y =

Conusserienummer: 070062

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFII-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Projekt Dinslaken Hiesfeld Am Feibad 5 te
Dinslaken

RD-coördinaten : X = Y =

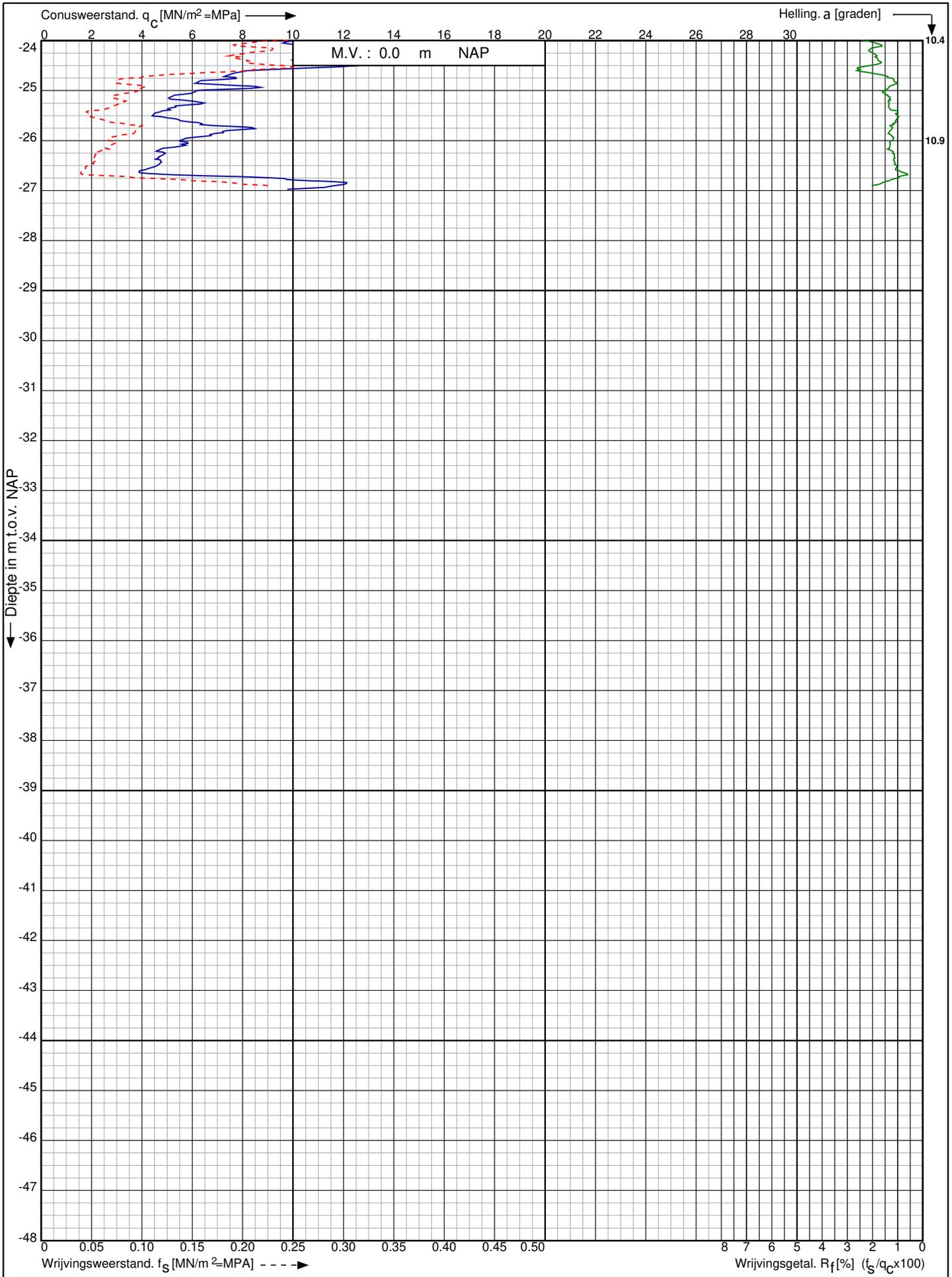
Opdr. nr. : 2018-1322
Datum uitv. : 20-8-2018
Sond. nr. : 6



