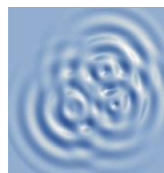


**17.1 Sonstige Unterlagen**

Anlagen:

- Hydrologisches Gutachten 17\_23 01 2019.pdf
- Rev 01 05717 W-9200004084 WP Hollenstede.pdf



Datum: 23. Januar 2019

# **Hydrogeologisches Gutachten zur Errichtung von Windenergieanlagen im Windpark Hollenstede**

## **Numerische Simulation der hydraulischen Auswirkungen der temporären Grundwasserhaltung zur Errichtung von drei Windkraftanlagen Fläche 17 im Umfeld des NSG „Herrenmoor“ in Fürstenau / OT Hollenstede**



**Auftraggeber:**



**Windenergie Hollenstede 17 Planungsgesellschaft**  
Energie. Natürlich. Vor Ort.

**Dorfstraße 6  
DE-49 584 Fürstenau / OT Hollenstede**

**Projektnummer:**

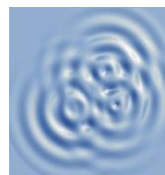
**2015.033**

**Bearbeiter:**

**B**üro für  
**G**eohydrologie und  
**U**mweltinformationssysteme  
**Dr. Brehm & Grünz GbR – Diplom Geologen**  
**Dr. Dirk R. Brehm - Diplom Geologe BDG**  
Von der Industrie- und Handelskammer Ostwestfalen zu  
Bielefeld öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für  
Grundwasser und Geothermie  
**Thomas Grünz - Diplom Geologe**

Technologiezentrum Bielefeld – Meisenstraße 96  
DE-33 607 Bielefeld  
Fon: +49 521 2997-250/251 | Mobil: +49 171 4853412 | +49 160 97878095  
Fax: +49 521 2997-253  
[www.bgu-geoservice.de](http://www.bgu-geoservice.de) – email: [info@bgu-geoservice.de](mailto:info@bgu-geoservice.de)





## Abbildungsverzeichnis

---

---

Abb. 1:	Beispiel für den Bau eines Flachfundaments einer Windenergieanlage, /1/ .....	5
Abb. 2:	Geplante Ausführung des Flachfundaments (Zeichnung: Enercon) .....	6

## Tabellenverzeichnis

---

---

Tab. 1:	Lagekoordinaten der Windenergieanlagen (Zentroide).....	1
Tab. 2:	Ermittlung der erforderlichen Grundwasserabsenkung.....	6

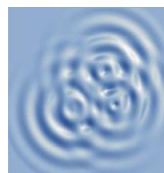
## Anhang

---

---

### Anhang 1 Pläne

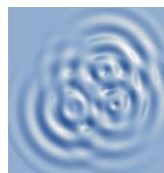
Blatt 1	Übersichtskarte des Modellgebietes, Maßstab 1: 30.000
Blatt 2	Lageplan der Bohrungen und Grundwassermessstellen, Maßstab 1: 25.000
Blatt 3	Lageplan mit Naturschutzgebiet und Altlast, Maßstab 1: 7.500
Blatt 4	Luftbild, Maßstab 1: 6.000
Blatt 5	Geländemodell DGM50, Maßstab 1: 25.000
Blatt 6	Geologische Übersichtskarte, Maßstab 1: 20.000
Blatt 7	Morphologie der Basis des oberen Grundwasserleiters (GWL1) in m ü. NN, Maßstab 1: 25.000
Blatt 8	Grundwassergleichenplan GWL1, Situation 02/2016, Maßstab 1: 25.000
Blatt 9	Grundwassergleichenplan GWL1, Situation 02/2016, Maßstab 1: 7.500
Blatt 10	Grundwasserflurabstand GWL1 02/2016, Maßstab 1: 7.500
Blatt 11	Grundwasser erfüllte Mächtigkeit des oberen Grundwasserleiters (GWL1, 02/2016, Maßstab 1: 25.000
Blatt 12	Mittlere Grundwasserneubildungsrate nach GROWA 06v2 (1961-1990), Maßstab 1: 25.000



Seite: IV

Datum: 23. Januar 2019

- Blatt 13 Grundwassermodell: Modellnetz im engeren Untersuchungsgebiet, Maßstab 1: 10.000
- Blatt 14 Grundwassermodell: GW-Isolinien Ist-Zustand (Kalibrierung), Maßstab 1: 12.500
- Blatt 15 Grundwassermodell: GW-Isolinien Ist-Zustand (Kalibrierung), Maßstab 1: 7.500
- Blatt 16 Grundwassermodell: Soll-Ist-Vergleich zwischen Konstruktion und Simulation, Differenzen in m, Maßstab 1: 7.500
- Blatt 17 Grundwassermodell: GW-Strömungssituation bei bauzeitiger Wasserhaltung WEA 17/1, Maßstab 1: 7.500
- Blatt 18 Grundwassermodell: GW-Strömungssituation bei bauzeitiger Wasserhaltung WEA 17/2, Maßstab 1: 7.500
- Blatt 19 Grundwassermodell: GW-Absenkung gegenüber Ist-Zustand bei bauzeitiger Wasserhaltung WEA 17/1, Maßstab 1: 7.500
- Blatt 20 Grundwassermodell: GW-Absenkung gegenüber Ist-Zustand bei bauzeitiger Wasserhaltung WEA 17/2, Maßstab 1: 7.500
- Anhang 2 Stammdaten der Grundwassermessstellen und Bohrungen im Untersuchungsgebiet**
- Anhang 3 Schichtprofile und Ausbauzeichnungen von Bohrungen und Grundwassermessstellen**
- Anhang 4 Fotodokumentation**



## 1 Aufgabenstellung

Die Windenergie Hollenstede 17 Planungsgesellschaft mbH plant die Errichtung und den Betrieb von drei Windenergieanlagen (WEA) des Typs E-138 des Herstellers Enercon in der Gemeinde Fürstenau, Gemarkung Hollenstede, im Landkreis Osnabrück. Der geplante Standort liegt in etwa 1,6 km südwestlich der Ortslage von Hollenstede und westlich der K 114 mit der Siedlung „Große Haar“. Die Landesgrenze zu NRW liegt rd. 1,6 km südlich.

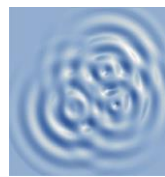
Die geplanten Anlagen sollen der Erzeugung erneuerbarer Energie dienen und folgen damit dem Ziel der niedersächsischen Landesregierung, die Nutzung einheimischer Energieträger und erneuerbarer Energien zu unterstützen. Weiterhin trägt das Projekt dem in § 1 Abs. 3 Ziffer 4 BNatSchG verankerten Naturschutzziel Rechnung, Luft und Klima durch Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege zu schützen, wobei dem Aufbau einer nachhaltigen Energieversorgung durch zunehmende Nutzung erneuerbarer Energien eine besondere Bedeutung zukommt.

Die Lagekoordinaten der geplanten Windenergieanlagen im Gauß-Krüger System und ETRS 1989 UTM sind Tabelle 1 zu entnehmen.

Tab. 1: Lagekoordinaten der Windenergieanlagen (Zentroide)

Anlage	Rechtswert GK	Hochwert GK	GOK	UTM Nord	UTM Ost	Gemarkung	Flur	Flurstück
WEA 17/1	3409301	5817264	39,6	5815378	409261	Hollenstede	32	20
WEA 17/2	3408792	5817101	38,5	5815215	408752	Hollenstede	31	11
WEA 17/3	3409195	5816826	41,1	5814940	409155	Hollenstede	31	6

An den Anlagenstandorten ist für die Fundamentierung der Windkraftanlagen eine Grundwasserabsenkung notwendig. Geplant ist der Bau eines auftriebssicheren Kreisringfundamentes mit geringer Einbindetiefe.



Aufgrund der unmittelbaren Nähe der Anlagen zum Naturschutzgebiet (NSG) „Herrenmoor“ soll bewertet werden, ob es durch die Baumaßnahme und die damit einhergehenden temporären Grundwasserabsenkungen zu einer Beeinträchtigung des NSG kommen kann.

Das Büro für Geohydrologie und Umweltinformationssysteme Dr. Brehm & Grünz (BGU) wurde durch die Windenergie Hollenstede 17 Planungsgesellschaft mbH mit der Erstellung einer hydrogeologischen Stellungnahme zu der vorgenannten Fragestellung beauftragt.

## 2 Datengrundlage

Zur Bewertung der hydrogeologischen Verhältnisse und die Einrichtung eines numerischen Grundwassermodells konnte auf nachfolgende Datengrundlagen zurückgegriffen werden:

- Untergrundaufschlüsse (Bohrungen, Brunnen, Grundwassermessstellen, etc.) aus nachfolgenden Quellen:

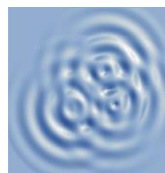
Niedersächs. Landesbetrieb f. Wasserwirtschaft, Küsten- u. Naturschutz (NLWKN), Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG)<sup>1</sup>, 6 Rammkernsondierungen im Projektbereich.

Insgesamt wurden 93 Bohrungen für die Auswertung verwendet, von denen sich einige bereits außerhalb des eigentlichen Modellgebietes befinden. Die Stammdaten der Bohrungen und Grundwassermessstellen mit Tiefenangaben zu den ausgewerteten Schichten gehen aus Anhang 2 hervor.

- Geotechnische Untersuchung der WEA-Standorte incl. der Kranstellflächen, /4/
- Zur Bewertung der lokalen hydrogeologischen Verhältnisse am Standort der WEA sowie den potenziellen Wechselwirkungen mit dem angrenzenden Naturschutzgebiet im Zuge einer Wasserhaltungsmaßnahme, wurden im Rahmen des gegenständlichen Projektes am 16.02.2016 durch die Firma Geotechnik Rommeis & Schmoll GmbH, Kiel/ Langenhagen, sechs Rammkernsondierungen (Ø 80 mm) bis in eine Tiefe von 4 m u. GOK ausgeführt und nachfolgend zu Grundwassermessstellen DN50 (GWM1\_16 – GWM6\_16) ausgebaut. Die oberflächennah (bis max.

---

<sup>1</sup> NIBIS-LBEG-Kartenserver: <http://nibis.lbeg.de/cardomap3/>



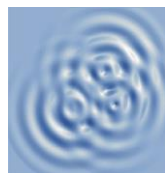
3,3 – 3,6 m u. GOK) verfilterten Messstellen können im weiteren Verfahren auch für ein bauzeitliches Monitoring der Grundwasserstandsentwicklung genutzt werden. Grundwasserstände liegen für die die Messung am Tag der Einrichtung vor. Die Schichten- und Ausbauprofile sind in Anhang 3 dokumentiert. Die Bohrlokationen gehen aus den Plänen in Anhang 1 sowie aus der Fotodokumentation in Anhang 4 hervor.

- Das Digitale Geländemodell DGM50 auf Grundlage der Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung (LGLN) ist in Blatt 5 dargestellt.
- Die Vorfluter und ein Teich im engeren Projektareal sowie die Höhen der neu errichteten Messstellen wurden mit einem GPS-gestützten Vermessungsgerät (Stonex S9IIIN GNSS Rover) eingemessen. Die Abweichung der Lage- und Höhendaten bewegt sich dabei in einem Wertespektrum  $< 0,03$  m, was für die gegebene Aufgabenstellung als hinreichend genau zu charakterisieren ist. Die Ergebnisse des Nivellements für die flachen Grundwassermessstellen geht aus den Stammdaten in Anhang 2 hervor. Die an den Vorflutern eingemessenen Wasserstände sind in Blatt 9 im Anhang 1 dargestellt.
- Die zur Erstellung der Pläne in Anhang 1 erforderlichen topografischen Kartengrundlagen des LGN (ATKIS-DLM50, DGK5, TK25) wurden überwiegend durch den Auftraggeber zur Verfügung gestellt. Für weitere Kartengrundlagen (TK25, TK50) wurde auf WMS-Dienste des Landes Niedersachsen zurückgegriffen.
- Für die geologische Übersichtskarte wurde der WMS-Dienst (NIBIS-LBEG-Kartenserver) des LBEG genutzt.
- Für die Lage der Altablagerungen stand der WMS-Dienst des Fachdienstes Umwelt des Landkreises Osnabrück<sup>2</sup> zur Verfügung.
- Dem numerischen Strömungsmodell liegen die Grundwasserneubildungsraten nach GROWA06V2 (1961-1990) der Hydrogeologischen Karte HUEK200 des LBEG Niedersachsen zugrunde, vgl. Blatt 12 in Anhang 1.

---

<sup>2</sup> <https://www.landkreis-osnabrueck.de/bauen-umwelt/umwelt-wasser/umweltinformationen>, Zugriff 23.05.2017





Die Strukturen des hydrogeologischen Modells beruhen i. W. auf den o. g. Informationen, aus Schichtprofilen sowie eigenen Auswertungen der geologischen und hydrogeologischen Karten des LBEG, vgl. Blatt 6. Einen Überblick über die darüber hinaus verwendeten Untersuchungsberichte gibt das Quellenverzeichnis, Kap. 9.

Seitens des Auftraggebers wurden ferner eine Fundamentschemazeichnung sowie ein Schalplan der geplanten Flachfundamente zur Verfügung gestellt.

### **3 Ausführung der Fundamentierung**

Die geplanten Fundamente werden als Flachgründungen mit Auftrieb erstellt. Sie sollen einen Außendurchmesser von 22,0 m und eine Höhe ( $h_{ges}$ ) von 2,45 m aufweisen. Die Unterkante des Bauwerks reicht – ohne Berücksichtigung der Sauberkeitsschicht – bis ca. 0,40 m unter Geländeoberkante.

Unterhalb des Bauwerks folgt zunächst eine 0,1 m starke Sauberkeitsschicht sowie eine 0,5 m starke Fundamentsohle, unter der voraussichtlich eine Baugrundverbesserung mittels Rüttelstopfsäulen erforderlich ist. Die Einbautiefe der mit Schotter gefüllten Säulen richtet sich nach den statischen Erfordernissen am Standort. Gemäß dem Baugrundgutachten wird eine Einbringung bis in eine Tiefe von 12,0 - 12,5 m erforderlich, /4/. Zur Verhinderung einer hydraulischen Anbindung tieferer Grundwasserstockwerke sollen die Säulen nach Angaben der Fa. Enercon in der Tiefenlage eines bindigen Trennhorizontes durch den Einbau eines speziellen stopffähigen Betons hergestellt werden.

Auf den Säulen wird den Angaben des Herstellers Enercon nach grundsätzlich eine rd. 0,30 m mächtige, kompressible Einlage bzw. ein Lastverteilungspolster aus Schotter eingebaut.

Ein Beispiel, wie ein derartiges Fundament im Rohbauzustand aussieht, ist der nachfolgenden Abb. 1 zu entnehmen.

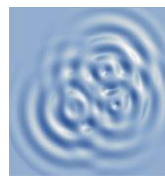
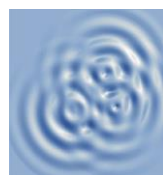


Abb. 1: Beispiel für den Bau eines Flachfundaments einer Windenergieanlage, /1/

Für die Trockenhaltung der Baugruben während der Fundamentierung ist – aufgrund der hydrogeologischen Randbedingungen – eine temporäre Grundwasserabsenkung notwendig, die nach derzeitigem Planungsstand mindestens bis 0,5 m unter die Baugrubensohle reichen soll.

Für die WEAs wird damit ein Absenkziel von:

- 0,40 m (Einbindetiefe des Fundaments)
  - +0,50 m (Fundamentsohle)
  - +0,10 m (Sauberkeitsschicht)
  - +0,30 m (Kompressible Einlage)
  - +0,50 m (Sicherheitsabstand Absenkziel)
- = 1,80 m unter Gelände**



zugrunde gelegt.

Gemäß der Berechnung in Tab. 2 sind für die anzunehmenden Grundwasserstände bei der WEA 17/1 und WEA 17/2 eine Grundwasserabsenkung von 0,85 - 1,10 m erforderlich. Für das Fundament der WEA 17/3 ist demgegenüber keine Absenkung notwendig, da der Grundwasserstand den vorliegenden Informationen nach unterhalb des Absenkzieles liegen wird.

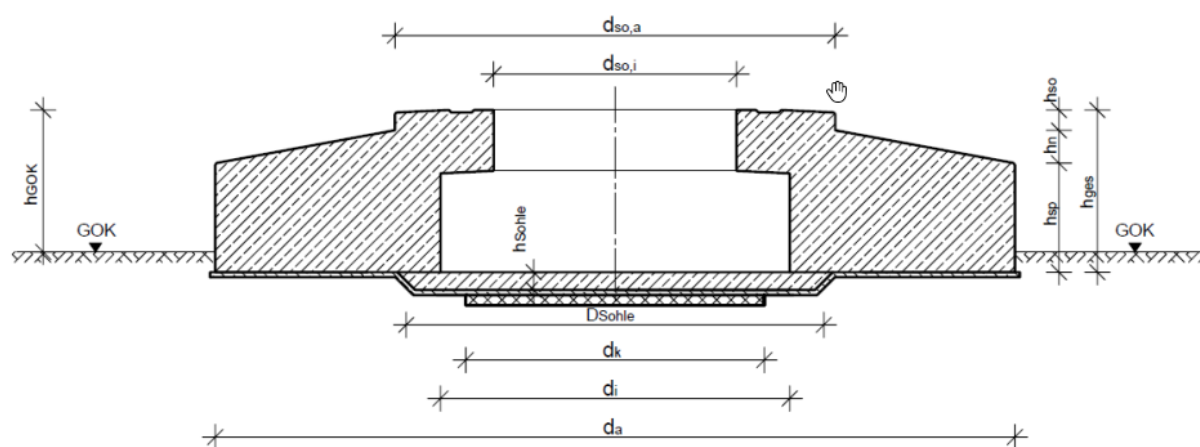


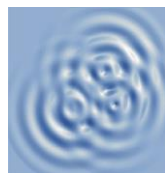
Abb. 2: Geplante Ausführung des Flachfundaments (Zeichnung: Enercon)

Tab. 2: Ermittlung der erforderlichen Grundwasserabsenkung

Name	Höhe GOK [m ü. NN]	Baugrubensohle [m u. GOK]	Sicherheitsabstand [m]	Wst. (kal.) [m ü. NN]	Wst. gemessen [m ü. NN]	Wst. Max [m ü. NN]	Absenkung [m]
WEA 17/1	39,6	1,3	0,5	38,90	37,70	38,90	-1,10
WEA 17/2	38,8	1,3	0,5	37,85	37,60	37,85	-0,85
WEA 17/3	41,1	1,3	0,5	38,65	38,70	38,70	0,60

Die Grundwasserentnahme erfolgt über eine horizontal in den Untergrund gefräste Drainage oder – sofern die Bodenverhältnisse und die verfügbare Ableitung es zulassen – über vertikal eingespülte Sauglanzen.

Im Zuge der numerischen Grundwasserströmungssimulation wurde für die Baugrube - unter Berücksichtigung außenliegender Böschungen – sicherheitshalber ein etwas größerer Durchmesser von 30 m in Ansatz gebracht.



## **4 Hydrologische Situation und bestehende Nutzungen**

### **4.1 Morphologische Verhältnisse, Gewässer und Altlasten**

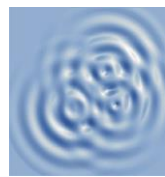
Die Morphologie des Untersuchungsgebietes wird durch die Tallage des Buchweizengraben geprägt, der das Betrachtungsgebiet von Südosten nach Nordwesten quert. Dieser zählt zum Einzugsgebiet des nördlich verlaufenden Reetbaches. Im Süden verläuft die Ahe, die in einem längeren Abschnitt die Landesgrenze zu NRW markiert. Die Geländehöhen im engeren Untersuchungsgebiet liegen zwischen 38 und 43 m ü. NN und sind durch flache Auftragungen zwischen den durch zahlreiche Entwässerungsgräben durchzogenen Tallagen gekennzeichnet. Nordöstlich der Ortslage Hollenstede wird die Morphologie durch Höhen von über 100 m ü. NN geprägt. Das Areal der geplanten WEAs liegt auf einer geodätischen Höhe von 38,8 - 40,8 m ü. NN. Die WEA 17/3 liegt auf einem mit bis zu rd. 41 m schwach ausgeprägten Geländerücken. Eine Übersicht über die Morphologie des Untersuchungsgebietes vermittelt das Blatt 5.

Das Naturschutzgebiet „Herrenmoor“ liegt rd. 140 m südwestlich der WEA 17/3 und 480 m südlich der WEA 17/2. Innerhalb des NSG befinden sich Vernässungsbereiche. Der Wasserstand im NSG wird durch ein Grabensystem beeinflusst, das das NSG an der Ost-, Süd- und Westseite flankiert und dann nach Norden zum Buchweizengraben entwässert. Grabenverbindungen sind zudem in südlicher Richtung vorhanden, die in den Pallertkanal und von dort in die Ahe entwässern.

Ein größerer Teich befindet sich rd. 120 m nordwestlich von WEA 17/1. Dieser stellt eine frühere Sandabgrabung dar, die nach Angaben des Landkreises Osnabrück in den 1970er Jahren betrieben worden war.

An der Nordwestseite des Teiches befindet sich die Altablagerung Nr. 459.017.4010 „Moor-damm“. Diese bislang nicht untersuchte Fläche enthält – nach Recherchen des Kreises Osnabrück – überwiegend Boden, Bauschutt, Grünabfälle und vereinzelt Hausmüll. Die Lage der Altlast ist auf Blatt 3 vermerkt.

Für das gesamte Projektareal sind keine hydraulisch relevanten Grundwasserentnahmen bekannt.



## **5 Geologische und hydrogeologische Situation**

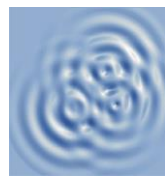
### **5.1 Geologischer Überblick**

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im Übergangsbereich zwischen dem durch drehtzeitliche Sedimente der Saale-Kaltzeit geprägtem Gebiet und den tiefliegenden Talauen der größeren Vorfluter Reetbach im Nordwesten und Ahe im Südwesten.

In dem durch quartäre Sedimente gekennzeichneten Gebiet mit den nordöstlich gelegenen Hochlagen haben sich drenthezeitliche Vorschüttsande, bindige Schichten der Grundmoräne und sandig-kiesige Nachschüttsande teils oberflächennah erhalten. Die teils grobsandige, teils kiesige Fein- bis Mittelsande, weisen eine Mächtigkeit von bis zu 10 m (Bohrung Settrup II) auf. In den Rammkernsondierungen des Projektareals wurden oberflächennah Feinsande erbohrt, die örtlich übergehen können. Die Sondierungen zur Errichtung der Messstellen GWM01\_16 – GWM06\_16 haben oberflächennah einen mittelsandigen, schwach schluffigen und teils schwach organischen Feinsand erschlossen, vgl. Anhang 3. Den Aufschlussbohrungen der Baugrunduntersuchung nach zu urteilen wird der Feinsand meist unterhalb von 2 - 3 m durch einen feinsandigen, schwach grobsandigen Mittelsand abgelöst. Auch bei der Messstelle GWM06\_16 wurde unterhalb von 2,3 m ein grobsandiger Mittelsand angesprochen.

Gemäß der Baugrunduntersuchung, /4/, wurden die bindige Schichten der Grundmoräne an den WEA-Standorten ab einer Tiefe von 5,3 - 7,0 m angetroffen. In der nördlichen Messstelle GWM02\_16 wurde die OK der Grundmoräne bereits bei 3,3 m u. GOK erreicht. Die Grundmoräne setzt sich in der Regel aus sandigen, tonigen und kiesig-steinigen Schluffen und Tonen zusammen und reicht bis in eine Tiefe von ca. 11 m, häufig unterbrochen von einer Mittelsandlage, /4/. Die Grundmoräne ist im Untersuchungsbereich kalkfrei und damit zum Geschiebelehm verwittert.

Während des Weichsel-Glazials wurden die saalezeitlichen Bildungen erodiert und umgelagert. Der Untergrund in den Talauen der Ahe und des Reetbaches des westlichen Untersuchungsbereiches wird daher oberflächennah durch fluviatile Fein- und Mittelsande des



Weichsel-Glazials geprägt, die örtlich schluffig und/ oder grobsandig sein können. Die weichselzeitlichen Bildungen beginnen etwa 400 m südlich des NSG, vgl. Blatt 6.

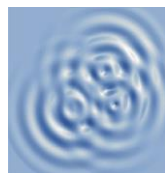
Oberflächennah sind örtlich Flugsande verbreitet, die in Form von Dünen nur lokal eine größere Mächtigkeit erreichen. In den Verebnungsflächen der Vorfluter finden sich örtlich zudem humose Bildungen und Moore des Holozäns. Sowohl nördlich als auch westlich des NSG sind künstliche Auffüllungen ausgewiesen, über deren Zusammensetzung keine Informationen vorliegen. Das Blatt 6 in Anhang 1 gibt einen Einblick in die Geologie des Untersuchungsgebietes.

## **5.2 Hydrogeologische Situation und Grundwasserströmung**

Die weichsel-kaltzeitlichen Sande bilden gemeinsam mit den drehntezeitlichen Nachschüttsanden den oberen Grundwasserleiter des Untersuchungsgebietes. Die Schichten der Grundmoräne wirken hingegen als Grundwassergeringleiter oder -hemmer und verursachen eine hydraulische Trennung zu den darunterliegenden, gut durchlässigen Aquifer der Vorschüttsande, woraus eine Gliederung des Quartärs in einen oberen (GWL1) und unteren Grundwasserleiter (GWL2) resultiert. Im Verbreitungsgebiet des Trennhorizontes ist die Grundwasseroberfläche des unteren Grundwasserleiters in der Regel gespannt. Für die die notwendige Grundwasserabsenkung ist lediglich das oberflächennahe Grundwasservorkommen (GWL1) relevant. Örtlich können möglicherweise in Verbreitungslücken der Grundmoräne hydraulische Fenster zwischen den Grundwasserleitern vorkommen.

Der Grundwassergleichenplan in Blatt 8 sowie der Detailausschnitt in Blatt 9 zeigen die Strömungssituation des oberen Grundwasserleiters (GWL1) im Februar 2016. Der ausgewertete Stichtag repräsentiert im Hinblick auf die Jahreszeit und die vorangegangenen ergebnisreichen Niederschläge ein mittleres bis erhöhtes Grundwasserniveau. Für die randlichen Bereiche des Modellgebietes liegt nur eine geringe Datendichte vor. Dennoch lässt sich die generelle Strömungssituation auch in diesem Bereich anhand der Morphologie und den Vorfluterhöhen abschätzen.

Ausgehend von der nordöstlichen Grundwasserhochlage der oberflächennah anstehenden Grundmoräne fließt das Grundwasser in vorwiegend westlicher bis südwestlicher Richtung



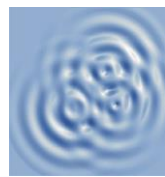
zu den Hauptvorflutern Ahe und Reetbach. Südöstlich der drei WEA-Standorte bildet der Pallertkanal eine weit nach Osten reichende hydraulische Senke. Die im zentralen Untersuchungsgebiet gelegenen Gräben sowie der Buchweizengraben schneiden in das oberflächennahe Grundwasser ein und bewirken eine lokale Entwässerung, erkennbar am teils engen Umbiegen der Isolinien. In den Hochlagen westlich und südlich der WEA-Standorte haben sich kleinere hydraulische Kuppen herausgebildet, die mit einem deutlichen hydraulischen Gefälle zu den umliegenden Gräben einhergehen können. Das NSG „Herrenmoor“ liegt ebenfalls im Bereich einer solchen Kuppenlage.

Am Standort der WEA 17/3 wurde bei Messstelle GWM04\_16 ein recht hoher Grundwasserstand des GWL1 von etwa 39,36 m ü. NN gemessen. Es ist zu vermuten, dass das hohe Niveau auf eine lokal geringere Durchlässigkeit in Verbindung mit einer erhöhten Grundwasserneubildung im Zeitraum vor der Stichtagsmessung beruht. Der nordwestlich von WEA 17/1 gelegene Teich wies mit 38,85 m ü. NN ebenfalls einen vergleichsweise hohen Wasserstand auf. Es ist daher zu vermuten, dass sich die hydraulischen Kuppen in niederschlagsärmeren Perioden vergleichsweise rasch abbauen und sich damit auch die Potenzialgefälle zum Vorfluter verringern. Die Grundwasserfließrichtung ist an den WEA-Standorten jeweils auf den Buchweizengraben gerichtet. Im NSG wird der Grundwasserabstrom durch die flankierenden Gräben bestimmt.

### **5.3 Grundwasserflurabstand**

Die Konstruktion der Flurabstandskarte (Blatt 10) beruht auf der rechnerischen Verschneidung zwischen dem Geländemodell (Blatt 5) und dem für den für den Februar 2016 konstruierten Grundwassergleichenplan des GWL1 (Blatt 9). In Anbetracht des überdurchschnittlichen Grundwasserniveaus sind die Flurabstände zum Untersuchungszeitpunkt vergleichsweise gering.

Während an den kleineren, westlich gelegenen Erhebungen Flurabstände von über 4 m auftreten, dominieren im übrigen engeren Untersuchungsgebiet Werte  $< 2$  m. Der langgezogene Geländerücken, auf dem auch die WEA 17/3 errichtet werden soll, ist örtlich durch einen Flurabstand von über 3 m gekennzeichnet. Am NSG „Herrenmoor“ ist trotz der umschließenden Drainagegräben ein Flurabstand von  $< 1$  m vorherrschend.



## 5.4 Geohydraulische Kenndaten

Gemäß den durchgeführten Aufschlussbohrungen wurden im oberflächennahen Bereich vorrangig Feinsande angetroffen, die zur Basis des GWL1 in Mittelsande übergehen. Aus Untersuchungen an vergleichbaren Flächen sind für solche Drenthe-zeitlichen Nachschüttssande Durchlässigkeitsbeiwerte ( $k_r$ -Werte) in einer Größenordnung von  $1 \cdot 10^{-5}$  bis  $1 \cdot 10^{-4}$  m/s zu erwarten. Für die weichsel-kaltzeitlichen fluviatilen Sande ist ein ähnlicher maximaler Durchlässigkeitsbeiwert von  $1 \cdot 10^{-4}$  m/s anzusetzen.

## 5.5 Grundwasserneubildung

Für das Modellgebiet wurden die Grundwasserneubildungsraten nach GROWA06V2 (1961-1990) der Hydrogeologischen Karte HUEK200 des LBEG Niedersachsen herangezogen. Danach ist das Projektgebiet durch Raten von 75 – 325 mm/a gekennzeichnet, Blatt 12. Dem zentralen Untersuchungsgebiet ist eine mittlere Neubildungsrate von 125 - 175 mm/a zugeordnet, während die durch größere Flurabstände gekennzeichneten Kuppenlagen etwas höhere Werte erwarten lassen. Die geringen Flurabstände in den breiteren Talauen der Vorfluter lassen hingegen nur eine verminderte Neubildung zu, da hier eine direkte Zehrung des Grundwasserdargebotes durch die Vegetation erfolgt.

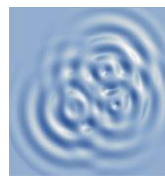
## 6 Grundwasserströmungsmodell

Die Erstellung des Grundwasserströmungsmodells orientierte sich an der im Leitfaden Geofakten 8 aufgezeigten Strategie, /1/. Zunächst wurde das in Kap. 5 beschriebene hydrogeologische Modell erstellt, in das alle für das vorliegende Projekt relevanten hydrogeologischen Elemente integriert wurden. So entstand ein detailgetreues digitales 2D-Modell, aus dem die Verbreitung, Höhenlage und Mächtigkeit der für die Modellierung maßgeblichen geohydraulischen Einheiten zu entnehmen ist. In einem zweiten Schritt wurde dieses dann in ein stationäres numerisches Grundwasserströmungsmodell umgesetzt.

Zur Erlangung gesicherter Randbedingungen wurde das Modellgebiet deutlich über den engeren Untersuchungsbereich hinaus ausgedehnt. Das rd. 24 km<sup>2</sup> große Gebiet reicht im







Im Rahmen der Kalibrierung des Modells hat sich für die Untergrunddurchlässigkeit im engeren Untersuchungsgebiet ein Wertespektrum von  $1 \cdot 10^{-4}$  -  $1 \cdot 10^{-5}$  m/s ergeben. Dieses  $k_f$ -Wertespektrum spiegelt die aus den lithologischen Daten abgeleitete Spanne wider, vgl. Kap. 5.4.

Nach der Zusammenstellung der Eingabedaten wurde das Modell teilautomatisiert auf den Grundwassergleichenplan vom Februar 2016 kalibriert. Das Kalibrierergebnis für den GWL1 geht in der Übersicht als Isolinienplan aus Blatt 14 und Blatt 15 hervor. Der Ausschnitt in Blatt 16 erlaubt zudem einen Vergleich mit den gemessenen Grundwasserständen der Messstellen und Vorfluter. Mit einem Niveau von 37,8 - 38,4 m ü. NN resultiert für das NSG eine gute Übereinstimmung mit dem auf Messdaten resultierenden Grundwassergleichenplan (38,0 - 38,5 m ü. NN). Für den Standort der WEA stimmt der simulierte Grundwasserstand mit einer Abweichung von weniger als 0,2 m gut mit dem im Gleichenplan konstruktiv ermittelten Potenzial überein, vgl. Blatt 9.

