



Ingenieurgeologie Dr. Lübke Füchteler Straße 29 49377 Vechta

Windkonzept Projektentwicklungs GmbH & Co. KG
Frau Lydia Eilers-Schröder
Mansholter Straße 30

Dipl.-Geol. Petra Müller
☎ 04441/97975-14

Ingenieurgeologie
Dr. Lübke

26215 Wiefelstede

Füchteler Straße 29
49377 Vechta
Telefon 0 44 41 – 979 75-0
Telefax 0 44 41 – 979 75-29

www.ig-luebbe.de
office@ig-luebbe.de

Geotechnische Stellungnahme zum Schutzgut Boden und Wasser

Bauvorhaben:	Windpark Ovelgönne, 9 x WEA: 7 x E-115/135 mNH, 2 x E-101/ 149 mNH
Projekt Nr.:	1075-15-1
Auftrag/ Ziel der Untersuchungen:	Vorhandensein von Grundwasser sperrenden Schichten an den geplanten Standorten der Windenergieanlagen und deren Auswirkungen auf das Grundwasserregime unter Berücksichtigung der geplanten Pfahlgründung
Auftrag vom:	21.08.2017

Vechta, den 12. September 2017

Diese Geotechnische Stellungnahme umfasst 10 Seiten, 1 Tabelle, 1 Abbildung und 2 Anlagen.

Baugrunderkundungen
Gründungsgutachten
Baugrundlabor
Altlastenuntersuchungen
Gefährdungsabschätzungen
Sanierungskonzepte
Hydrogeologie

In Kooperation mit der
TERRA Umwelt Consulting GmbH



I. VERANLASSUNG UND BEAUFTRAGUNG

Im Windpark Ovelgönne wurden zur Baugrunderkundung im März 2015 am Anlagenmittelpunkt jedes Standortes eine Bohrsondierung/Rammkernsondierung (RKS) bis jeweils 10,0 m und in einem Abstand von ca. 12,0 m vom Mittelpunkt entfernt und in etwa gleichmäßig um den Umfang verteilt jeweils vier elektrische Drucksondierungen (CPT) bis maximal 35,0 m jeweils unter Gelände abgeteuft.

Es wird eine Pfahlgründung ausgeführt, die je nach Standort und Pfahllasten bis in Tiefen zwischen 12,5 m und 22,0 m unter GOK reicht.

Die Vergleichbarkeit der Drucksondierungen mit den Rammkernsondierungen wurde in unserer Geotechnischen Stellungnahme vom 31.08.2017 dargestellt und bewertet. Aus den Drucksondierungen können Schichtgrenzen sehr genau abgelesen werden (vgl. unser Schreiben vom 31.08.2017: „Vergleich der Ergebnisse der Aufschlussbohrungen mit den Drucksondiererergebnissen am Beispiel der Standorte WEA C1 und WEA C2 und Überprüfung der Grundwasserhältnisse“).

Da sich die gründungsrelevanten Sande bis in größere Tiefen fortsetzen, sind zur Kalibrierung die obersten 10 m der Rammkernsondierungen ausreichend. Die Drucksondierungen reichen mit 35 m ausreichend tief unter die Pfahlspitzen.

Abschließend ist für jeden Standort darzustellen, ob eine Grundwasser sperrende Schicht vorhanden ist, die bei der Pfahlgründung durchstoßen werden könnte und welche Auswirkungen dieses auf das Grundwasserregime hat (*Qualität, Quantität, Strömungsverhalten*).

II. ALLGEMEINES

Der Windpark liegt im Naturraum Wesermarsch auf der westlichen Weserseite und südlich der Jade. Die Oberfläche des Geländes liegt im Bereich von 0,00 mNN. Aufgrund der geringen Geländehöhe wird das Gebiet mittels Vorfluter und Schöpfwerke periodisch entwässert. Die Weser unterliegt dem Tidenhub. Der erkundete Baugrund entspricht den typischen Bodenverhältnissen in der Wesermarsch. Das Grundwasser wird im Wesentlichen über die benachbarten Geestrücker gespeist.

Die einzelnen Windenergieanlagen binden nur zu einem geringen Maß in den Untergrund ein. Bei der Festlegung der Gründungsebenen war es das Ziel, die erforderlichen Wasserhaltungsmaßnahmen und den Bodenabtrag so gering wie möglich zu halten. Hierbei ist als obere Grenze der Anlagen-Gesamthöhe die gültige Höhenbeschränkung in der Planung berücksichtigt.

Die erforderlichen Wasserhaltungsmaßnahmen werden parallel durch das Büro Böker und Partner, Dr. Cordes, dokumentiert und sind in Ergänzung dieser Stellungnahme heranzuziehen.



III. BODENAUFBAU, GRUNDWASSER SPERRENDE SCHICHTEN

Nach den vorliegenden Bohrungen und Drucksondierungen ist die Baugrundsichtung wie folgt zusammenzufassen:

Bis 4,0 m bzw. 7,0 m unter Geländeoberkante (GOK) stehen organische Böden aus dunkelbraunen, schwach zersetzten Torfen an.

Dabei kann ein oberer Torfhorizont bis ca. 2,0 m bzw. 3,10 m unter GOK abgegrenzt werden. Dann folgt eine Kleischicht aus grauem, schwach feinsandigem, stark schluffigem Ton. Darunter folgt eine untere Torflage. Der Klei kann aber auch fehlen oder mit dem Torf verzahnt vorliegen. Eine Schichtabgrenzung ist dann erschwert.

Unter den flächendeckend anstehenden organischen Böden aus Torf mit Klei stehen im gesamten Windpark ab 4,0 m bzw. 7,0 m unter GOK bis zur maximalen Aufschlusstiefe von 35,0 m unter GOK glazifluviatile Schmelzwassersande aus der Drenthe-Kaltzeit an.

In Bezug auf eine potentiell Wasser sperrende Schicht sind die Bohrprofile der einzelnen Standorte wie folgt auszuwerten (*Tabelle 1*):

Standort	Torf und Klei bis m u. GOK	Potentiell sperrende Kleischicht vorhanden	Von-bis (m u. GOK)	Mächtigkeit (m)
WEA B1	4,40	ja	2,00-3,80	1,80
WEA B2	6,60	ja	2,50-5,40	2,90
WEA B 3	4,50	ja	2,10-4,30	2,20
WEA C1	5,90	nein	-	-
WEA C2	5,30	ja	3,10-4,00	0,90
WEA C3	6,00	ja	2,80-5,30	2,50
WEA T1	5,70	ja	2,00-4,50	2,50
WEA T2	6,60	ja	2,70-6,00	3,30
WEA T3	6,80	ja	2,00-6,80	4,80

Tabelle 1: Tiefenlage potentiell sperrender Kleischichten.

Mit Ausnahme des Standortes der WEA C1 ist an jedem Standort innerhalb des Torfes eine bindige Schicht aus Klei vorhanden, die potentiell als Grundwasser sperrende Schicht wirken könnte.

Ein Lageplan des Windparks sowie die Bohrprofile sind als Anlage diesem Schreiben beigefügt.

IV. Grundwasser

1. Gespanntes Grundwasser

Den eigentlichen Grundwasserleiter bilden die unteren Sande. Dieses Grundwasser könnte gespannt vorliegen. Zusätzlich stellt sich in den oberen Torf-



schichten Stau- oder Schichtenwasser aus Oberflächenwasser ein. Die abdeckenden Schichten aus Torf sind stark wassergesättigt und nass.

Die zwischengelagerten, bindigen Kleischichten als Grundwasserhemmer könnten ggf. diese beiden Grundwasserstockwerke voneinander trennen.

Unsere Untersuchungen haben ergeben, dass der Klei an allen Probestellen stark wassergesättigt ist und eine durchgehend sehr weiche bis breiige Konsistenz aufweist. Damit sind der geringe Widerstand des Kleis gegen Infiltration von aufsteigendem Grundwasser und die damit verbundene Durchlässigkeit nachgewiesen.

In der unteren Torfschicht könnte sich ein geringer Wasserdruck einstellen, der möglicherweise zeitweise als gerade noch gespannt zu bewerteten wäre. Es ist jedoch anhand der vorliegenden Ergebnisse nur mit sehr geringen Druckdifferenzen zwischen der oberen und der unteren Torfschicht zu rechnen, da die zwischenliegenden breiigen Kleischichten nur eine geringe Scherfestigkeit und eine vergleichsweise hohe Durchlässigkeit aufweisen.

Nach ergiebigen Niederschlägen wird der Wasserdruck durch versickerndes Oberflächenwasser in der oberen Torfschicht größer sein als das gering gespannte Grundwasser in der unteren Torfschicht. Die Durchlässigkeit der zwischenliegenden bindigen Kleischicht führt nach einer kurzen Zeitspanne zu einem natürlichen vollständigen Druckausgleich in beiden Torfschichten. Die Grundwasserstockwerke sind daher schon durch den natürlichen Druckausgleich nicht vollständig voneinander getrennt.

In Abbildung 1 sind die Grundwasserverhältnisse als Prinzipskizze dargestellt:

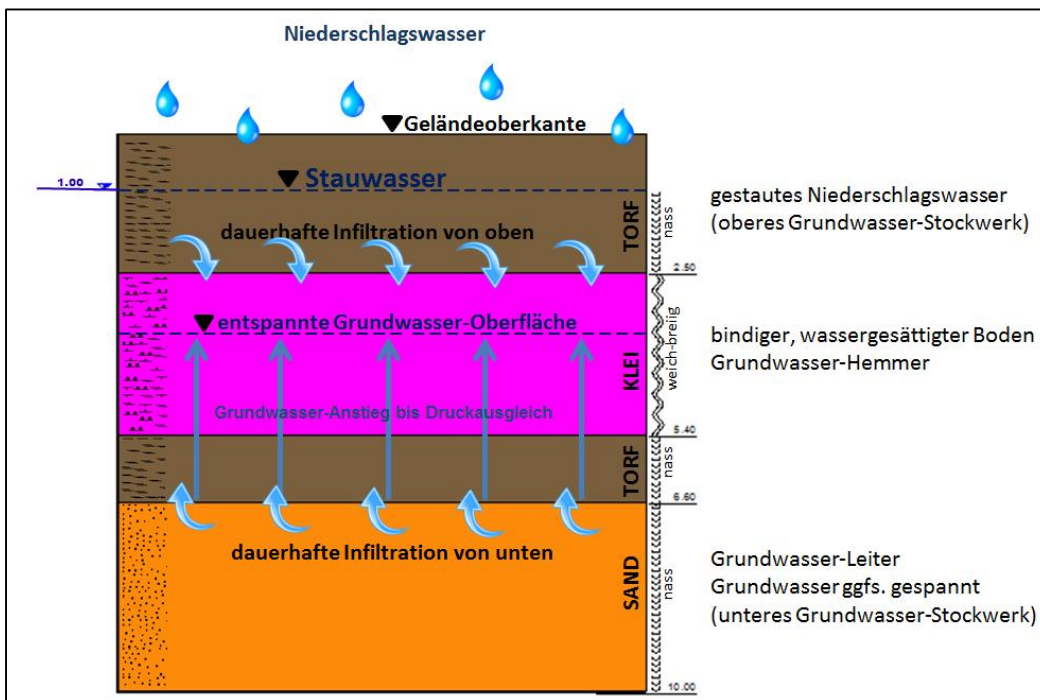


Abbildung 1: Prinzipskizze oberes und unteres Grundwasserstockwerk.



Die natürliche flächige Entwässerung des Grundwassers in diesem Gebiet führt nach kurzer Zeit wieder zu ausgeglichenen Grundwasserverhältnissen. Die Kleizwischenlage im Torf ist nicht wasserundurchlässig. Aufgrund ihrer gegenüber dem Torf und dem Sand geringeren Wasserdurchlässigkeit wirkt sie jedoch zeitverzögert als Grundwasser-Hemmer.

Das Gelände wird weitläufig durch die vorhandenen Gräben des Torfabbaubereiches und durch die Jade entwässert.

Am Standort C1 wurde eine durchgängige Torfschicht ohne Kleizwischenlage erkundet. Eine potentiell sperrende Schicht ist somit nicht flächenhaft verbreitet und es gibt somit bereits natürliche „Fenster“ zwischen den Bodenschichten.

Da sich gespanntes Grundwasser in der Regel großflächig in einem Gebiet einstellt, haben Unterbrechungen in der Kleischicht, wie am Standort C1 erkundet, bereits eine großflächige Entspannung des unteren Grundwasserspiegels unterstützt.

2. Hydraulischer Grundbruch

Sollte bei einer der Windenergiestandorte tatsächlich gespanntes Grundwasser während der Öffnung der Baugrube auftreten, müssen Stabilisierungsmaßnahmen zur Sicherung der Baugrube ergriffen werden. Der Bodenaushub sollte dann nur kleinflächig erfolgen und die Aushubbereiche im stark wässrigen Torf sind Zug-um-Zug durch schweren Sandboden zu ersetzen. So wird ein Gegengewicht zum möglichen vertikal gespannten Wasserdruck erzeugt und ein hydraulischer Grundbruch vermieden. Dieses Verfahren hat sich in anderen Windparks ohne erkennbare Beeinträchtigung des umgebenden Geländes bewährt.

3. Horizontale Wasserströmungen

Aufgrund der Tiefenlage des tragfähigen Baugrundes wird für die Windenergieanlagen, wie in der Wesermarsch üblich, eine Tiefgründung mittels Pfählen erforderlich.

Ergänzend zu den vorliegenden Ergebnissen wird hier der Einfluss der Pfähle auf die horizontale Wasserströmung näher betrachtet.