Conusserienummer: 070062

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFII-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Projekt Dinslaken Hiesfeld Am Feibad 5 te
Dinslaken

Opdr. nr. : 2018-1322

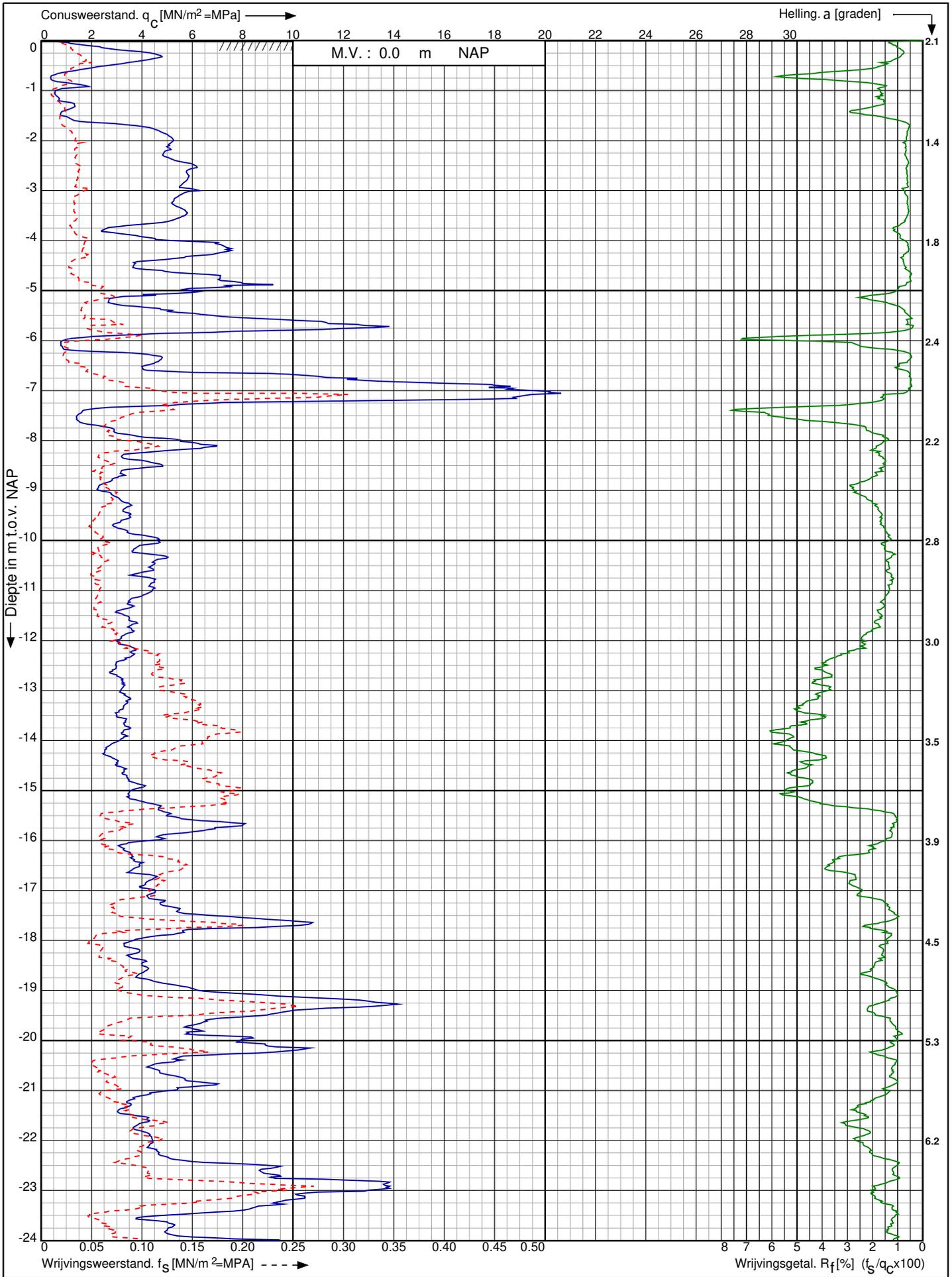
Datum uitv. : 20-8-2018

Sond. nr. : 6



RD-coördinaten : X = Y =

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3
 Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFII-15
 Conusserienummer: 070062