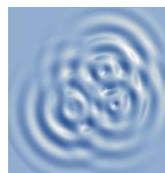
## **7 Auswirkungen der geplanten Wasserhaltungsmaßnahme**

### **7.1 Grundwasserströmungssituation**

Durch die Grundwasserentnahme soll eine Trockenhaltung der Baugruben der geplanten Flachfundamente der WEAs erreicht werden. Für diese wurde vorsorglich ein etwas größerer Durchmesser von 30 m angesetzt, sodass durch diesen konservativen Ansatz die aus der numerischen Simulation resultierenden hydraulischen Auswirkungen alle modelltechnischen Unsicherheiten abdecken.

Der simulierte Grundwassergleichenplan des GWL1 in Blatt 17 und Blatt 18 zeigt konzentrisch um die jeweils aktive Baugrube verlaufende Isolinien. Das Einzugsgebiet der Grundwasserentnahme ist entsprechend der generellen Fließrichtung nach Süden bis Südosten ausgerichtet.

Gemäß den aus dem DGM50 ermittelten Geländehöhen resultieren folgende Absenkziele und Förderraten für die temporären Wasserhaltungen:



- WEA 17/1                    37,8 m ü. NN                    34 m<sup>3</sup>/Tag
- WEA 17/2                    37,0 m ü. NN                    157 m<sup>3</sup>/Tag
- WEA 17/3                    keine Absenkung erforderlich, da der Grundwasserstand unterhalb des Absenkzieles liegt

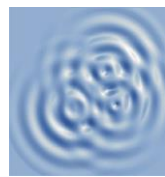
Die Grundwasserabsenkung unter stationären Bedingungen für die einzelnen Baugruben geht aus Blatt 1 und Blatt 19 hervor. Die Isolinien gleicher Absenkung lassen eine ausgleichende Wirkung der Wasser führenden Vorflutgräben erkennen, während in den Kuppenlagen eine größere Reichweite resultiert. Die größte Reichweite der Absenkungsisolinie von 0,1 m wird demnach bei WEA 17/2 in einer Entfernung von rd. 250 m im Süden erreicht. Der nordöstliche Teil des NSG „Herrenmoor“ ist – ausgehend von der WEA 17/2 – von einer Absenkung zwischen 0,01 und 0,02 m betroffen. Bis zum südlichen Rand des NSG nimmt die Absenkung vollständig ab, vgl. Blatt 20.

Aufgrund der befristeten Dauer der Wasserhaltungsmaßnahme – voraussichtlich ca. ein Monat – ist, im Hinblick auf die ungespannte Grundwasseroberfläche, davon auszugehen, dass sich der für stationäre Verhältnisse berechnete Zustand nicht vollständig entwickelt haben wird.

Auch kann von den umliegenden Vorflutern eine stärkere Pufferung ausgehen, als dies im Rahmen der numerischen Modellierung aufgrund der gewählten, begrenzten Leakage-Anbindung nachgebildet werden kann. Sofern die Baumaßnahme bei tieferen Grundwasserständen erfolgt, als zu dem im Februar 2016 gemessenen Niveau, fallen aufgrund des dann geringeren Absenkungsbetrages auch die Reichweiten der Absenkung geringer aus, als in Blatt 20 dargestellt.

Die zur Aufrechterhaltung des geplanten Absenkzieles an der WEA 17/2 simulierte Grundwasserentnahme erreicht unter den gegebenen stationären Bedingungen eine rechnerische Größenordnung von rd. 1,8 l/s bzw. rd. 157 m<sup>3</sup>/Tag. In der Anfangsphase der Absenkung kann die Fördermenge – je nach eingesetztem Wasserhaltungsverfahren – auch deutlich höher ausfallen. Tendenziell ist die Entnahmerate für die Baugrube der WEA 17/1 etwas geringer als bei der WEA 17/2. An der WEA 17/3 ist aufgrund des Geländereiefs von einer nachrangigen Wasserführung in den oberflächennahen Schichten auszugehen. Auch unter





Absenkung von weniger als 0,01 m abgeschätzt werden. Unter Berücksichtigung einer natürlichen Grundwasserstandsschwankung – diese liegt in vergleichbaren Gebieten bei bis zu 1 m - sowie aufgrund des nur sehr geringen Absenkungsbetrages sind Schäden an den Gebäuden nicht zu erwarten.

#### **7.4 Auswirkungen auf die Altlast „Moordamm“**

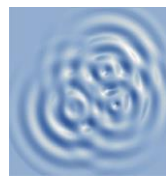
Durch die temporäre Wasserhaltung beim Bau der WEA 17/1 wird eine Grundwasserabsenkung im Bereich des Teiches von weniger als 0,05 m hervorgerufen. Aufgrund des großen Speichervermögens des Seekörpers reagiert dieser jedoch allenfalls verzögert auf diese Grundwasserabsenkung. Das Strömungsbild zeigt am Nordwestufer auch während der Entnahme eine nach Westen gerichtete Fließrichtung, Blatt 17. Damit wäre selbst unter stationären Randbedingungen keine Verfrachtung von potenziell im Untergrund der Altlast vorhandenen Schadstoffen nach Süden zu erwarten. Auch die etwas höhere Entnahme im Bereich der WEA 17/2 führt nicht zu einer relevanten Veränderung der westlichen Fließrichtung.

Da die Wasserhaltungsmaßnahmen nur über einen relativ kurzen Zeitraum durchgeführt werden, ist zudem nicht zu erwarten, dass sich bereits die für einen stationären Fall berechneten Absenkungsbeträge und Reichweiten bei Abschaltung der Wasserhaltung eingestellt haben. Insofern ist in der Praxis zu unterstellen, dass die Absenkungsbeträge und Reichweiten noch hinter den numerisch simulierten zurückbleiben werden.

### **8 Empfehlungen und Maßnahmen**

Beim Einbau der Rüttelstopfsäulen unterhalb der Fundamente ist eine hydraulische Anbindung des tieferen Grundwasserstockwerkes an die bauzeitige Wasserhaltung zu verhindern, da dies zu einer Erhöhung der Förderraten führen würde. Hierzu wurde seitens des Herstellers Enercon eine Vermörtelung in der Tiefenlage des Trennhorizontes mittels stopffähigem Spezialbeton vorgesehen.

Die Wasserhaltung sollte vorsorglich auf eine Förderrate von bis zu 250 m<sup>3</sup>/Tag (max. 15 m<sup>3</sup>/h) ausgelegt werden. Dem Ergebnis der Modellierung nach ist vorrangig an der



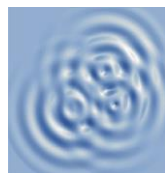
WEA 17/2 eine erhöhte Förderrate zu erwarten, während die übrigen Standorte tendenziell geringere Mengen erwarten lassen. An der WEA 17/3 ist aufgrund der Lage der Baugrube auf einer Geländekuppe voraussichtlich keine Grundwasserabsenkung erforderlich. Im Einzelfall hängt die Förderrate stark von der lokalen lithologischen Ausprägung der erschlossenen Sande ab. So können kleinere Grobsandlagen innerhalb der Schichtenfolge lokal mit erhöhten Förderraten einhergehen. Andererseits kann eine bindigere Matrix (Schluff / Ton) der Sandlagen auch eine deutliche Verringerung der Entnahmemengen bedingen. Derartige lokale Einflussfaktoren lassen sich jedoch im Vorfeld der Baumaßnahme nicht mit einem vertretbaren Aufwand erfassen, sodass die hier berechneten Werte immer nur eine Annäherung an die tatsächlichen Verhältnisse darstellen.

Zur Überwachung der bauzeitlichen Wasserhaltung, sollten die Grundwasserstände an den flachen Pegeln (GWM03\_16 – GWM06\_16) im Umfeld des NSG während der Grundwasserentnahme werktätlich gelotet und dokumentiert werden. Zur Einschätzung des natürlichen Grundwasserniveaus sollte der Wasserstand bereits mit ausreichender Vorlaufzeit (ca. 4 Wochen) im wöchentlichen Intervall aufgezeichnet werden.

Alternativ ist ein Einsatz von Datenloggern vor und während der Baumaßnahme zu empfehlen. Hierdurch kann der Personalaufwand zur Erfassung und Dokumentation der Messwerte deutlich reduziert und zudem ein nahezu beliebig kurzes Messintervall eingestellt werden. Sofern technisch umsetzbar, ist zusätzlich die werktägliche Aufzeichnung der Fördermenge über einen Wasserzähler zu empfehlen.

Im Hinblick auf eine Einleitung des geförderten Grundwassers in die Vorflut und der damit ggf. verbundenen Problematik der Eisen- und Manganausfällungen sollte das Grundwasser an der neuen Grundwassermessstelle GWM04\_16 in unmittelbarer Nähe zum geplanten Standort WEA 17/3 beprobt und auf die Analysenparameter  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ , Fe (ges.) und Mn (ges.) untersucht werden. Bereits bei der Probenahme muss sichergestellt werden, dass die Proben vor der fachgerechten Konservierung in jedem Fall filtriert werden, damit es nicht zu Überbefunden durch bereits ausgefällte Eisen-Manganverbindungen kommen kann.

Für einen sicheren Ausschluss einer potenziellen Schadstoffverschleppung aus dem Bereich der Altlast nach Süden wird seitens des Landkreises Osnabrück eine hydrochemische



Seite: 18

Datum: 23. Januar 2019

Untersuchung des Ausgangszustands im Bereich der WEA 17/1 empfohlen. Es bietet sich an, hierzu aus der Grundwassermessstelle GWM02\_16 eine Probe zu entnehmen und diese auf für die Altlast charakteristischen Parameter sowie die vorgenannten Fe- und Mn-Komponenten zu untersuchen. Bei einem unspezifischen Verdacht auf Einträge aus Hausmüll ist eine Untersuchung auf folgende Parameter zu empfehlen:

Vor-Ort-Parameter (pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit, Sauerstoff, Redox-Potenzial) Sulfat, Chlorid, Ammonium, CSB, DOC, Bor, Schwermetalle incl. As, Mineralölkohlenwasserstoffe (KW-Index), PAK, LCKW, BTEX

Um eine Beeinflussung ausschließen zu können, wird zur Beweissicherung vorgeschlagen, den Wasserstand des Teiches bei WEA 17/1 im Zeitraum 4 Wochen vor Beginn der Wasserhaltung bei WEA 17/1 bis 2 Wochen nach Ende wöchentlich zu messen. Hierzu ist vorab die Einrichtung eines provisorischen Messpunktes (OK Stange am Ufer) erforderlich. Sofern keine Absenkung des Teichwasserstandes – abzüglich der natürlichen Schwankung des Teichwasserspiegels – gegenüber dem weiteren Umfeld von mehr als 0,1 m erfolgt, ist eine Fließumkehr im Bereich der Altlast auszuschließen.

Sofern eine potenzielle Verfrachtung nach Süden nicht ausgeschlossen werden kann, wäre eine Folgeuntersuchung an der vorgenannten Messstelle nach Beendigung der Wasserhaltung zu empfehlen.

Bielefeld, den 23. Januar 2019

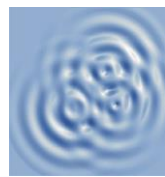
(Th. Grünz, Dipl.-Geol.)

(Dr. D. Brehm, Dipl.-Geol.)

(F. Carstensen, Dipl.-Geol.)

**BGU - Büro für Gehydrologie  
und Umweltinformationssysteme**

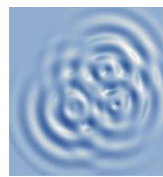
Dr. Brehm & Grünz GbR  
Technologiezentrum Bielefeld  
Meisenstraße 96  
DE- 33 607 Bielefeld



## 9 Quellenverzeichnis

- /1/ Neuß, M. & Dörhöfer, G. (2009): Hinweise zur Anwendung numerischer Modelle bei der Beurteilung hydrogeologischer Sachverhalte und Prognosen in Niedersachsen – Geofakten 8, 3. Aufl., Apr. 2009, LBEG, Hannover
- /2/ Bayerisches Landesamt für Umwelt (2012): Trinkwasserschutz bei Planung und Errichtung von Windkraftanlagen, Merkblatt Nr. 1.2/8, Augsburg.
- /3/ Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz NRW (2011): Erlass für die Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen und Hinweise für die Zielsetzung und Anwendung (Windenergie-Erlass) vom 11.07.2011; Düsseldorf.
- /4/ Neumann Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG (09.05.2017): Bauvorhaben Nr. 057/17, Neubau von drei Windkraftanlagen im Windpark Hollenstede, Fläche 17, Baugrunduntersuchung-Gründungsbeurteilung. - Eckernförde



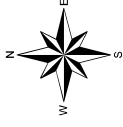


# Anhang 1

## **Hydrogeologisches Gutachten zur Errichtung von Windenergieanlagen im Windpark Hollenstede**

**Numerische Simulation der hydraulischen Auswirkungen  
der temporären Grundwasserhaltung zur Errichtung von drei  
Windkraftanlagen Fläche 17 im Umfeld des  
NSG „Herrenmoor“ in Fürstenau / OT Hollenstede**

### **Pläne**



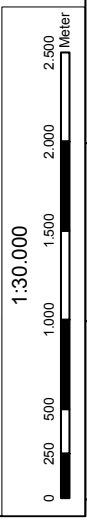
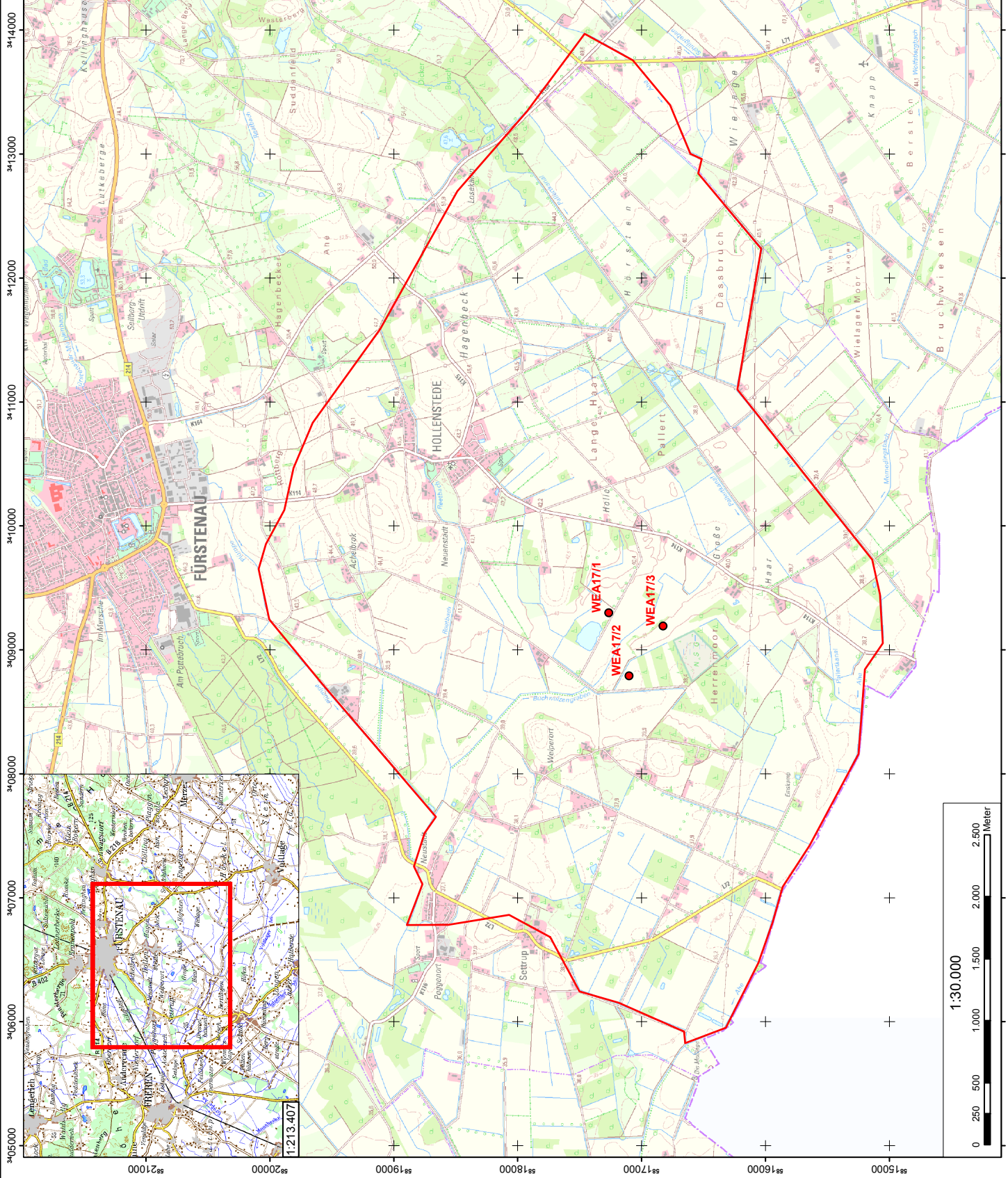
### Hydrogeologisches Gutachten zum Windpark Hollenstede 17

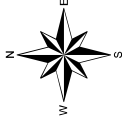
- Legende:**
- WEA-Standort (Red dot)
  - Modelltrand (Red outline)

### Übersichtskarte des Modellgebietes



Dr. Brehm & Grünz, GBR - Diplom Geologen BGR  
Mollatstraße 96 · D-33 807 Bielefeld  
Fon: 0521/2997-250 · Fax: 0521/2997-253  
http://www.tbg-u-geoservice.de





Hydrogeologisches Gutachten  
 zum Windpark Hollensteede 17

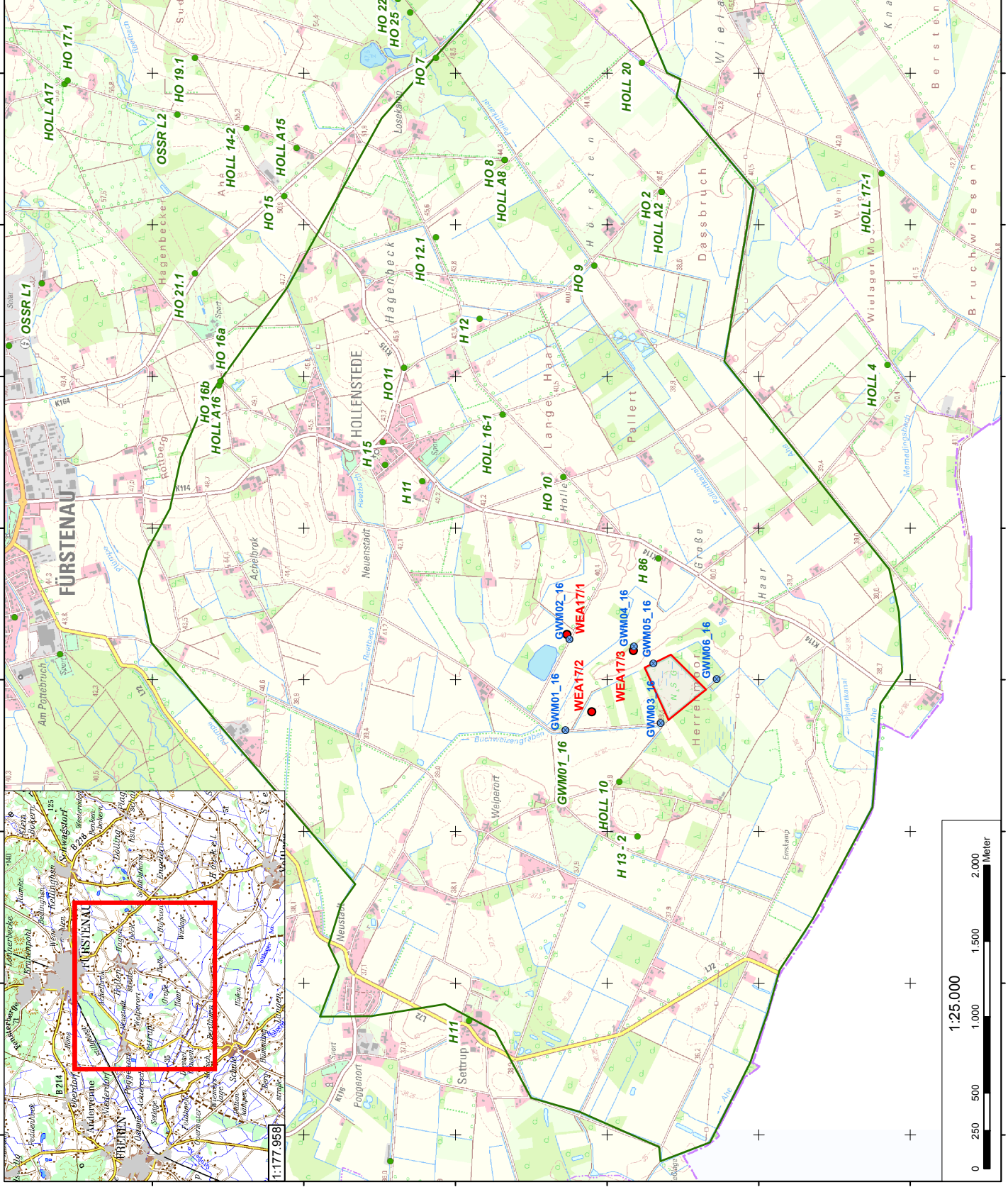
Legende:

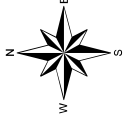
- GW-Messstelle (2016)
- Bohrung LBEG
- WEA-Standort
- Modellrand
- Naturschutzgebiet

Lageplan der Bohrungen und  
 Grundwassermessstellen



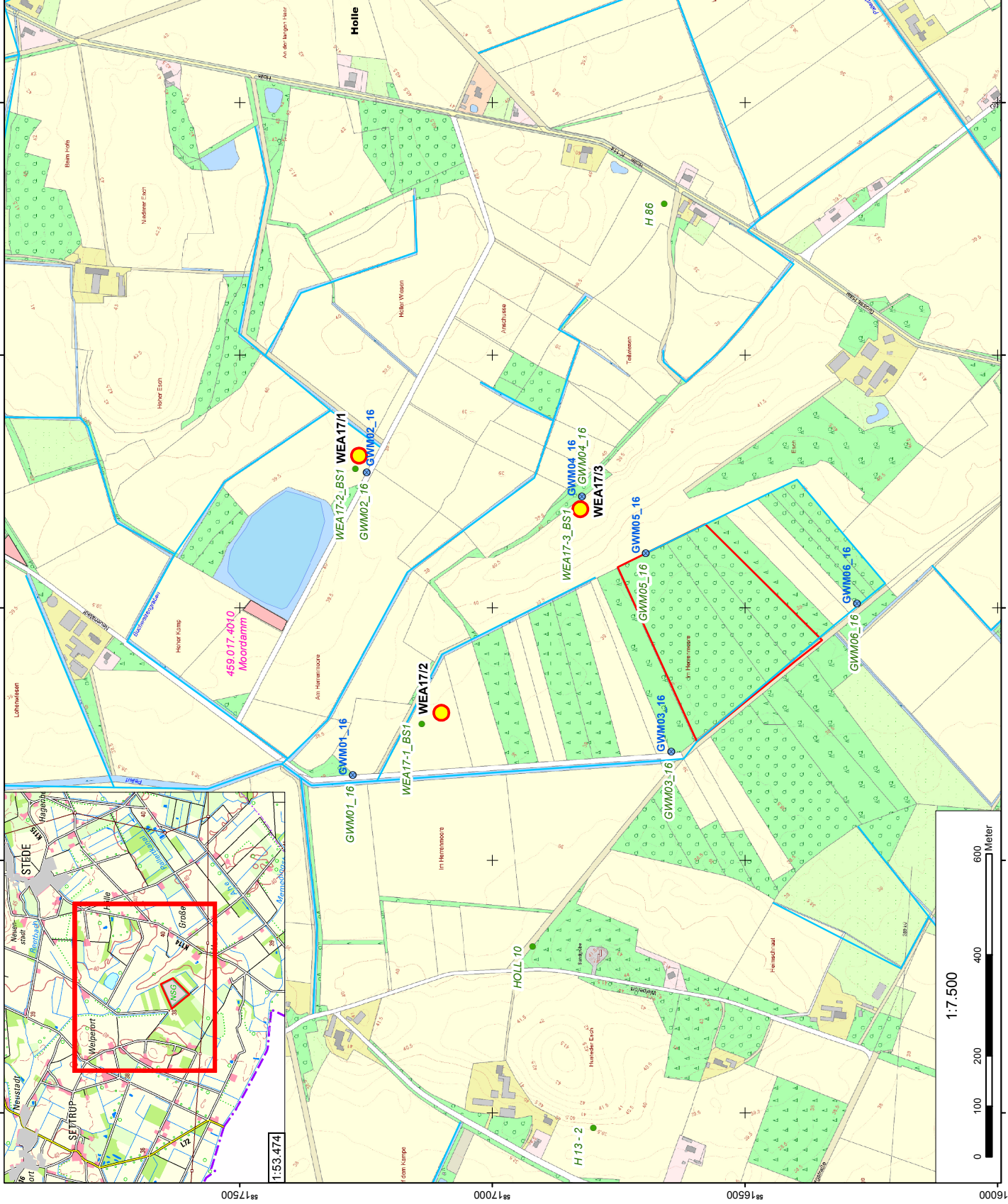
**Büro für  
 GeoHydrologie und  
 Umweltinformationssysteme**  
 Dr. Brehm & Grünz GbR - Diplom Geologen BfG  
 Meisenstraße 66 · DE 33 807 Bielefeld  
 Fon: 0521/2997-250 · Fax: 0521/2997-253  
 http://www.bfhu-geservice.de



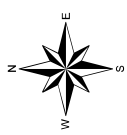


### Hydrogeologisches Gutachten zum Windpark Hollenstede 17

- Legende:**
- WEA Fundamente
  - GW-Messtelle (2016)
  - Bohrung
  - Naturschutzgebiet
  - Altlagerung



Windenergie Hollenstede 17  
Planungsgesellschaft mbH  
Dorfstraße 6  
DE-49 584 Fürstenau-Hollenstede



### Hydrogeologisches Gutachten zum Windpark Hollenstede 17

- Legende:
- WEA-Standorte
  - Naturschutzgebiet

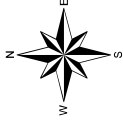
Luftbild



**Büro für  
Geohydrologie und  
Umweltinformationssysteme**  
Dr. Brehm & Grünz GbR - Diplom Geologen BfG  
Mörsenstraße 96 · DE-33 807 Bleckede  
Fon: 0521/2997-250 · Fax: 0521/2997-253  
<http://www.tbg-geo-service.de>



Windenergie Hollenstede 17  
 Planungsgesellschaft mbH  
 Dorfstraße 6  
 DE-49 584 Fürstenau-Hollenstede



**Hydrogeologisches Gutachten  
 zum Windpark Hollenstede 17**

**Legende:**

- WEA-Standort
- ▭ Modellrand

**Geländehöhen DGM50 in m ü. NN**

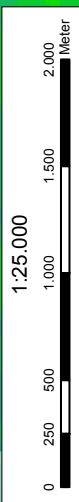
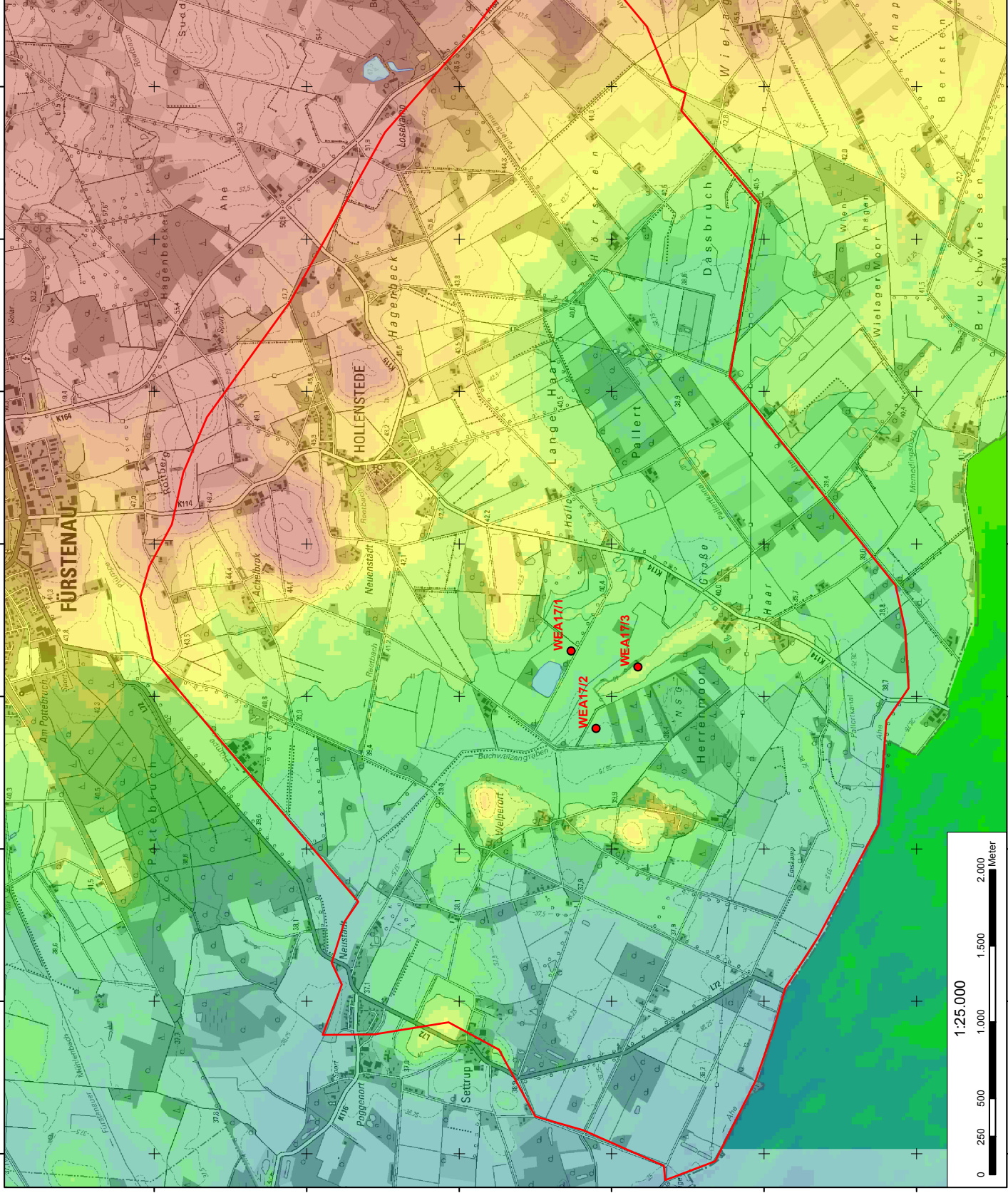
32,1 - 33
33,1 - 34
34,1 - 35
35,1 - 36
36,1 - 37
37,1 - 38
38,1 - 39
39,1 - 40
40,1 - 41
41,1 - 42
42,1 - 43
43,1 - 44
44,1 - 45
45,1 - 46
46,1 - 47
47,1 - 48
48,1 - 49
49,1 - 101,2



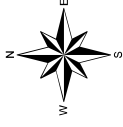
**Geländemodell DGM50**



**Büro für  
 Geohydrologie und  
 Umweltinformationssysteme**  
 Dr. Brehm & Grünz GbR - Diplom Geologen BfG  
 Meisenstraße 66 · DE 33 807 Bleckede  
 Fon: 0521/2997-250 · Fax: 0521/2997-253  
 http://www.bfg-uig.de



Topografische Karte: www.umweltharten.niedersachsen.de - Geodaten: NIBIS-Kartenserver des LBEG

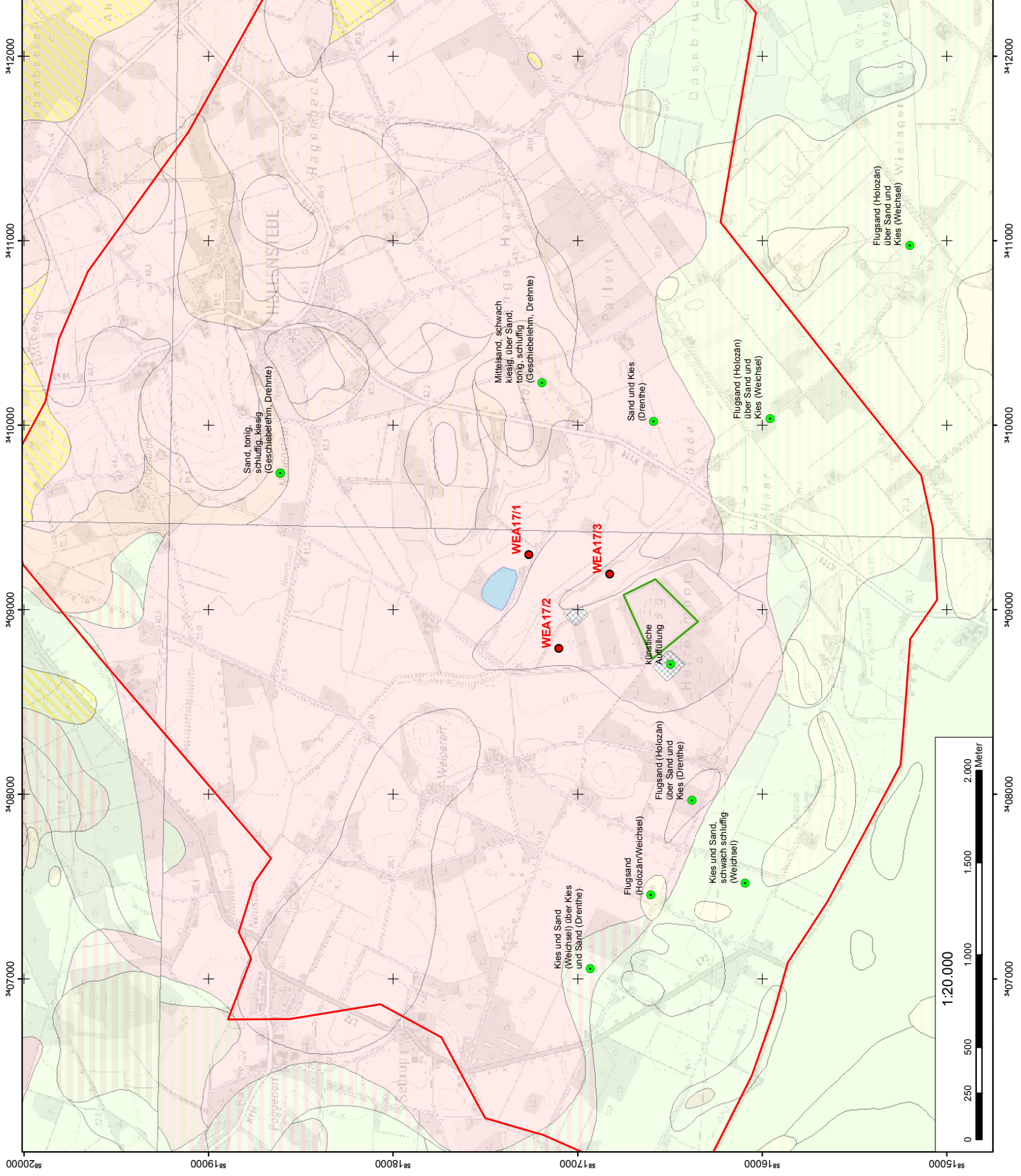


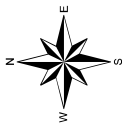
### Hydrogeologisches Gutachten zum Windpark Hollenstede 17