Die Pfähle der Windenergieanlagen sind entsprechend der Fundamentgeometrie ringförmig in etwa am äußeren Fundamentrand angeordnet und werden unter einer Neigung gerammt. Am Pfahlkopf beträgt der Abstand der Pfähle je nach Pfahlanzahl etwa 1,03 m bzw. 1,30 m. Am Pfahlfuß sind die Pfähle etwa 1,60 m voneinander entfernt. Für die Kran Gründungen werden Punktfundamente mit Einzelpfählen hergestellt. Pfahlbahnen sind nicht vorgesehen. Sowohl die Pfähle am Anlagenstandort als auch die an den Kranstellflächen stellen somit keine geschlossenen Hindernisse für die horizontale Wasserströmung dar.

Beim Abteufen der Pfähle, in diesem Fall mittels Rammung, wird der verdrängte Boden unterhalb der Pfahlspitze seitlich in die vorhandene Boden-



schicht verdrängt. Dadurch stellt sich während des Rammens innerhalb der Sande unmittelbar um den Pfahlfuß eine Bodenverdichtung ein, die einen höheren Durchlasswiderstand für die Grundwasserströmung in der betrachteten Bodenschicht bewirkt. Bei diesem Vorgang erhöht sich der Porenwasserdruck innerhalb der erzeugten Bodenverdichtung.

Aus langjähriger Erfahrung ist bekannt, dass sich der Porenwasserüberdruck nach einiger Zeit durch die natürliche Schwerkraft wieder abbaut. Bei nichtbindigen, sandigen Böden, wie sie im Windpark anstehen, wird sich erfahrungsgemäß der Porenwasserüberdruck nach ca. ein bis drei Wochen bis zum natürlichen Zustand abbauen.

Im Bereich einer bindigen Bodenschicht (*Klei*) kann der Abbau des Porenwasserüberdrucks zwischen zwei und vier Wochen dauern. Die Wirkbreite der Bodenverdichtung ist in der bindigen, weichen bis breiigen Kleischicht während des Abteufens geringer (*im cm-Bereich*) als bei nichtbindigen Böden (*dm-Bereich*).

Während der Rammung wird sich in den oberen Torf- und Kleischichten kaum ein bemerkbarer Eindringwiderstand des Pfahles einstellen. Mit wenigen Schlägen wird die unterschiedlich starke Kleischicht durchteuft. Erst bei Erreichen der tragenden Sandschicht beginnt die eigentliche Rammung.

Das hydraulische Gefälle des Grundwassers ist in der norddeutschen Tiefebene allgemein sehr gering. Für das Plangebiet kann es aus den hydrologischen Kartenunterlagen des LBEG (*Isohypsen-Karte*) mit 1: 10 000 (*1 m Höhendifferenz des Grundwassers auf ca. 10 km*) abgeschätzt werden. Daher sind auch der natürliche Strömungsdruck und die Grundwasserfließgeschwindigkeit in den verschiedenen Bodenschichten sehr gering.

Nach der Pfahlrammung wird dem horizontalen Grundwasserfluss in den einzelnen Bodenschichten eine Zeitlang ein Widerstand entgegen gestellt. Nachdem sich der natürliche Porenwasserdruck wiederhergestellt hat, verbleiben der Pfahlquerschnitt und ein gewisser Übergangsbereich mit Bodenverdichtung als Widerstand gegenüber der horizontalen Grundwasserströmung. Der wirksame Widerstand kann wegen der sehr geringen Fließgeschwindigkeit des Grundwassers als geringfügig beurteilt werden.

Das Grundwasser fließt nur im Porenraum des Bodens und wird durch Reibung und Adhäsionskräfte beeinflusst. Es wäre grundsätzlich denkbar, dass es innerhalb sehr kleiner Bereiche um den Pfahl zu Strömungsbeeinflussungen kommt. In vergleichbaren Sandschichten an anderen Standorten ist eine Störung der horizontalen Grundwasserströmung weder großflächig, an Pfahlgruppen, noch kleinflächig, an Einzelpfählen beobachtet worden.

Die Pfähle stehen sowohl am Pfahlkopf als auch am Pfahlfuß weit genug auseinander. Langfristig und großräumig können daher Störungen der Grundwasserströmung ausgeschlossen werden.

Da die Druckdifferenzen am Pfahl sehr gering sind, sind nach den Empfehlungen des Arbeitskreises „Pfähle“ (*EA-Pfähle*) auch keine Nachweise zur Pfahlbemessung erforderlich.



Eine störende Behinderung der regionalen und lokalen horizontalen Grundwasserströmung ist an den einzelnen Standorten nicht zu erkennen.

4. Vertikale Wasserströmungen

Es gibt verschiedene Arten der vertikalen Wasserströmung. Das sind:

1. Abflüsse von Oberflächenwasser in tiefer liegende Bodenschichten,
2. Aufwärtsströmungen durch gespanntes Grundwasser,
3. Aufdringen von Grundwasser an der Pfahlwandung.

Im Folgenden wird aufgezeigt, dass die vorhandene Kleischicht nicht als Sperrschicht bewertet werden kann und auch sachlich und geotechnisch nicht so bewertet wird.

Zu 1) Abflüsse von Oberflächenwasser in tiefer liegende Bodenschichten

Die Strömungsgeschwindigkeit bzw. die Versickerungsgeschwindigkeit von Oberflächenwasser ist abhängig von den Durchlässigkeiten der einzelnen Bodenschichten.

Zuerst wird die obere, faserige Torfschicht erreicht. Da der Torf das Wasser wie ein Schwamm hält, ist eine vertikale Strömung kaum feststellbar.

Die darunter liegende Kleischicht wird aufgrund ihrer Feinkörnigkeit nur langsam vom Oberflächenwasser infiltriert. Da eine ständige Wassersättigung der oberen Torfschicht mit entsprechendem Wasserdruck vorhanden ist, sind die Kleischichten bereits von oben durch Oberflächenwasser durchdrungen. Der Klei hat bereits eine natürliche Durchlässigkeit erlangt. Dies ist in der Beschreibung der Kleischicht als „stark wassergesättigt und nass mit breiiger oder sehr weicher Konsistenz“ wiederzufinden.

Zu 2) Vertikale Aufwärtsströmung durch gespanntes Grundwasser

Das Grundwasser in den Sanden kann potentiell leicht gespannt sein und von unten in die Torfe und den Klei drücken.

In der unteren Torf- und Kleischicht kann sich entsprechend eine vertikale Strömung bei einem teilweise gespannten Grundwasser von unten nach oben einstellen.

In der oberen Torfschicht, mit einem hohen Wasseranteil aus Oberflächenwasser ist eine vertikal gerichtete Strömung kaum messbar.

Aufgrund der wechselnden Druckdifferenzen, der geringen Scherfestigkeit und der geringen Mächtigkeit ist die Kleischicht bereits durchlässig. Der bindige Boden stellt nur eine verhältnismäßig geringe Stauwirkung für die nach oben gerichtete Grundwasserströmung dar. Eine Trennung von Grundwasserstockwerken ist somit nicht vorhanden.



Zu 3) Aufdringen von Grundwasser an der Pfahlwandung

Während der Rammarbeiten kommt es um den Pfahlfuß zu einem erhöhten Porenwasserdruck in der tragenden Sandschicht und in geringfügigem Maß auch in der Kleischicht. Während des Rammvorganges bildet sich eine Übergangsschicht zwischen Pfahloberfläche und umgebenden Boden aus. Durch den natürlichen hohen Grundwasserstand kann die Rammung zügig bis in den tragenden Baugrund der Sandschicht durchgeführt werden.

Der natürliche Abbau des Porenwasserüberdrucks in der Klei- und der Sandschicht verursacht nur in sehr geringem Maße eine vertikale Strömung. Auch im Fall von teilweise gespanntem Grundwasser ist nicht mit einem plötzlichen hydraulischen Grundbruch innerhalb der Kleischicht an der Pfahlmantelfläche oder mit einem Anstieg des Grundwassers bis über die Geländeoberfläche nach Art einer „artesischen Quelle“ zu rechnen.

Für einen hydraulischen Grundbruch in der tiefliegenden Sandschicht reichen die lokalen Druckverhältnisse nicht aus. Während des Abbaus des Porenwasserüberdrucks erfolgt zwischen der Kleischicht und der Pfahloberfläche ein sogenanntes kraftschlüssiges „Anwachsen“ des Pfahles. Dieses Anwachsen des Pfahles verhindert auch langfristig einen Anstieg von gespanntem Grundwasser aus der unteren Torfschicht in die obere Torfschicht.

Das „Anwachsen“ der Pfähle ist für die Rammtechnik eine typische und allgemein anerkannte Eigenschaft der Böden.

Aus den bereits zahlreich vorhandenen Pfahlgründungen in der Wesermarsch sind keine hydraulischen Grundbrüche oder artesischen Quellen bekannt.

Somit ist eine vertikale Grundwasserströmung entlang der Pfähle aus der unteren in die obere Torfschicht auszuschließen.

V. BODEN

1. Pfahlrammung

Im geplanten Windpark sollen Betonfertigteilpfähle ausgeführt werden. Diese erlauben einen zügigen Arbeitsfortschritt und sind für die Gründung angemessen und anerkannt.

Das gewählte Rammverfahren hat sich im Hinblick auf eine schonende Rammung für den Boden bewährt. Nennenswerte Vermischungen einzelner Bodenschichten sind nicht zu erwarten. Der Pfropfen unter dem Pfahlfuß innerhalb des tragenden Sandbodens wird bis in tiefere Schichten geführt. In der Torfschicht bildet sich praktisch kein Pfropfen aus. Der Pfropfen innerhalb der Kleischicht hat nicht die Qualität und Stabilität in den Sandboden eindringen zu können.

Da die Pfahlwandungen beim Fertiggrammpfahl als sehr glatte Betonoberflächen hergestellt werden, sind ein Anhaften und ein Mitnehmen oberer Bodenschichten während des Rammvorgangs baupraktisch auszuschließen. Dies ist bei vergleichbaren Standorten auch nicht beobachtet worden.



Die Pfähle werden von einer Rammebene bis in die tragende Sandschicht hinabgeführt. Es ist bei der vorhandenen Bodenschichtung nicht damit zu rechnen, dass bereits gerammte benachbarte Pfähle wieder herausgedrückt werden.

2. Pfahliefen

Die Erkundung des Baugrunds jedes Windenergiestandortes erfolgte zunächst mittels einer Rammkernsondierung bis ca. 10,0 m als direkte Baugrunderkundung und durch mindestens drei genormte Drucksondierungen zwischen 21,0 m bzw. bis teilweise 35,0 m unter Geländeoberfläche. Zusätzlich wurden exemplarisch für die Standorte der WEA C1 und WEA C2 noch direkte Aufschlüsse durch Rammkernsondierungen bis 18,0 m Tiefe geführt. Die Baugrundsichtung ist im gesamten Windpark ähnlich und vergleichbar. Daher können die Ergebnisse auch auf die übrigen Standorte übertragen werden.

Die Auswertung der Rammkernsondierung führt zu einem Bohrprofil mit Ansprache der angetroffenen Böden und der Tiefenlage der Grundwasser Oberfläche.

Mit der Drucksondierung werden in der Regel drei Parameter ermittelt. Dies sind der Spitzendruck, die Mantelreibung und der Bodenindex. Durch den Bodenindex werden die einzelnen Bodenschichten abgegrenzt. Auch eine qualitative Bodenansprache ist dadurch sicher. Dieses Verfahren wird in der Norddeutschen Tiefebene und in der Wesermarsch neben anderen indirekten Verfahren standardmäßig angewendet.

Mit den vorliegenden Aufschlüssen konnte nochmals der Nachweis erbracht werden, dass die Drucksondierungen sehr gut mit den direkten Bodenaufschlüssen korrelieren. Es kann bestätigt werden, dass die Drucksondierungen für die Bodenansprache ausreichend sind.

Die vorliegenden Bohrprofile sind für die Wasserhaltungsmaßnahmen und die Einschätzung der Baugrubenarbeiten vollständig ausreichend. Für die Bemessung der Pfahllängen bilden die vorliegenden Ergebnisse aus der Drucksondierung gemäß dem Stand der Technik eine zuverlässige Ausgangsdatenbasis.



3. Verbleib der Pfähle im Boden

Nach Ende der Nutzungsdauer der Anlage wird das Fundament zurückgebaut. Dabei werden die Pfähle ca. 50 cm unter der Fundamentunterkante bzw. ca. 1,50 m unter Geländeoberfläche gekappt und entfernt. Die restliche Pfahllänge verbleibt im Boden. Da aus dem Pfahlbeton keine schädlichen Inhaltsstoffe in die umliegenden Bodenschichten eindringen, ist gegen einen Verbleib sachlich und praktisch nichts einzuwenden. Eine Wiedergewinnung des Pfahles ist voraussichtlich nicht möglich, da er durch das Anwachsen im Boden mittels handelsüblicher Baugeräte nicht herausziehbar ist.