Projekt Dinslaken Hiesfeld Am Feibad 5 te
 Dinslaken

Opdr. nr. : 2018-1322
 Datum uitv. : 20-8-2018
 Sond. nr. : 7

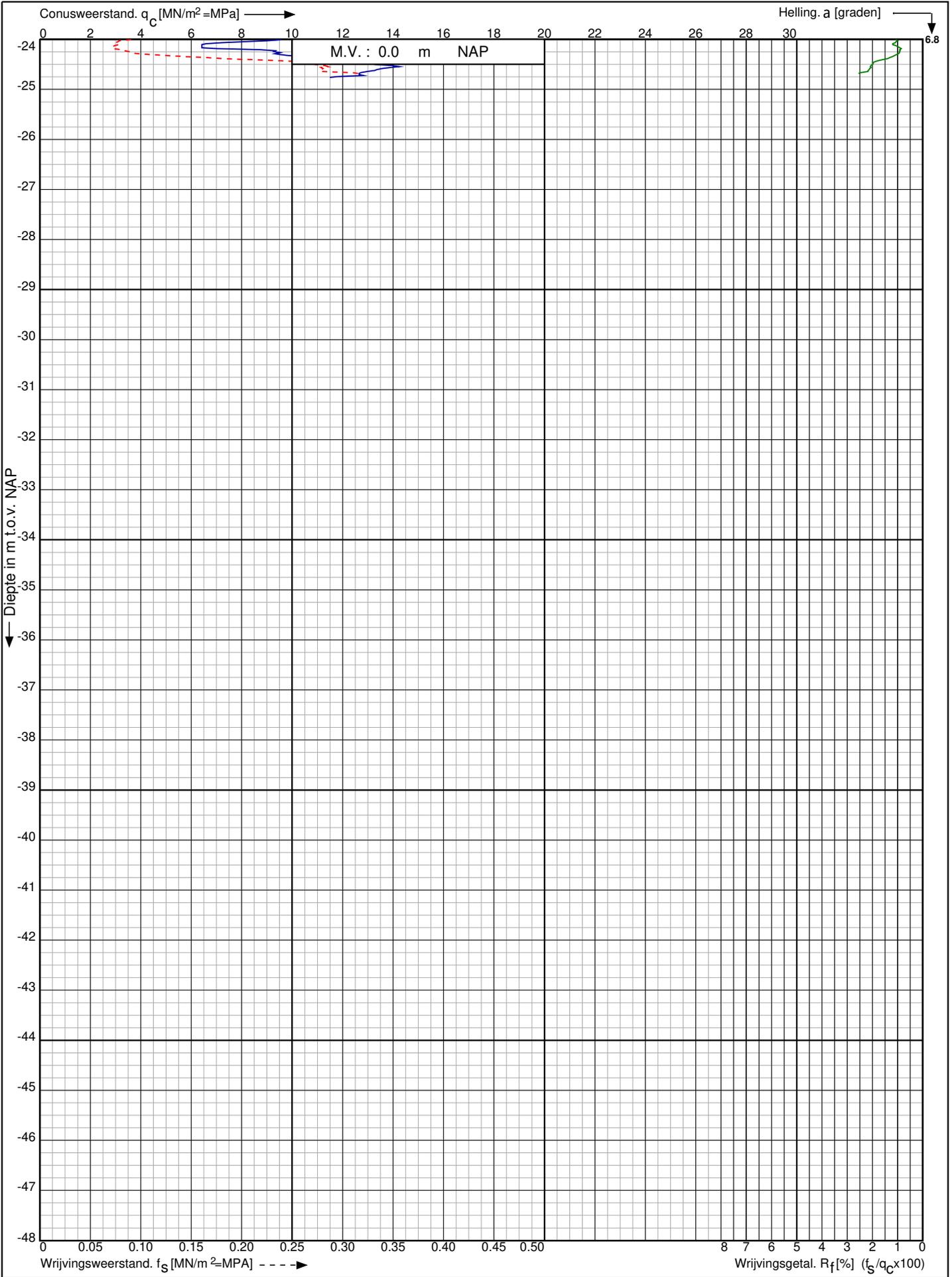


RD-coördinaten : X = Y =

Conusserienummer: 070062

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFII-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Projekt Dinslaken Hiesfeld Am Feibad 5 te
Dinslaken