**Legende:**

- Geologie Erläuterung
- WEA-Standort
- Modellrand
- Naturschutzgebiet

Quelle: LBEG, Hannover  
 WMS-Dienst  
 Geologische Karte 1:25.000,  
 Übersichtskartierung

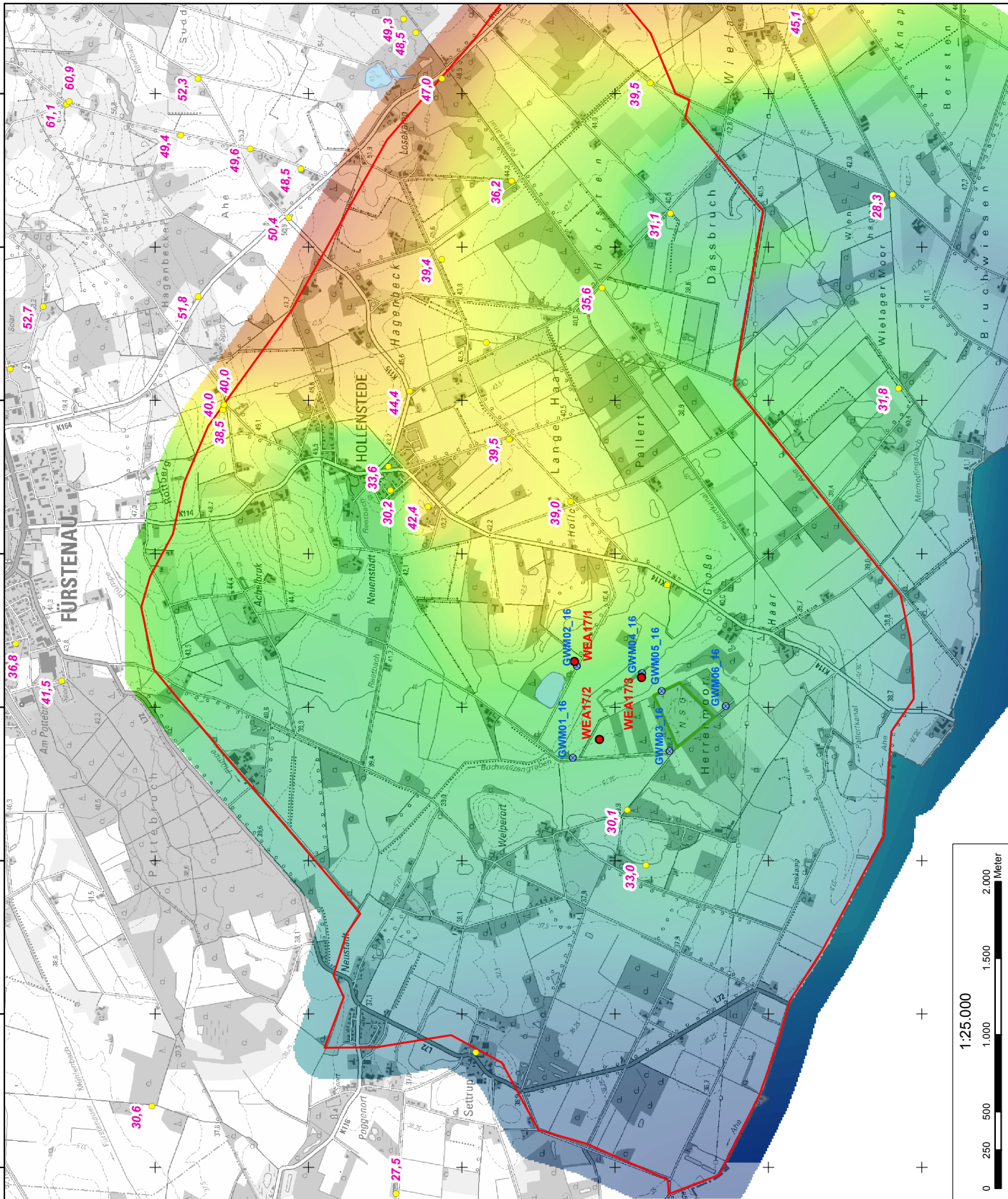




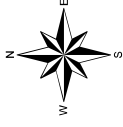
Hydrogeologisches Gutachten  
zum Windpark Hollenstede 17

Legende:

- WEA-Standort
- GW-Messstelle (2016)
- Bohrung mit Basis GWL1 in mNN
- Modellrand
- Naturschutzgebiet
- Basis GWL1 in mNN  
Max : 49,8  
Min : 24,3



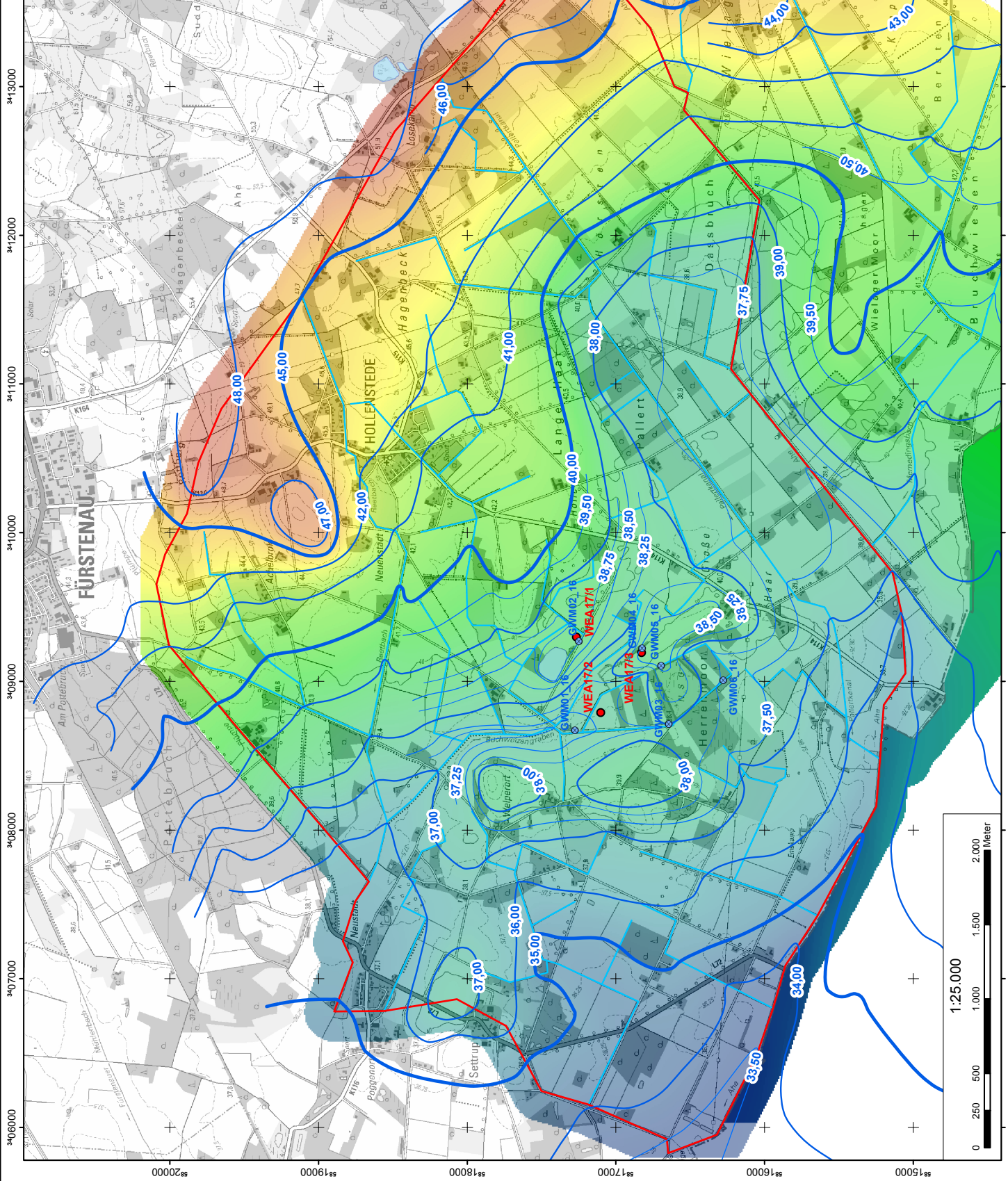




Hydrogeologisches Gutachten  
 zum Windpark Hollenstede 17

Legende:

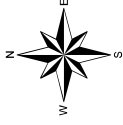
- GW-Messstelle (2016)
- Isolinien GWL 1 02/2016 in mNN
  - 5 m-Isolinie
  - 1 m-Isolinie
  - 0,5 m-Isolinie
  - 0,25 m-Isolinie
- WEA-Standort
- Modellrand
- GW-Stand 02/2016 in mNN
  - Max : 48,9
  - Min : 33,3



Grundwassergleichenplan  
 GWL1, Situation 02/2016



Büro für  
 GeoHydrologie und  
 Umweltinformationssysteme  
 Dr. brehm & Grünz GbR - Diplom Geologen BGG  
 Meisenstraße 66 · DE 33 807 Bielefeld  
 Fon: 0521/2997-250 · Fax: 0521/2997-253  
 http://www.bfgu-geservice.de



### Hydrogeologisches Gutachten zum Windpark Hollenstede 17

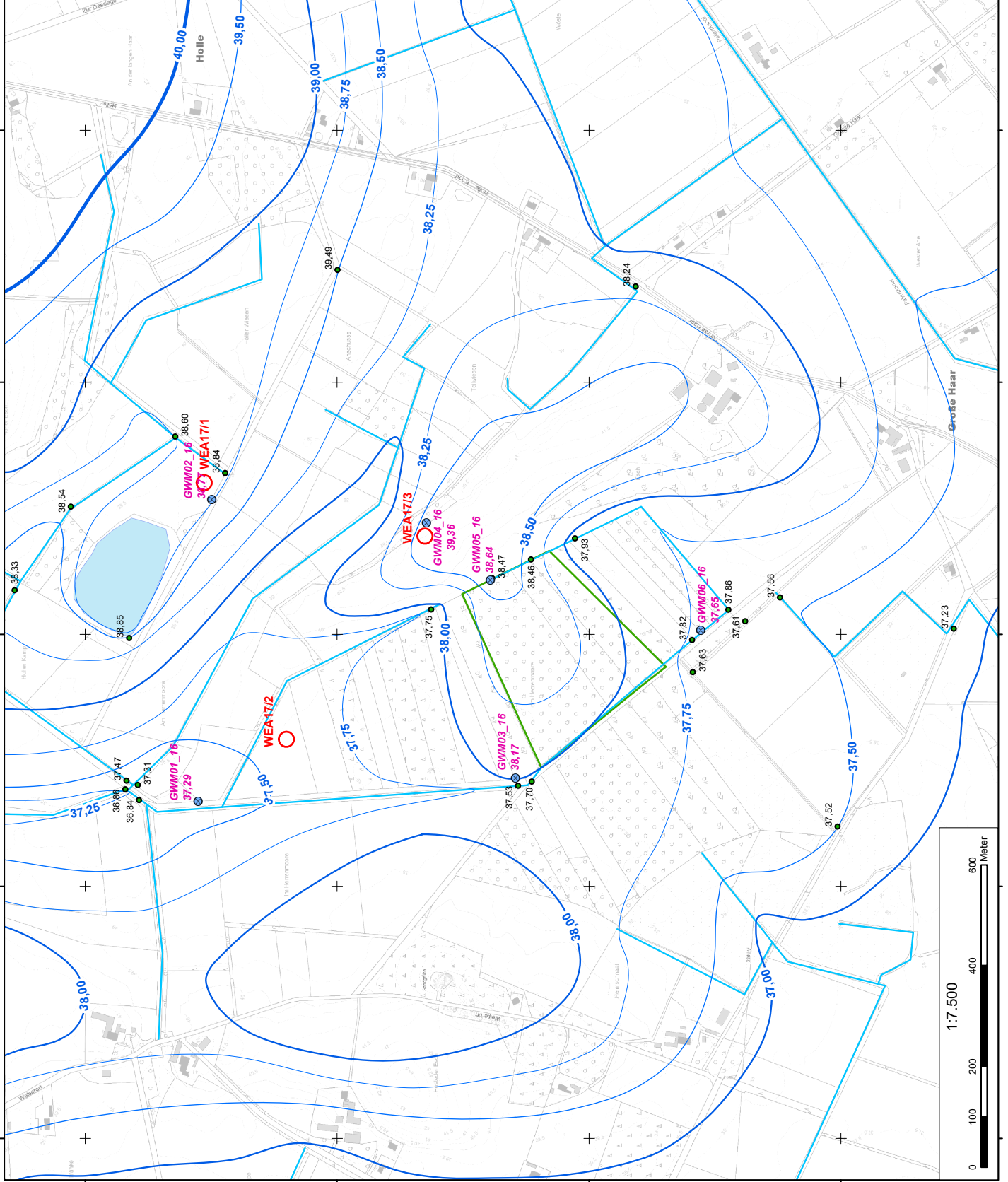
**Legende:**

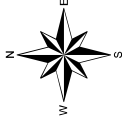
- WEA-Standorte
- Wst. (GWM) 16.02.2016 in mNN
- Wst. (Niv.) Vorfluter in mNN
- Isolinien GWL 1 16.02.2016 in mNN**
- 5 m-Isolinie
- 1 m-Isolinie
- 0,5 m-Isolinie
- 0,25 m-Isolinie
- Naturschutzgebiet

### Grundwassergleichenplan GWL1, Situation 02/2016



**Büro für  
 Geo hydrologie und  
 Umweltinformationssysteme**  
 Dr. Brehm & Grünz GbR - Diplom Geologen BfG  
 Mühlenstraße 96 • DE-33 807 Bielefeld  
 Fon: 0521/2997-250 • Fax: 0521/2997-253  
 http://www.bfug-geoservice.de





Hydrogeologisches Gutachten  
 zum Windpark Hollenstede 17

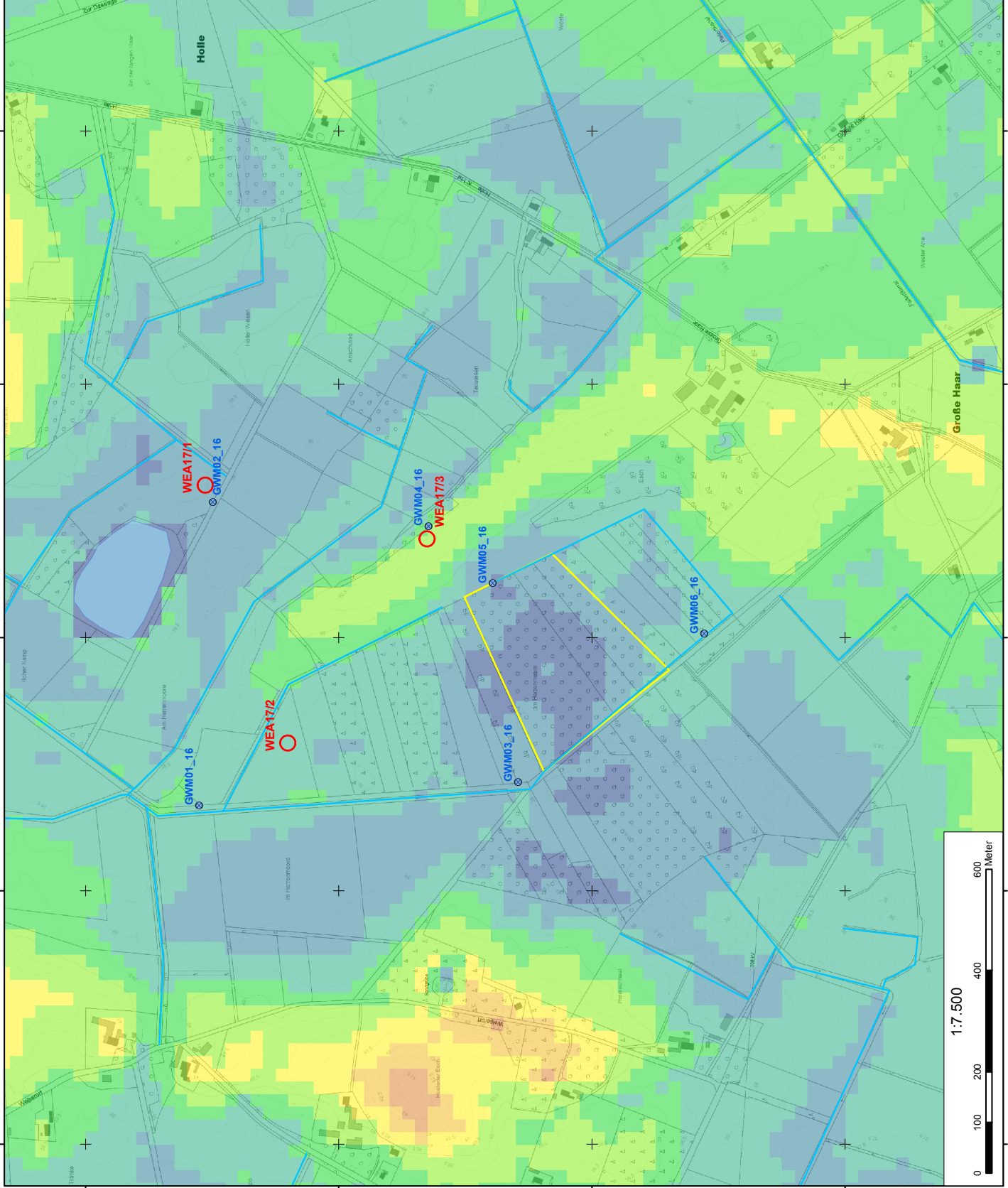
Legende:

- WEA-Standorte
  - ⊗ GW-Messstelle (2016)
  - Naturschutzgebiet
- GW-Flurabstand 02/2016 in m**
- |  |           |
|--|-----------|
|  | < 0,5     |
|  | 0,51 - 1  |
|  | 1,1 - 1,5 |
|  | 1,6 - 2   |
|  | 2,1 - 3   |
|  | 3,1 - 4   |
|  | 4,1 - 5   |
|  | 5,1 - 10  |
|  | 11 - 42   |

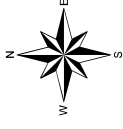
Grundwasserflurabstand  
 02/2016



**Büro für  
 Geohydrologie und  
 Umweltinformationssysteme**  
 Dr. Brehm & Grünz GbR - Diplom Geologen BGG  
 Meisenstraße 98 • DE-33 807 Bielefeld  
 Fon: 0521/2997-250 • Fax: 0521/2997-253  
 http://www.bfgu-geservice.de



Windenergie Hollenstede 17  
 Planungsgesellschaft mbH  
 Dorfstraße 6  
 DE-49 584 Fürstenau-Hollenstede



**Hydrogeologisches Gutachten  
 zum Windpark Hollenstede 17**

**Legende:**

- WEA-Standort
- ▭ Modellrand
- ▭ Naturschutzgebiet

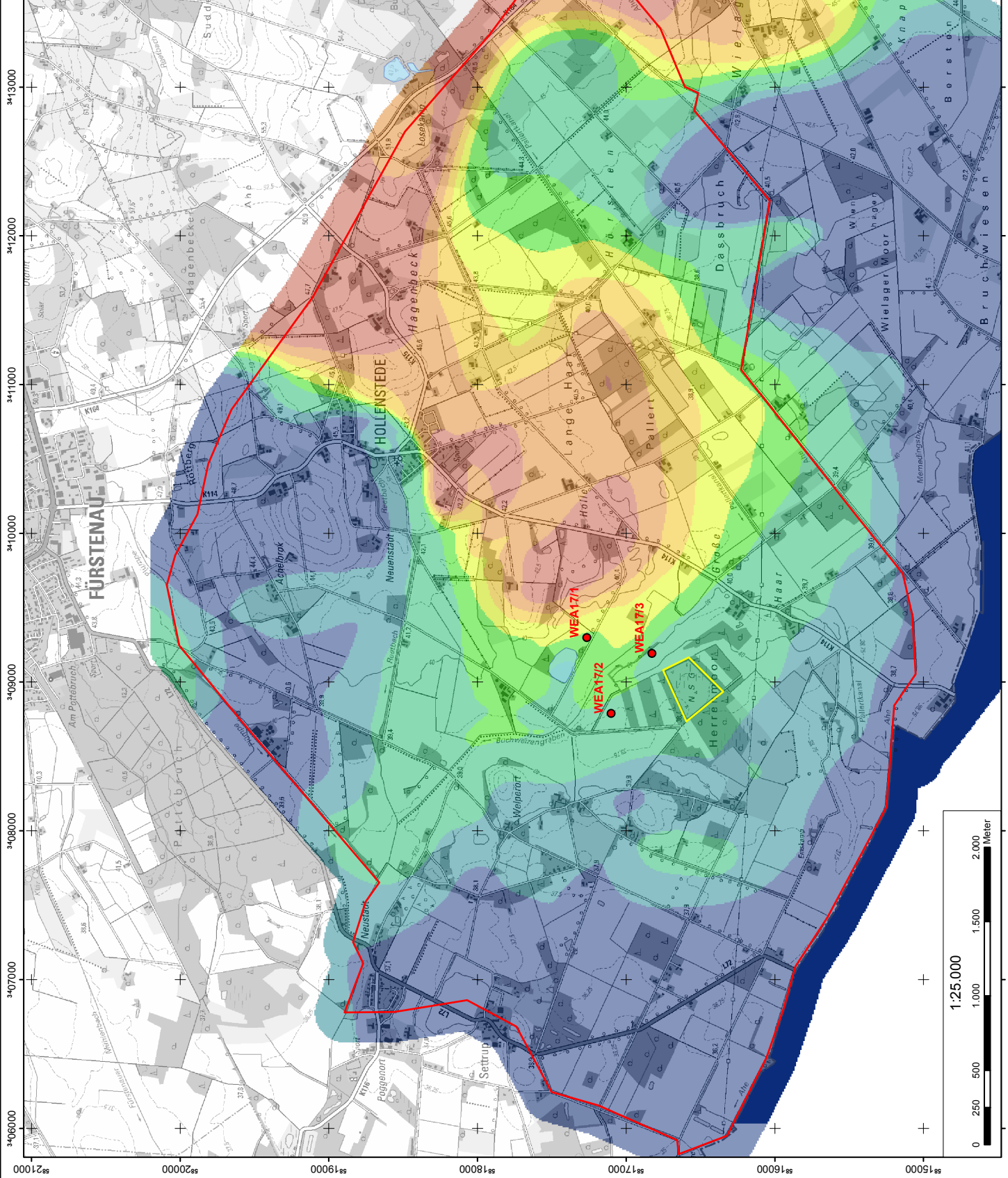
**GW-erf. Mächtigkeit GWL1 in m**



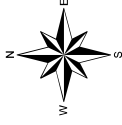
**Grundwasser erfüllte  
 Mächtigkeit des oberen  
 Grundwasserleiters  
 (GWL1, 02/2016)**



**Büro für  
 GeoHydrologie und  
 Umweltinformationssysteme**  
 Dr. Brehm & Grünz, GUR - Diplom Geologen BGG  
 Meisenstraße 96 · DE-33 807 Bielefeld  
 Fon: 0521/2997-250 · Fax: 0521/2997-253  
 http://www.bfgu-geservice.de



Windenergie Hollenstede 17  
 Planungsgesellschaft mbH  
 Dorfstraße 6  
 DE-49 584 Fürstenau-Hollenstede

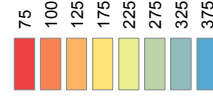


### Hydrogeologisches Gutachten zum Windpark Hollenstede 17

**Legende:**

- GW-Messstelle (2016)
- WEA-Standort
- Modellrand
- Naturschutzgebiet

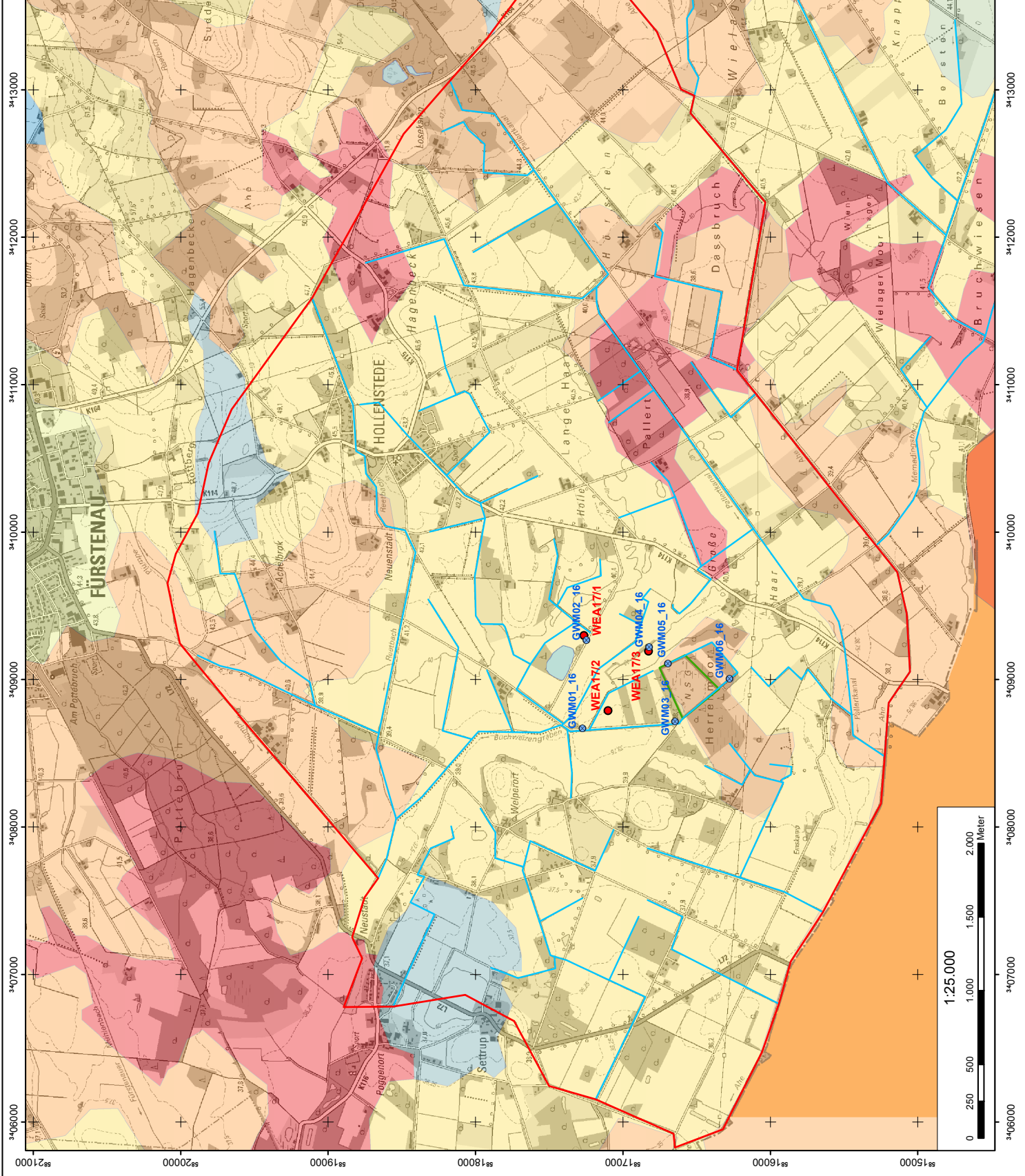
**GWNB Growa06V2 (1961-90) in mm/a**

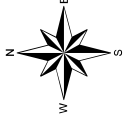


**Mittlere GW-Neubildungsrate  
 GROWA 06V2 (1961-1990)**



**Büro für  
 Geohydrologie und  
 Umweltinformationssysteme**  
 Dr. Brehm & Grünz, GUR - Diplom Geologen BfG  
 Meisenstraße 98 • DE-33 807 Bleibfeld  
 Fon: 0521/2997-250 • Fax: 0521/2997-253  
 http://www.bfg-geoservice.de





### Hydrogeologisches Gutachten zum Windpark Hollenstede 17

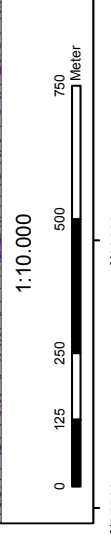
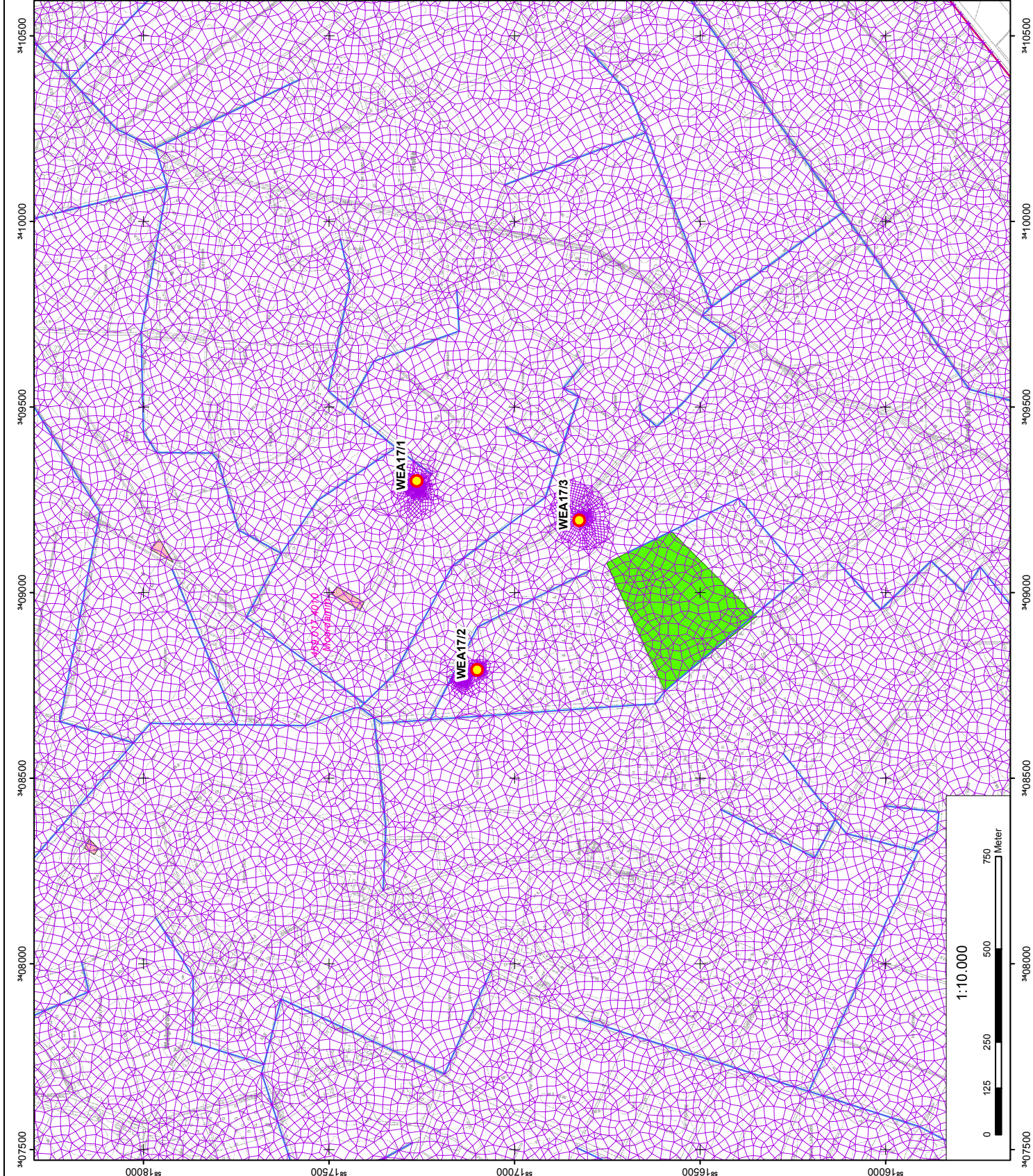
Legende:

-  WEA Fundamente
-  Modellnetz
-  Modellrand (Fläche 17)
-  Naturschutzgebiet
-  Altlagerung

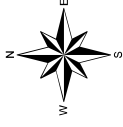
Modellnetz



**Büro für  
Geohydrologie und  
Umweltinformationssysteme**  
Dr. Brehm & Grünz GbR - Diplom Geologen BfG  
Mehsenstraße 98 • DE 33 807 Bleckede  
Fon: 0521/2997-250 • Fax: 0521/2997-253  
http://www.tbgu-geservice.de



Windenergie Hollenstede 17  
 Planungsgesellschaft mbH  
 Dorfstraße 6  
 DE-49 584 Fürstenau-Hollenstede



### Hydrogeologisches Gutachten zum Windpark Hollenstede 17

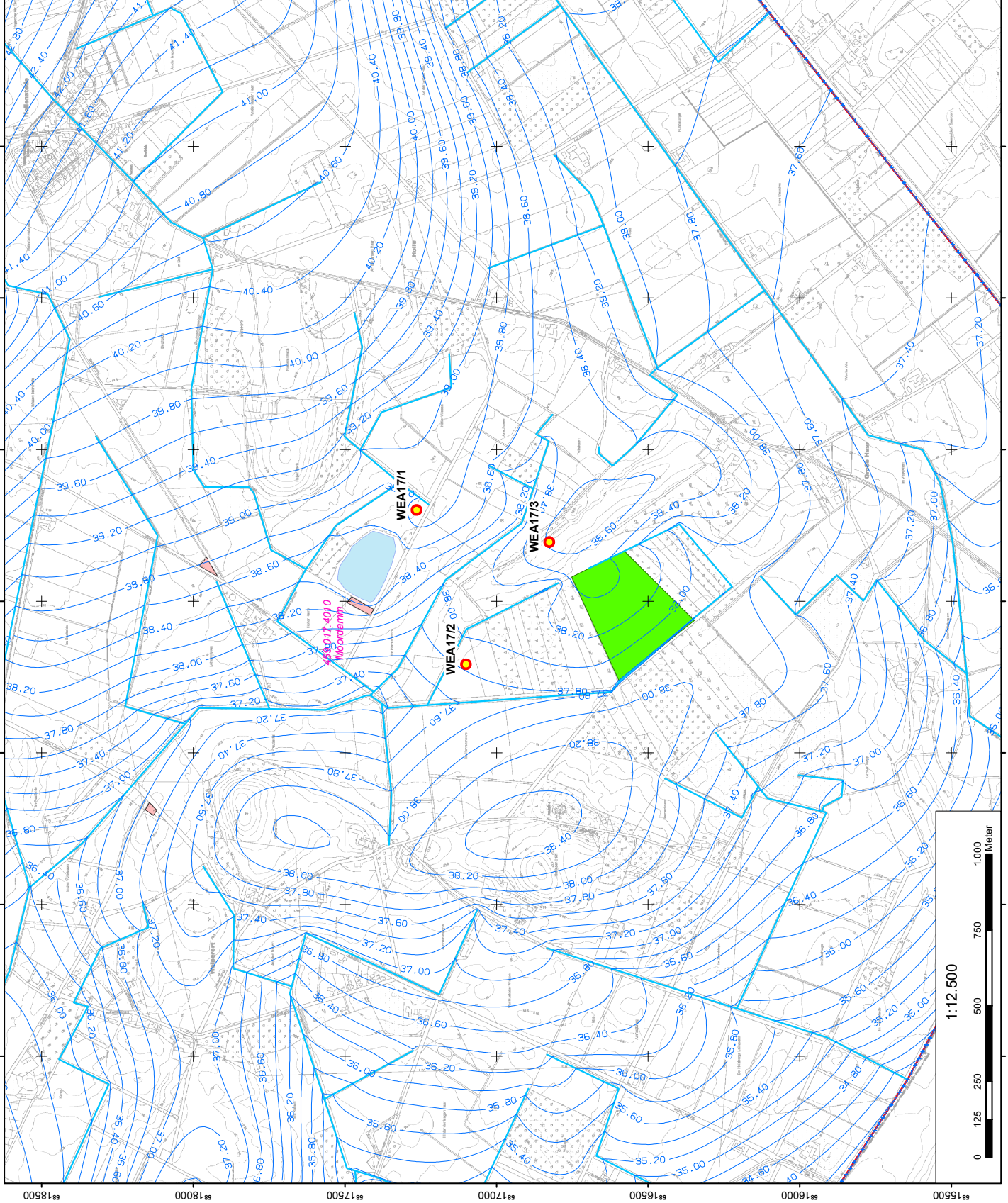
**Legende:**

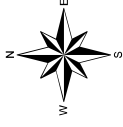
- WEA Fundamente
- GW-Isolinien Kalibrierungssituation in mNN
- Modellrand (Fläche 17)
- Naturschutzgebiet
- Altlagerung

### Grundwassermodell: GW-Isolinien Ist-Zustand









**Büro für  
 Geohydrologie und  
 Umweltinformationssysteme**  
 Dr. Brehm & Grünz GbR - Diplom Geologen BfG  
 Malsenstraße 98 • DE-33 807 Bleckede  
 Fon: 0521/2997-250 • Fax: 0521/2997-253  
 http://www.tbg-geoservice.de





Hydrogeologisches Gutachten  
 zum Windpark Hollenstede 17

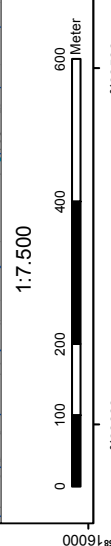
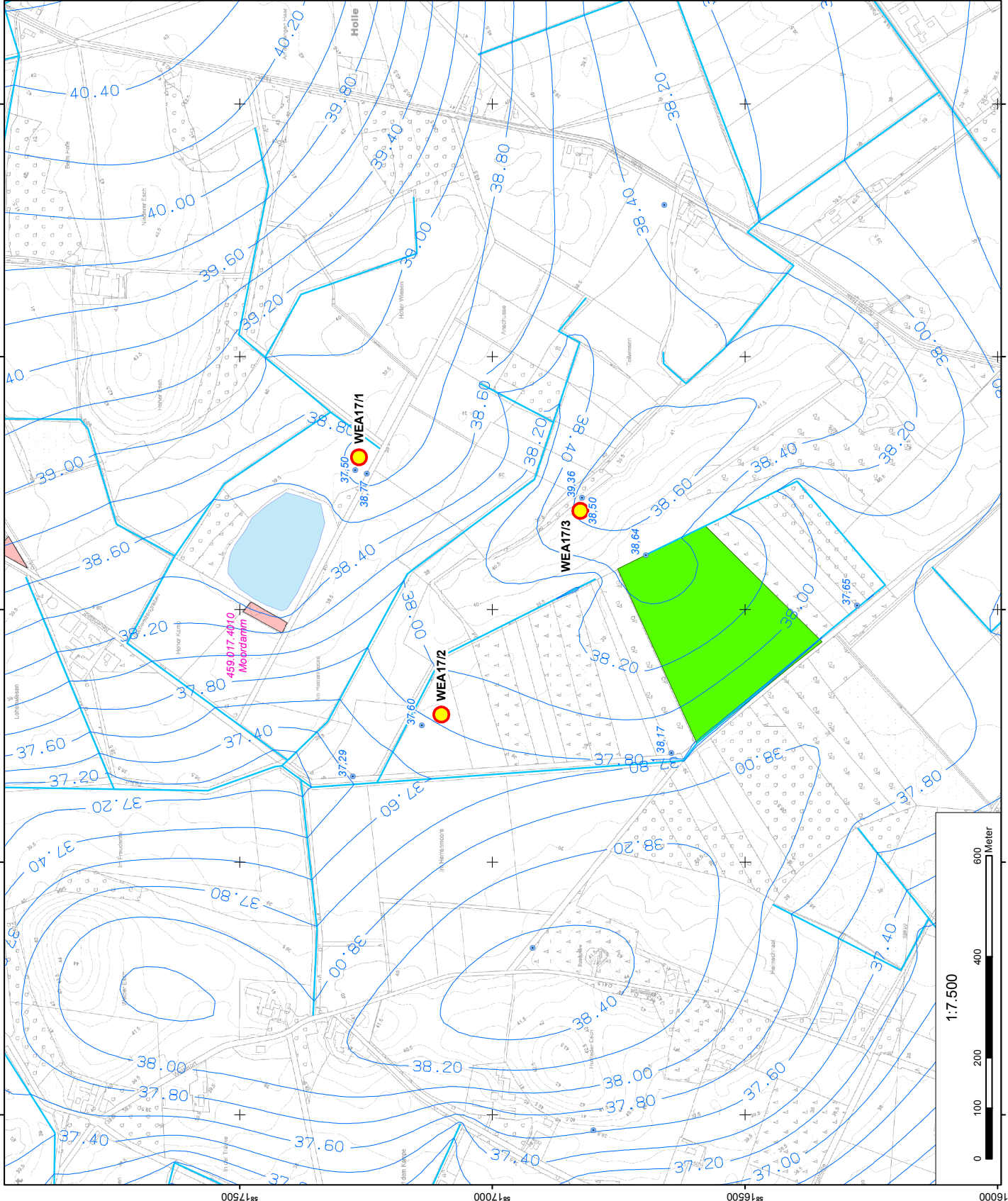
Legende:

-  WEA Fundamente
-  Wst. 16.02.2016 und 03.2017 in mNN
-  GW-Isolinien Kalibrierungssituation in mNN
-  Modellrand (Fläche 17)
-  Naturschutzgebiet
-  Altablagerung

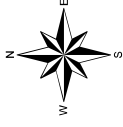
Grundwassermodell:  
 GW-Isolinien Ist-Zustand



Büro für  
 Geohydrologie und  
 Umweltinformationssysteme  
 Dr. Brehm & Grünz GbR - Diplom Geologen BfG  
 Hollenstede 17 · DE-49 584 Fürstenau  
 Mollensstraße 96 · DE-33 807 Bleibül  
 Fon: 0521/2997-250 · Fax: 0521/2997-253  
 http://www.bfg-geoservice.de



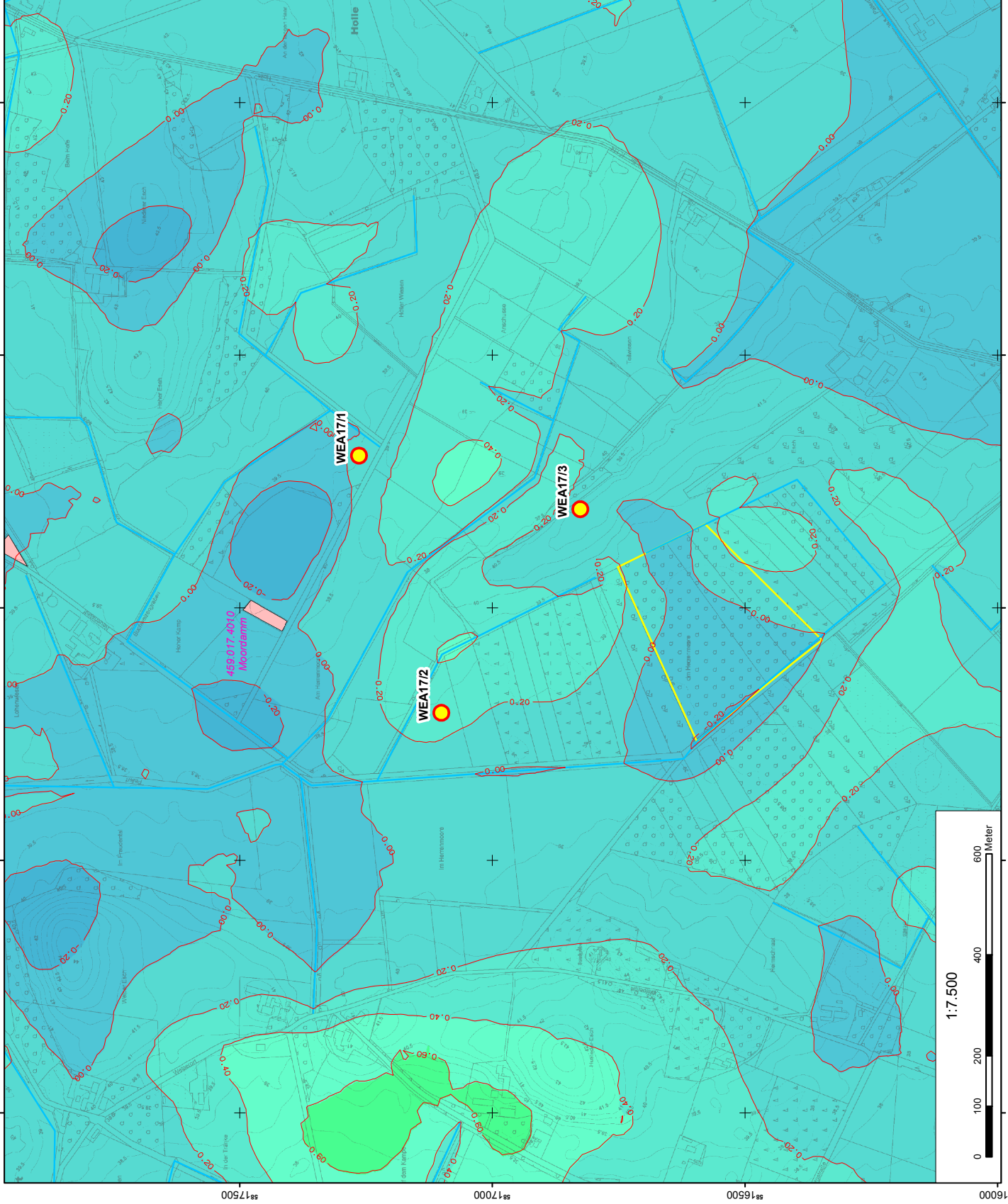




Hydrogeologisches Gutachten  
 zum Windpark Hollenstede 17

Legende:

- WEA Fundamente
- Soll-Ist-Vergleich in m
- Modellrand (Fläche 17)
- Naturschutzgebiet
- Altlagerung

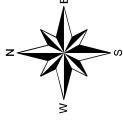


Grundwassermodell:  
 Soll-Ist-Vergleich zwischen  
 Konstruktion und Simulation  
 Differenzen in m



**Büro für Geohydrologie und Umweltinformationssysteme**  
 Dr. Brehm & Grünz GbR - Diplom Geologen BfG  
 Mühlenstraße 96 · DE-33 807 Bielefeld  
 Fon: 0521/2997-250 · Fax: 0521/2997-253  
 http://www.tbg-geoservice.de

Windenergie Hollenstede 17  
 Planungsgesellschaft mbH  
 Dorfstraße 6  
 DE-49 584 Fürstenau-Hollenstede



**Hydrogeologisches Gutachten  
 zum Windpark Hollenstede 17**

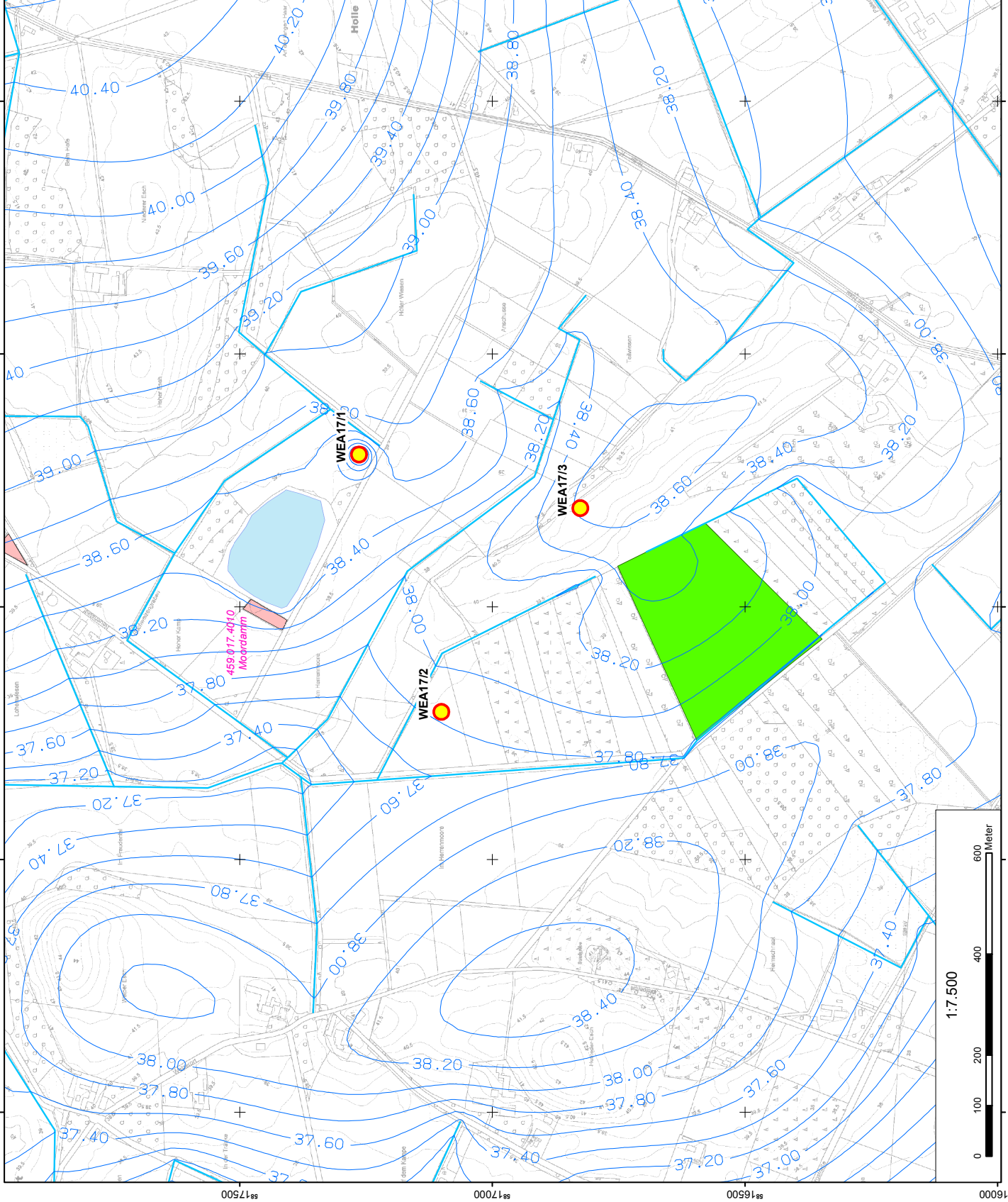
**Legende:**

- WEA Fundamente
- GW-Isolinien WEA17/1 in mNN
- Modellrand (Fläche 17)
- Naturschutzgebiet
- Altlagerung

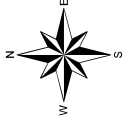
**Grundwassermodell:  
 GW-Strömungssituation  
 bei bauzeitiger Wasserhaltung  
 WEA17/1**



**Büro für  
 Geohydrologie und  
 Umweltinformationssysteme**  
 Dr. Brehm & Grünz GbR - Diplom Geologen BfG  
 Mühlenstraße 96 · D-33 807 Bielefeld  
 Fon: 0521/2997-250 · Fax: 0521/2997-253  
 http://www.bfg-ug-eeservice.de



Windenergie Hollenstede 17  
 Planungsgesellschaft mbH  
 Dorfstraße 6  
 DE-49 584 Fürstenau-Hollenstede



Hydrogeologisches Gutachten  
 zum Windpark Hollenstede 17

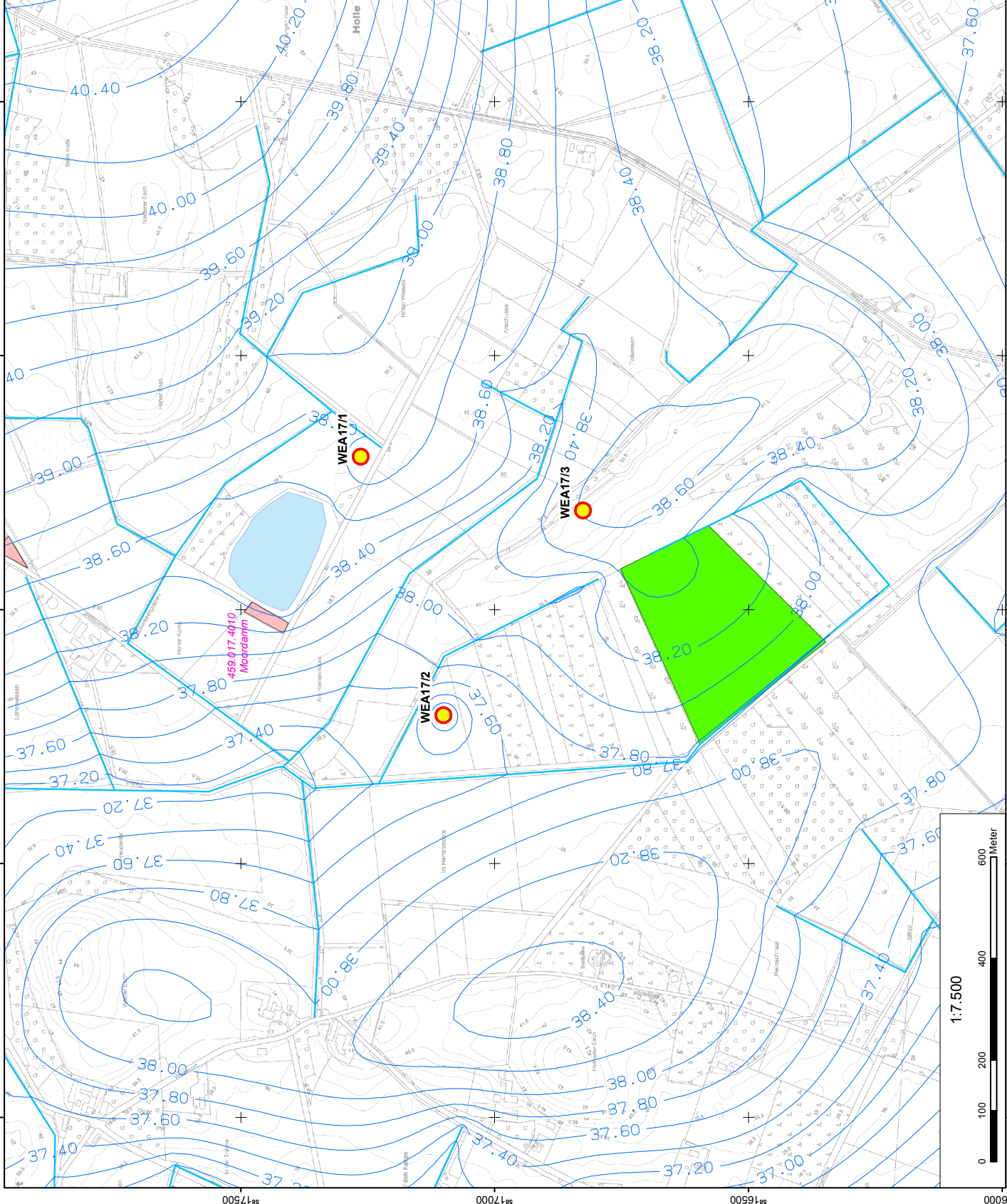
Legende:

- WEA Fundamente
- GW-Isolinien WEA17/2 in mNN
- Modellrand (Fläche 17)
- Naturschutzgebiet
- Altlagerung

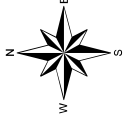
**Grundwassermodell:  
 GW-Strömungssituation  
 bei bauzeitiger Wasserhaltung  
 WEA17/2**



**Büro für  
 Geohydrologie und  
 Umweltinformationssysteme**  
 Dr. Brehm & Grünz GbR - Diplom Geologen BfG  
 Mollatstraße 96 · D-263307 Bleckede  
 Fon: 0521/2997-250 · Fax: 0521/2997-253  
<http://www.tbgu-geservice.de>







Windenergie Hollenstede 17  
 Planungsgesellschaft mbH  
 Dorfstraße 6  
 DE-49 584 Fürstenau-Hollenstede



**Hydrogeologisches Gutachten  
 zum Windpark Hollenstede 17**

**Legende:**

-  WEA Fundamente
-  GW-Absenkung WEA17/1 in m
-  Naturschutzgebiet
-  Altablagerung

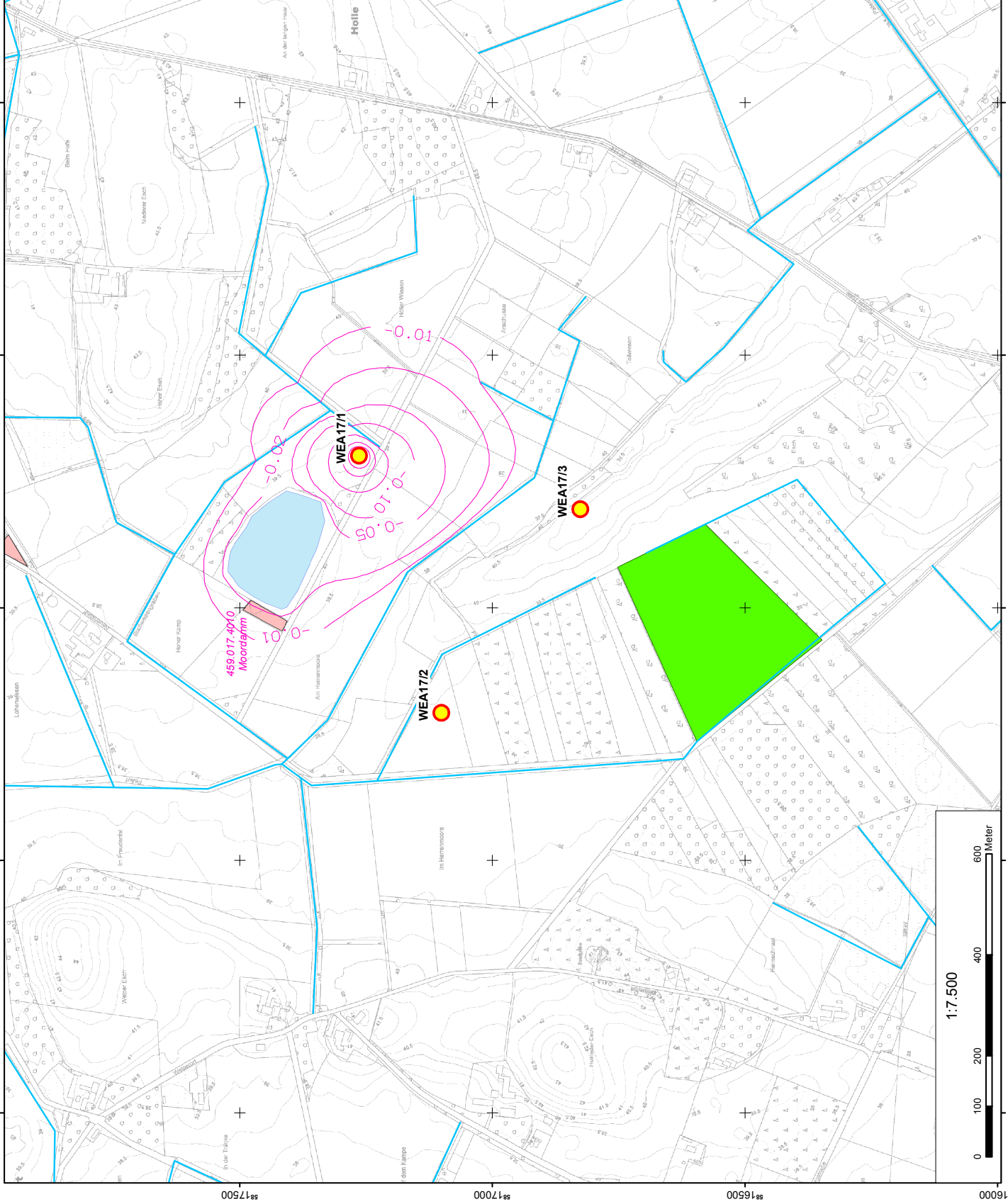
Absenktziel WEA17/1:  
 1,80 m u. GOK  
 37,8 m ü. NN

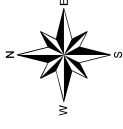
Förderrate: 34 m³/Tag

**Grundwassermodell:  
 GW-Absenkung gegenüber  
 Ist-Zustand bei bauzeitiger  
 Wasserhaltung (WEA17/1)**



**Büro für  
 Geohydrologie und  
 Umweltinformationssysteme**  
 Dr. Brehm & Grünz GBR - Diplom Geologen BfG  
 Malsenstraße 96 · DE-33 807 Bielefeld  
 Fon: 0521/2997-250 · Fax: 0521/2997-253  
 http://www.bfg-geo-service.de





**Hydrogeologisches Gutachten  
 zum Windpark Hollenste 17**

**Legende:**

- WEA Fundamente
- GW-Absenkung WEA17/2 in m
- Naturschutzgebiet
- Altablagerung

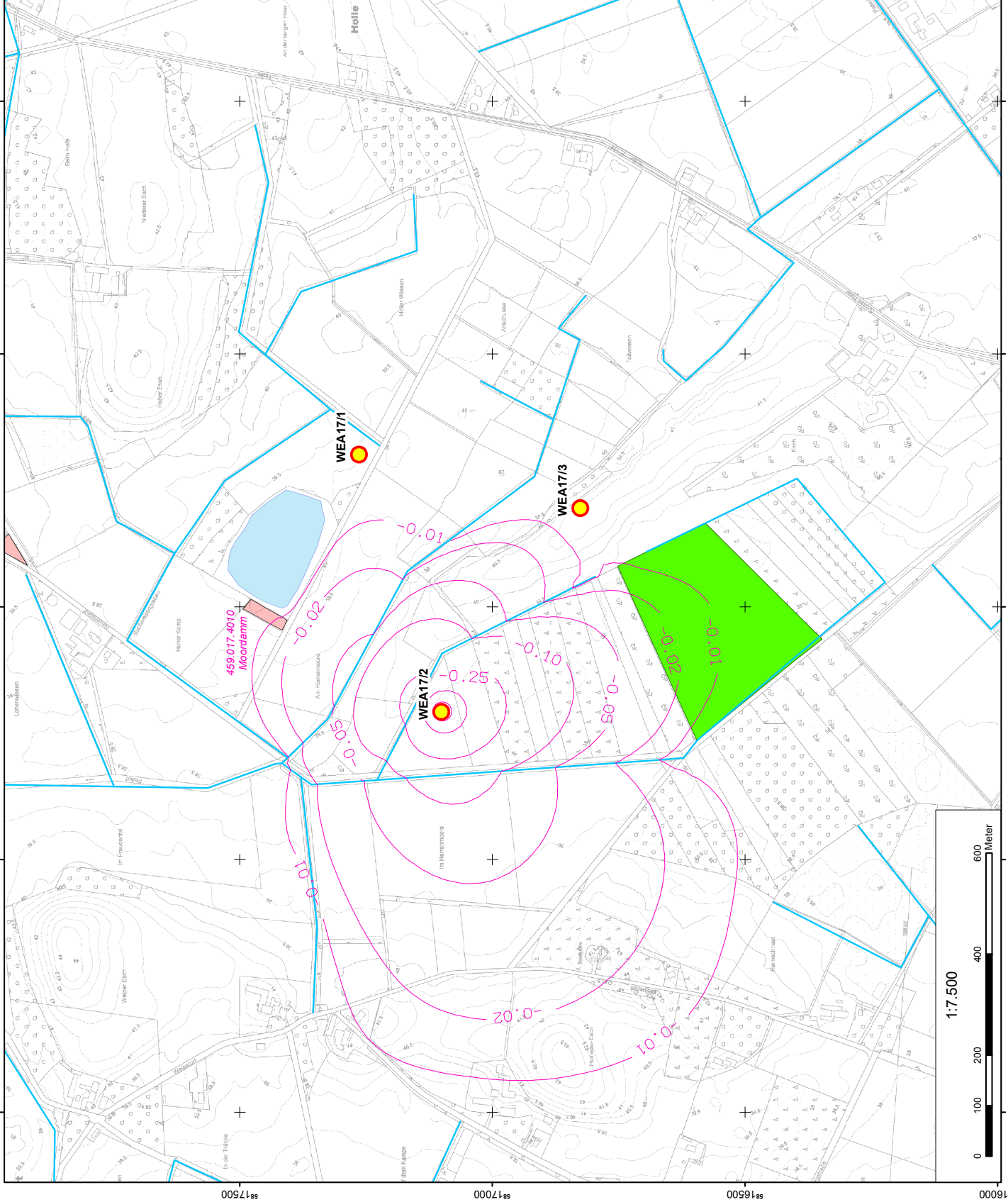
Absenkeziel WEA17/2:  
 1,80 m u. GOK  
 37,0 m ü. NN

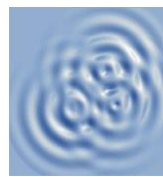
Förderrate: 157 m³/Tag

**Grundwassermodell:  
 GW-Absenkung gegenüber  
 Ist-Zustand bei bauzeitiger  
 Wasserhaltung (WEA17/2)**



**Büro für  
 Geohydrologie und  
 Umweltinformationssysteme**  
 Dr. Brehm & Grünz GbR - Diplom Geologen BfG  
 Mühlenstraße 96 • DE-33 807 Bielefeld  
 Fon: 0521/2997-250 • Fax: 0521/2997-253  
 http://www.bfg-geoservice.de





# **Anhang 2**

## **Hydrogeologisches Gutachten zur Errichtung von Windenergieanlagen im Windpark Hollenstede**

### **Numerische Simulation der hydraulischen Auswirkungen der temporären Grundwasserhaltung zur Errichtung von drei Windkraftanlagen Fläche 17 im Umfeld des NSG „Herrenmoor“ in Fürstenau / OT Hollenstede**