Vechta, den 12. September 2017

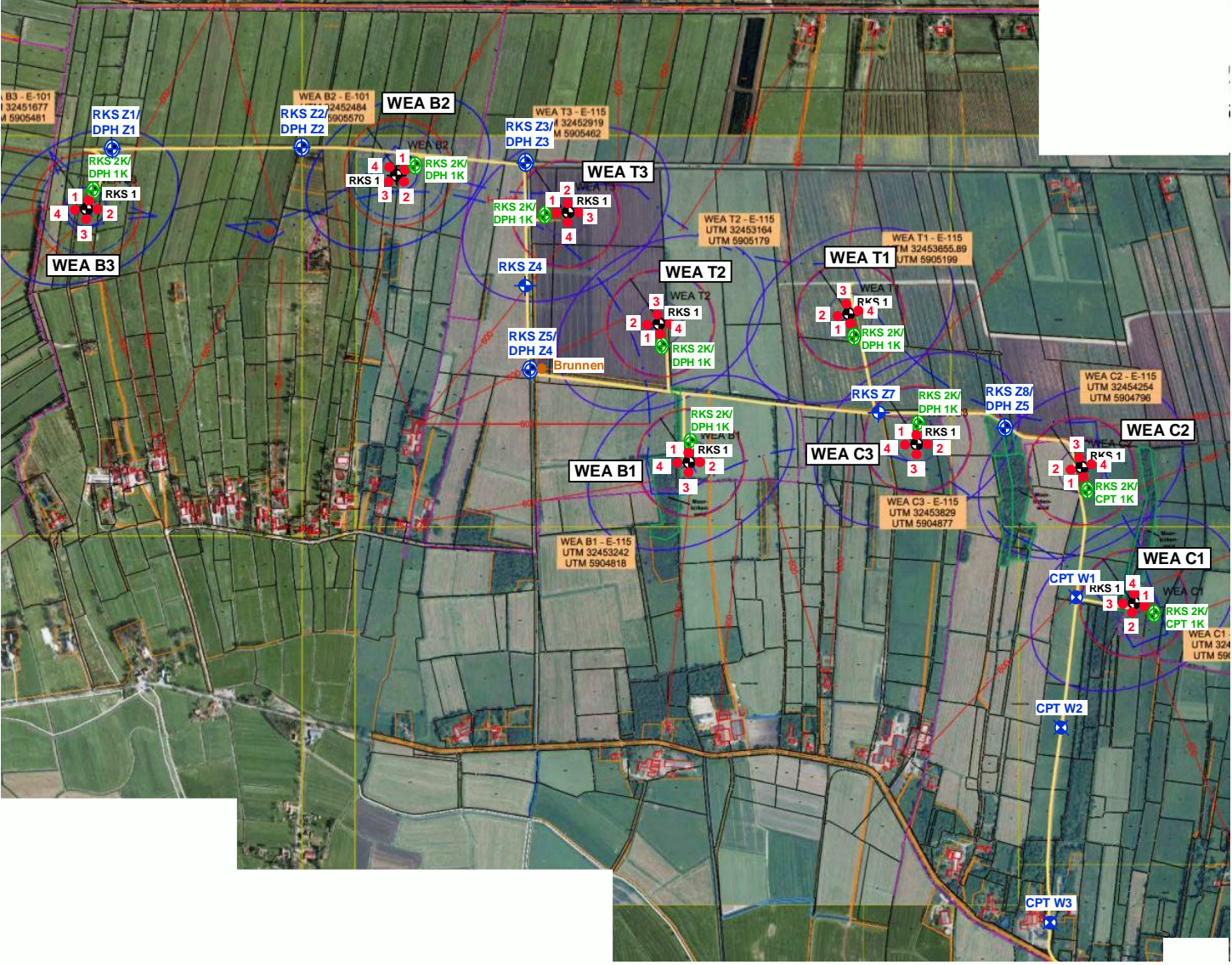
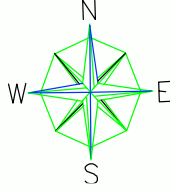
A handwritten signature in black ink, appearing to read 'P. Müller'.

Dipl.-Geol. Petra Müller

Anlagen:

1. Lageplan
- 2.1-2.18 Bohrprofile und Drucksondierdiagramme

ANLAGE 1
Lageplan



LEGENDE

WEA	Windenergieanlage
RKS B1	Rammkernsondierung WEA
RKS B1K/DPH 1K	Rammkernsondierung und schwere Rammsondierung Kranaufstellfläche
1	Drucksondierung
RKS Z2	Rammkernsondierung Zuwegung
RKS Z1/DPH Z1	Rammkernsondierung und schwere Rammsondierung Zuwegung
CPT W1	Drucksondierung Zuwegung
○	Brunnen



IG Ingenieurgeologie
Dr. Lübbe

Projekt: 1075-15-1
Windpark Ovelgönne

Auftraggeber:
Windkonzept Projektentwicklung GmbH & Co. KG
Mansholter Straße 30
26215 Wiefelstede

Titel: **Lageplan**

gez.: M. Hörmeier gepr.: Dipl.-Geol. P. Müller

Maßstab: 1 : 10.000

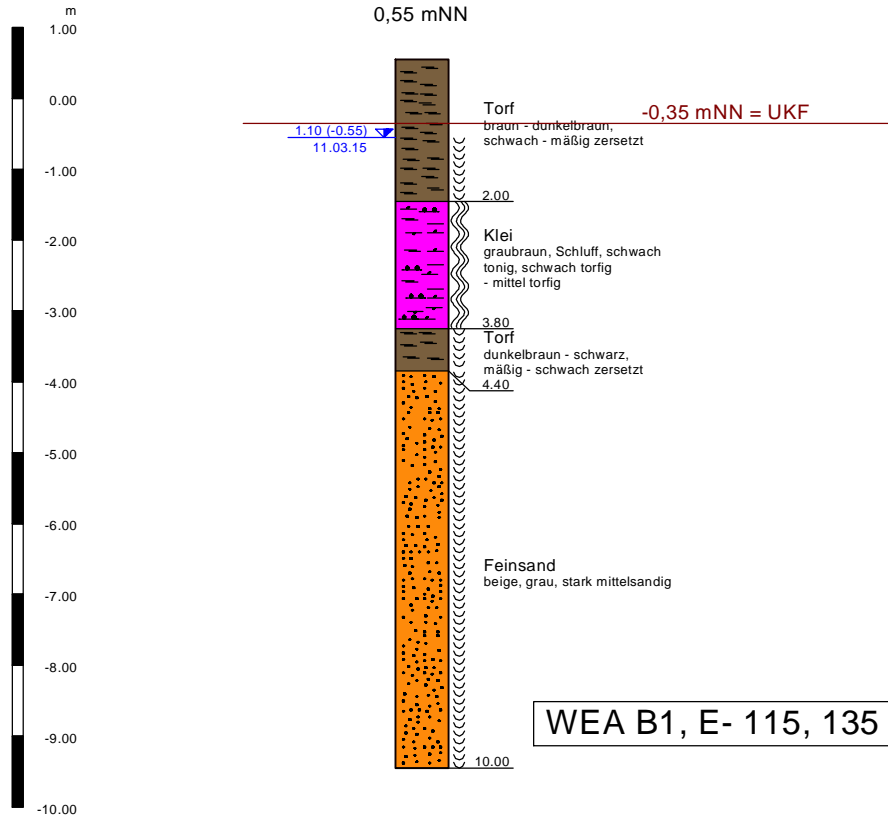
Datum: 30.03.2015 ANLAGE: 1

ANLAGE 2.1-2.18
Bohrprofile nach DIN 4023 und
Drucksondierdiagramme (*CPT*, gemäß *DIN EN ISO 22476-1*)

3,15 mNN = OKF

WEA B1, RKS 1

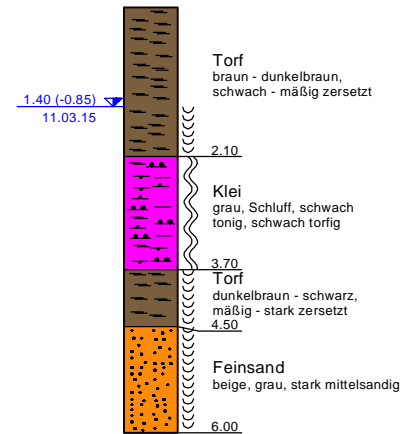
0,55 mNN



WEA B1, E- 115, 135 mNH

WEA B1, RKS 2K

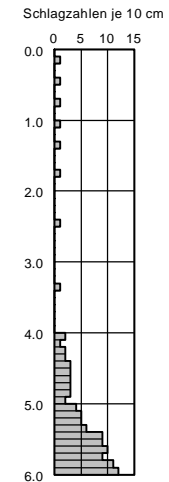
0,55 mNN



KAF, WEA B1

WEA B1, DPH 1K

0.00 m



Konsistenzen

- breiig - weich
- breiig
- naß

LEGENDE:

- RKS: Rammkernsondierung
- DPH: schwere Rammsondierung
- KAF: Kranaufstellfläche

1.10 ▾ Grundwasser m u.GOK
11.03.15 Datum

Projekt:	1075-15-1 WP Ovelgönne WEA B1
Auftraggeber:	Windkonzept Projektenwicklungs GmbH & co. KG Mansholter Straße 30 26215 Wiefelstede
Bearbeiter:	Dipl.-Geol. Petra Müller
Maßstab:	Höhe: 1 : 75



Titel:
Bohrprofile nach DIN 4023 und Ramm-
diagramme nach DIN EN ISO 22476-2

Anlage: 2.1

WEA B1, E-115, 135 mNH

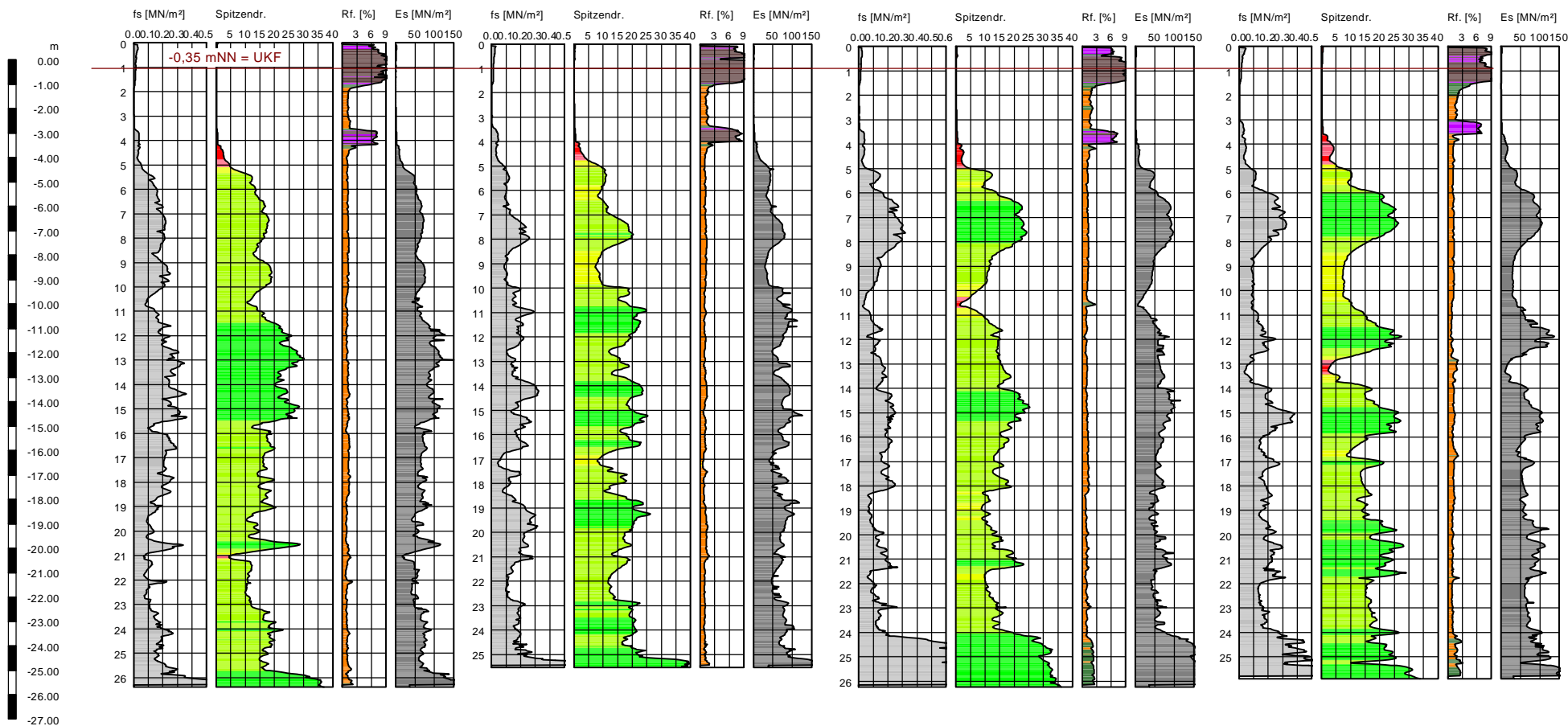
3,15 mNN = OKF

CPT B1 1
0,55 mNN

CPT B1 2
0,55 mNN

CPT B1 3
0,55 mNN

CPT B1 4
0,55 mNN



Legende Spitzendruck

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

Legende Reibungsverhältnis

- Kies
- Sand
- Schluff
- Ton
- Torf

LEGENDE:

CPT: Drucksondierung

UKF: Unterkante Fundament

Projekt: 1075-15-1
WP Ovelgönne
WEA B1

Auftraggeber: Windkonzept Projektentwicklungs GmbH & co. KG
Mansholter Straße 30
26215 Wiefelstede