Opdr. nr. : 2018-1322

Datum uitv. : 20-8-2018

Sond. nr. : 7

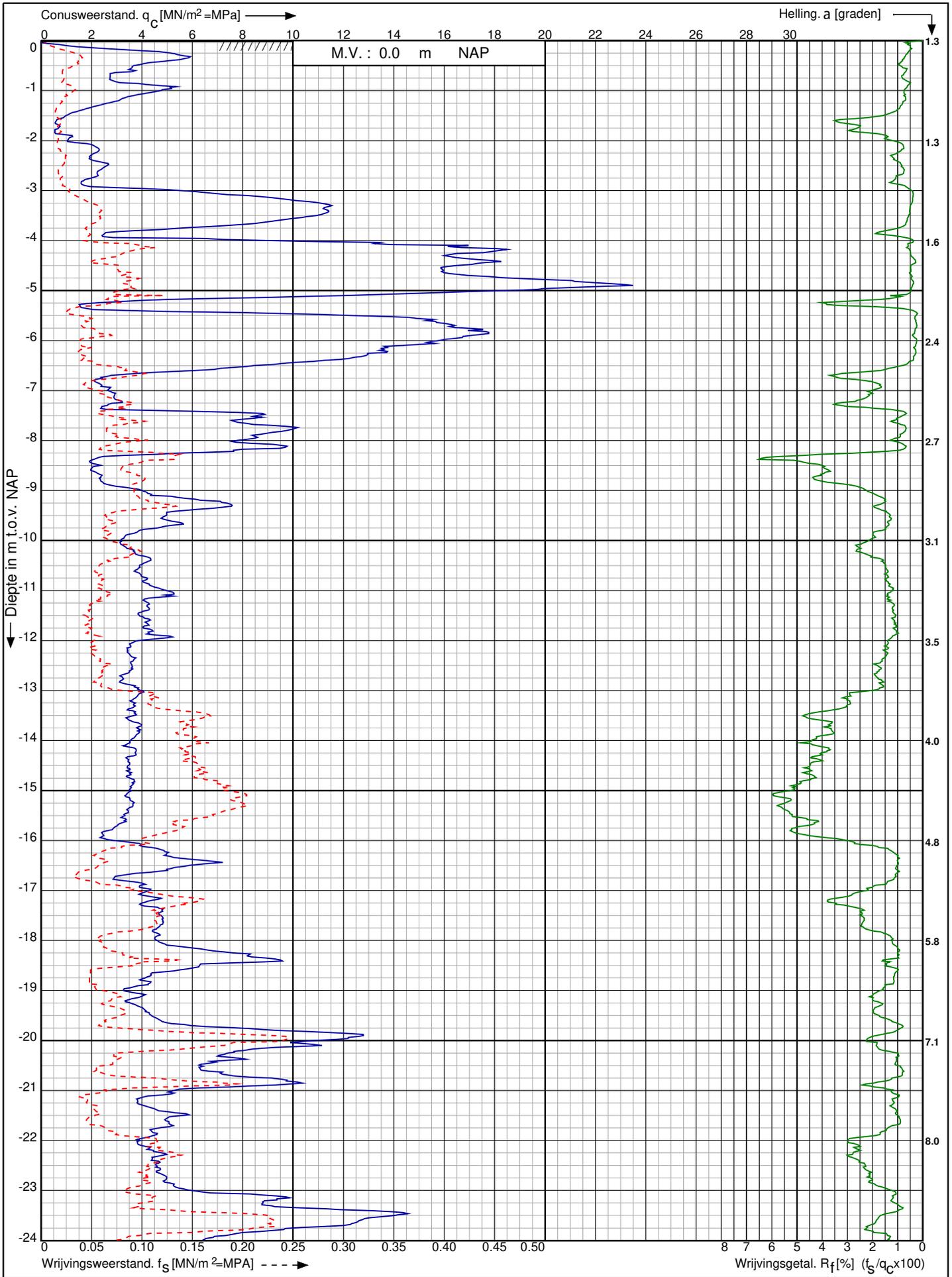


RD-coördinaten : X = Y =

Conusserienummer: 070062

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFII-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Projekt Dinslaken Hiesfeld Am Feibad 5 te
Dinslaken