#### **Stammdaten der Grundwassermessstellen und Bohrungen im Untersuchungsgebiet**

**Grundwassermodell Windpark Hollenstede**  
**Stammdaten der Bohrungen und Grundwassermessstellen**

Bez. LBEG	Name	LONGNAME	Rechtswert	Hochwert	GOK	MPH
					[mNN]	[mNN]
BID	AKBEZ	LONGNAME	XCOORD	YCOORD	GOK	MPH
3411HY0008	HOLL 11	A11 Hollenstede-Vinte	3404100,00	5819360,00	36,68	0,00
3411HY0009	HOLL 12	A12 Hollenstede-Vinte	3406400,00	5820020,00	38,11	
3411HY0053	H 53 - 104	P104=A4 Lengerich, Anderverne	3405000,00	5821410,00	39,29	
3411HY0207		Am Pottebruch-1	3409464,69	5821091,31	44,71	
3411HY0301		Am Pottebruch-3	3409414,90	5820909,20	42,80	
3411HY0306		Am Pottebruch-6	3409170,85	5820609,12	42,50	
3412HY0001	H 1	H 1 Fürstenau, am SOG.Solbad	3410500,00	5821340,00	48,89	
3412HY0002	H 2	H 2 Krankenhaus Fürstenau	3409650,00	5821870,00	51,22	
3412HY0009	H 9 - 3	Engelern VB III (3) Engelern	3415953,00	5819418,00	72,11	
3412HY0029	H 29	H 29 VB Garten NEB.Molkerei, Schwagstorf	3414800,00	5821070,00	75,41	
3412HY0031	H 31	H 31 Kellinghausen für Korth	3414250,00	5821220,00	80,51	
3412HY0040	H 40 - 5	Fürstenau P5	3411440,00	5822390,00	62,08	
3412HY0049	HO 16b	A16/81 Hollenstede	3410970,00	5819550,00	52,28	
3412HY0051	HO 18	A18/81 Hollenstede	3413620,00	5820490,00	66,31	
3412HY0057	OSSR L1	L1 Suchraum L, Fürstenau	3411615,00	5820730,00	53,21	
3412HY0058	OSSR L2	L2 Suchraum L, Fürstenau	3412730,00	5819835,00	55,65	
3412HY0060	FÜ P10	Fürstenau P 10 Tief + Flach WW	3410990,00	5822450,00	53,81	
3412HY0061	FÜ P11	Fürstenau P 11 Tief + Flach WW	3411130,00	5822470,00	54,06	
3412HY0063	FÜ P13	Fürstenau P 13 WW	3411890,00	5822190,00	63,49	
3412HY0073	HOLL A16	A 16 Hollenstede	3410940,00	5819560,00	50,48	
3412HY0074	HOLL A17	A 17 Hollenstede	3412930,00	5820580,00	61,30	
3412HY0076	HOLL A23	Auf den Benken A 23/95.1	3416270,00	5820780,00	90,85	
3412HY0078	HOLL A58	A 58/97.2 und A 58/97.1	3414500,00	5822880,00	85,25	
3412HY0079	HOLL A59	A 59/97.2 und A 59/97.1	3413600,00	5821710,00	73,28	
3412HY0080	HOLL A60	A 60/97.2 und A 60/97.1	3415330,00	5820120,00	78,94	
3412HY0091	HOLL 14-2	Hagenbecker Aue II	3412640,00	5819380,00	54,12	
3412HY0105	HO 14.1	A14.1/81 Hollenstede	3413840,00	5819430,00	56,87	
3412HY0106	HO 17.1	A17.1/81 Hollenstede	3412950,00	5820560,00	61,04	
3412HY0107	HO 19.1	A19.1/81 Hollenstede	3413100,00	5819720,00	59,68	
3412HY0108	HO 21.1	A21.1/81 Hollenstede	3411680,00	5819720,00	51,90	
3412HY0128		Fürstenau-3	3410706,45	5821091,55	49,02	
3412HY0129		Fürstenau-4	3410137,00	5821119,00	47,40	
3412HY0132	HO 16a	A16a/81 Hollenstede	3410971,00	5819550,00	52,28	
3412HY0135		Fürstenau-1	3410155,90	5821212,00	47,11	
3412HY0202		Am Hamberg-1	3409591,42	5822378,41	54,00	
3412HY0204		Sellberg Utdrift-1	3411206,01	5820945,51	51,12	
3511HY0002	H 2 - 1	Settrup 1 Bahnhof	3405620,00	5819210,00	35,97	
3511HY0003	HOLL 10	A10 Hollenstede-Vinte	3408330,00	5816920,00	39,81	
3511HY0004	HOLL 13	A13 Hollenstede-Vinte	3404580,00	5816390,00	34,79	
3511HY0011	H 11	H 11 Flbr. Evers Settrup	3406750,00	5817910,00	39,00	
3511HY0013	H 13 - 2	Flbr.2 Settrup/Welperort	3407970,00	5816800,00	40,05	
3511HY0030	H 30 - 24	A24 Freren Große AA S´ Freren	3401660,00	5815530,00	32,35	
3511HY0134		Ostwie-1	3402080,53	5817798,23	35,59	
3511HY0137		Ostwie-4	3402560,31	5817523,58	34,00	
3511HY0138		Poggenort-1	3405829,16	5818429,47	35,52	
3511HY0144		Overwater-1	3402663,00	5815610,00	34,12	
3512HY0009	H 9	H 9 - BR. Wielage Eigent. Schmerre	3413720,00	5816830,00	46,40	
3512HY0010	H 10	H 10 Wielage	3413540,00	5815720,00	45,25	
3512HY0011	H 11	H 11 Hollenstede	3410310,00	5818220,00	42,49	
3512HY0012	H 12	H 12 Hollenstede	3411380,00	5817840,00	42,87	
3512HY0014	H 14	H 14 BR. Engelern Schule	3415760,00	5817300,00	56,79	
3512HY0015	H 15	H 15 BR. Hollenstede Schule	3410570,00	5818480,00	43,58	
3512HY0016	H 16	H 16 Engelern	3415260,00	5817090,00	57,75	
3512HY0066	H 66 - 2	VB II(2) Engelern	3414572,00	5819036,00	69,27	
3512HY0067	H 67 - 4	VB IV(4) Engelern	3415900,00	5818123,00	63,56	
3512HY0074	HOLL 3	A3 Hollenstede-Vinte	3413770,00	5817540,00	49,64	
3512HY0075	HOLL 4	A4 Hollenstede-Vinte	3411080,00	5815150,00	40,48	
3512HY0077	HOLL 6	A6 Hollenstede-Vinte	3412930,00	5812370,00	42,88	
3512HY0085	HOLL 19	A19/77 Hollenstede-Vinte Gemark. Höckel	3414900,00	5816000,00	49,22	

**Grundwassermodell Windpark Hollenstede**  
**Stammdaten der Bohrungen und Grundwassermessstellen**

Bez. LBEG	Name	LONGNAME	Rechtswert	Hochwert	GOK	MPH
					[mNN]	[mNN]
3512HY0086	H 86	H 86 - Beob.BR. Hollenstede	3409800,00	5816660,00	39,03	
3512HY0091	HOLL 20	A20/77 Hollenstede-Vinte Gemark.Hörsten	3413070,00	5816770,00	43,55	
3512HY0092	HO 1	A1/81 Hollenstede	3413880,00	5816510,00	46,00	
3512HY0093	HO 2	A2/81 Hollenstede	3412220,00	5816640,00	40,08	
3512HY0094	HO 3	A3/81 Hollenstede	3414950,00	5816980,00	55,64	
3512HY0095	HO 4	A4/81 Hollenstede	3414040,00	5817170,00	48,32	
3512HY0097	HO 6	A6/81 Hollenstede	3414570,00	5819070,00	68,75	
3512HY0098	HO 7	A7/81 Hollenstede	3413100,00	5818130,00	48,00	
3512HY0099	HO 8	A8/81 Hollenstede	3412430,00	5817675,00	44,16	
3512HY0100	HO 9	A9/81 Hollenstede	3411735,00	5817085,00	39,84	
3512HY0101	HO 10	A10/81 Hollenstede	3410340,00	5817290,00	41,06	
3512HY0102	HO 11	A11/81 Hollenstede	3411060,00	5818340,00	45,01	
3512HY0105	HO 15	A15/81 Hollenstede	3412190,00	5819130,00	50,54	
3512HY0106	HO 20	A20/81 Hollenstede	3414280,00	5818130,00	53,90	
3512HY0107	HO 22	22/86 Hollenstede (Aufschl.für BR.1)	3413490,00	5818380,00	49,44	
3512HY0110	HO 25	25/86 Hollenstede W´ Schlichthorst	3413400,00	5818300,00	49,06	
3512HY0117	HOLL A2	A 2 Hollenstede	3412220,00	5816640,00	40,08	
3512HY0119	HOLL A5	A 5 Hollenstede	3414900,00	5817610,00	55,52	
3512HY0120	HOLL A8	A 8 Hollenstede	3412430,00	5817675,00	44,16	
3512HY0124	HOLL A15	A 15 Hollenstede	3412510,00	5819050,00	51,25	
3512HY0197	HOLL 5-1	Knapp I	3413870,00	5815230,00	45,25	
3512HY0206	HOLL 16-1	Lange-Haar I	3410750,00	5817690,00	42,99	
3512HY0208	HOLL 17-1	Wienhagen I	3412340,00	5815190,00	41,98	
3512HY0224	HO 12.1	A12.1/81 Hollenstede	3411920,00	5818130,00	44,62	
3512HY0225	HO 13.1	A13.1/81 Hollenstede	3414350,00	5818810,00	60,23	
3512HY0226	HO 20.1	A20.1/81 Hollenstede	3414240,00	5818100,00	54,14	
3512HY0227	HO 26.1	26.1/86 Hollenstede W´ Schlichthorst	3413660,00	5818370,00	51,19	
3512HY0246		Hollenstede-1	3410416,85	5818464,87	45,22	
	GWM01_16		3408669,08	5817275,93	39,16	40,29
	GWM02_16		3409267,87	5817248,55	39,42	40,81
	GWM03_16		3408715,36	5816645,73	39,00	40,15
	GWM04_16		3409220,42	5816822,67	40,50	41,33
	GWM05_16		3409107,31	5816696,18	39,09	39,81
	GWM06_16		3409007,77	5816278,45	38,57	39,28
	WEA17-1_BS1		3408770,00	5817140,00	38,80	
	WEA17-2_BS1		3409275,50	5817271,50	38,50	
	WEA17-3_BS1		3409194,50	5816823,00	40,80	
	WEA18-1_BS1		3411667,00	5815890,00	39,60	
	WEA18-2_BS1		3411992,00	5815729,00	40,10	
	WEA18-3_BS1		3411292,00	5815460,00	40,70	
	WEA18-4_BS1		3411596,00	5815246,50	41,15	



**Grundwassermodell Windpark Hollenstede**  
**Stammdaten der Bohrungen und Grundwassermessstellen**

Bez. LBEG	Name	Endteufe	ZWECKA	Messdatum	Abstich	Wst.	kein_TH1	TH OK1	TH UK1
		[m u. GOK]			[m u. MP]	[mNN]		[m u. GOK]	[m u. GOK]
BID	AKBEZ	ET	BZW	Dat_wst	Abstich_m	GWSP_NN	kein_TH1	TH OK1	TH UK1
3411HY0008	HOLL 11	72,0	HYA	01.01.1900	0,00	0,00	1	0,0	0,0
3411HY0009	HOLL 12	138,0	HYA					7,5	13,1
3411HY0053	H 53 - 104	91,0	HYA				1		
3411HY0207		75,0	EWS					0,1	2,0
3411HY0301		82,0	EWS					6,0	10,0
3411HY0306		16,0	GWM					1,0	14,0
3412HY0001	H 1	50,8	HYA					3,2	6,8
3412HY0002	H 2	33,0	HYA					11,0	23,0
3412HY0009	H 9 - 3	82,0	HYA					7,0	10,0
3412HY0029	H 29	25,0	HYA				1		
3412HY0031	H 31	17,0	HYA					5,0	11,0
3412HY0040	H 40 - 5	45,0	HYA					1,0	3,0
3412HY0049	HO 16b	117,0	HYA					12,3	16,5
3412HY0051	HO 18	135,0	HYA					13,6	14,3
3412HY0057	OSSR L1	11,0	GWM					0,5	1,3
3412HY0058	OSSR L2	10,0	HYA					6,2	8,1
3412HY0060	FÜ P10	31,0	GWM					0,6	3,0
3412HY0061	FÜ P11	30,0	GWM					0,1	4,0
3412HY0063	FÜ P13	42,0	GWM					4,0	34,0
3412HY0073	HOLL A16	13,0	GWE					12,0	13,0
3412HY0074	HOLL A17	27,0	GWE					0,2	1,5
3412HY0076	HOLL A23	4,0	GWE				1		
3412HY0078	HOLL A58	99,0	GWE					27,5	63,0
3412HY0079	HOLL A59	117,0	GWE					0,4	2,0
3412HY0080	HOLL A60	126,0	GWE					35,0	45,0
3412HY0091	HOLL 14-2	104,0	HYA					4,5	18,2
3412HY0105	HO 14.1	124,0	GWM					0,1	2,4
3412HY0106	HO 17.1	129,0	GWM					0,1	1,3
3412HY0107	HO 19.1	121,0	GWM					7,4	29,6
3412HY0108	HO 21.1	108,0	GWM					0,1	2,4
3412HY0128		99,0	EWS					14,0	18,0
3412HY0129		92,0	EWS					2,0	24,0
3412HY0132	HO 16a	48,0	GWM					12,3	16,5
3412HY0135		84,0	EWS					1,0	11,0
3412HY0202		87,0	EWS					10,0	87,0
3412HY0204		94,0	EWS				1		
3511HY0002	H 2 - 1	30,5	HYA					10,0	20,0
3511HY0003	HOLL 10	78,0	HYA					9,7	14,2
3511HY0004	HOLL 13	72,0	HYA					6,0	10,3
3511HY0011	H 11	33,0	HYA				1		
3511HY0013	H 13 - 2	41,0	HYA					7,0	16,5
3511HY0030	H 30 - 24	66,0	HYA					9,0	13,3
3511HY0134		56,0	EWS					0,8	6,0
3511HY0137		38,0	FEU					1,0	8,0
3511HY0138		38,0	FEU					8,0	11,0
3511HY0144		36,0	FEU				1		
3512HY0009	H 9	25,0	HYA					0,1	22,0
3512HY0010	H 10	28,0	HYA					0,1	20,0
3512HY0011	H 11	22,0	HYA					0,1	16,5
3512HY0012	H 12	26,0	HYA				1		
3512HY0014	H 14	14,0	HYA				1		
3512HY0015	H 15	28,0	HYA					10,0	18,0
3512HY0016	H 16	29,0	HYA					2,0	22,0
3512HY0066	H 66 - 2	80,0	HYA					0,1	1,0
3512HY0067	H 67 - 4	82,0	HYA					1,0	3,0
3512HY0074	HOLL 3	99,0	HYA					1,2	3,7
3512HY0075	HOLL 4	99,0	HYA					8,7	13,4
3512HY0077	HOLL 6	72,0	HYA					8,0	14,3
3512HY0085	HOLL 19	129,0	HYA					4,5	17,6

**Grundwassermodell Windpark Hollenstede**  
**Stammdaten der Bohrungen und Grundwassermessstellen**

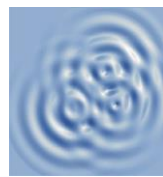
Bez. LBEG	Name	Endteufe [m u. GOK]	ZWECKA	Messdatum	Abstich [m u. MP]	Wst. [mNN]	kein_TH1	TH OK1 [m u. GOK]	TH UK1 [m u. GOK]
3512HY0086	H 86	4,0	HYA				1		
3512HY0091	HOLL 20	153,0	HYA					4,0	20,0
3512HY0092	HO 1	99,0	HYA					2,7	18,5
3512HY0093	HO 2	180,0	HYA					9,0	18,2
3512HY0094	HO 3	108,0	HYA					0,9	2,6
3512HY0095	HO 4	102,0	HYA					0,4	22,0
3512HY0097	HO 6	90,0	HYA					3,0	20,3
3512HY0098	HO 7	108,0	HYA					1,0	20,5
3512HY0099	HO 8	123,0	HYA					8,0	15,0
3512HY0100	HO 9	129,0	HYA					4,2	16,3
3512HY0101	HO 10	78,0	HYA					2,1	5,5
3512HY0102	HO 11	90,0	HYA					0,6	1,8
3512HY0105	HO 15	105,0	HYA					0,1	2,8
3512HY0106	HO 20	96,0	HYA					0,1	22,0
3512HY0107	HO 22	90,0	HYA					0,1	19,7
3512HY0110	HO 25	81,0	HYA					0,6	19,8
3512HY0117	HOLL A2	7,0	GWE				1		
3512HY0119	HOLL A5	9,0	GWE					0,7	2,0
3512HY0120	HOLL A8	8,0	GWE				1		
3512HY0124	HOLL A15	3,0	GWE					2,8	3,0
3512HY0197	HOLL 5-1	187,0	HYA					6,0	14,4
3512HY0206	HOLL 16-1	81,0	HYA					3,5	15,5
3512HY0208	HOLL 17-1	244,0	HYA					13,7	18,7
3512HY0224	HO 12.1	108,0	GWM					5,2	19,0
3512HY0225	HO 13.1	123,0	GWM					0,1	1,8
3512HY0226	HO 20.1	96,0	GWM					0,1	22,0
3512HY0227	HO 26.1	92,0	GWM					0,9	3,4
3512HY0246		75,0	EWS					15,0	21,0
	GWM01_16	3,5	GWM	16.02.2016	3,00	37,29			
	GWM02_16	4,4	GWM	16.02.2016	2,04	38,77		3,3	
	GWM03_16	5,0	GWM	16.02.2016	1,98	38,17			
	GWM04_16	3,8	GWM	16.02.2016	1,97	39,36			
	GWM05_16	3,4	GWM	16.02.2016	1,17	38,64			
	GWM06_16	4,0	GWM	16.02.2016	1,63	37,65			
	WEA17-1_BS1	18,2	HYA	15.03.2017	1,20	37,60		6,2	
	WEA17-2_BS1	18,6	HYA	15.03.2017	1,00	37,50		5,3	
	WEA17-3_BS1	18,3	HYA	15.03.2017	2,30	38,50		7,0	
	WEA18-1_BS1	18,1	HYA	15.03.2017	0,60	39,00		14,4	
	WEA18-2_BS1	18,5	HYA	15.03.2017	0,85	39,25		7,9	
	WEA18-3_BS1	17,4	HYA	15.03.2017	0,45	40,25		8,8	
	WEA18-4_BS1	17,4	HYA	15.03.2017	1,15	40,00		10,5	

**Grundwassermodell Windpark Hollenstede**  
**Stammdaten der Bohrungen und Grundwassermessstellen**

Bez. LBEG	Name	TH OK1	TH UK1	TH OK2	TH UK2	gr1	UK Quartär	Qu_UKNN
		[mNN]	[mNN]	[mNN]	[mNN]			[mNN]
BID	AKBEZ	TH1OKNN	TH1UKNN	TH OK2	TH UK2	gr1	Qu_UK	Qu_UKNN
3411HY0008	HOLL 11	0,0	0,0	0,0	0,0		64,3	-27,6
3411HY0009	HOLL 12	30,6	25,0	41,0	43,6		93,2	-55,1
3411HY0053	H 53 - 104						62,6	-23,3
3411HY0207		44,6	42,7	8,0	17,0	X		
3411HY0301		36,8	32,8	10,0	22,0	X		
3411HY0306		41,5	28,5			X		
3412HY0001	H 1	45,7	42,1	8,4	21,8	X		
3412HY0002	H 2	40,2	28,2			X		
3412HY0009	H 9 - 3	65,1	62,1	29,0	31,0	X		
3412HY0029	H 29						0,1	75,3
3412HY0031	H 31	75,5	69,5			X		
3412HY0040	H 40 - 5	61,1	59,1	3,0	20,0		39,0	23,1
3412HY0049	HO 16b	40,0	35,8	16,5	20,9		105,2	-52,9
3412HY0051	HO 18	52,7	52,0	38,0	41,0		122,6	-56,3
3412HY0057	OSSR L1	52,7	51,9				1,3	51,9
3412HY0058	OSSR L2	49,5	47,6	9,3	10,0		2,9	52,8
3412HY0060	FÜ P10	53,2	50,8	3,0	6,0	X		
3412HY0061	FÜ P11	54,0	50,1	4,0	11,0	X		
3412HY0063	FÜ P13	59,5	29,5			X		
3412HY0073	HOLL A16	38,5	37,5			X		
3412HY0074	HOLL A17	61,1	59,8			X		
3412HY0076	HOLL A23					X		
3412HY0078	HOLL A58	57,8	22,3	93,0	99,0		93,0	-7,8
3412HY0079	HOLL A59	72,9	71,3	36,5	39,0		110,0	-36,7
3412HY0080	HOLL A60	43,9	33,9	45,0	47,0		120,0	-41,1
3412HY0091	HOLL 14-2	49,6	35,9	18,2	24,4		98,0	-43,9
3412HY0105	HO 14.1	56,8	54,5	18,0	31,5		108,6	-51,7
3412HY0106	HO 17.1	60,9	59,7	26,2	34,0		103,0	-42,0
3412HY0107	HO 19.1	52,3	30,1	42,0	43,0		111,2	-51,5
3412HY0108	HO 21.1	51,8	49,5	2,4	6,5		97,0	-45,1
3412HY0128		35,0	31,0	18,0	24,0	X		
3412HY0129		45,4	23,4			X		
3412HY0132	HO 16a	40,0	35,8	16,5	20,9	X		
3412HY0135		46,1	36,1	11,0	26,0	X		
3412HY0202		44,0	-33,0					
3412HY0204						X		
3511HY0002	H 2 - 1	26,0	16,0			X		
3511HY0003	HOLL 10	30,1	25,6	35,5	46,0		66,8	-27,0
3511HY0004	HOLL 13	28,8	24,5	29,2	31,5		54,5	-19,7
3511HY0011	H 11					X		
3511HY0013	H 13 - 2	33,1	23,6			X		
3511HY0030	H 30 - 24	23,4	19,1	20,0	22,0		56,0	-23,7
3511HY0134		34,8	29,6	30,0	46,0		54,0	-18,4
3511HY0137		33,0	26,0			X		
3511HY0138		27,5	24,5			X		
3511HY0144						X		
3512HY0009	H 9	46,3	24,4			X		
3512HY0010	H 10	45,2	25,3			X		
3512HY0011	H 11	42,4	26,0			X		
3512HY0012	H 12							
3512HY0014	H 14					X		
3512HY0015	H 15	33,6	25,6			X		
3512HY0016	H 16	55,8	35,8	25,0	26,0	X		
3512HY0066	H 66 - 2	69,2	68,3	9,0	13,0	X		
3512HY0067	H 67 - 4	62,6	60,6	8,0	10,0	X		
3512HY0074	HOLL 3	48,4	45,9	6,6	17,4		84,0	-34,4
3512HY0075	HOLL 4	31,8	27,1	53,8	56,4		96,2	-55,7
3512HY0077	HOLL 6	34,9	28,6	44,0	48,3		60,5	-17,6
3512HY0085	HOLL 19	44,7	31,6	24,8	26,3		94,0	-44,8

**Grundwassermodell Windpark Hollenstede**  
**Stammdaten der Bohrungen und Grundwassermessstellen**

Bez. LBEG	Name	TH OK1	TH UK1	TH OK2	TH UK2	gr1	UK Quartär	Qu_UKNN
		[mNN]	[mNN]	[mNN]	[mNN]			[mNN]
3512HY0086	H 86					X		
3512HY0091	HOLL 20	39,6	23,6	30,7	35,4		116,0	-72,5
3512HY0092	HO 1	43,3	27,5	23,4	25,0		83,2	-37,2
3512HY0093	HO 2	31,1	21,9	30,0	33,3		130,2	-90,1
3512HY0094	HO 3	54,7	53,0	10,5	18,5		99,4	-43,8
3512HY0095	HO 4	47,9	26,3	40,6	42,2		88,0	-39,7
3512HY0097	HO 6	65,8	48,5	45,2	46,0		80,6	-11,9
3512HY0098	HO 7	47,0	27,5	38,9	39,9		87,6	-39,6
3512HY0099	HO 8	36,2	29,2	15,0	17,0		114,0	-69,8
3512HY0100	HO 9	35,6	23,5	27,5	29,8		116,5	-76,7
3512HY0101	HO 10	39,0	35,6	8,4	12,5		70,0	-28,9
3512HY0102	HO 11	44,4	43,2	7,7	16,3		81,0	-36,0
3512HY0105	HO 15	50,4	47,7	2,8	21,3		92,3	-41,8
3512HY0106	HO 20	53,8	31,9	48,0	50,6		88,3	-34,4
3512HY0107	HO 22	49,3	29,7				81,2	-31,8
3512HY0110	HO 25	48,5	29,3				79,2	-30,1
3512HY0117	HOLL A2					X		
3512HY0119	HOLL A5	54,8	53,5	4,0	6,5	X		
3512HY0120	HOLL A8					X		
3512HY0124	HOLL A15	48,5	48,3			X		
3512HY0197	HOLL 5-1	39,3	30,9				165,0	-119,8
3512HY0206	HOLL 16-1	39,5	27,5				70,8	-27,8
3512HY0208	HOLL 17-1	28,3	23,3	65,7	83,0		91,2	-49,2
3512HY0224	HO 12.1	39,4	25,6	27,0	29,8		98,0	-53,4
3512HY0225	HO 13.1	60,1	58,4	14,5	29,5		110,0	-49,8
3512HY0226	HO 20.1	54,0	32,1	48,0	50,6		88,3	-34,2
3512HY0227	HO 26.1	50,3	47,8	6,0	8,2		87,4	-36,2
3512HY0246		30,2	24,2	33,0	39,0	X		
	GWM01_16							
	GWM02_16	36,1						
	GWM03_16							
	GWM04_16							
	GWM05_16							
	GWM06_16							
	WEA17-1_BS1	32,6						
	WEA17-2_BS1	33,2						
	WEA17-3_BS1	33,8						
	WEA18-1_BS1	25,2						
	WEA18-2_BS1	32,2						
	WEA18-3_BS1	32,0						
	WEA18-4_BS1	30,7						

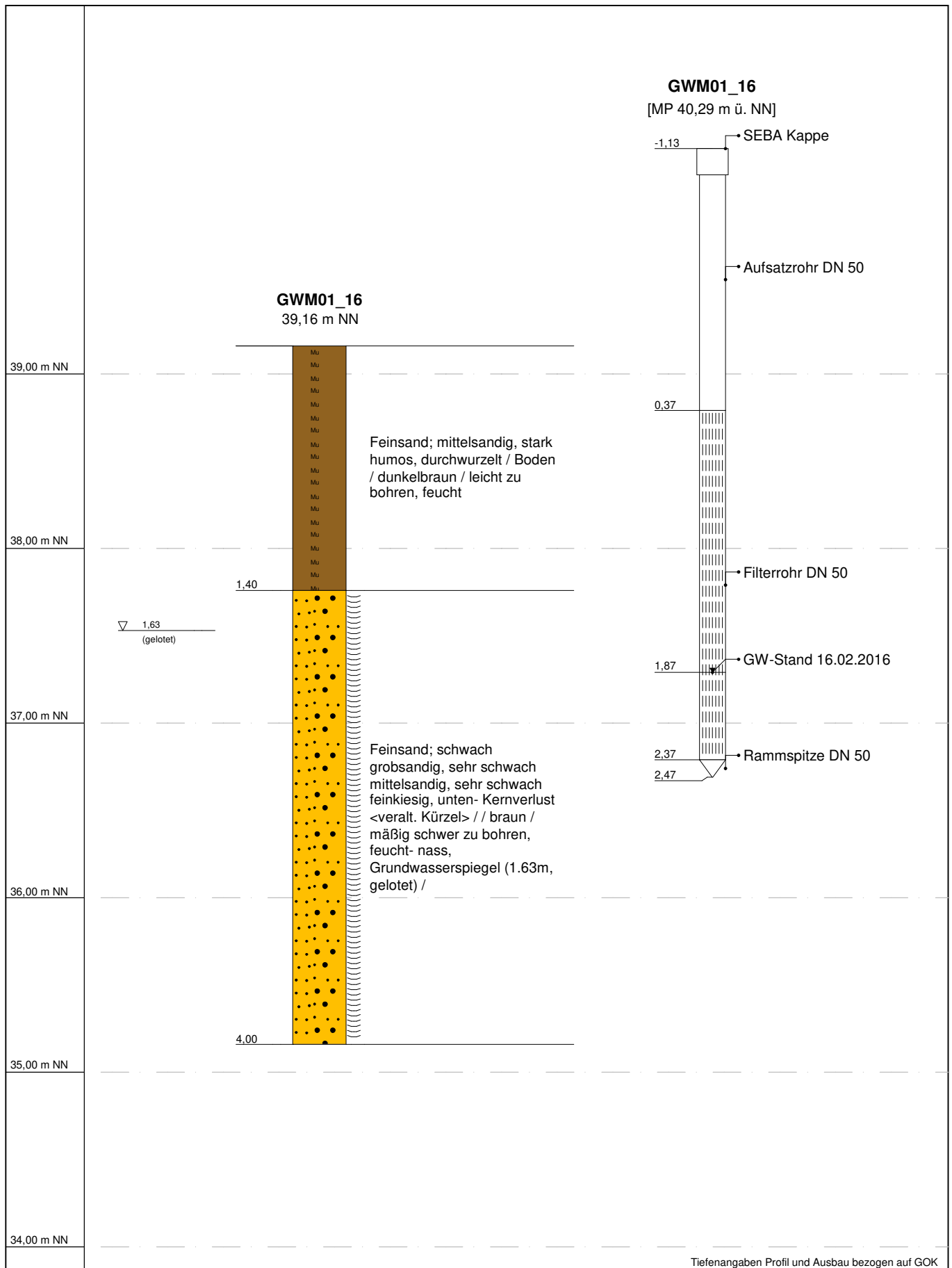


# **Anhang 3**

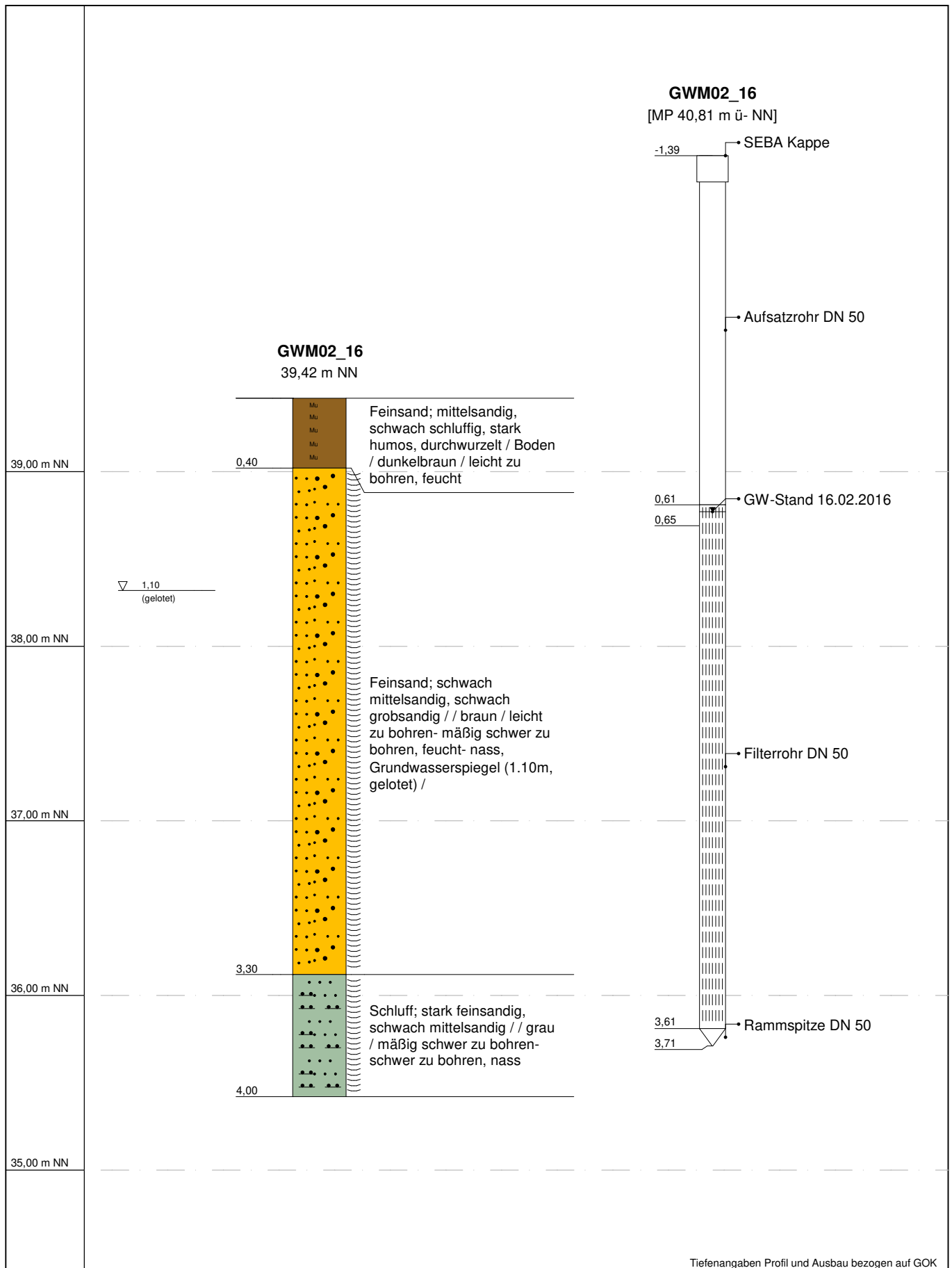
## **Hydrogeologisches Gutachten zur Errichtung von Windenergieanlagen im Windpark Hollenstede**