Bearbeiter: Dipl.-Geol. P. Müller

Maßstab: Höhe: 1 : 175



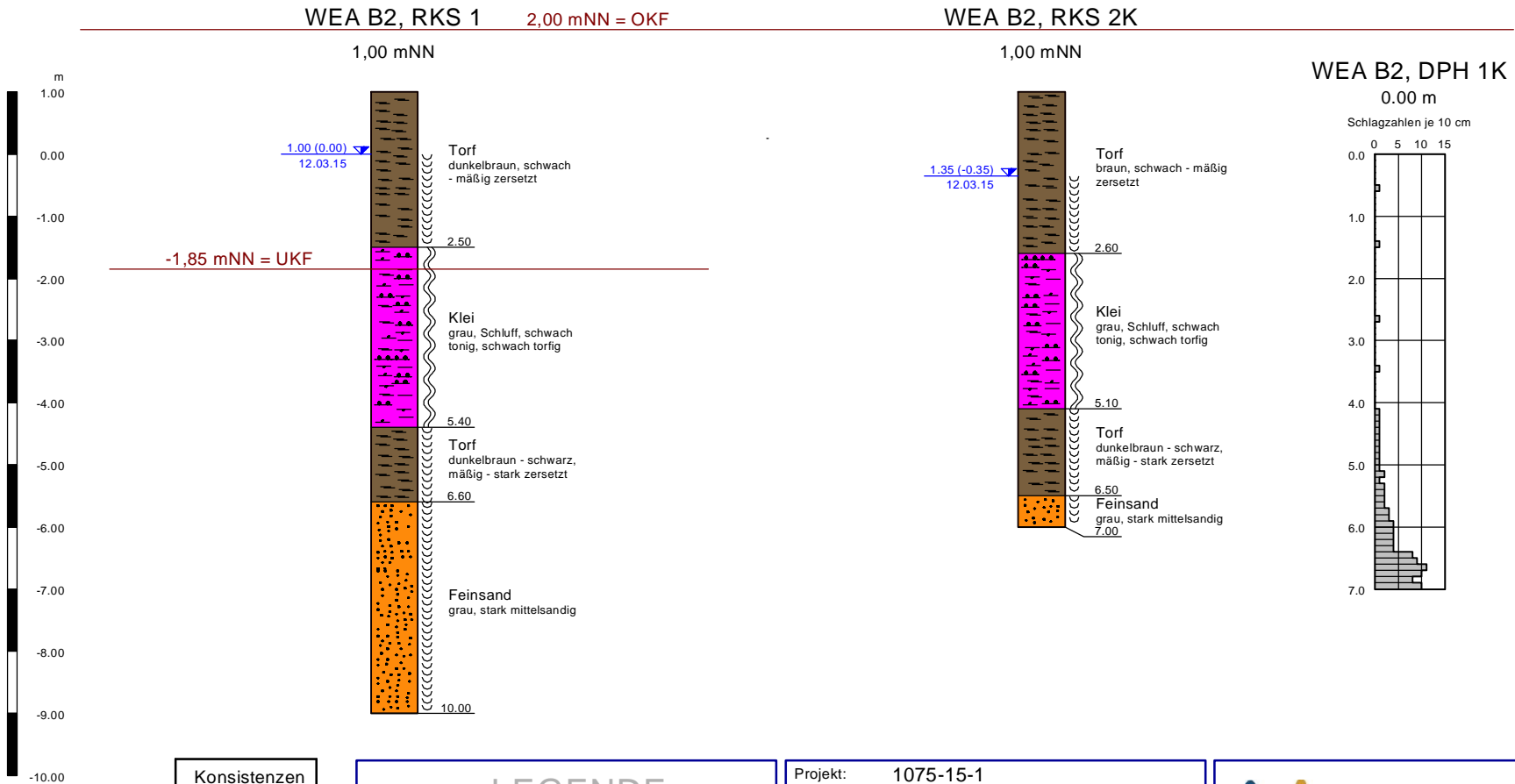
**Ingenieurgeologie
Dr. Lübbe**

Titel: Drucksondierdiagramme nach DIN 4094

Anlage: 2.2

WEA B2, E-101, 149 mNH

KAF, WEA B2



Konsistenzen

breiig

naß

LEGENDE:

RKS: Rammkernsondierung

DPH: schwere Rammsondierung

KAF: Kranaufstellfläche

1.00 Grundwasser m u.GOK

12.03.15 Datum

Projekt: 1075-15-1
WP Ovelgönne
WEA B2

Auftraggeber: Windkonzept Projektenwicklungs
GmbH & co. KG
Mansholter Straße 30
26215 Wiefelstede

Bearbeiter: Dipl.-Geol. Petra Müller

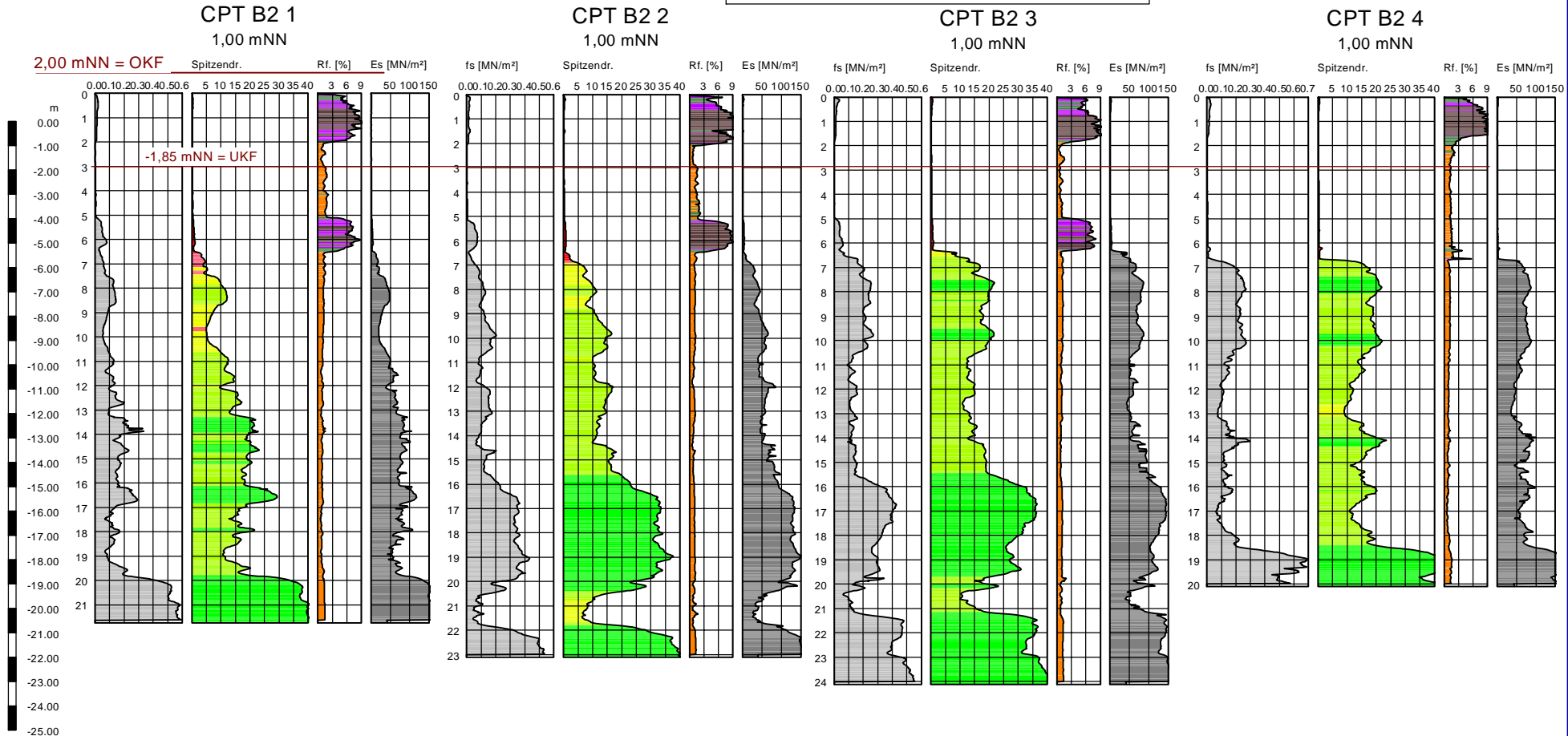
Maßstab: Höhe: 1 : 75

**Ingenieurgeologie
Dr. Lübbe**

Titel: Bohrprofile nach DIN 4023 und Ramm-
diagramme nach DIN EN ISO 22476-2

Anlage: 2.3

WEA B2, E-101, 149 mNH



Legende Spitzendruck	
	sehr locker
	locker
	mitteldicht
	dicht
	sehr dicht
Legende Reibungsverhältnis	
	Kies
	Sand
	Schluff
	Ton
	Torf

LEGENDE:

CPT: Drucksondierung

UKF: Unterkante Fundament

Projekt:	1075-15-1 WP Ovelgönne WEA B2
Auftraggeber:	Windkonzept Projektenwicklungs GmbH & co. KG Mansholter Straße 30 26215 Wiefelstede
Bearbeiter:	Dipl.-Geol. P. Müller
Maßstab:	Höhe: 1 : 175



Ingenieurgeologie
Dr. Lübke

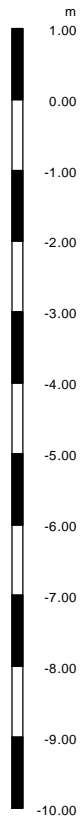
Titel: Drucksondierdiagramme nach DIN 4094

Anlage: 2.4

WEA B3, E-101, 149 mNH

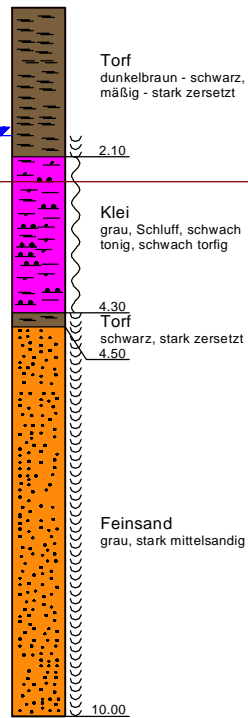
KAF, WEA B3

2,00 mNN = OKF



WEA B3, RKS 1

0,60 mNN

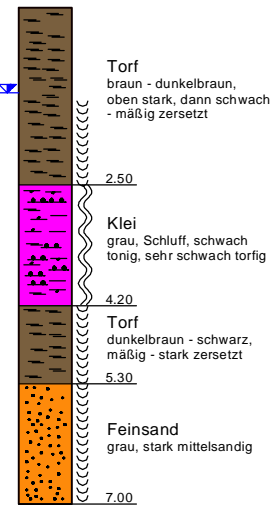


-1,85 m = UKF

1.80 (-1.20)
13.03.15

WEA B3, RKS 2K

0,60 mNN

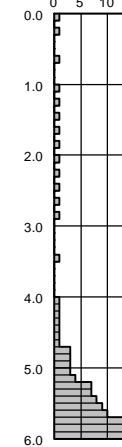


1.20 (-0.60)
13.03.15

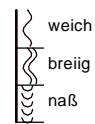
WEA B3, DPH 1K

0.00 m

Schlagzahlen je 10 cm



Konsistenzen



LEGENDE:

- RKS: Rammkernsondierung
- DPH: schwere Rammsondierung
- KAF: Kranaufstellfläche

1.80 Grundwasser m u.GOK
13.03.15 Datum

Projekt:	1075-15-1 WP Ovelgönne WEA B3
Auftraggeber:	Windkonzept Projektenwicklungs GmbH & co. KG Mansholter Straße 30 26215 Wiefelstede
Bearbeiter:	Dipl.-Geol. Petra Müller
Maßstab:	Höhe: 1 : 75