Opdr. nr. : 2018-1322
Datum uitv. : 20-8-2018
Sond. nr. : 8

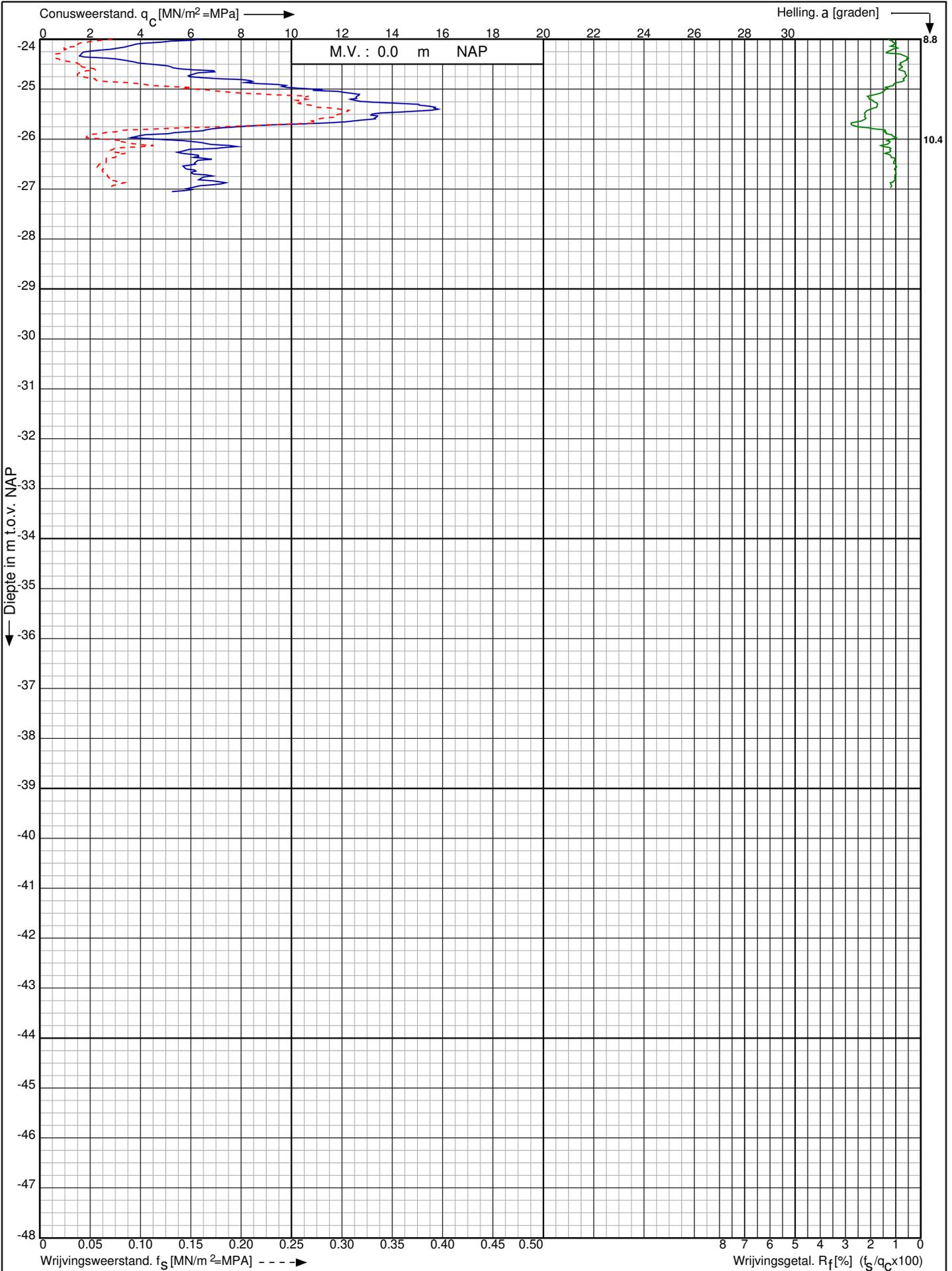


RD-coördinaten : X = Y =

Conusserienummer: 070062

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFII-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Projekt Dinslaken Hiesfeld Am Feibad 5 te
Dinslaken