### **Numerische Simulation der hydraulischen Auswirkungen der temporären Grundwasserhaltung zur Errichtung von drei Windkraftanlagen Fläche 17 im Umfeld des NSG „Herrenmoor“ in Fürstenau / OT Hollenstede**

#### **Schichtprofile und Ausbauezeichnungen von Grundwasser- messstellen**



Name d. Bhrg.	GWM01_16	RW: 3408669,077	 <b>Büro für Geohydrologie und Umweltinformationssysteme</b> Dr. Brehm & Grünz GbR - Diplom Geologen BDG Technologiezentrum Bielefeld Meisenstraße 96   DE-33 607 Bielefeld Fon: +49 521 2997-250   Fax: +49 521 2997-253 <a href="http://www.bgu-geoservice.de">http://www.bgu-geoservice.de</a>
Bhrg. Id	1000	HW: 5817275,928	
Autor	F. Schmitz	Höhe NN: 39,16	
Bearbeiter	BGU	Datum: 16.02.2016	
Bohrfirma	Geotechnik Rommeis & Schmoll GmbH	Maßstab : 1:30	
			54/112

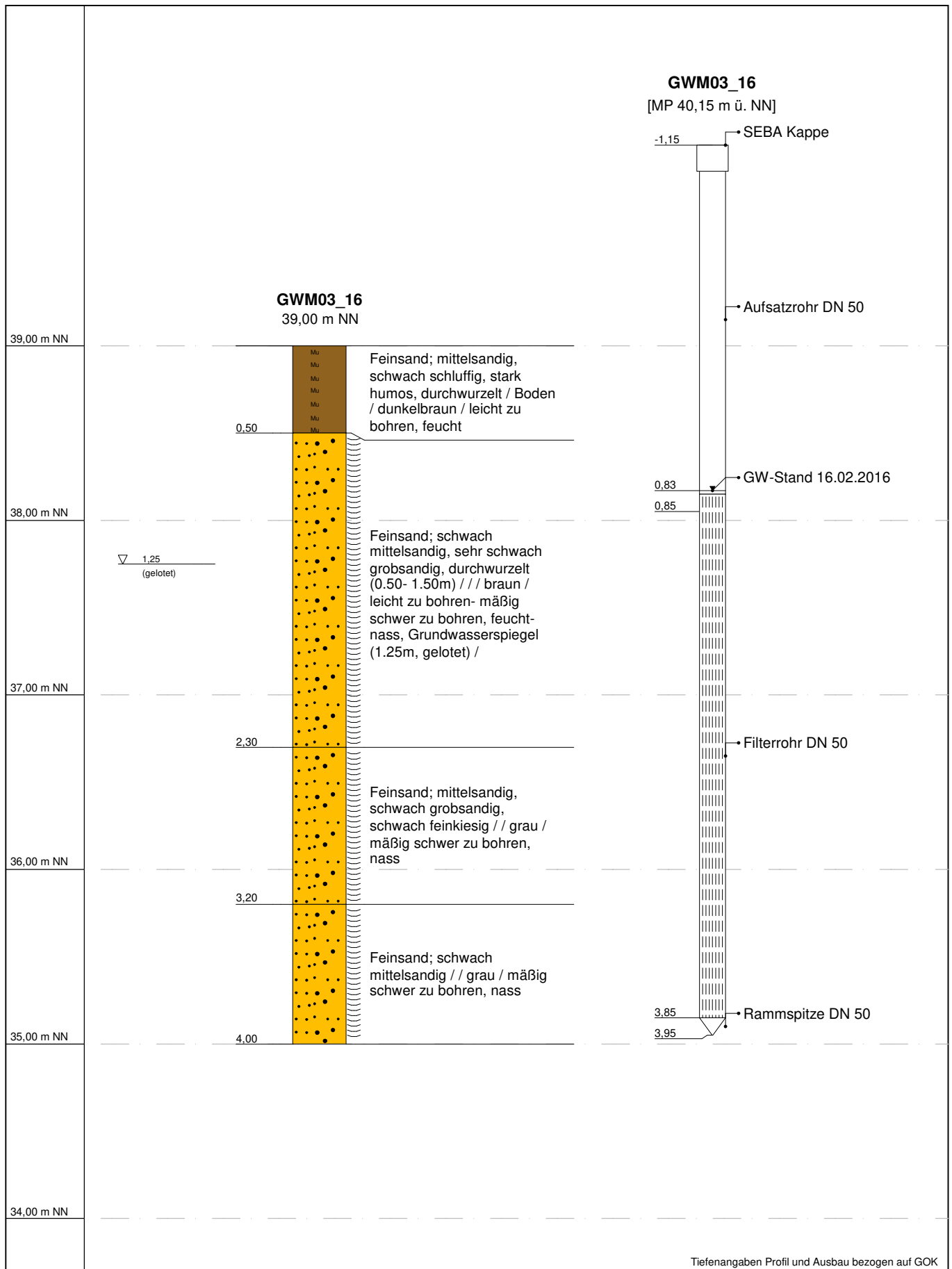


Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

Name d. Bhrng.	GWM02_16	RW: 3409267,87
Bhrng. Id	1001	HW: 5817248,551
Autor	F. Schmitz	Höhe NN: 39,42
Bearbeiter	BGU	Datum: 16.02.2016
Bohrfirma	Geotechnik Rommeis & Schmoll GmbH	Maßstab : 1:30

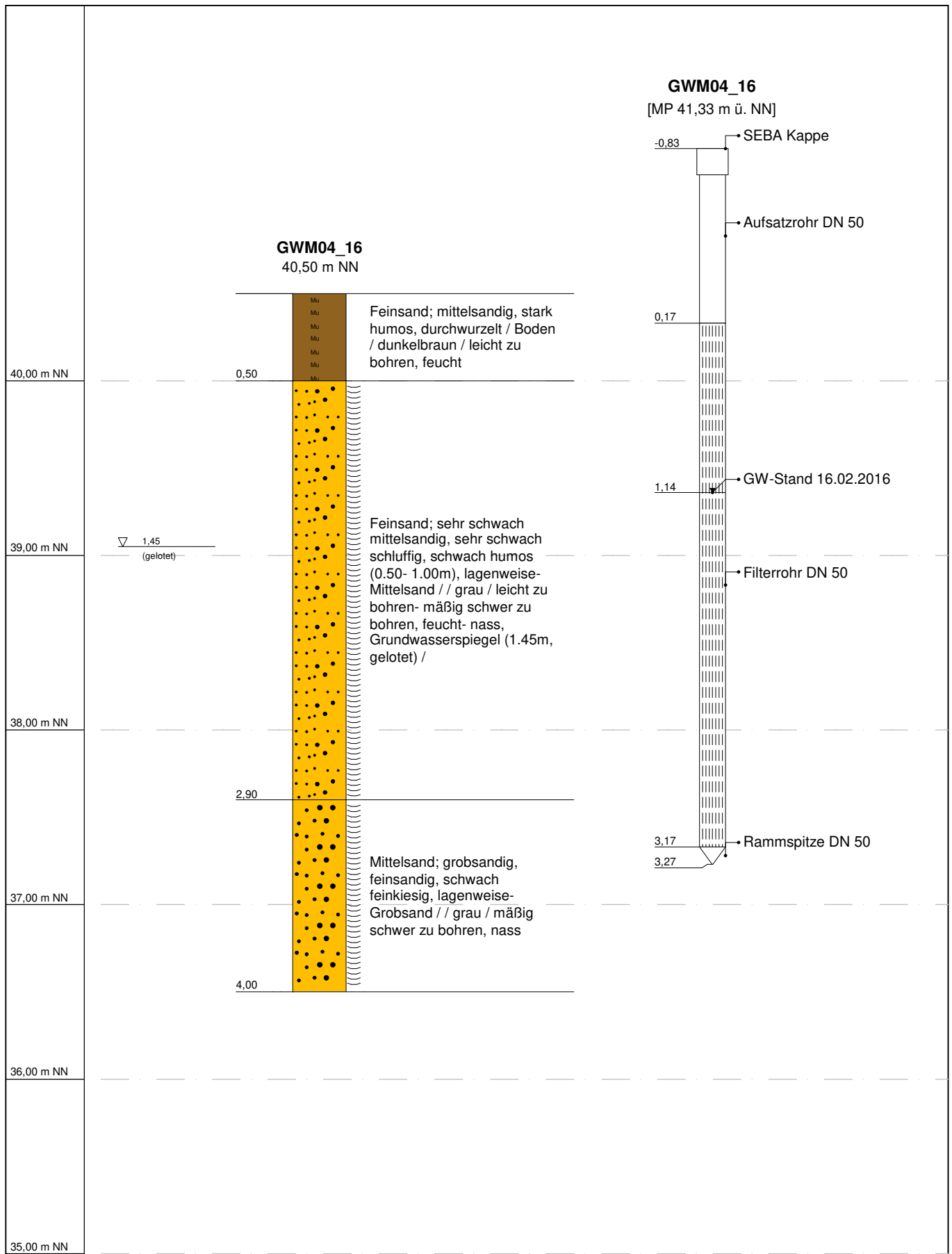
 **Büro für  
Geohydrologie und  
Umweltinformationssysteme**  
Dr. Brehm & Grünz GbR - Diplom Geologen BDG  
Technologiezentrum Bielefeld  
Meisenstraße 96 | DE-33 807 Bielefeld  
Fon: +49 521 2997-250 | Fax: +49 521 2997-253  
http://www.bgu-geoservice.de

55/112

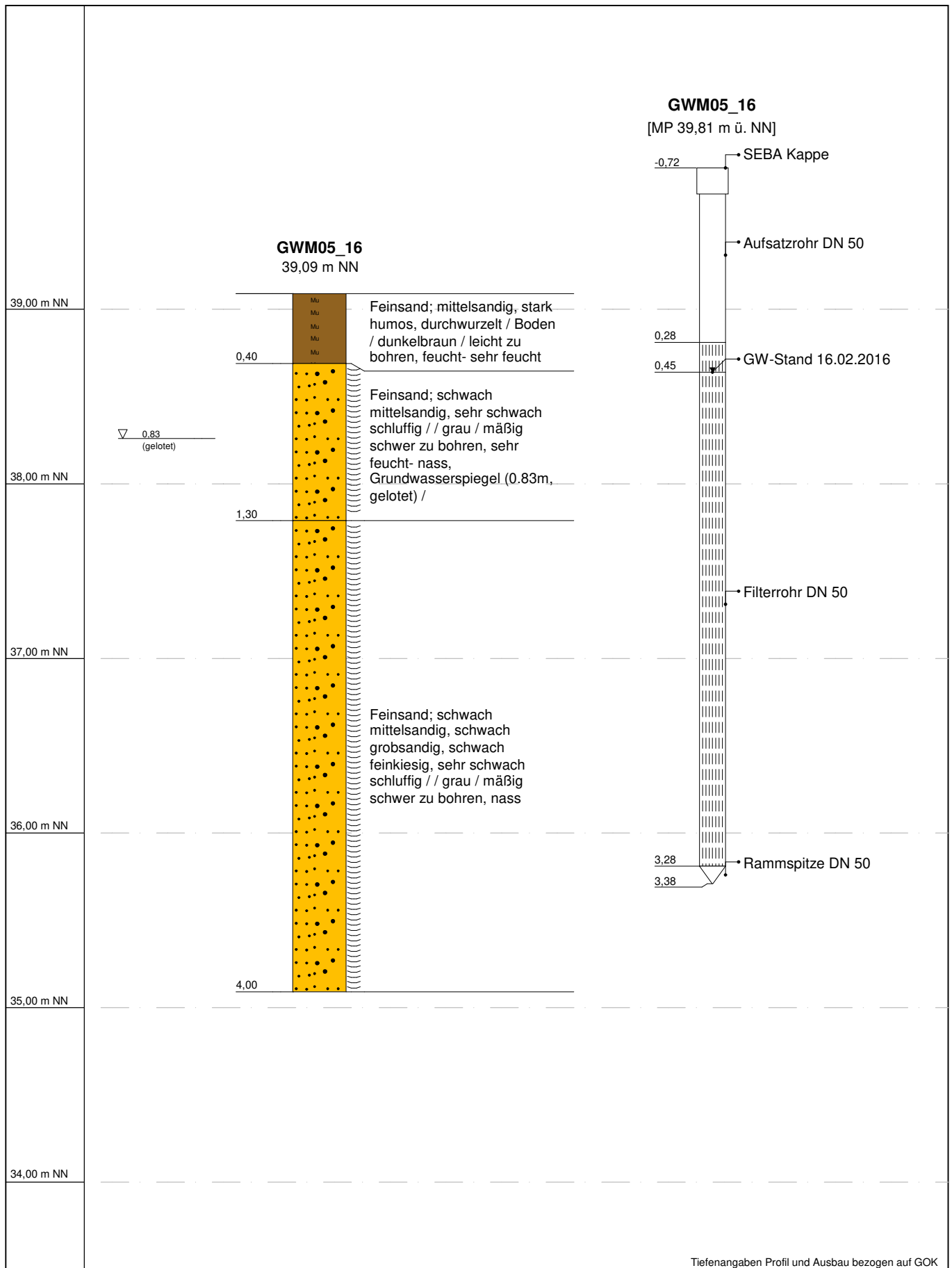


Name d. Bhrng.	GWM03_16	RW: 3408715,357	 <b>Büro für Geohydrologie und Umweltinformationssysteme</b> <small>Dr. Brehm &amp; Grünz GbR - Diplom Geologen BDG          Technologiezentrum Bielefeld          Meisenstraße 96   DE-33 807 Bielefeld          Fon: +49 521 2997-250   Fax: +49 521 2997-253          http://www.bgu-geoservice.de</small>
Bhrng. Id	1002	HW: 5816645,731	
Autor	F. Schmitz	Höhe NN: 39	
Bearbeiter	BGU	Datum: 16.02.2016	
Bohrfirma	Geotechnik Rommeis & Schmoll GmbH	Maßstab : 1:30	
			56/112





Name d. Bhrg.	GWM04_16	RW: 3409220,422	 <b>Büro für Geohydrologie und Umweltinformationssysteme</b> Dr. Brehm & Grünz GbR - Diplom Geologen BDG Technologiezentrum Bielefeld Meisenstraße 96   DE-33 807 Bielefeld Fon: +49 521 2997-250   Fax: +49 521 2997-253 <a href="http://www.bgu-geoservice.de">http://www.bgu-geoservice.de</a>
Bhrg. Id	1003	HW: 5816822,669	
Autor	F. Schmitz	Höhe NN: 40,5	
Bearbeiter	BGU	Datum: 16.02.2016	
Bohrfirma	Geotechnik Rommeis & Schmoll GmbH	Maßstab : 1:30	
			57/112

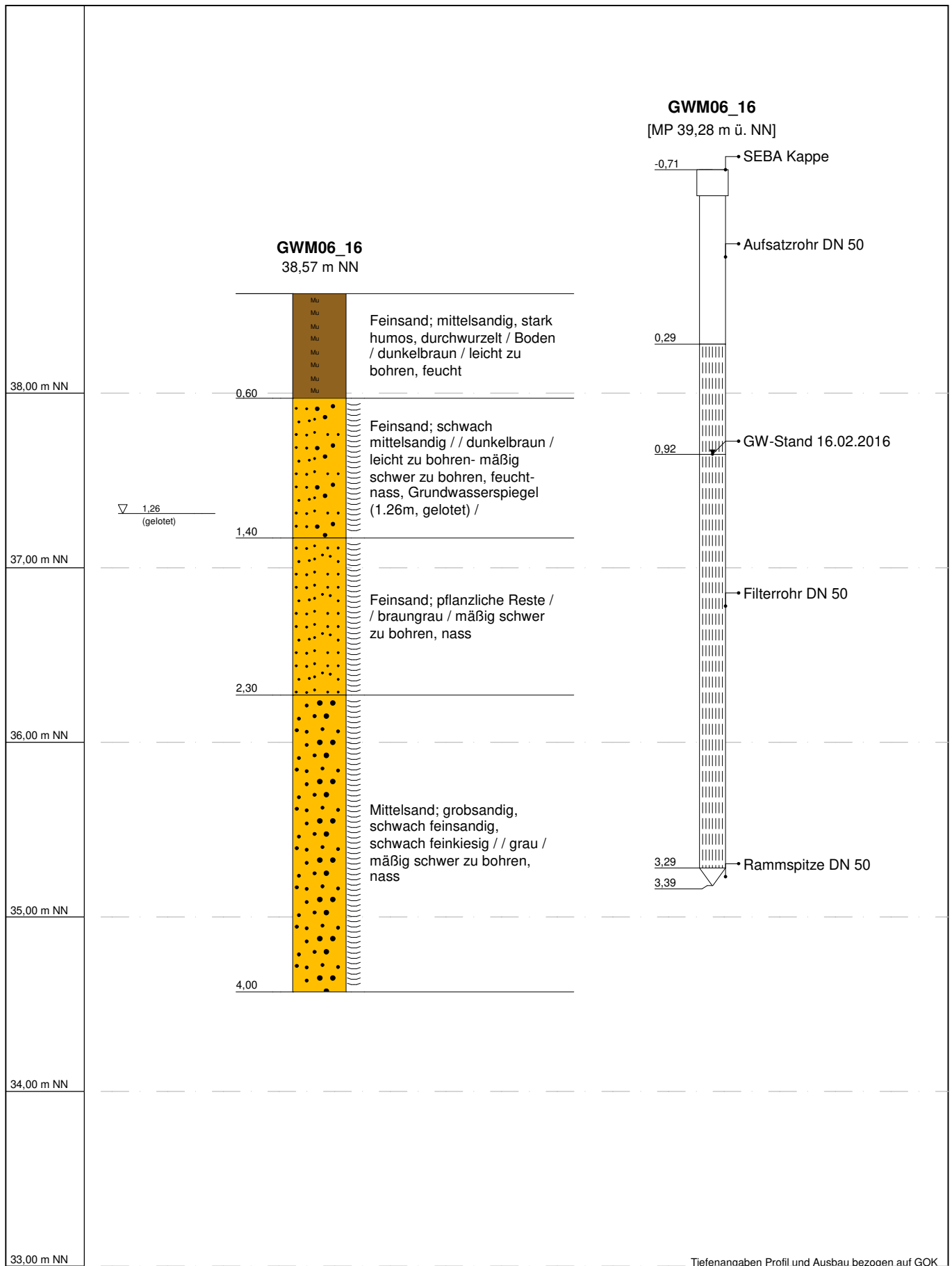


Tiefenangaben Profil und Ausbau bezogen auf GOK

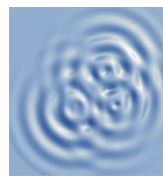
Name d. Bhrng.	GWM05_16	RW: 3409107,306
Bhrng. Id	1004	HW: 5816696,177
Autor	F. Schmitz	Höhe NN: 39,09
Bearbeiter	BGU	Datum: 16.02.2016
Bohrfirma	Geotechnik Rommeis & Schmoll GmbH	Maßstab : 1:30

 **Büro für  
Geohydrologie und  
Umweltinformationssysteme**  
Dr. Brehm & Grünz GbR - Diplom Geologen BDG  
Technologiezentrum Bielefeld  
Meisenstraße 96 | DE-33 807 Bielefeld  
Fon: +49 521 2997-250 | Fax: +49 521 2997-253  
http://www.bgu-geoservice.de

58/112



Name d. Bhrg.	GWM06_16	RW: 3409007,772	 <b>Büro für Geohydrologie und Umweltinformationssysteme</b> <small>Dr. Brehm &amp; Grünz GbR - Diplom Geologen BDG          Technologiezentrum Bielefeld          Meisenstraße 96   DE-33 607 Bielefeld          Fon: +49 521 2997-250   Fax: +49 521 2997-253          http://www.bgu-geoservice.de</small>
Bhrg. Id	1005	HW: 5816278,45	
Autor	F. Schmitz	Höhe NN: 38,57	
Bearbeiter	BGU	Datum: 16.02.2016	
Bohrfirma	Geotechnik Rommeis & Schmolz GmbH	Maßstab : 1:30	
			59/112



# **Anhang 4**

## **Hydrogeologisches Gutachten zur Errichtung von Windenergieanlagen im Windpark Hollenstede**

### **Numerische Simulation der hydraulischen Auswirkungen der temporären Grundwasserhaltung zur Errichtung von drei Windkraftanlagen Fläche 17 im Umfeld des NSG „Herrenmoor“ in Fürstenau / OT Hollenstede**

#### **Fotodokumentation**

# Fotodokumentation



**Windenergie Hollenstede 17 Planungsgesellschaft**  
Energie. Natürlich. Vor Ort.

Projekt

Grundwassermessstellen  
Windpark Hollenstede

Fotodokumentation

16.02.2016

Aufnahme durch

Th. Grünz

## GWM01\_16



0 m

2 m



2 m

4 m



**Büro für  
Geohydrologie und  
Umweltinformationssysteme**

Dr. Brehm & Grünz GbR - Diplom Geologen BDG  
Technologiezentrum Bielefeld  
Meisenstraße 96 • DE-33 607 Bielefeld  
Fon: 0521/2997-250 • Fax: 0521/2997-253  
<http://www.bgu-geoservice.de>

# Fotodokumentation



**Windenergie Hollenstede 17 Planungsgesellschaft**  
Energie. Natürlich. Vor Ort.

Projekt

Grundwassermessstellen  
Windpark Hollenstede

Fotodokumentation

16.02.2016

Aufnahme durch

Th. Grünz

## GWM02\_16



Trennhorizont ab ca. 3,3 m (ET 4,0 m rechts)



0 m



2 m

2 m

4 m



**Büro für  
Geohydrologie und  
Umweltinformationssysteme**

Dr. Brehm & Grünz GbR · Diplom Geologen BDG  
Technologiezentrum Bielefeld  
Meisenstraße 96 · DE-33 607 Bielefeld  
Fon: 0521/2997-250 · Fax: 0521/2997-253  
<http://www.bgu-geoservice.de>

# Fotodokumentation



**Windenergie Hollenstede 17 Planungsgesellschaft**  
Energie. Natürlich. Vor Ort.

Projekt

Grundwassermessstellen  
Windpark Hollenstede

Fotodokumentation

16.02.2016

Aufnahme durch

Th. Grünz

## GWM03\_16



Tiefenabschnitt 1-2 m (Feinsand)



0 m



2 m

2 m

4 m



**Büro für  
Geohydrologie und  
Umweltinformationssysteme**

Dr. Brehm & Grünz GbR - Diplom Geologen BDG  
Technologiezentrum Bielefeld  
Meisenstraße 96 • DE-33 607 Bielefeld  
Fon: 0521/2997-250 • Fax: 0521/2997-253  
<http://www.bgu-geoservice.de>

# Fotodokumentation



**Windenergie Hollenstede 17 Planungsgesellschaft**  
Energie. Natürlich. Vor Ort.

Projekt

Grundwassermessstellen  
Windpark Hollenstede

Fotodokumentation

16.02.2016

Aufnahme durch

Th. Grünz

## GWM04\_16



**Büro für  
Geohydrologie und  
Umweltinformationssysteme**

Dr. Brehm & Grünz GbR · Diplom Geologen BDG  
Technologiezentrum Bielefeld  
Meisenstraße 96 · DE-33 607 Bielefeld  
Fon: 0521/2997-250 · Fax: 0521/2997-253  
<http://www.bgu-geoservice.de>



# Fotodokumentation



**Windenergie Hollenstede 17 Planungsgesellschaft**  
Energie. Natürlich. Vor Ort.

Projekt

Grundwassermessstellen  
Windpark Hollenstede

Fotodokumentation

16.02.2016

Aufnahme durch

Th. Grünz

## GWM05\_16



0 m



2 m

2 m

4 m



**Büro für  
Geohydrologie und  
Umweltinformationssysteme**

Dr. Brehm & Grünz GbR - Diplom Geologen BDG  
Technologiezentrum Bielefeld  
Meisenstraße 96 • DE-33 607 Bielefeld  
Fon: 0521/2997-250 • Fax: 0521/2997-253  
<http://www.bgu-geoservice.de>

# Fotodokumentation



**Windenergie Hollenstede 17 Planungsgesellschaft**  
Energie. Natürlich. Vor Ort.

Projekt

Grundwassermessstellen  
Windpark Hollenstede

Fotodokumentation

16.02.2016

Aufnahme durch

Th. Grünz

## GWM06\_16



0 m



2 m

2 m

4 m



**Büro für  
Geohydrologie und  
Umweltinformationssysteme**

Dr. Brehm & Grünz GbR - Diplom Geologen BDG  
Technologiezentrum Bielefeld  
Meisenstraße 96 • DE-33 607 Bielefeld  
Fon: 0521/2997-250 • Fax: 0521/2997-253  
<http://www.bgu-geoservice.de>

# Fotodokumentation



**Windenergie Hollenstede 17 Planungsgesellschaft**  
Energie. Natürlich. Vor Ort.

Projekt

Grundwassermessstellen  
Windpark Hollenstede

Fotodokumentation

16.02.2016

Aufnahme durch

Th. Grünz



Teich westlich WEA 2



Graben am NSG

 **Büro für  
Geohydrologie und  
Umweltinformationssysteme**  
Dr. Brehm & Grünz GbR - Diplom Geologen BDG  
Technologiezentrum Bielefeld  
Meisenstraße 96 • DE-33 607 Bielefeld  
Fon: 0521/2997-250 • Fax: 0521/2997-253  
<http://www.bgu-geoservice.de>

# Fotodokumentation



**Windenergie Hollenstede 17 Planungsgesellschaft**  
Energie. Natürlich. Vor Ort.

Projekt

Grundwassermessstellen  
Windpark Hollenstede

Fotodokumentation

16.02.2016

Aufnahme durch

Th. Grünz



Blick vom NSG nach Norden zum Aufstellbereich WEA 3



Blick vom Nordostrand NSG nach Südwesten ins NSG



**Büro für  
Geohydrologie und  
Umweltinformationssysteme**

Dr. Brehm & Grünz GbR - Diplom Geologen BDG  
Technologiezentrum Bielefeld  
Meisenstraße 96 • DE-33 607 Bielefeld  
Fon: 0521/2997-250 • Fax: 0521/2997-253  
<http://www.bgu-geoservice.de>

# Fotodokumentation



**Windenergie Hollenstede 17 Planungsgesellschaft**  
Energie. Natürlich. Vor Ort.

Projekt

Grundwassermessstellen  
Windpark Hollenstede

Fotodokumentation

16.02.2016

Aufnahme durch

Th. Grünz



Blick am Südwestrand des NSG nach Nordosten



Blick auf den Südostrand des NSG

 **Büro für  
Geohydrologie und  
Umweltinformationssysteme**  
Dr. Brehm & Grünz GbR - Diplom Geologen BDG  
Technologiezentrum Bielefeld  
Meisenstraße 96 • DE-33 607 Bielefeld  
Fon: 0521/2997-250 • Fax: 0521/2997-253  
<http://www.bgu-geoservice.de>



Dipl.-Ing.  
Peter Neumann  
Baugrunduntersuchung  
GmbH & Co. KG  
Marienthaler Str. 6  
24340 Eckernförde  
Tel. 0 43 51 7136-0  
Fax 0 43 51 7136-71

ENERCON GmbH  
Dreekamp 5  
26605 Aurich

 Gründungsmitglied  
des BD bohr

14.03.2019  
ki

### **Bauvorhaben Nr. 057/17**

Neubau von drei Windkraftanlagen im Windpark Hollenstede, Fläche 17  
Baugrunduntersuchung – Gründungsbeurteilung  
Projektnummer / W-Nr. 9200004084  
Revision 1: Verschiebung der drei WEA-Standorte + Änderung des Anlagentyps

---

### **1 Vorgang**

Die Enercon GmbH hatte im Windpark Hollenstede auf der Fläche 17 die Errichtung von drei Windkraftanlagen vom Typ Enercon E-141 geplant. Am 09.05.2017 wurde hierzu durch unser Büro eine Gründungsbeurteilung vorgelegt. Zwischenzeitlich haben sich die Positionen (Verschiebung der Mittelpunkte im Vergleich zur ursprünglichen Planung) der drei WEA und ihre Benennungen wie folgt geändert:

WEA 17\_1 (vormals WEA 2): ca. 11,4 m  
WEA 17\_2 (vormals WEA 1): ca. 53,4 m  
WEA 17\_3 (vormals WEA 3): ca. 15,5 m

Darüber hinaus hat sich der geplanten Anlagentyp geändert. Aktuell ist die Errichtung von drei WEA vom Typ E-138 EP3-HT-160 geplant.

Die Lage der Windkraftanlagen kann dem als Anlage 1.1 beigefügten Lageplan entnommen werden.

Die Fa. Neumann wurde durch die Enercon GmbH damit beauftragt, den Baugrund im Bereich der geänderten Standorte teilweise bzw. vollständig durch neue direkte und indirekte



Aufschlüsse zu erkunden und hierauf basierend eine gutachterliche Stellungnahme zur Gründung der Windenergieanlagen inkl. der Kranstellflächen zu erarbeiten.

**Bearbeitungsgrundlagen:**

- /1/ Anforderungskatalog für Baugrundbeurteilungen Deutschland, herausgegeben durch die ENERCON GmbH, Aurich.
- /2/ Fundamentdatenblatt "Herausgezogene Flachgründung " E-138 EP3-HT-160-ES-C-PA vom 13.03.2018 der Fa. Enercon GmbH, Aurich.
- /3/ Ein Übersichtslageplan mit Darstellung der alten und der neu geplanten WEA-Standorte, zur Verfügung gestellt von der Firma Enercon, ohne Benennung des Planaufstellers.

## 2 Baugrund

### 2.1 Durchgeführte Untersuchungen

Die Erkundung des Baugrundaufbaus ist im Bereich der geplanten Windenergieanlagenfundamente zwischen dem 13.03.2017 und dem 22.01.2019 erfolgt. In dieser Zeitspanne wurden die aus der ursprünglichen Begutachtung nutzbaren Aufschlüsse und die aktuell neu abgeteuften Aufschlüsse durchgeführt. Im Bereich der WEA wurde jeweils eine Kleinbohrung bis in Tiefen zwischen 13,8 m und 18,3 m u.GOK niedergebracht. Darüber hinaus wurden jeweils vier Drucksondierungen mit der elektrischen Spitze (CPT-E gem. DIN 4094) bis in eine Tiefe von maximal ca. 26 m u.GOK abgeteuft. Im Bereich der Kranstellflächen wurden jeweils zwei Kleinbohrungen bis je 5,0 m u.GOK niedergebracht.

Die Höhen aller Aufschlüsse wurden relativ zueinander auf die Höhe der GOK im Zentrum jeder Anlage bezogen eingemessen (Höhenbezugspunkt, HBP = +/- 0,0 m).

Die Lage der drei WEA inkl. der ursprünglichen Planung (rote Kreise) kann der Anlage 1.1 entnommen werden, während die Positionen aller Baugrundaufschlüsse in den Anlagen 1.2 bis 1.4 dargestellt werden. Die Endung /19 markiert jeweils aktuell durchgeführte Aufschlüsse. Die Ergebnisse der Kleinbohrungen sind als Bohrprofile in den Anlagen 2.1 - 2.3 aufgetragen worden. Die Ergebnisse der Drucksondierungen sind in den Anlagen 3.1 - 3.12 als Diagramme dargestellt und geben die gemessenen Spitzenwiderstände, die Mantelreibung, das Reibungsverhältnis sowie die Neigung der Spitze wieder.

Zur genauen Analyse des anstehenden Baugrundes sind einige charakteristische Bodenproben im Erdbaulabor untersucht worden, deren Ergebnisse in den Kapiteln 2.4 und 2.5 dargestellt und interpretiert werden.

Auf die Durchführung von Wasseranalysen wurde aktuell verzichtet, da die relativ große Nähe zwischen den aktuellen und den ursprünglich geplanten Standorten eine Übertragung der 2017 ermittelten Analyseergebnisse zulässt. Aus jeweils einer als temporärer 2"-Rammpegel ausgebauten Kleinbohrung wurde 2017 an allen drei Standorten eine gepumpte Wasserprobe entnommen und zur Untersuchung auf Betonaggressivität sowie auf



Korrosionswahrscheinlichkeiten an das chemische Labor GBA mbH, Pinneberg, übergeben. Die Prüfberichte sind als Anlagen 6.1 - 6.3 (Betonaggressivität) bzw. als Anlagen 7.1 bis 7.3 (Korrosionswahrscheinlichkeit) beigelegt.

Darüber hinaus wurden 2017 geoelektrische Messungen des Erdwiderstands neben den Fundamenten durchgeführt, die ebenfalls auf die aktuellen Positionen der WEA übertragen werden können und deren Ergebnisse in Kap. 2.9 beschrieben werden.