Titel:
Bohrprofile nach DIN 4023 und Ramm-
diagramme nach DIN EN ISO 22476-2

Anlage: 2.5

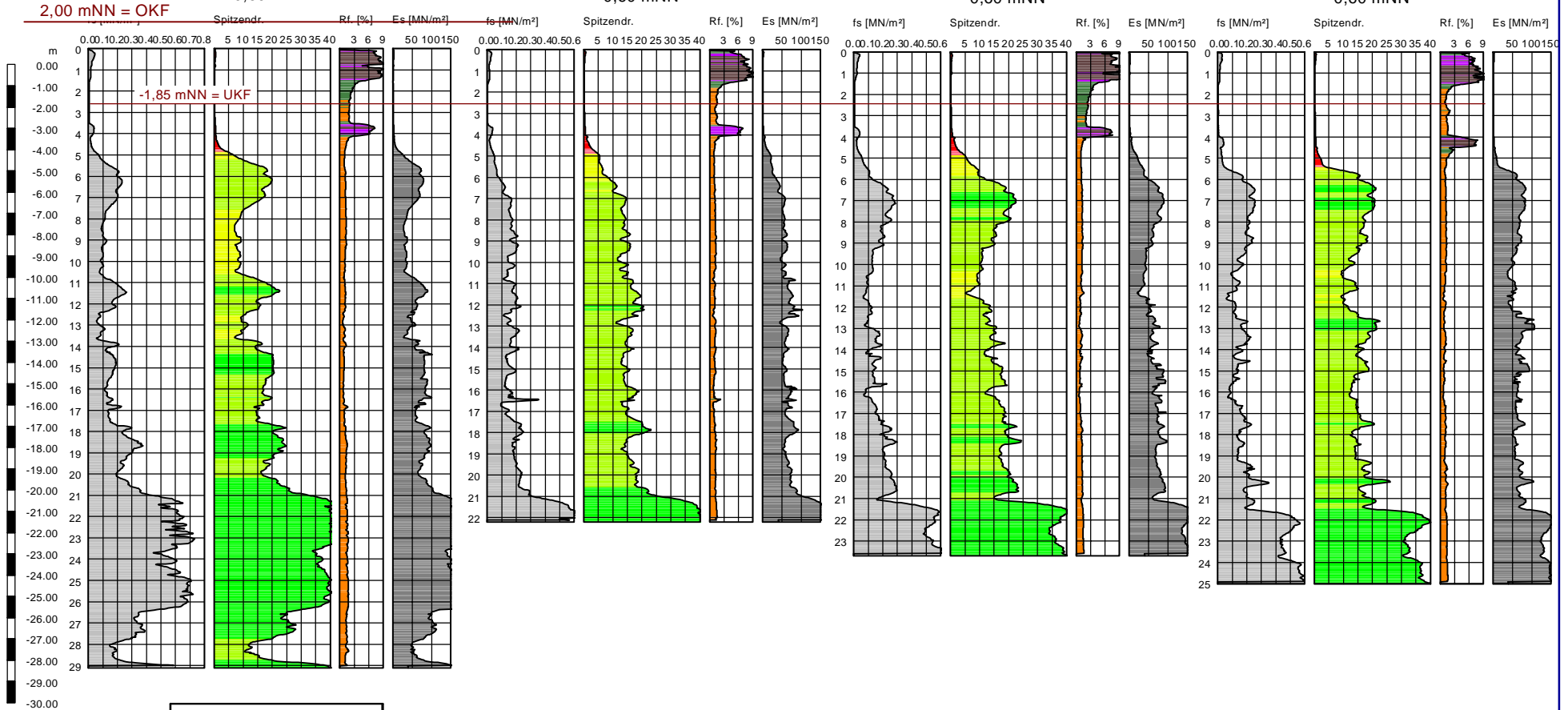
WEA B3, E-101, 149 mNH

CPT B3 1
0,60 mNN

CPT B3 2
0,60 mNN

CPT B3 3
0,60 mNN

CPT B3 4
0,60 mNN



Legende Spitzendruck	
■	sehr locker
■	locker
■	mitteldicht
■	dicht
■	sehr dicht

Legende Reibungsverhältnis	
■	Kies
■	Sand
■	Schluff
■	Ton
■	Torf

LEGENDE:	
CPT:	Drucksondierung
UKF:	Unterkante Fundament

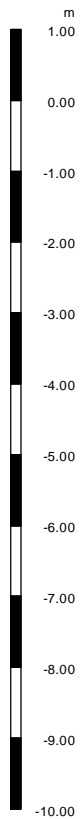
Projekt:	1075-15-1 WP Ovelgönne WEA B3
Auftraggeber:	Windkonzept Projektenwicklungs GmbH & co. KG Mansholter Straße 30 26215 Wiefelstede
Bearbeiter:	Dipl.-Geol. P. Müller
Maßstab:	Höhe: 1 : 200

 Ingenieurgeologie Dr. Lübke	
Titel:	
Drucksondierdiagramme nach DIN 4094	
Anlage:	2.6

WEA C1, E-115, 135 mNH

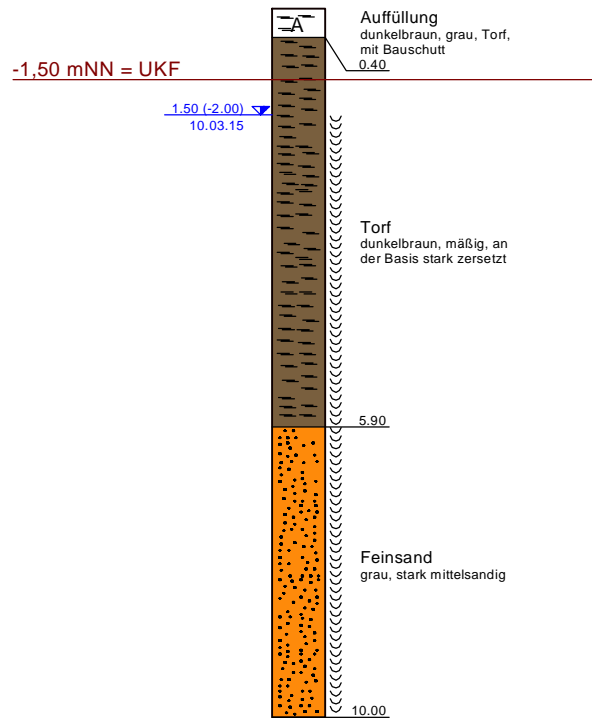
KAF, WEA C1

2,00 mNN = OKF



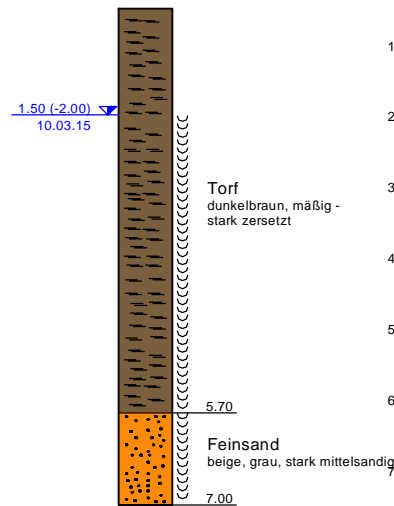
WEA C1, RKS 1

-0,50 mNN



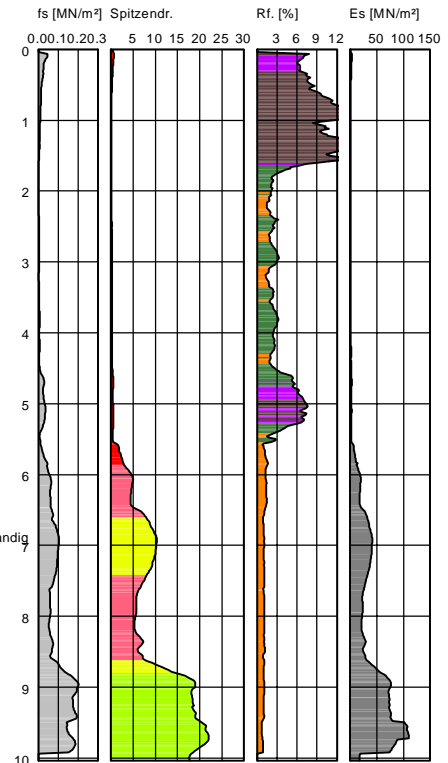
WEA C1, RKS 2K

-0,50 mNN



CPT C1 Kran

0,00 m



Konsistenzen

naß

LEGENDE:

- RKS: Rammkernsondierung
- DPH: schwere Rammsondierung
- KAF: Kranaufstellfläche

1.50 Grundwasser m u.GOK
10.03.15 Datum

Projekt: 1075-15-1
WP Ovelgönne
WEA C1

Auftraggeber: Windkonzept Projektenwicklungs
GmbH & co. KG
Mansholter Straße 30
26215 Wiefelstede

Bearbeiter: Dipl.-Geol. Petra Müller

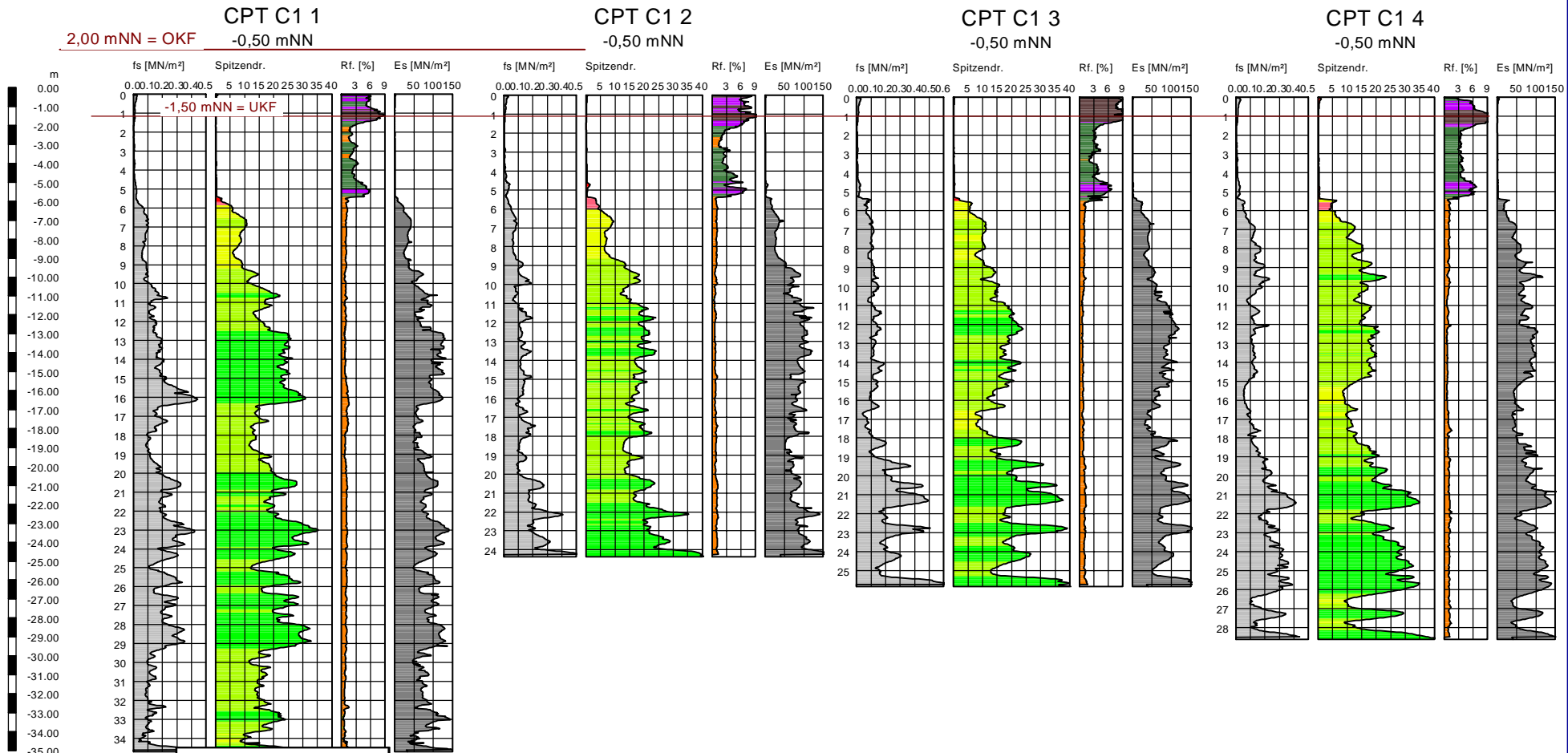
Maßstab: Höhe: 1 : 75



Titel:
Bohrprofile nach DIN 4023 und Ramm-
diagramme nach DIN EN ISO 22476-2

Anlage: 2.7

WEA C1, E-115, 135 mNH



Legende Spitzendruck

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

Legende Reibungsverhältnis

- Kies
- Sand
- Schluff
- Ton
- Torf

LEGENDE:

CPT: Drucksondierung

UKF: Unterseite Fundament

Projekt: 1075-15-1
 WP Ovelgönne
 WEA C1

Auftraggeber: Windkonzept Projektentwicklungs
 GmbH & co. KG
 Mansholter Straße 30
 26215 Wiefelstede

Bearbeiter: Dipl.-Geol. P. Müller

Maßstab: Höhe: 1 : 225



Ingenieurgeologie
Dr. Lübbe

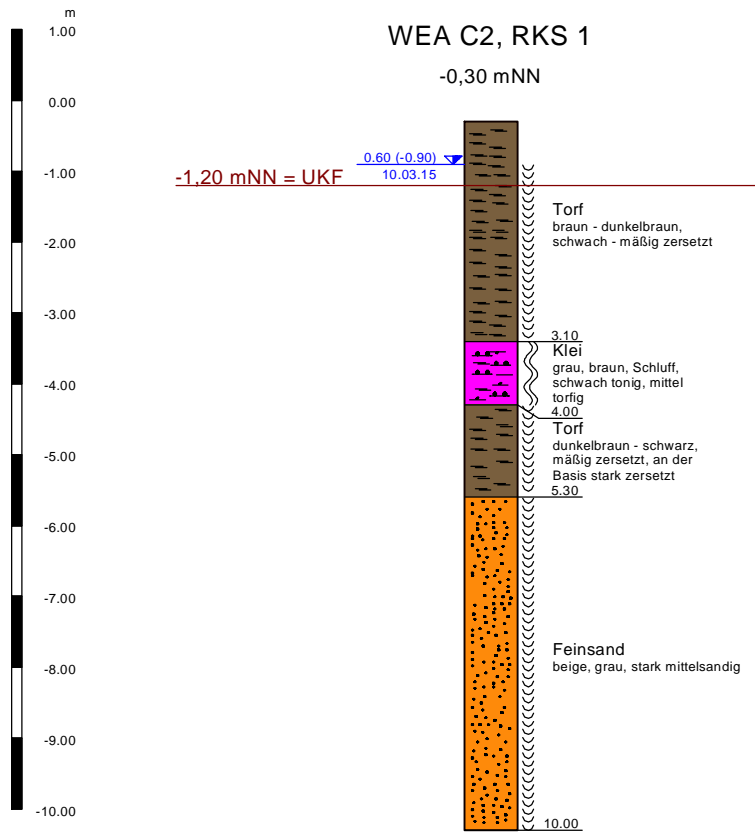
Titel: Drucksondierdiagramme nach DIN 4094