Opdr. nr. : 2018-1322

Datum uitv. : 20-8-2018

Sond. nr. : 8

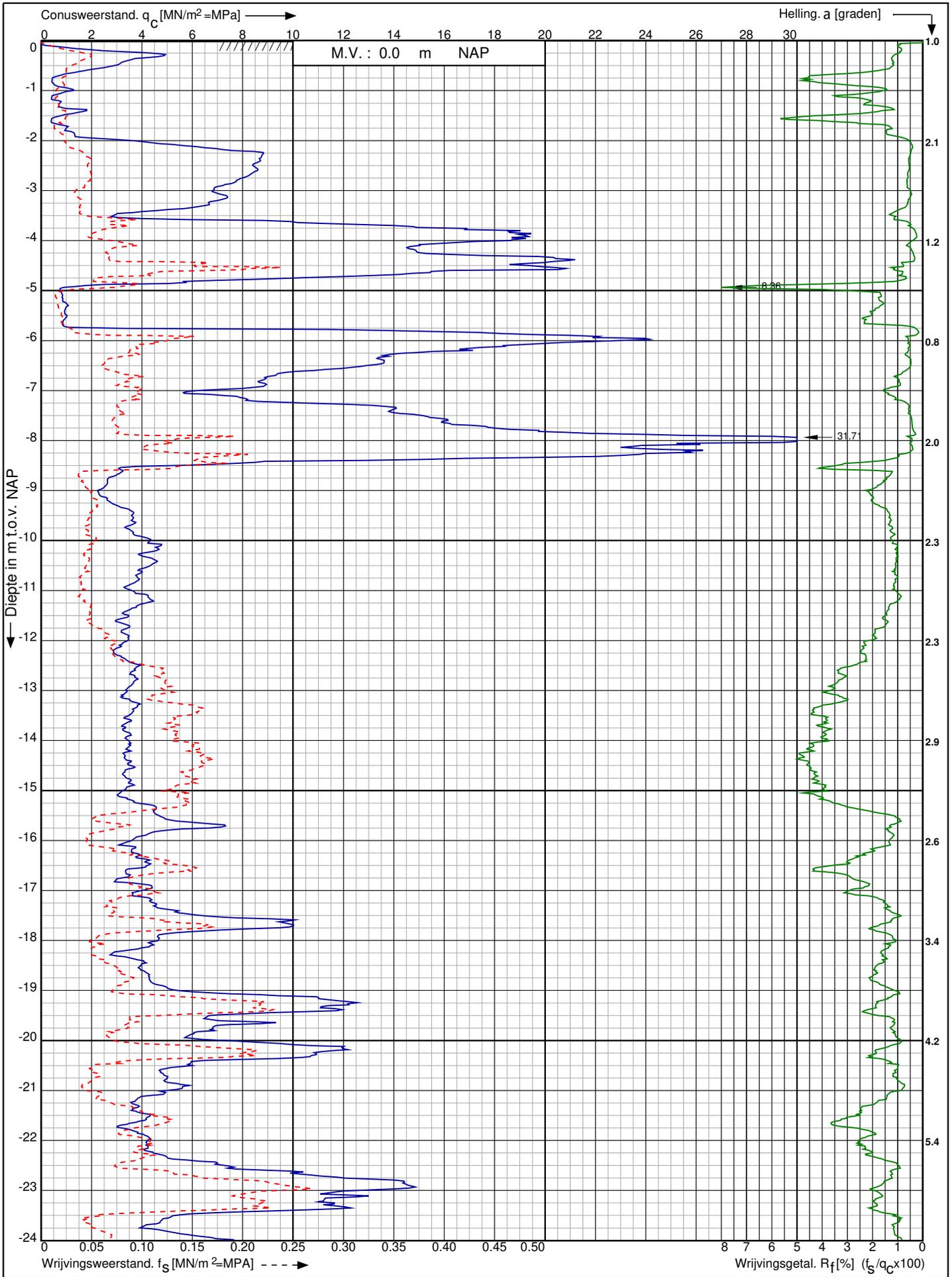


RD-coördinaten : X = Y =

Conusserienummer: 070062

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFII-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Projekt Dinslaken Hiesfeld Am Feibad 5 te
Dinslaken