## 2.2 Baugrundaufbau

Aus den in den Anlagen 2.1 - 2.3 aufgetragenen Bohrprofilen ist ersichtlich, daß oberflächlich 0,20 m – 0,40 m mächtige Mutterböden erbohrt worden sind. Hierunter folgen bis zur jeweiligen Endteufe überwiegend gewachsene Fein- und Mittelsande. Im Aufschluß BS 1/19 am Standort WEA 17\_02 wurden bis 0,6 m u.GOK Torfbänder innerhalb der Sande erkundet. Darüber hinaus wurden innerhalb der Sande Geschiebelehmschichten in maximal 3,3 m Mächtigkeit durchteuft. Am Standort WEA 17\_01 wurde im Aufschluß BS 1/19 zwischen 10,4 m und 11,4 m u.GOK ein Geschiebemergel aufgeschlossen. Die Konsistenzen der bindigen Böden variieren gemäß Probenansprache zwischen weichplastisch bis breiig und steifplastisch bis halbfest.

## 2.3 Auswertung der Spitzendrucksondierungen

Aus den auf den Anlagen 3.1 bis 3.12 dargestellten Diagrammen der Spitzendrucksondierungen ist zu entnehmen, daß die anstehenden bindigen Geschiebeböden (Bodenindex 2 - 5) im wesentlichen durch Spitzenwiderstände von  $q_c \approx 1,0 - 3,0$  MPa gekennzeichnet sind, d. h., daß diese Böden das gemäß Probenansprache (Kap. 2.2) ermittelte Konsistenzspektrum zwischen weichplastisch bis breiig und steifplastisch bis halbfest aufweisen. Innerhalb der erbohrten Sande (Bodenindex  $\leq 1,0$ ) wurden Spitzenwiderstände von  $q_c > 5,0$  - ca. 40,0 MPa gemessen, d. h., daß die Sande sowohl in locker-mitteldichter ( $q_c = 5,0 - 7,5$  MPa), mitteldichter ( $q_c > 7,5 - 15,0$  MPa) als auch in dichter und sehr dichter Lagerung ( $q_c > 15,0 - 40,0$  MPa) anstehen.

## 2.4 Kornverteilung

Mit Hilfe von vier kombinierten Sieb- und Schlämmanalysen ist aktuell die Kornverteilung der anstehenden Geschiebelehme ermittelt worden. Die Untersuchungen ergaben Feinstanteile zwischen 15,6 und 22,7 %, Schluffanteile zwischen 19,3 und 25,0 % sowie Sand- und Kiesanteile von 56,6 bis 62,1 %. Kornanalytisch handelt es sich hierbei also jeweils um tonige, schluffige Sande. Weitere Einzelheiten hierzu sind der Anlage 4 zu entnehmen.

## 2.5 Wassergehalt

Die Wassergehalte der in Kap. 2.4 beschriebenen Geschiebelehme lagen zwischen ca.  $w = 13,4 \%$  und  $w = 19,4 \%$ . Unter Berücksichtigung der durchgeführten Kornverteilungsanalysen kann gesagt werden, daß die Geschiebelehme in weicher bzw. weich – breiiger Konsistenz anstehen.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind im einzelnen der Anlage 5 zu entnehmen.

## 2.6 Zusammenstellung der bodenmechanischen Kennwerte

Im Folgenden werden die für die weitere Bearbeitung erforderlichen bodenmechanischen Kennziffern anhand der vorliegenden Bodenproben, der CPT-E-Ergebnisse, der Bodenansprache durch den Unterzeichner im Labor, der Ergebnisse der Laborversuche und von Erfahrungswerten tabellarisch zusammengestellt.

**Tabelle 1** Bodenmechanische Kennwerte der für die Gründung relevanten Baugrundsichten.

Bodenart	statischer Steifemodul E <sub>stat.</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	dynamischer Steifemodul E <sub>dyn.</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	Reibungswinkel φ [°]	Kohäsion c` [kN/m <sup>2</sup> ]	Wichte γ / γ` [kN/m <sup>3</sup> ]	Querdehnzahl ν [-]
Mutterboden	keine baugrundtechnische Relevanz				18,0 / 10,0	--
Sand, locker - mitteldicht	30,0	150,0	32,5	--	19,0 / 11,0	0,35
Sand/Kiessand*, mitteldicht	50,0	200,0	35,0	--	19,0 / 11,0	0,35
Sand, dicht	80,0	280,0	36,0	--	19,0 / 11,0	0,33
Geschiebelehm, weich - breiig	3,0	30,0	24,0	4,0	20,0 / 10,0	0,42
Geschiebelehm, weich	5,0	50,0	25,0	5,0	20,0 / 10,0	0,42
Geschiebelehm, steif	25,0	140	27,0	10,0	21,0 / 11,0	0,40
Geschiebelehm, steif – halbfest	30,0	150,0	27,5	11,0	21,0 / 11,0	0,40
Geschiebemergel, steif – halbfest	40,0	180,0	28,0	13,0	22,0 / 12,0	0,38

\* Austauschboden

Gemäß DIN 18300 können die anstehenden Böden folgenden Bodenklassen zugeordnet werden:

- Mutterboden - Bodenklasse 1
- Sand - Bodenklasse 3
- Geschiebeböden - Bodenklassen 4/5

## 2.7 Wasserstand

Nach Beendigung der Sondierarbeiten wurde in den 2019 abgeteuften Kleinbohrungen Grundwasser in Tiefen zwischen 0,9 m und 1,2 m unter GOK angebohrt. In den 2017 am Standort WEA 3 (≈ WEA 17\_03) abgeteuften Kleinbohrungen wurden Grundwasserstände zwischen 2,3 m und 2,4 m u.GOK angetroffen. In Abhängigkeit von den anfallenden Niederschlagsmengen muß mit Schwankungen dieser Wasserstände von einigen

Dezimetern nach oben – an den Standorten WEA 17\_01 und WEA 17\_02 bis zur GOK - und unten gerechnet werden.

## 2.8 Grundwasseranalysen

Den in den Anlagen 6.1 bis 6.3 beigefügten Analyseprotokollen ist zu entnehmen, daß die 2017 entnommenen Wasserproben gemäß DIN 4030 bzgl. der Betonaggressivität folgende Ergebnisse aufweisen:

WEA 1 (= WEA 17_02)	XA 2
WEA 2 (= WEA 17_01)	XA 2
WEA 3 (= WEA 17_03)	XA 3

In den Anlagen 7.1 bis 7.3 sind die analytischen Ergebnisse gemäß DIN 50929, Teil 3, bzgl. der Korrosionswahrscheinlichkeiten (Mulden- und Lochkorrosion) enthalten:

WEA 1: (= WEA 17_02)	mittel (Mulden- und Lochkorrosion) gering (Flächenkorrosion)
WEA 2: (= WEA 17_01)	mittel (Mulden- und Lochkorrosion) gering (Flächenkorrosion)
WEA 3 (= WEA 17_03)	mittel (Mulden- und Lochkorrosion) gering (Flächenkorrosion)

## 2.9 Darstellung der geoelektrischen Meßergebnisse

Unser Büro wurde damit beauftragt, den Baugrund im Bereich der Standorte neben den geplanten Fundamenten auf dessen geoelektrischen Widerstand zu erkunden. Am 13.03. und am 14.03.2017 wurde an jedem der ursprünglich geplanten Standort eine geoelektrische Messung nach dem „Wenner-Verfahren“ (4-Punkt Methode) durchgeführt. Die Messungen wurden entsprechend der ENERCON Spezifikationen zur Ermittlung des spezifischen elektrischen Erdwiderstandes (Rev001 vom 07.04.2015) durchgeführt. Details zu den Messergebnissen können den um die Bezeichnung der aktuell geplanten WEA ergänzten Protokollen (Anlagen 8.1 bis 8.3) entnommen werden.



Aufgrund der jeweils geringen Verschiebungen der WEA-Standorte wurden diese Ergebnisse durch unser Büro auf die aktuellen WEA-Standorte übertragen.

### **3 Gründungsbeurteilung**

Für die Gründung der drei WEA vom Typ Enercon E-138 EP3-HT-160-ES-C-PA werden nachfolgend die gemäß /2/ erforderlichen bodenmechanischen Standsicherheitsnachweise gutachterlich bewertet.

Die Gründungssohlen der geplanten Windenergieanlagen verlaufen gemäß Fundamentdatenblatt in einer Tiefe von 0,50 m u. GOK. Wie aus den in den Anlagen 2.1 bis 2.3 dargestellten Sondierprofilen zu entnehmen ist, stehen in dieser Tiefe gewachsene Sande an, die oberflächennah teilweise von Torf- und von Schluffbändern durchzogen werden und die von Geschiebelehmen in steifplastischer und in weichplastischer Konsistenz unterlagert werden. Gemäß den Ergebnissen der Spitzendrucksondierungen (Anlagen 3.1 – 3.12) weisen die Sande teilweise lediglich lockere Lagerung auf und werden überwiegend ab ca. 5 m u.GOK von mineralischen und z.T. auch organischen Weichschichten unterlagert.

Die bindigen Weichschichten müssen als gering tragfähig und sehr setzungsempfindlich angesprochen werden. Bei einer Gründung der WEA oberhalb dieser Weichschichten würde es zu Setzungen und zu Schiefstellungen kommen, die über die in /2/ angegebene maximal zulässige Schiefstellung von 40 mm in 25 Jahren hinausgehen würden. Darüber hinaus werden die nachzuweisenden statischen und dynamischen Drehfedersteifigkeiten innerhalb der bindigen Weichschichten nicht eingehalten.

Da eine Auskoffierung dieser bindigen Weichschichten bedingt durch deren Tiefenlage und die ermittelten Grundwasserstände aus wirtschaftlichen und aus logistischen Gründen nachdrücklich nicht empfohlen werden kann, wird eine Gründung aller drei WEA auf Baugrundverbesserungen bspw. in Form von Rüttelstopf- oder von Vollverdrängungsbetonsäulen erforderlich.

Bei der Herstellung von **Rüttelstopfsäulen** wird ein Schleusenrüttler, der den gering tragfähigen Baugrund durchfährt und verdrängt, bis auf den hoch tragfähigen Baugrund (hier: wenigstens mitteldicht gelagerte eiszeitliche Sande) eingebracht. Nach dem Erreichen der Endtiefe wird das Zugabematerial (z. B. Schotter oder Kies) im Pilgerschritt verfüllt, seitlich in den Boden gedrückt und verdichtet. Die Rüttelstopfsäule wird so bis zur Arbeitsebene aufgebaut. Hierauf wird dann ein ca. 0,5 m starkes Gründungspolster, bestehend aus Böden der Bodengruppen SW bzw. GW, aufgebracht, das lagenweise ( $d = 0,3 \text{ m}$ ) eingebaut und auf eine mindestens mitteldichte bis dichte Lagerung ( $D_{Pr} \geq 100 \%$ ) verdichtet werden muß. Es wird empfohlen, vor dem Aufbringen des Gründungspolsters zur besseren Lastverteilung ein Geogitter zu verlegen.

Basierend auf den vorliegenden Baugrunduntersuchungen sind folgende Absetztiefen zu erwarten (lotrecht, ab GOK zum Zeitpunkt der Aufschlußerstellungen):

WEA 17\_01: 12,0 m

WEA 17\_02: 12,5 m

WEA 17\_03: 12,5 m

Die Bemessung der Rüttelstopfsäulen (Durchmesser, Raster etc.) muß durch die ausführende Firma erfolgen und ist dem Unterzeichner vorzulegen.

**Vollverdrängungsbetonsäulen** (bspw. CMC-Säulen) werden vibrationsfrei und ohne Materialförderung bis in die erforderlichen Absetztiefen gebracht, die für die drei untersuchten WEA identisch sind mit den für die Rüttelstopfsäulen genannten Tiefen (s.o.). Nach Erreichen der Endtiefe erfolgt die Injektion eines sandbasierten Spezialbetons.

Oberhalb der Sohlen wird analog zum Rüttelstopfverfahren eine rollige Lastverteilungsschicht aufgebracht, wobei durch die Säulen eine Gewölbewirkung aktiviert wird. Auch bei diesem Verfahren erfolgt die Bemessung der erforderlichen Säulenzahl / des Säulenrasters durch den Hersteller.

Unter Berücksichtigung der Baugrundverbesserung werden die Setzungen bei beiden Varianten der Baugrundverbesserung in der Größenordnung von bis zu 1,0 cm liegen.

Alternativ zu einer auftriebssicheren Flachgründung oberhalb einer Baugrundverbesserung können die WEA auf Pfählen tiefgegründet werden. Hierzu kann durch unser Büro bei Bedarf in einem Nachtrag Stellung genommen werden.

#### **4 Technische Hinweise zur Fundamentherstellung**

##### **4.1 Baugrubendurchführung**

Nicht verbaute Baugruben mit senkrechten Wänden sind nach DIN 4124 nur bis zu einer Tiefe von 1,25 m zulässig. Tiefere Baugruben müssen geböschet oder abgestützt werden. Die Neigung der Böschung darf ohne weitere Nachweise in den erkundeten Mutterböden und Sanden 45° nicht überschreiten.

Die Baugrubensohlen sollten nach dem Bodenaushub nicht mehr befahren und möglichst wenig betreten werden. Aufgelockerte Böden sind mittels glatter Baggerschaufel abzuziehen und durch verdichtet einzubauende Kiessande auszutauschen.

Unter Berücksichtigung des erkundeten Baugrundaufbaus und der Grundwasserstände kann die Baugrubendurchführung an allen drei Standorten bei einem Verlauf der Baugrubensohle in ca. 0,5 m Tiefe ohne besondere Maßnahmen zur Wasserhaltung erfolgen. Bei einem deutlichen Anstieg des Grundwasserspiegels wird ggf. an den Standorten WEA 17\_01 und WEA 17\_02 der Einsatz einer geschlossenen Wasserhaltung (verkieste Horizontaldrainagen, Vakuumpumpen) erforderlich.

Eine endgültige Entscheidung hierzu muß vor Beginn der Erdarbeiten anhand von Schürfen vor Ort durch den Unterzeichner getroffen werden.

##### **4.2 Aufnahme des Frischbetongewichtes**

Die Fundamente können in einem Abschnitt betoniert werden, da die erkundeten Böden in der Lage sind, die Last aus dem Betoneigengewicht aufzunehmen.

### 4.3 Kranstellflächen

Im Bereich der Kranstellflächen sind unter Berücksichtigung der unter den Mutterböden erkundeten, im Wesentlichen mitteldicht gelagerten Sande folgende Maßnahmen zu treffen:

- Entfernen der Mutterböden
- Nachverdichtung der unter den Mutterböden anstehenden Sande.
- Einbau einer Tragschicht (Mineralgemisch/Schotter 0 - 32/45 mm) in einer Stärke von  $d \cong 30 - 40$  cm.

Wie dem als Anlage 9 beigefügten Grundbruchnachweis zu entnehmen ist, kann für den ungünstigsten Baugrund (WEA 17\_02, BS 2/19: weichplastische Lehme ab ca. 4 m u.GOK) beim Einsatz eines Raupenkrans (biegesteife Lastverteilungsfläche aus bspw. Stahlplatten und/oder Bongossimatten, ca. 10 m x 9 m) eine mittlere charakteristische Bodenpressung von  $100 \text{ kN/m}^2$  (entspricht einer charak. Gesamtlast von 9.000 kN) mit hinreichend großer Sicherheit zugelassen werden, wobei rechnerisch Setzungen von bis zu  $s = 2,4$  cm auftreten können. Die tatsächlich entstehenden Setzungen werden unter Ausnutzung der o.g. Lasten deutlich geringer ausfallen, da immer nur kurzfristig mit dem Auftreten maximaler Belastungen zu rechnen ist.

Nach Vorlage konkreter Krاندaten sind diese dem Unterzeichner weiterzuleiten, um bei Bedarf konkrete Grundbruch- / Setzungsberechnungen erstellen zu können.

## 5 Zusammenfassung

Die durchgeführten Untersuchungen haben ergeben, daß die drei im Windpark Hollenstede, Fläche 17, geplanten Windkraftanlagen WEA 17\_01, WEA 17\_02 und WEA 17\_03 vom Typ Enercon E-138 EP3-HT-160-ES-C-PA auf einer Baugrundverbesserung in Form von Rüttelstopfsäulen oder von Vollverdrängungsbetonsäulen flach auf Einzelfundamenten mit Auftriebswirkung gegründet werden können. Weitere Einzelheiten können dem Gutachten entnommen werden.





**Die Baugrubensohlen sind durch den Unterzeichner abnehmen zu lassen, um die im Gutachten vorausgesetzten Baugrundverhältnisse vor Ort zu überprüfen. Die Verdichtung des eingebrachten Austauschmaterials muß durch dynamische Lastplattenversuche nachgewiesen werden.**

**Nach Vorlage konkreter Krandaten sind diese dem Unterzeichner weiterzuleiten, um bei Bedarf konkrete Grundbruch- / Setzungsberechnungen erstellen zu können.**

Für die Beantwortung eventuell noch auftretender Fragen stehen wir weiterhin gern zur Verfügung.

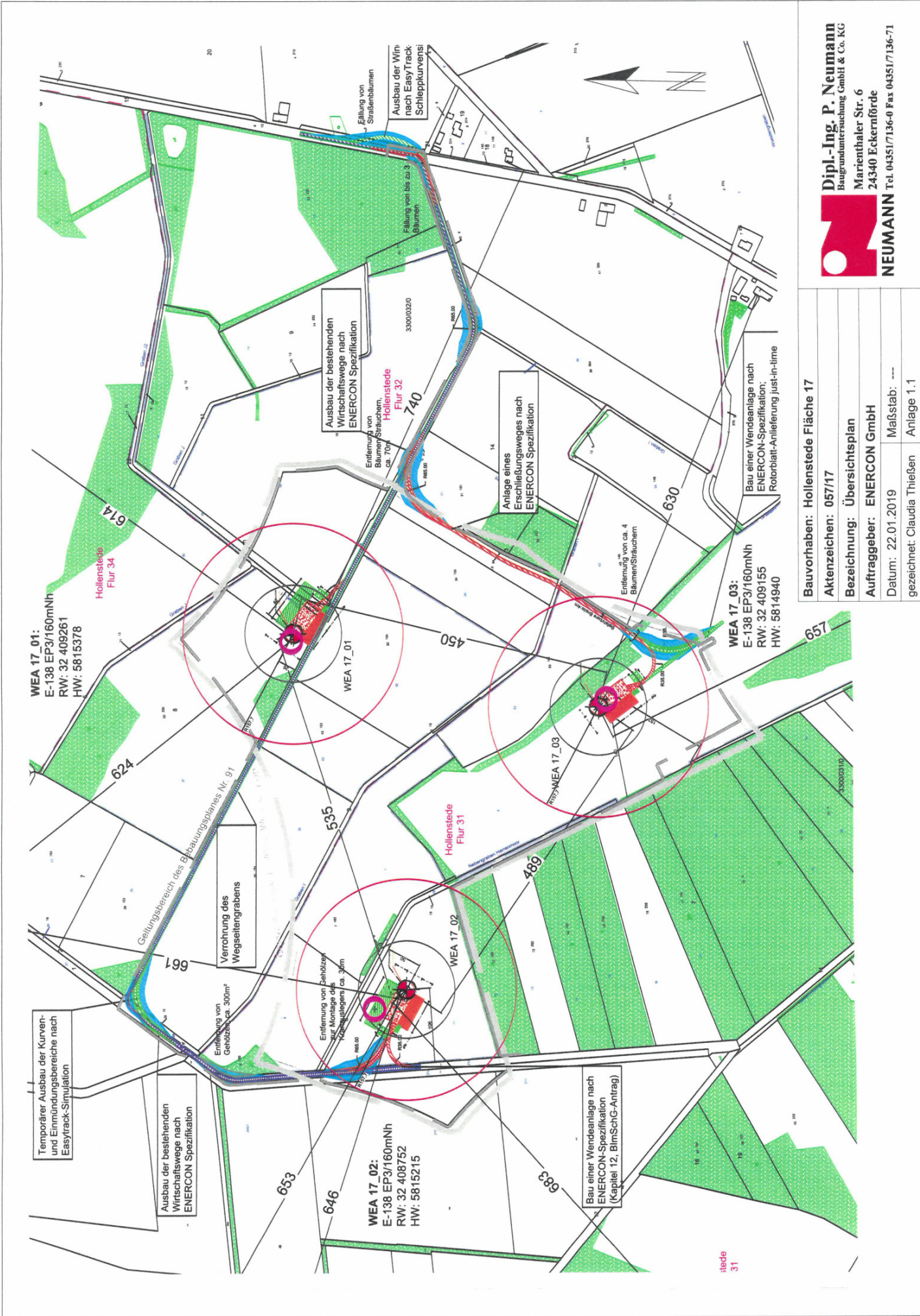
Sachbearbeiter

Dipl.-Ing. Peter Neumann  
Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG

i.A. Stefan Kindt  
Dipl.-Geol.

ppa. Wolfgang Tiedemann

*Dies ist eine elektronische Version und ohne Unterschrift gültig.*



WEA 17\_01:  
E-138 EP3/160mNh  
RW: 32 409261  
HW: 5815378

Hollenstede  
Flur 34

Ausbau der bestehenden  
Wirtschaftswege nach  
ENERCON Spezifikation

Hollenstede  
Flur 32

Anlage eines  
Erschließungsweges nach  
ENERCON Spezifikation

Bau einer Wendeanlage nach  
ENERCON-Spezifikation,  
Rotorblatt-Anlieferung just-in-time

WEA 17\_03:  
E-138 EP3/160mNh  
RW: 32 409155  
HW: 5814940

Temporärer Ausbau der Kurven-  
und Einmündungsbereiche nach  
EasyTrack-Simulation

Ausbau der bestehenden  
Wirtschaftswege nach  
ENERCON Spezifikation

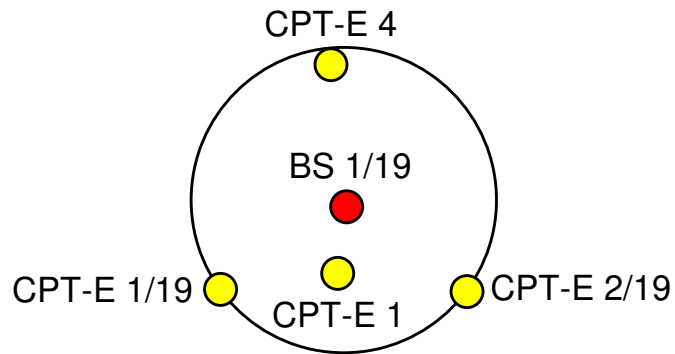
WEA 17\_02:  
E-138 EP3/160mNh  
RW: 32 408752  
HW: 5815215

Bau einer Wendeanlage nach  
ENERCON-Spezifikation  
(Kapitel 12, BlmSchG-Antrag)

Bauvorhaben:	Hollenstede Fläche 17
Aktenzeichen:	057/17
Bezeichnung:	Übersichtsplan
Auftraggeber:	ENERCON GmbH
Datum:	22.01.2019
Maßstab:	----
gezeichnet:	Claudia Thießen
	Anlage 1.1

**Dipl.-Ing. P. Neumann**  
Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG  
Marienthaler Str. 6  
24340 Eckernförde  
**NEUMANN** Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71

# WEA 17\_01

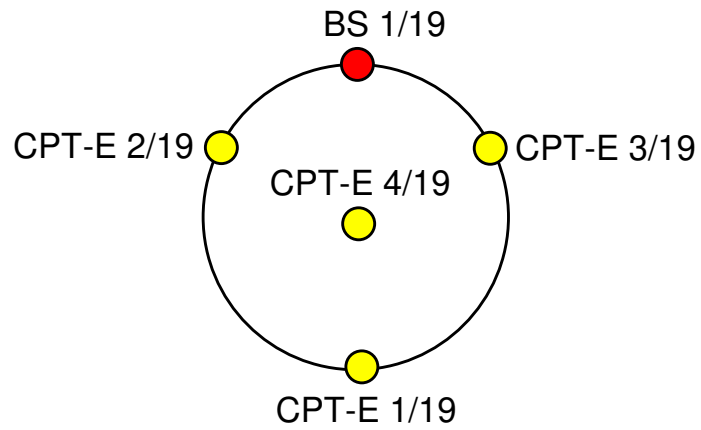


<b>Bauvorhaben: Hollenstede Fläche 17</b>	
<b>Aktenzeichen: 057/17</b>	
<b>Bezeichnung: Prinzipskizze</b>	
<b>Auftraggeber: ENERCON GmbH</b>	
Datum: 22.01.2019	Maßstab: ---
gezeichnet: Claudia Thießen	Anlage: 1.2



**Dipl.-Ing. P. Neumann**  
Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG  
Marienthaler Str. 6  
24340 Eckernförde  
**NEUMANN** Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71

WEA 17\_02

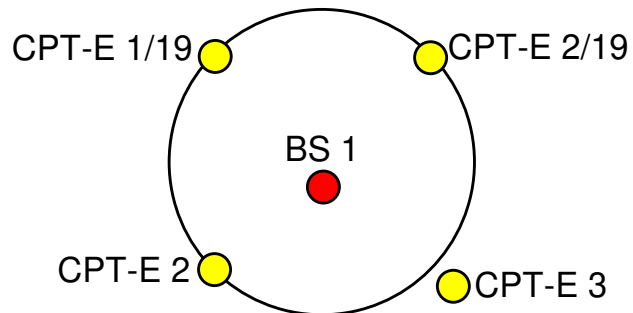


<b>Bauvorhaben: Hollenstede Fläche 17</b>	
<b>Aktenzeichen: 057/17</b>	
<b>Bezeichnung: Prinzipskizze</b>	
<b>Auftraggeber: ENERCON GmbH</b>	
Datum: 22.01.2019	Maßstab: ---
gezeichnet: Claudia Thießen	Anlage: 1.3



**Dipl.-Ing. P. Neumann**  
Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG  
Marienthaler Str. 6  
24340 Eckernförde  
**NEUMANN** Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71

# WEA 17\_03

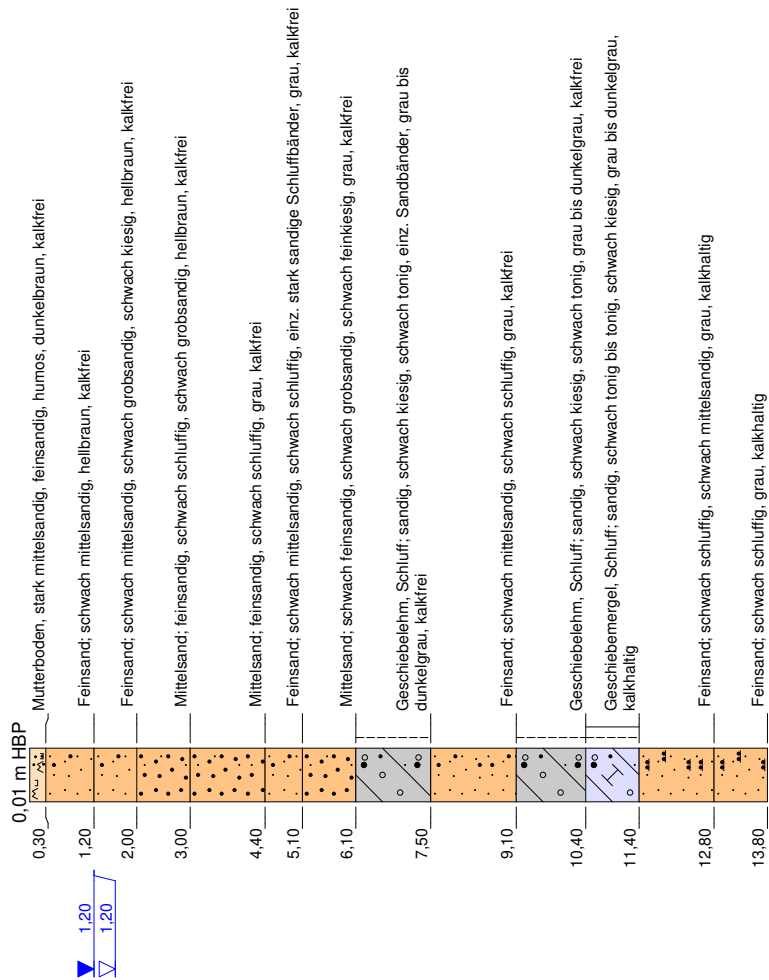


<b>Bauvorhaben: Hollenstede Fläche 17</b>	
<b>Aktenzeichen: 057/17</b>	
<b>Bezeichnung: Prinzipskizze</b>	
<b>Auftraggeber: ENERCON GmbH</b>	
Datum: 22.01.2019	Maßstab: ---
gezeichnet: Claudia Thießen	Anlage: 1.4

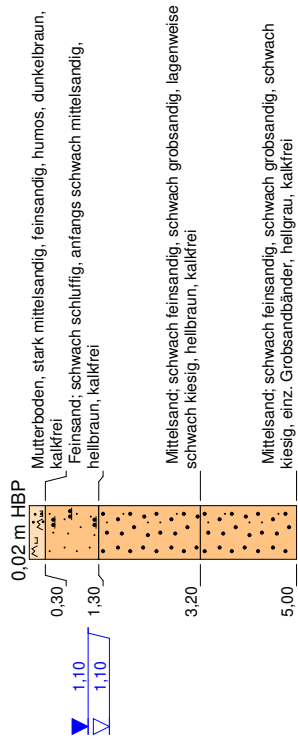


**Dipl.-Ing. P. Neumann**  
Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG  
Marienthaler Str. 6  
24340 Eckernförde  
**NEUMANN** Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71

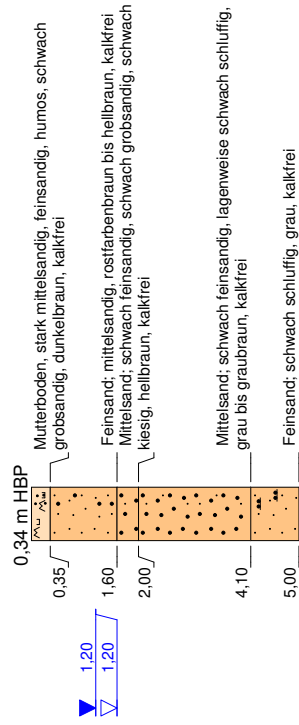
**WEA 17\_01: BS 1/19**



**WEA 17\_01: BS 2/Kran**



**WEA 17\_01: BS 3/Kran**



Bauvorhaben: Hollenstede Fläche 17

Aktenzeichen: 057/17

Bezeichnung: Sondierprofile

Auftraggeber: ENERCON GmbH

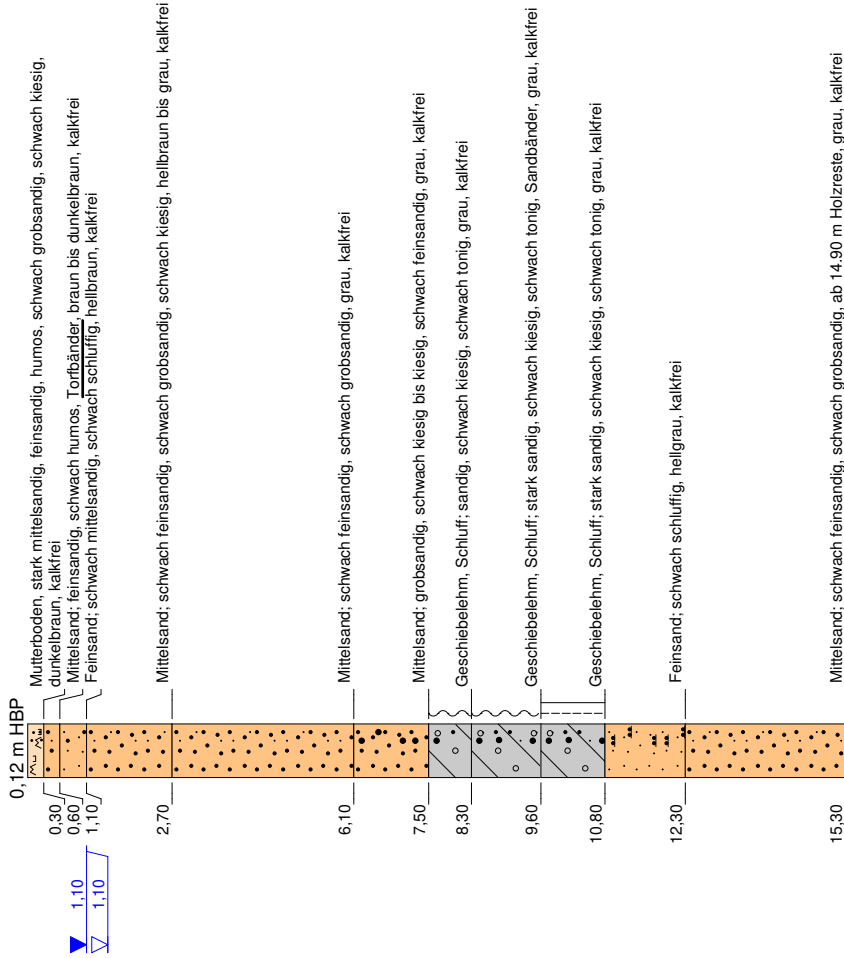
Datum: 13.03.17+22.01.19 Maßstab: 1 : 100

gezeichnet: S.Mairien+R.Nicke/ Anlage 2.1



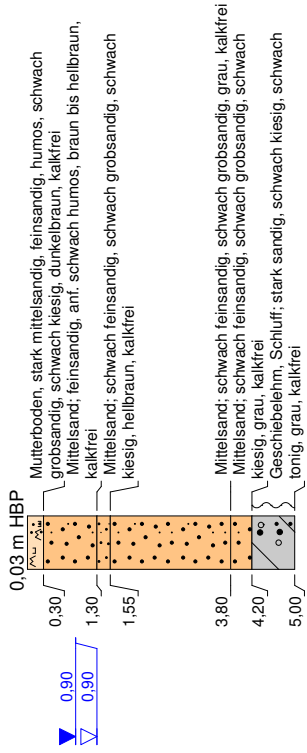
**Dipl.-Ing. P. Neumann**  
 Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG  
 Marienthaler Str. 6  
 24340 Eckernförde  
**NEUMANN** Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71

**WEA 17\_02: BS 1/19**

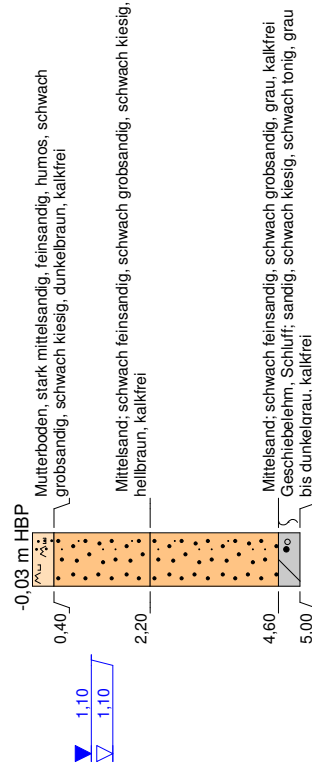


Sondierung abgebrochen!