Anlage: 2.8

WEA C2, E-115, 135 mNH

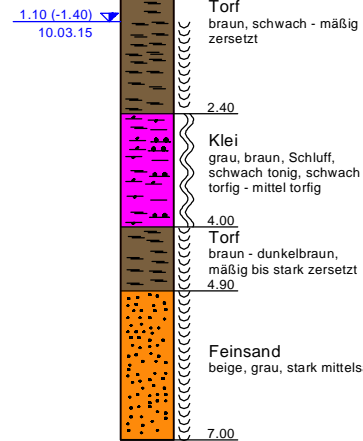
KAF, WEA C2

2,30 mNN = OKF



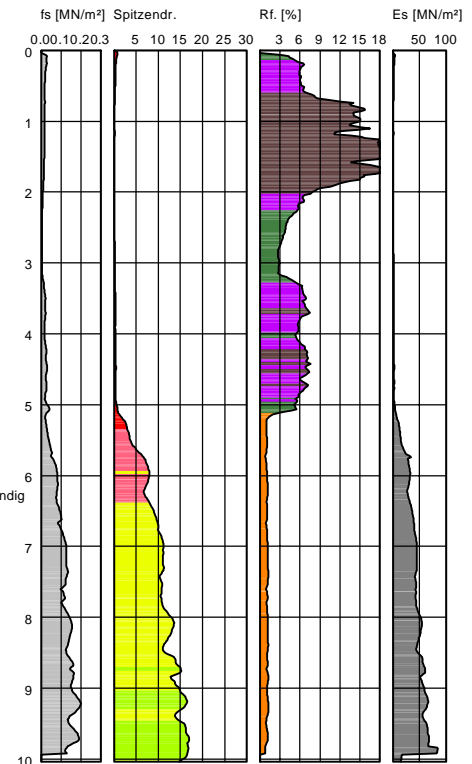
WEA C2, RKS 2K

-0,30 mNN



CPT C2 Kran

0,00 m



Konsistenzen



LEGENDE:

RKS: Rammkernsondierung
DPH: schwere Rammsondierung
KAF: Kranaufstellfläche

0.60 Grundwasser m u.GOK
10.03.15 Datum

Projekt: 1075-15-1
WP Ovelgönne
WEA C2

Auftraggeber: Windkonzept Projektenwicklungs
GmbH & co. KG
Mansholter Straße 30
26215 Wiefelstede

Bearbeiter: Dipl.-Geol. Petra Müller

Maßstab: Höhe: 1 : 75



Titel:
Bohrprofile nach DIN 4023 und Ramm-
diagramme nach DIN EN ISO 22476-2

Anlage: 2.9

WEA C2, E-115, 135 mNH

CPT C2 1

2,30 mNN = OKF -0,30 mNN

CPT C2 2

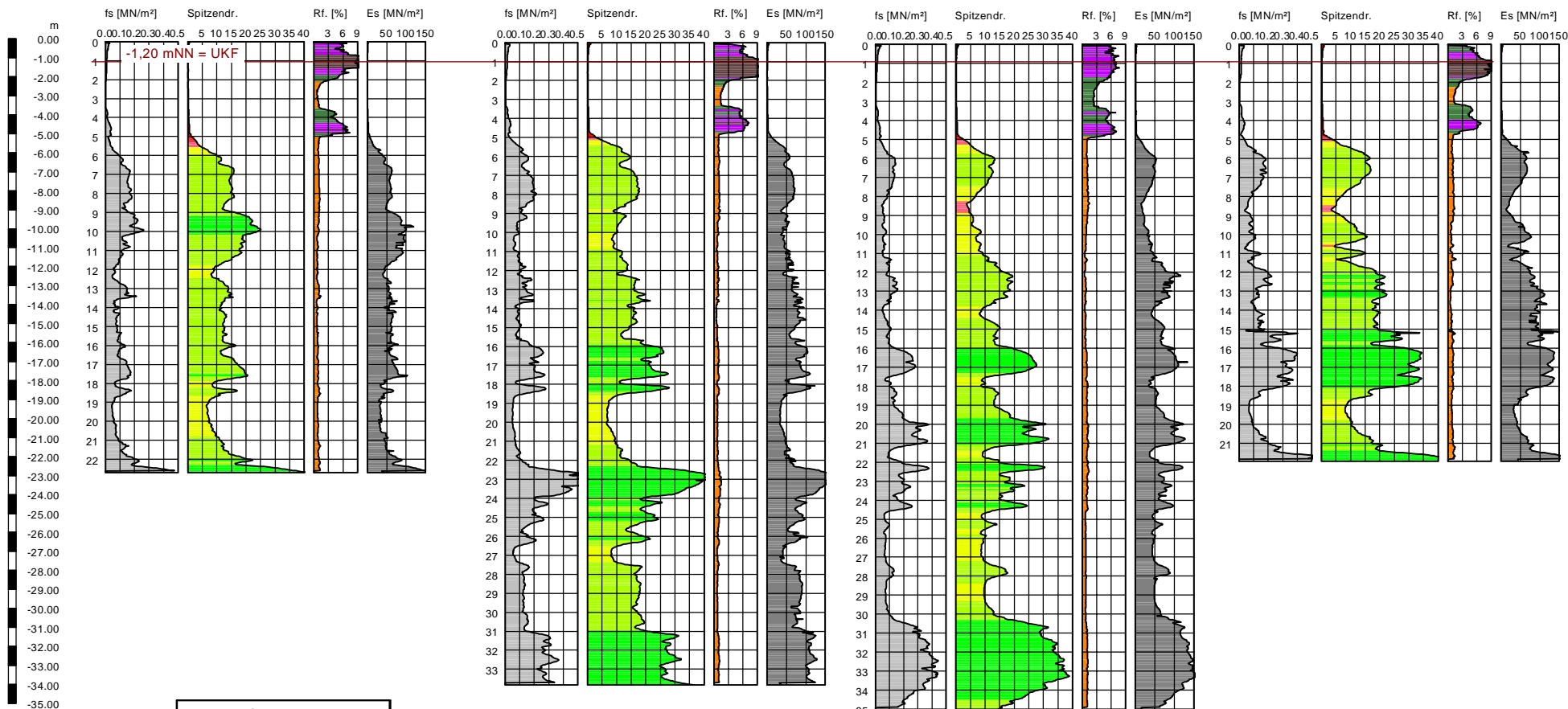
-0,30 mNN

CPT C2 3

-0,30 mNN

CPT C2 4

-0,30 mNN



Legende Spitzendruck

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

Legende Reibungsverhältnis

- Kies
- Sand
- Schluff
- Ton
- Torf

LEGENDE:

CPT: Drucksondierung

UKF: Unterkante Fundament

Projekt: 1075-15-1
WP Ovelgönne
WEA C2

Auftraggeber: Windkonzept Projektenwicklungs
GmbH & co. KG
Mansholter Straße 30
26215 Wiefelstede

Bearbeiter: Dipl.-Geol. P. Müller

Maßstab: Höhe: 1 : 225

 **Ingenieurgeologie
Dr. Lübbe**

Titel: Drucksondierdiagramme nach DIN 4094

Anlage: 2.10

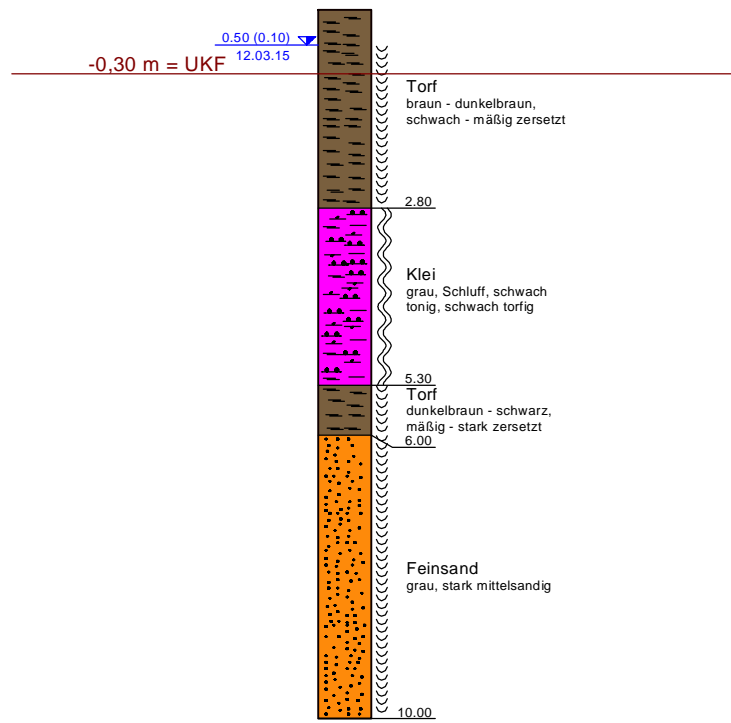
3,20 mNN = OKF

WEA C3, E-115, 135 mNH

KAF, WEA C3

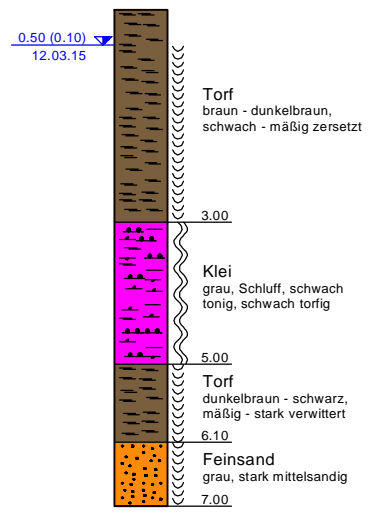
WEA C3, RKS 1

0,60 mNN



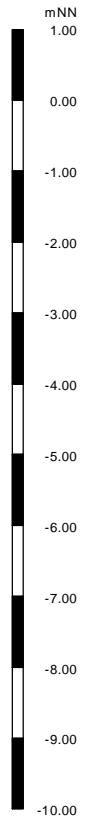
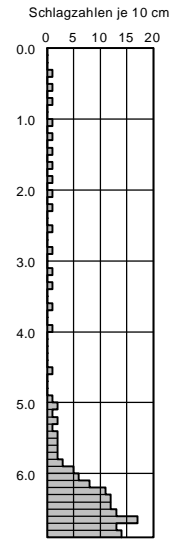
WEA C3, RKS 2K

0,60 mNN



WEA C3, DPH 1K

0.00 m



Konsistenzen

breiig

naß

LEGENDE:

RKS: Rammkernsondierung
DPH: schwere Rammsondierung
KAF: Kranaufstellfläche

0.50 Grundwasser m u.GOK
12.03.15 Datum

Projekt: 1075-15-1
WP Ovelgönne
WEA C3

Auftraggeber: Windkonzept Projektenwicklungs
GmbH & co. KG
Mansholter Straße 30
26215 Wiefelstede

Bearbeiter: Dipl.-Geol. Petra Müller

Maßstab: Höhe: 1 : 75

**Ingenieurgeologie
Dr. Lübbe**

Titel: Bohrprofile nach DIN 4023 und Ramm-
diagramme nach DIN EN ISO 22476-2

Anlage: 2.11

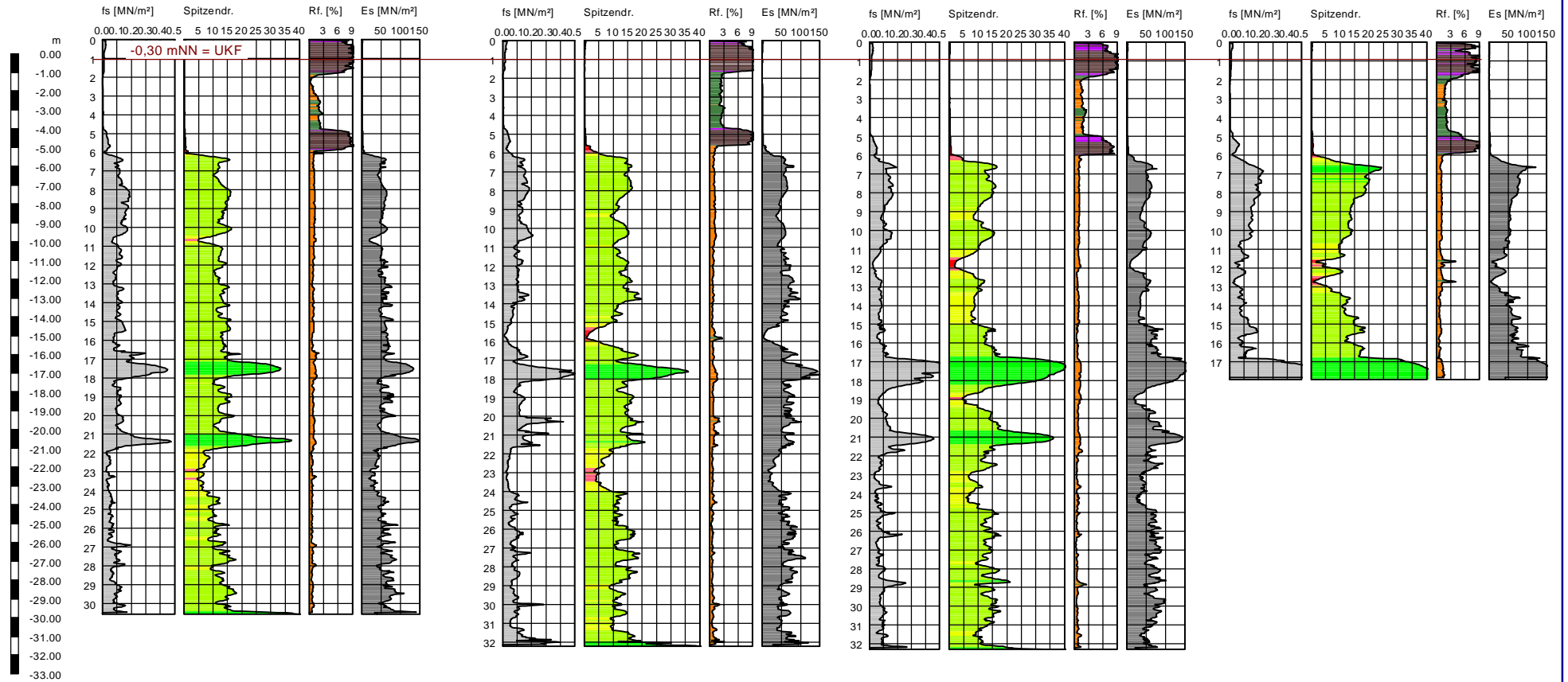
WEA C3, E-115, 135 mNH

CPT C3 1
3,20 mNN = OKF
0,60 mNN

CPT C3 2
0,60 mNN

CPT C3 3
0,60 mNN

CPT C3 4
0,60 mNN



Legende Spitzendruck	
■	sehr locker
■	locker
■	mitteldicht
■	dicht
■	sehr dicht
Legende Reibungsverhältnis	
■	Kies
■	Sand
■	Schluff
■	Ton
■	Torf