Opdr. nr. : 2018-1322
Datum uitv. : 20-8-2018
Sond. nr. : 9

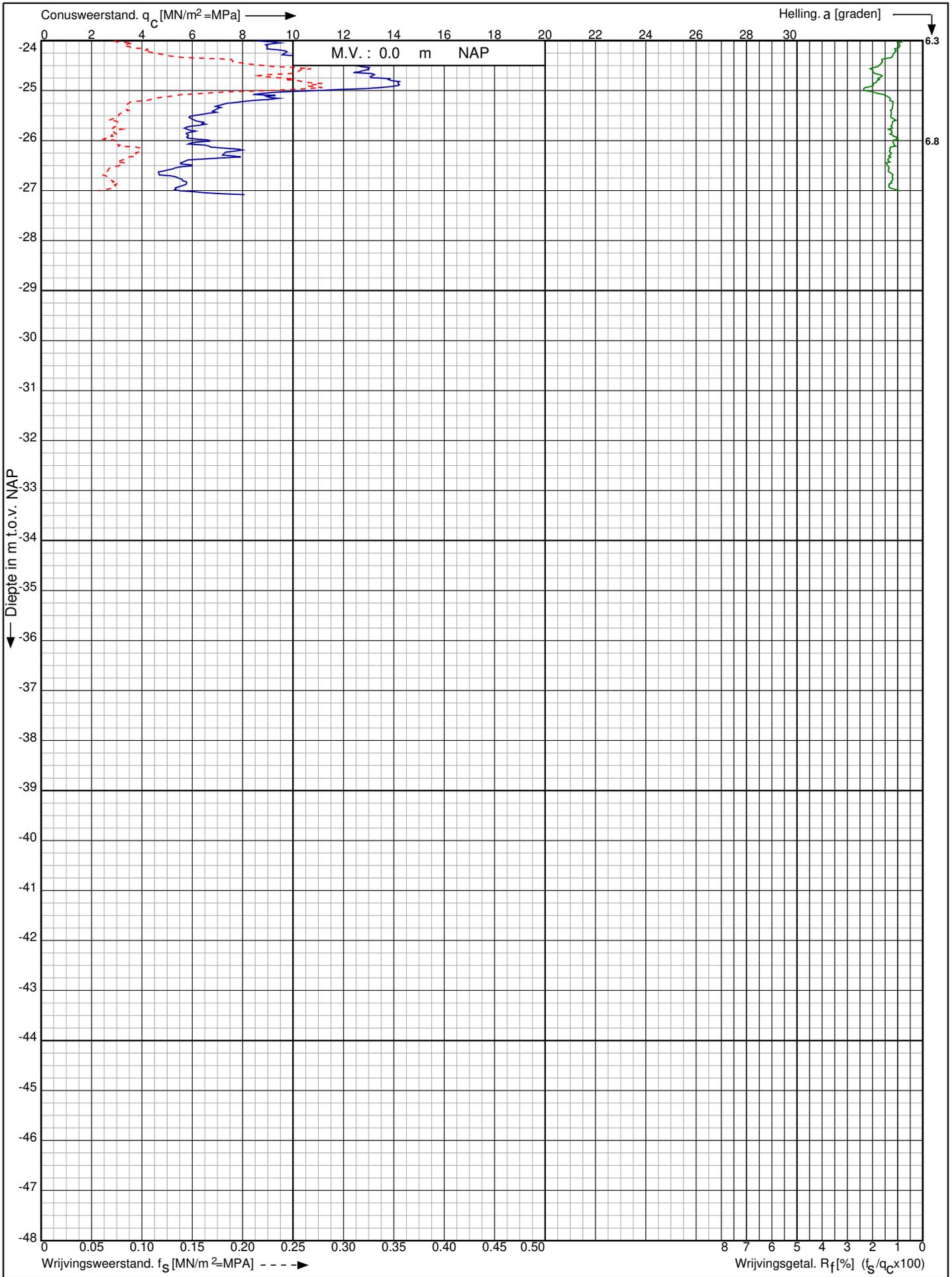


RD-coördinaten : X = Y =

Conusserienummer: 070062

Conustype: cilindrisch elektrisch P15-CFII-15

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 klasse 3



Projekt Dinslaken Hiesfeld Am Feibad 5 te
Dinslaken

Opdr. nr. : 2018-1322
Datum uitv. : 20-8-2018
Sond. nr. : 9



RD-coördinaten : X = Y =