LEGENDE:

CPT: Drucksondierung

UKF: Unterkante Fundament

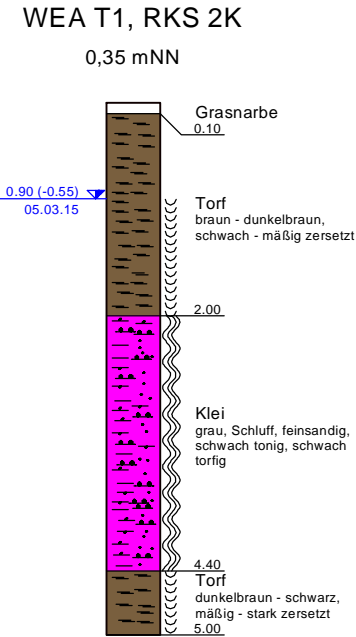
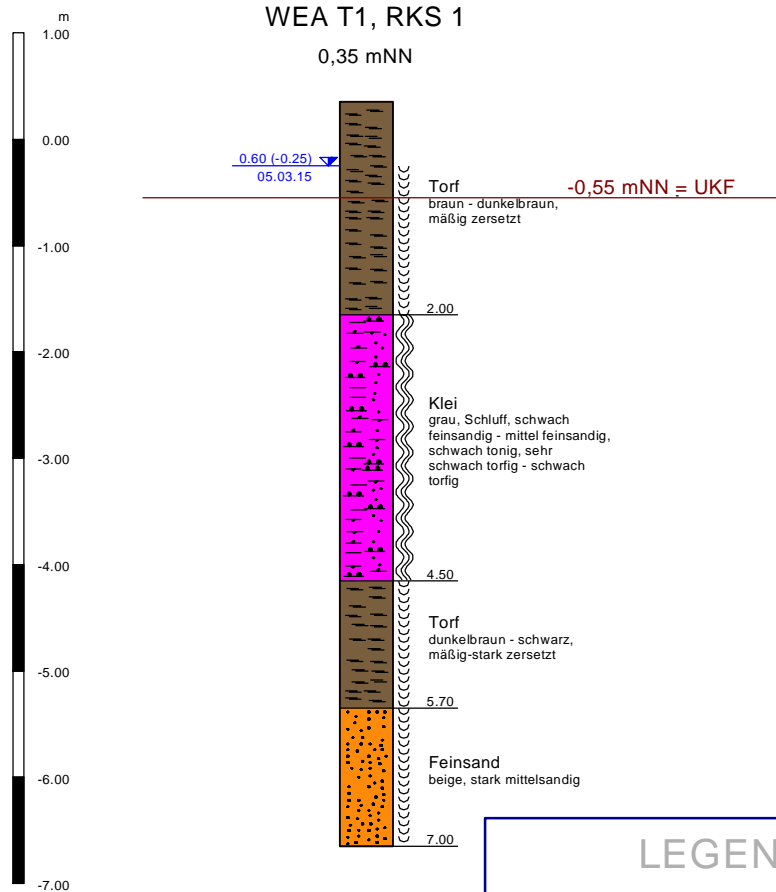
Projekt:	1075-15-1 WP Ovelgönne WEA C3
Auftraggeber:	Windkonzept Projektenwicklungs GmbH & co. KG Mansholter Straße 30 26215 Wiefelstede
Bearbeiter:	Dipl.-Geol. P. Müller
Maßstab:	Höhe: 1 : 225

 <p>Ingenieurgeologie Dr. Lübbe</p>
<p>Titel: Drucksondierdiagramme nach DIN 4094</p>
<p>Anlage: 2.12</p>

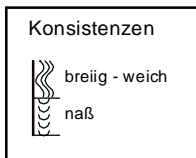
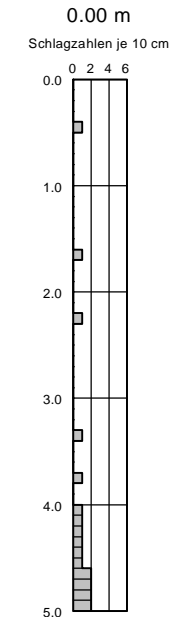
2,95 mNN = OKF

WEA T1, E-115, 135 mNH

KAF, WEA T1



WEA T1, DPH 1K



LEGENDE:

RKS: Rammkernsondierung
DPH: schwere Rammsondierung
KAF: Kranaufstellfläche

0.60 ▼ Grundwasser m u.GOK
05.03.15 Datum

Projekt: 1075-15-1
WP Ovelgönne
WEA T1
Auftraggeber: Windkonzept Projektentwicklungs
GmbH & co. KG
Mansholter Straße 30
26215 Wiefelstede
Bearbeiter: Dipl.-Geol. Petra Müller
Maßstab: Höhe: 1 : 50



Titel:
Bohrprofile nach DIN 4023 und Ramm-
diagramme nach DIN EN ISO 22476-2

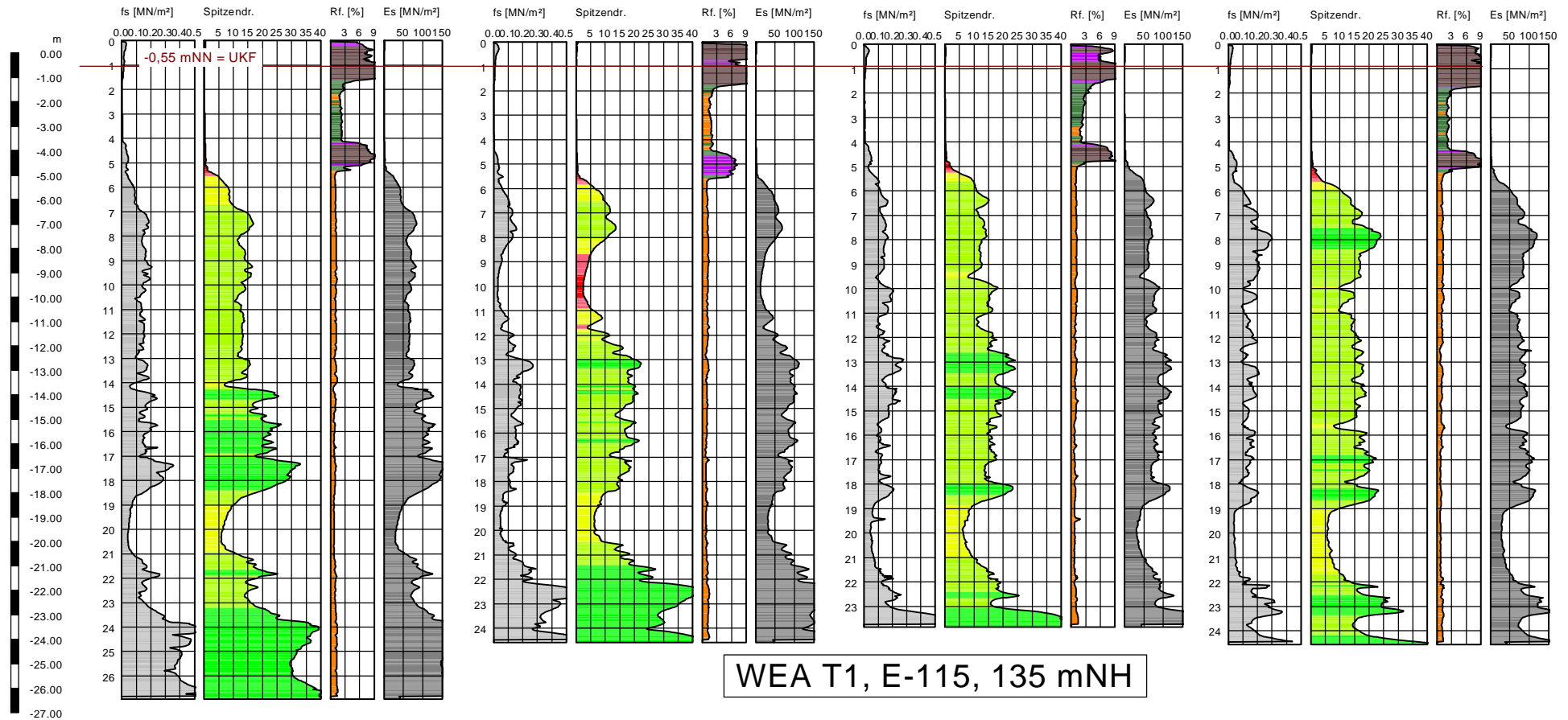
Anlage: 2.13

CPT T1 1
2,95 mNN = OKF
0,35 mNN

CPT T1 2
0,35 mNN

CPT T1 3
0,35 mNN

CPT T1 4
0,35 mNN



WEA T1, E-115, 135 mNH

Legende Spitzendruck	
■	sehr locker
■	locker
■	mitteldicht
■	dicht
■	sehr dicht
Legende Reibungsverhältnis	
■	Kies
■	Sand
■	Schluff
■	Ton
■	Torf

LEGENDE:	
CPT:	Drucksondierung
UKF:	Unterkante Fundament

Projekt:	1075-15-1 WP Ovelgönne WEA T1
Auftraggeber:	Windkonzept Projektenwicklungs GmbH & co. KG Mansholter Straße 30 26215 Wiefelstede
Bearbeiter:	Dipl.-Geol. P. Müller
Maßstab:	Höhe: 1 : 175

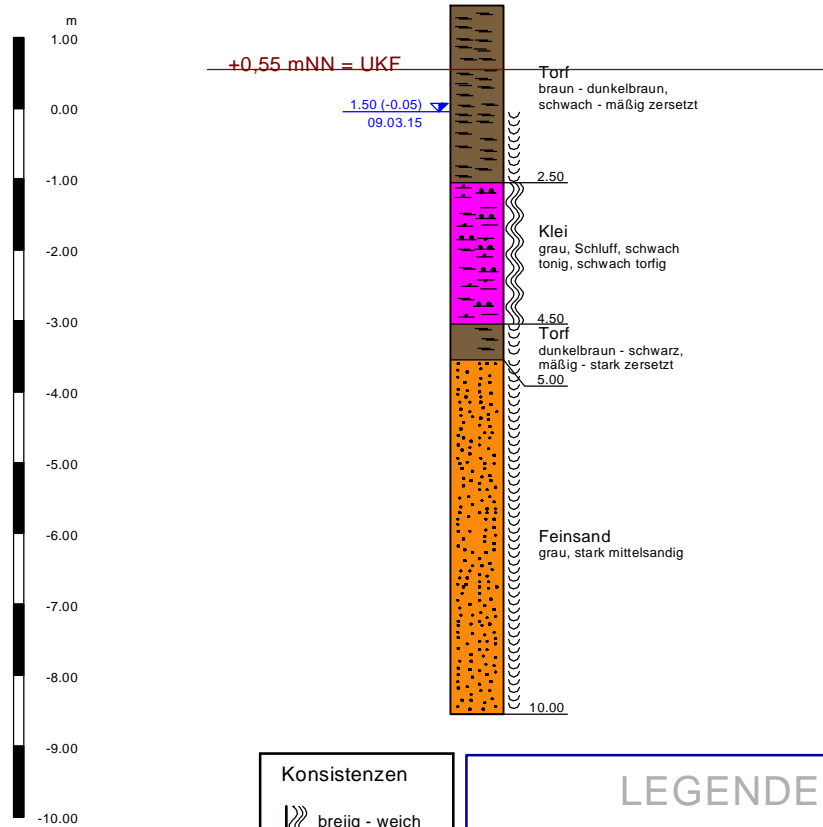
 Ingenieurgeologie Dr. Lübke	
Titel: Drucksondierdiagramme nach DIN 4094	
Anlage: 2.14	

WEA T2, E-115, 135 mNH

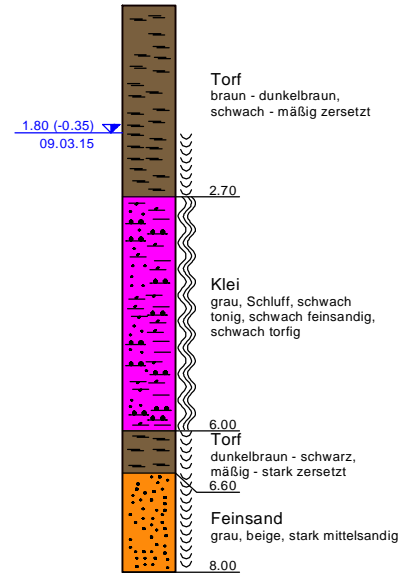
KAF, WEA T2

4,05 mNN = OKF

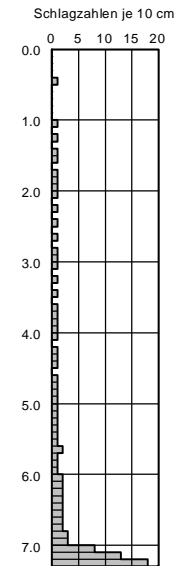
WEA T2, RKS 1
1,45 mNN



WEA T2, RKS 2K
1,45 mNN



WEA T2, DPH 1K
0.00 m



Konsistenzen

breiig - weich
 naß

LEGENDE:

RKS: Rammkernsondierung
DPH: schwere Rammsondierung
KAF: Kranaufstellfläche

1,50 ▼ Grundwasser m u.GOK
09.03.15 Datum

Projekt: 1075-15-1
WP Ovelgönne
WEA T2

Auftraggeber: Windkonzept Projektenwicklungs
GmbH & co. KG
Mansholter Straße 30
26215 Wiefelstede

Bearbeiter: Dipl.-Geol. Petra Müller

Maßstab: Höhe: 1 : 75



Titel:
Bohrprofile nach DIN 4023 und Ramm-
diagramme nach DIN EN ISO 22476-2

Anlage: 2.15

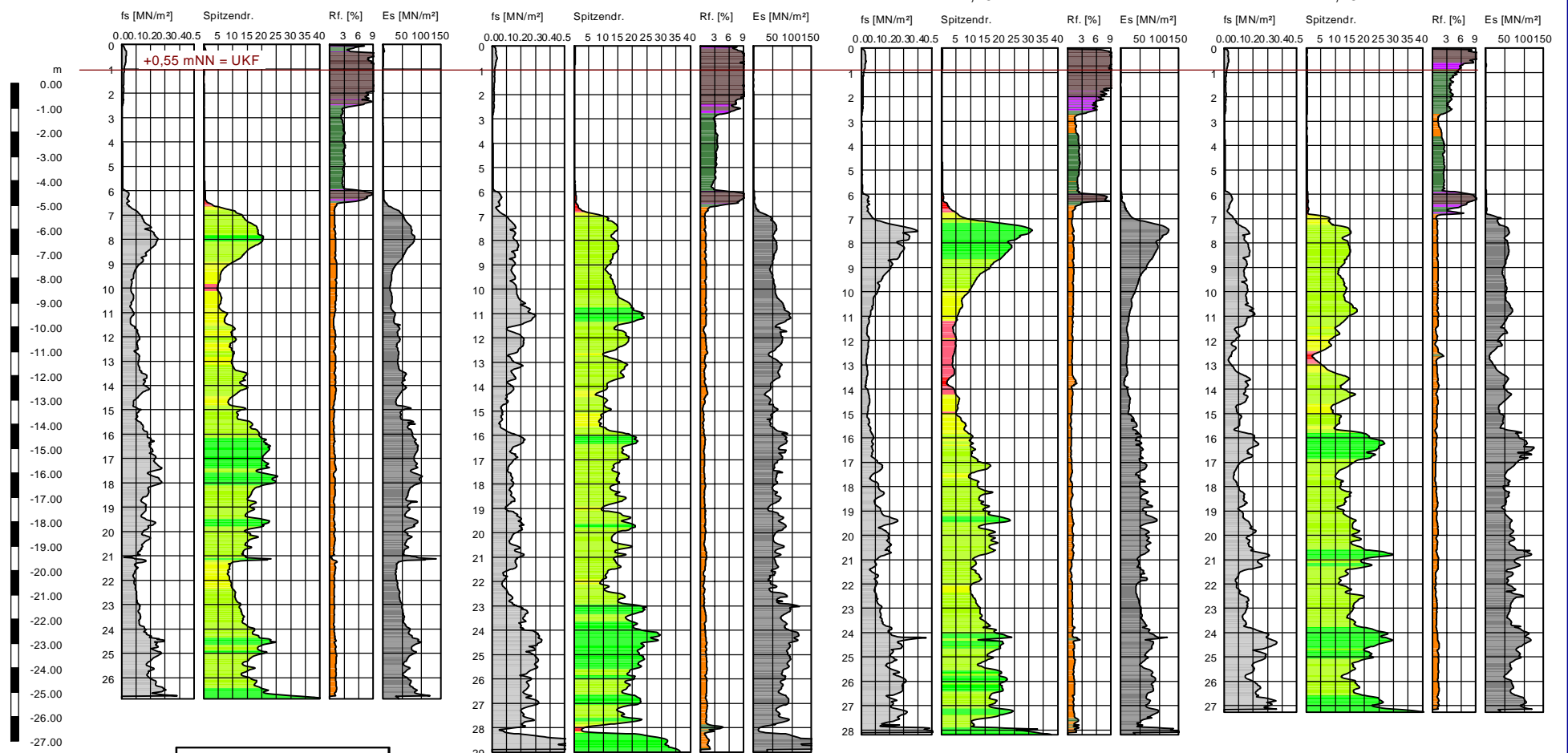
WEA T2, E-115, 135 mNH

4,05 mNN = OKF
CPT T2 1
1,45 mNN

CPT T2 2
1,45 mNN

CPT T2 3
1,45 mNN

CPT T2 4
1,45 mNN



Legende Spitzendruck

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

Legende Reibungsverhältnis

- Kies
- Sand
- Schluff
- Ton
- Torf

LEGENDE:

CPT: Drucksondierung

UKF: Unterkante Fundament

Projekt: 1075-15-1
 WP Ovelgönne
 WEA T2

Auftraggeber: Windkonzept Projektenwicklungs
 GmbH & co. KG
 Mansholter Straße 30
 26215 Wiefelstede

Bearbeiter: Dipl.-Geol. P. Müller

Maßstab: Höhe: 1 : 175



Ingenieurgeologie
Dr. Lübbe

Titel: Drucksondierdiagramme nach DIN 4094

Anlage: 2.16

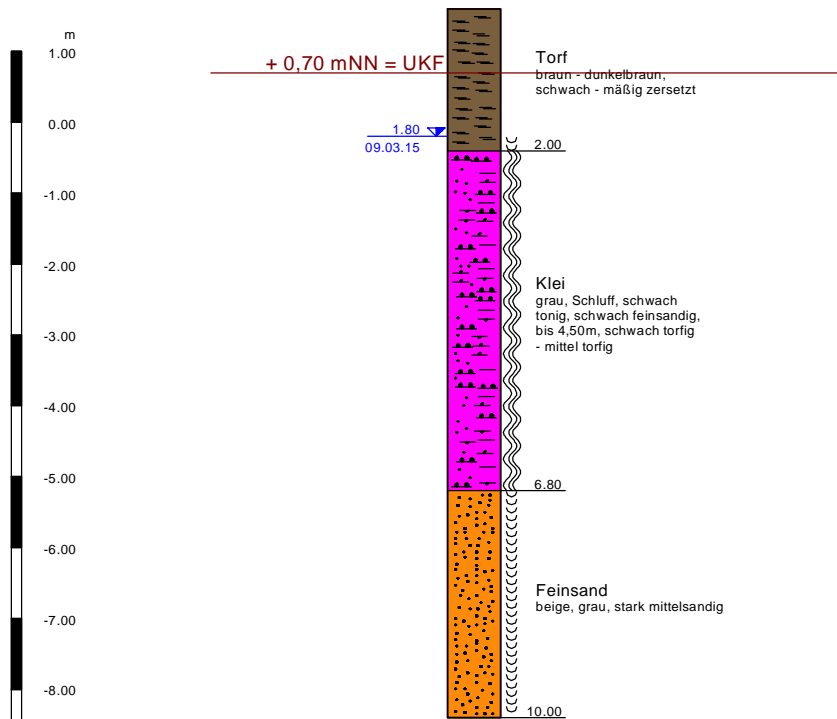
WEA T3, E-115, 135 mNH

KAF, WEA T3

4.20 mNN = OKF

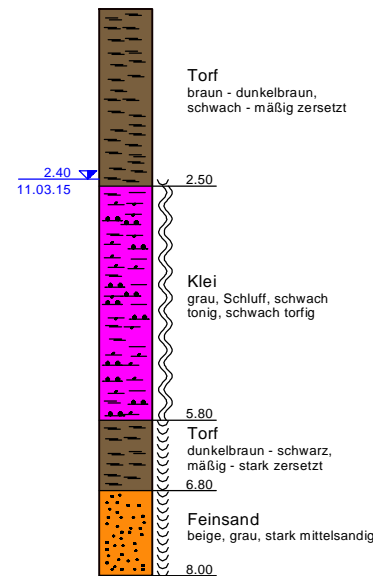
WEA T3, RKS 1

1,60 mNN



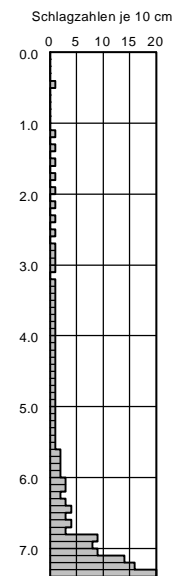
WEA T3, RKS 2K

1,60 mNN

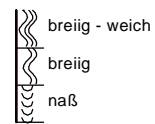


WEA T3, DPH 1K

0.00 m



Konsistenzen



LEGENDE:

RKS: Rammkernsondierung
DPH: schwere Rammsondierung
KAF: Kranaufstellfläche

1.80 ▼ Grundwasser m u.GOK
09.03.15 Datum

Projekt: 1075-15-1
WP Ovelgönne
WEA T3

Auftraggeber: Windkonzept Projektentwicklungs
GmbH & co. KG
Mansholter Straße 30
26215 Wiefelstede

Bearbeiter: Dipl.-Geol. Petra Müller

Maßstab: Höhe: 1 : 75



Ingenieurgeologie
Dr. Lübbe

Titel:

Bohrprofile nach DIN 4023 und Ramm-
diagramme nach DIN EN ISO 22476-2

Anlage: 2.17

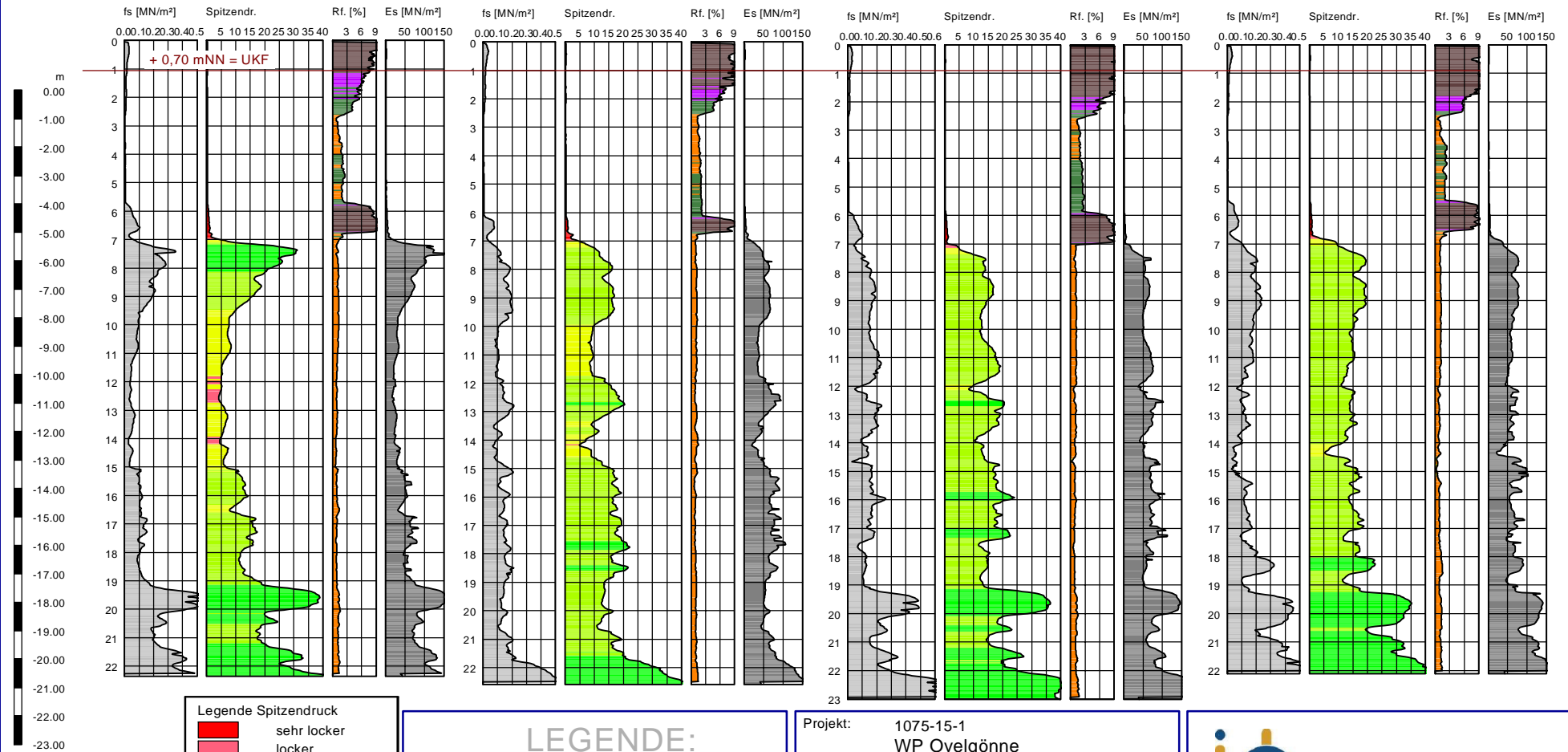
WEA T3, E-115, 135 mNH

4,20 mNN = OKF
CPT T3 1
 1,60 mNN

CPT T3 2
 1,60 mNN

CPT T3 3
 1,60 mNN

CPT T3 4
 1,60 mNN



Legende Spitzendruck	
	sehr locker
	locker
	mitteldicht
	dicht
	sehr dicht
Legende Reibungsverhältnis	
	Kies
	Sand
	Schluff
	Ton
	Torf

LEGENDE:

CPT: Drucksondierung

UKF: Unterkante Fundament

Projekt:	1075-15-1 WP Ovelgönne WEA T3
Auftraggeber:	Windkonzept Projektenwicklungs GmbH & co. KG Mansholter Straße 30 26215 Wiefelstede
Bearbeiter:	Dipl.-Geol. P. Müller
Maßstab:	Höhe: 1 : 150



Ingenieurgeologie
Dr. Lübbe

Titel: Drucksondierdiagramme nach DIN 4094

Anlage: 2.18