**WEA 17\_02: BS 2/19-Kran**



**WEA 17\_02: BS 3/19-Kran**



Bauvorhaben: Hollenstede Fläche 17

Aktenzeichen: 057/17

Bezeichnung: Sondierprofile

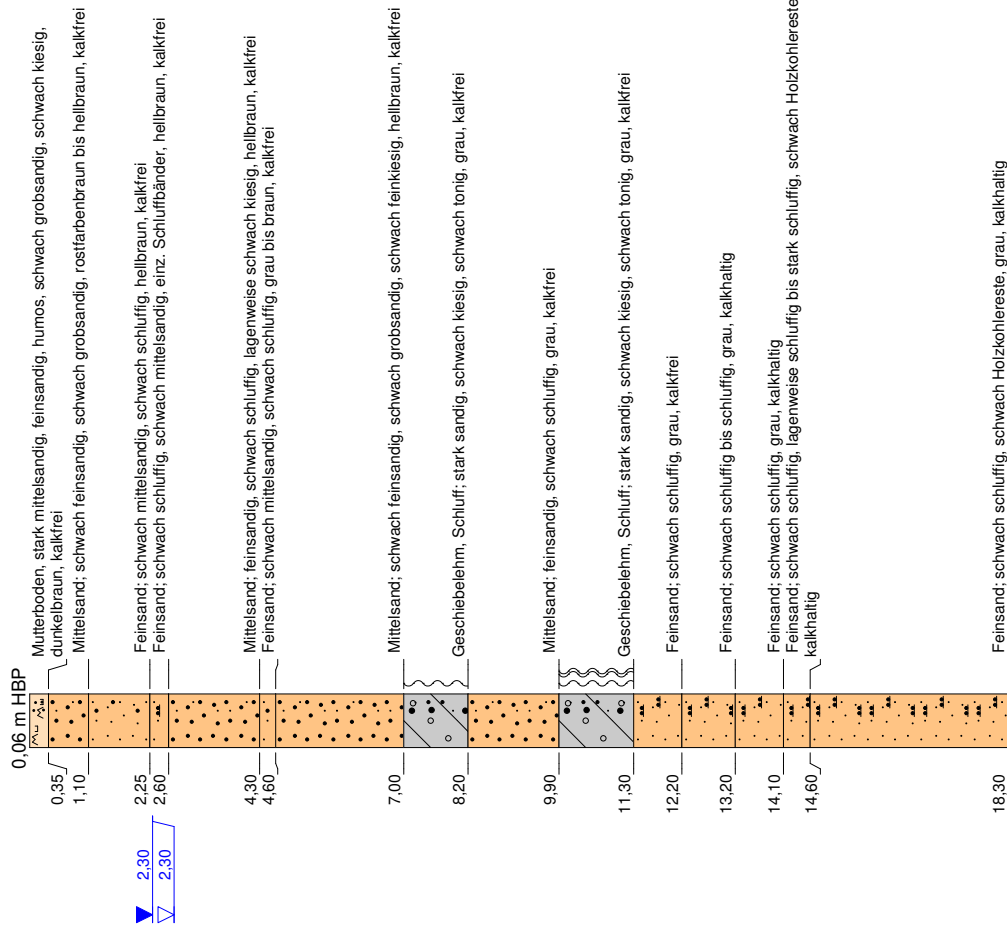
Auftraggeber: ENERCON GmbH

Datum: 13.03.17+22.01.19 Maßstab: 1 : 100

gezeichnet: Sandra Marien Anlage 2.2

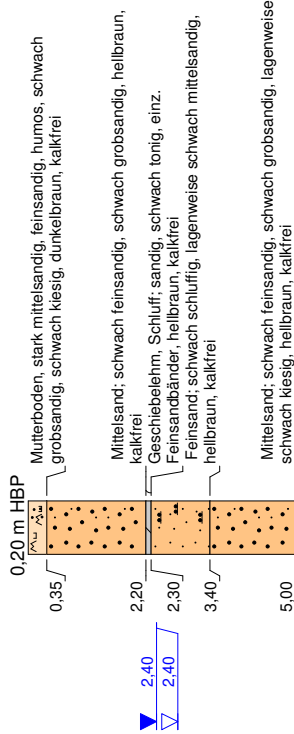
**Dipl.-Ing. P. Neumann**  
 Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG  
 Marienthaler Str. 6  
 24340 Eckernförde  
**NEUMANN** Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71

### WEA 17\_03: BS 1

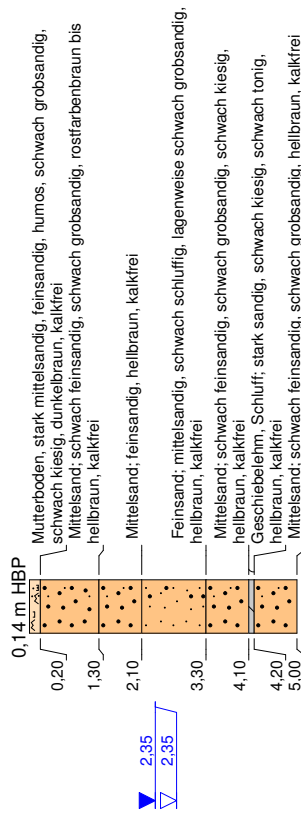


Sondierung abgebrochen!

### WEA 17\_03: BS 2/Kran



### WEA 17\_03: BS 3/Kran



Bauvorhaben: Hollenstede Fläche 17

Aktenzeichen: 057/17

Bezeichnung: Sondierprofile

Auftraggeber: ENERCON GmbH

Datum: 13.03.17+22.01.19 Maßstab: 1 : 100

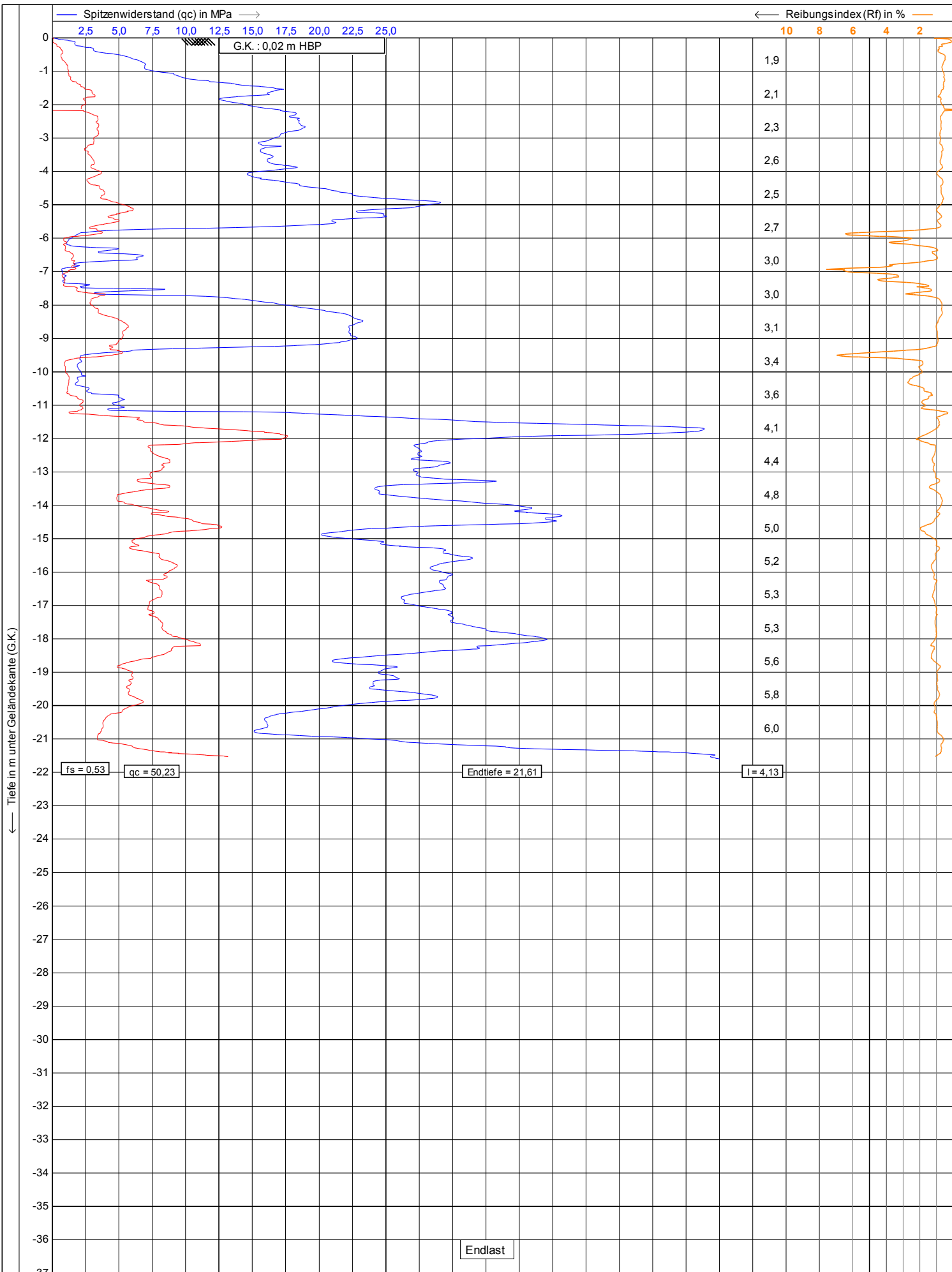
gezeichnet: Ronja Nickel Anlage 2.3

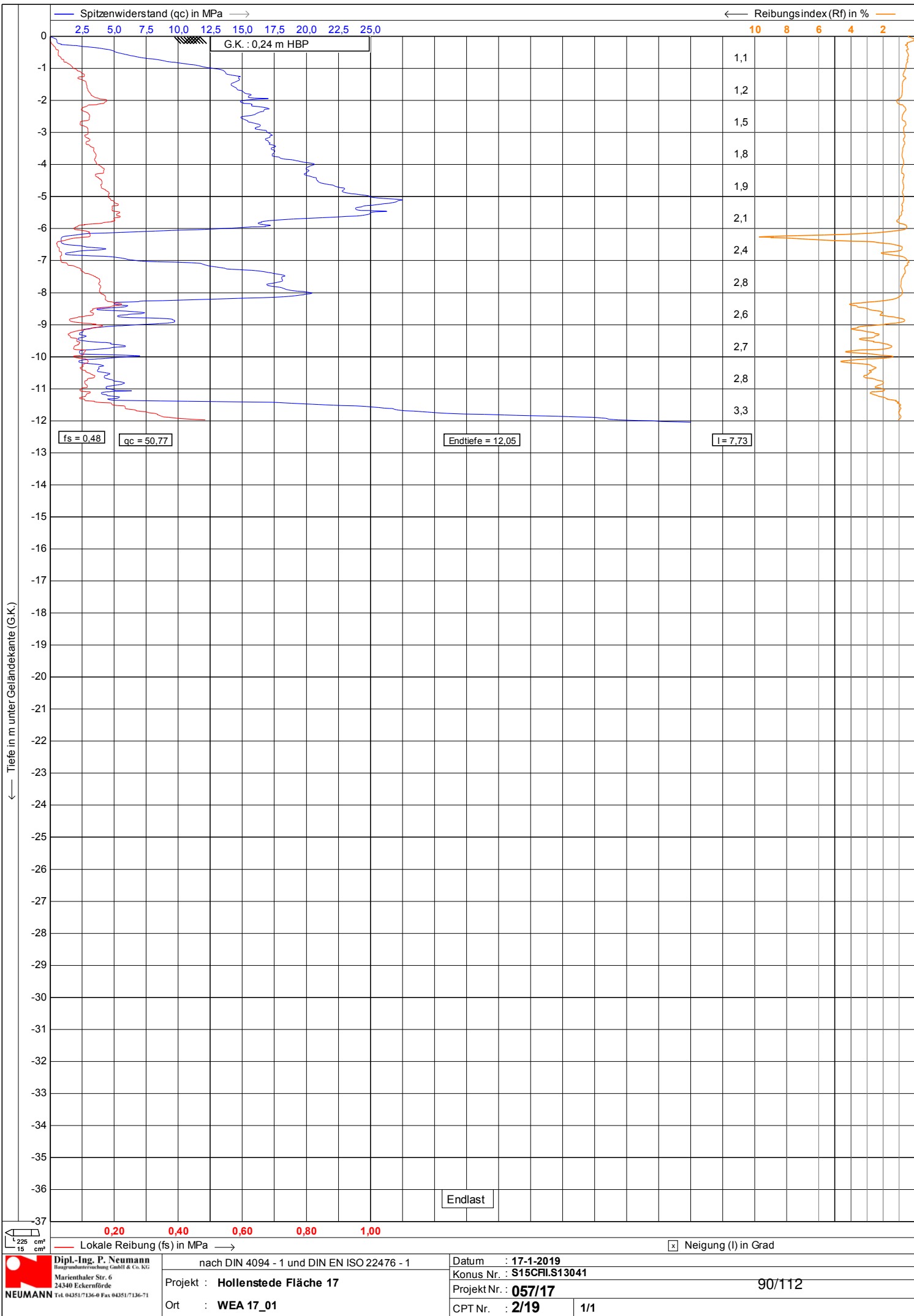
**Dipl.-Ing. P. Neumann**  
Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG

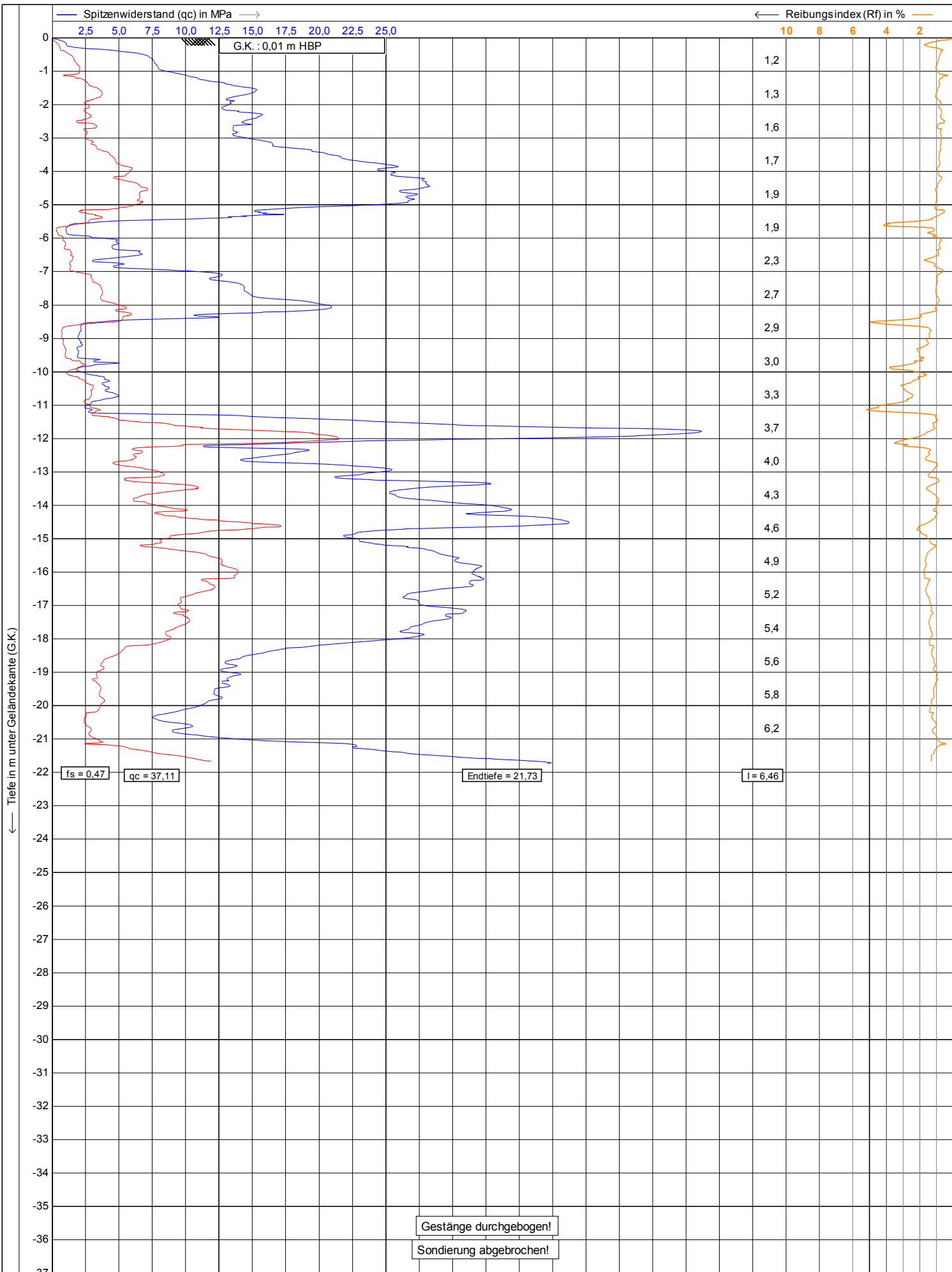


Marienthaler Str. 6  
24340 Eckernförde  
NEUMANN Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71

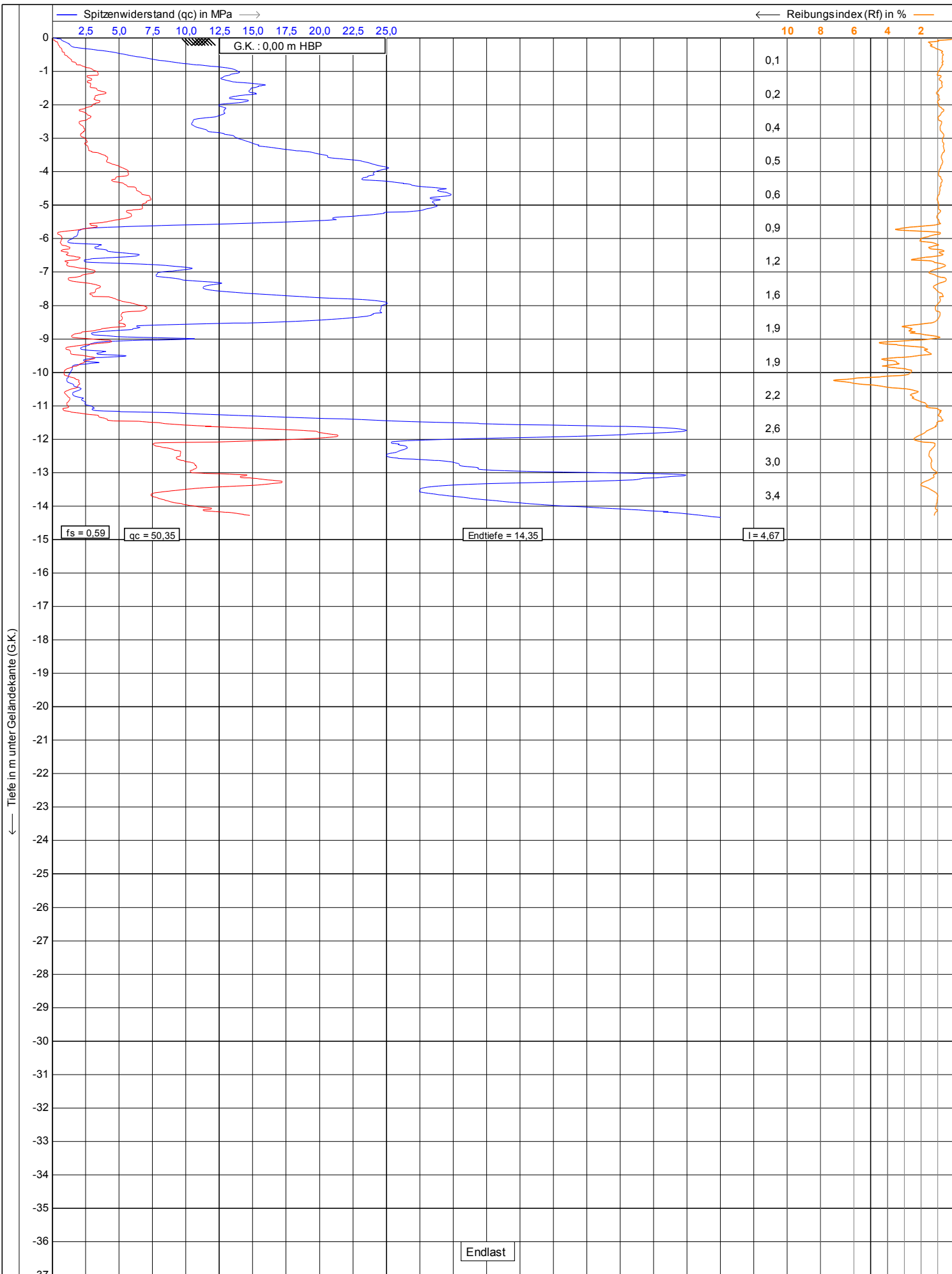




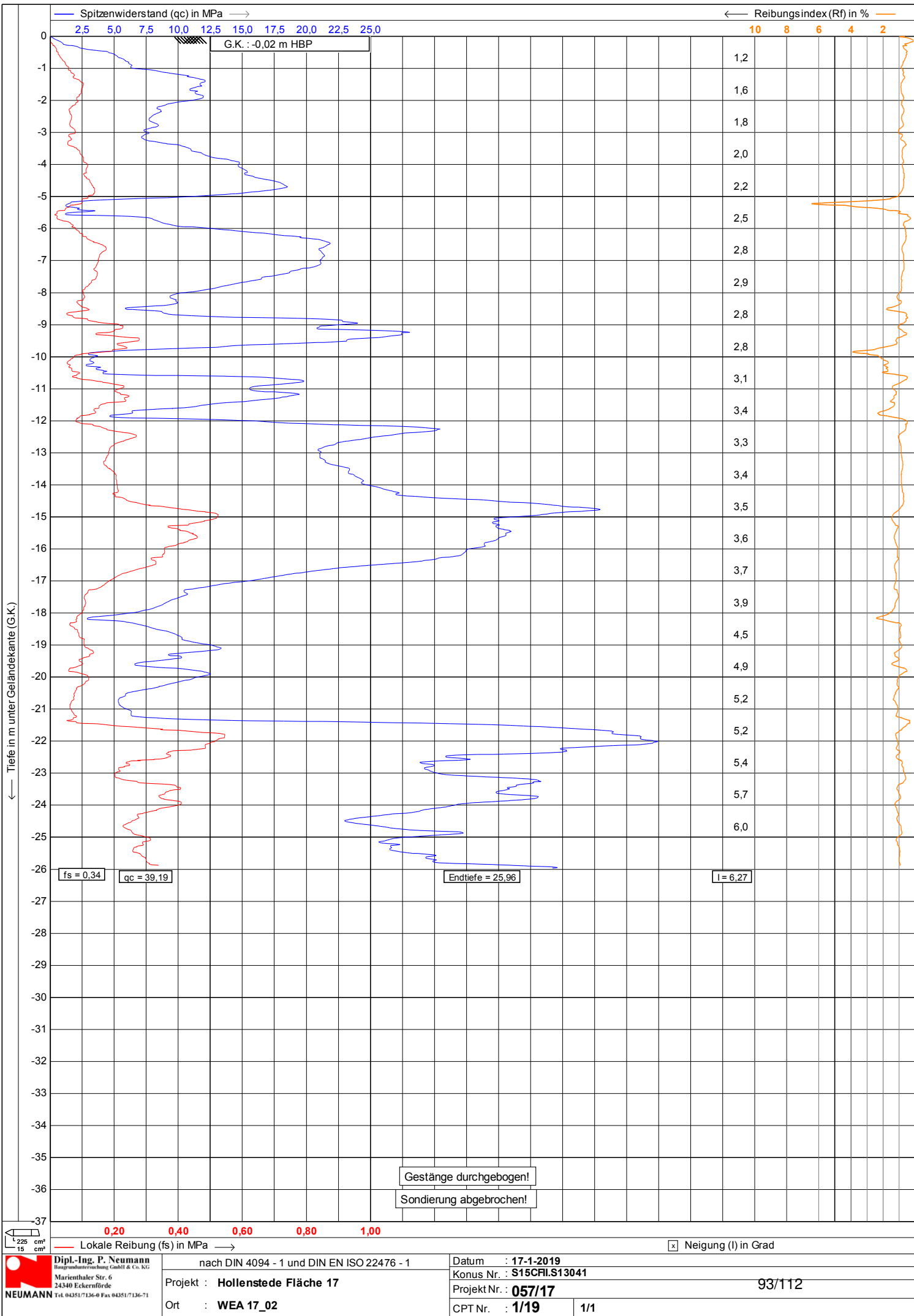


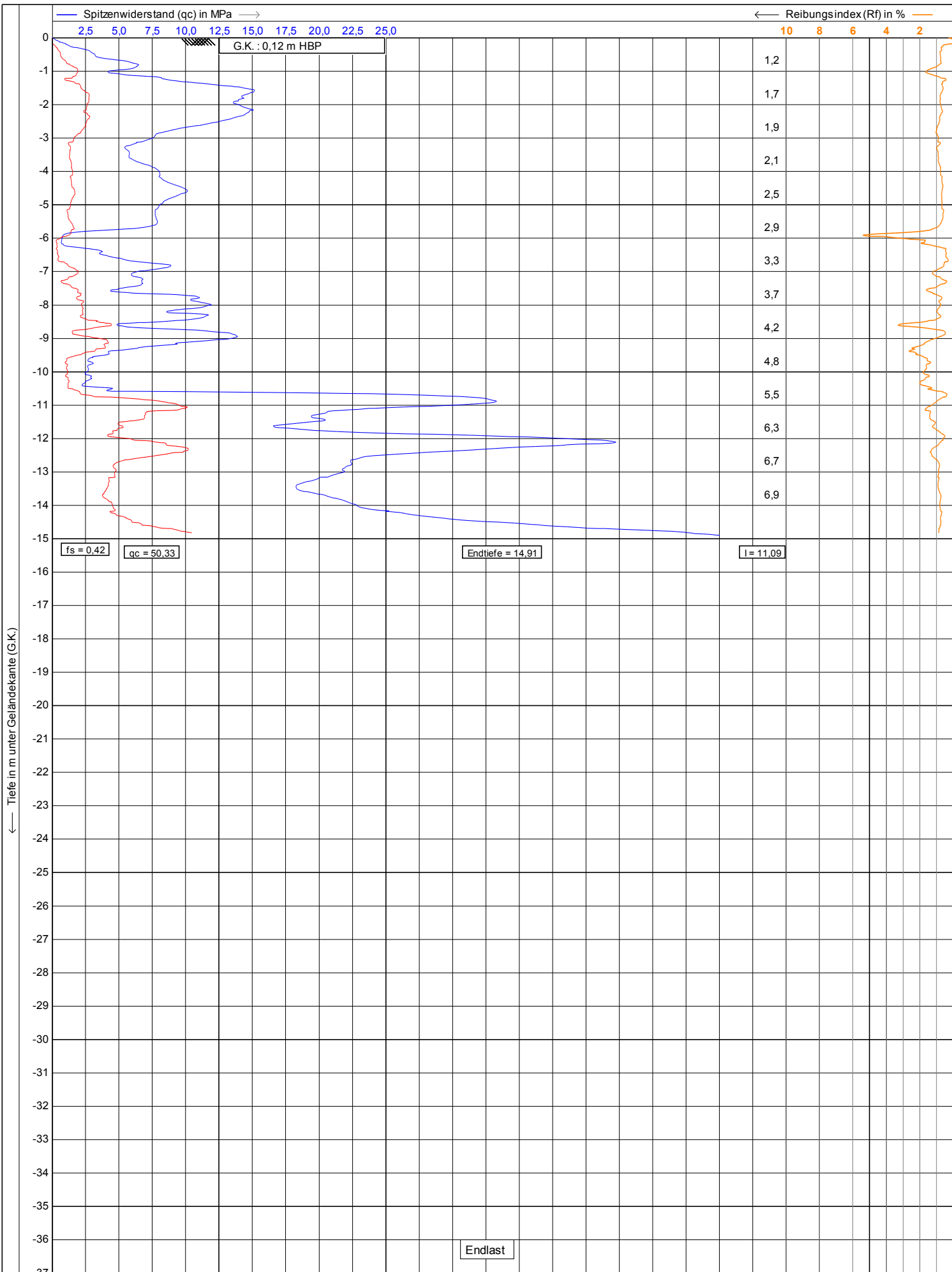


<p><b>Dipl.-Ing. P. Neumann</b> Baugrunderkundung GmbH &amp; Co. KG Marienbäcker Str. 6 24340 Eckerförde NEUMANN Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71</p>	nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1		Datum : <b>16-2-2017</b>	
	Projekt : <b>Hollenstede Fläche 17</b>		Konus Nr. : <b>S15CFILS14585</b>	
	Ort : <b>WEA 17_01</b>		Projekt Nr. : <b>057/17</b>	91/112
			CPT Nr. : <b>1</b>	1/1

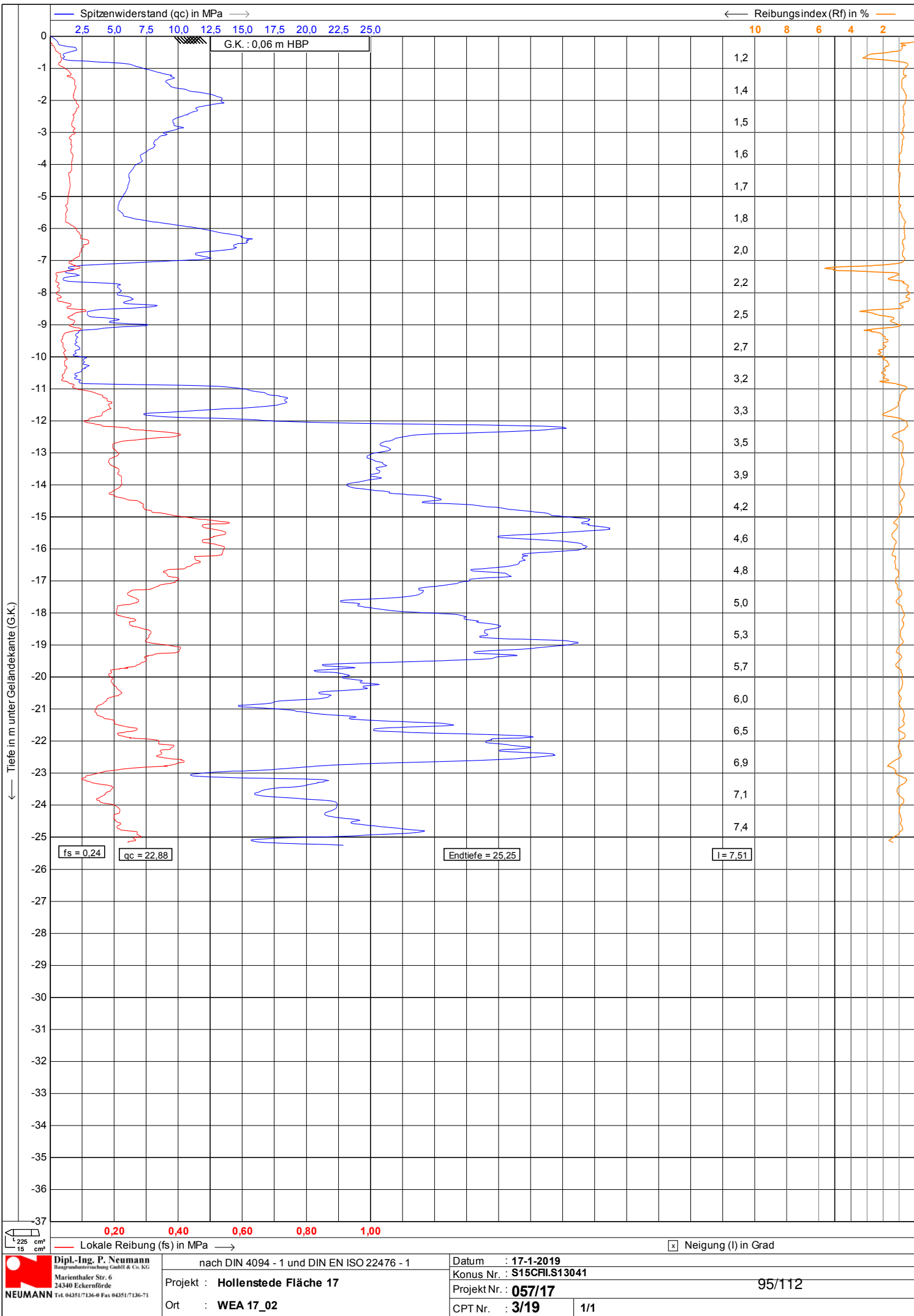


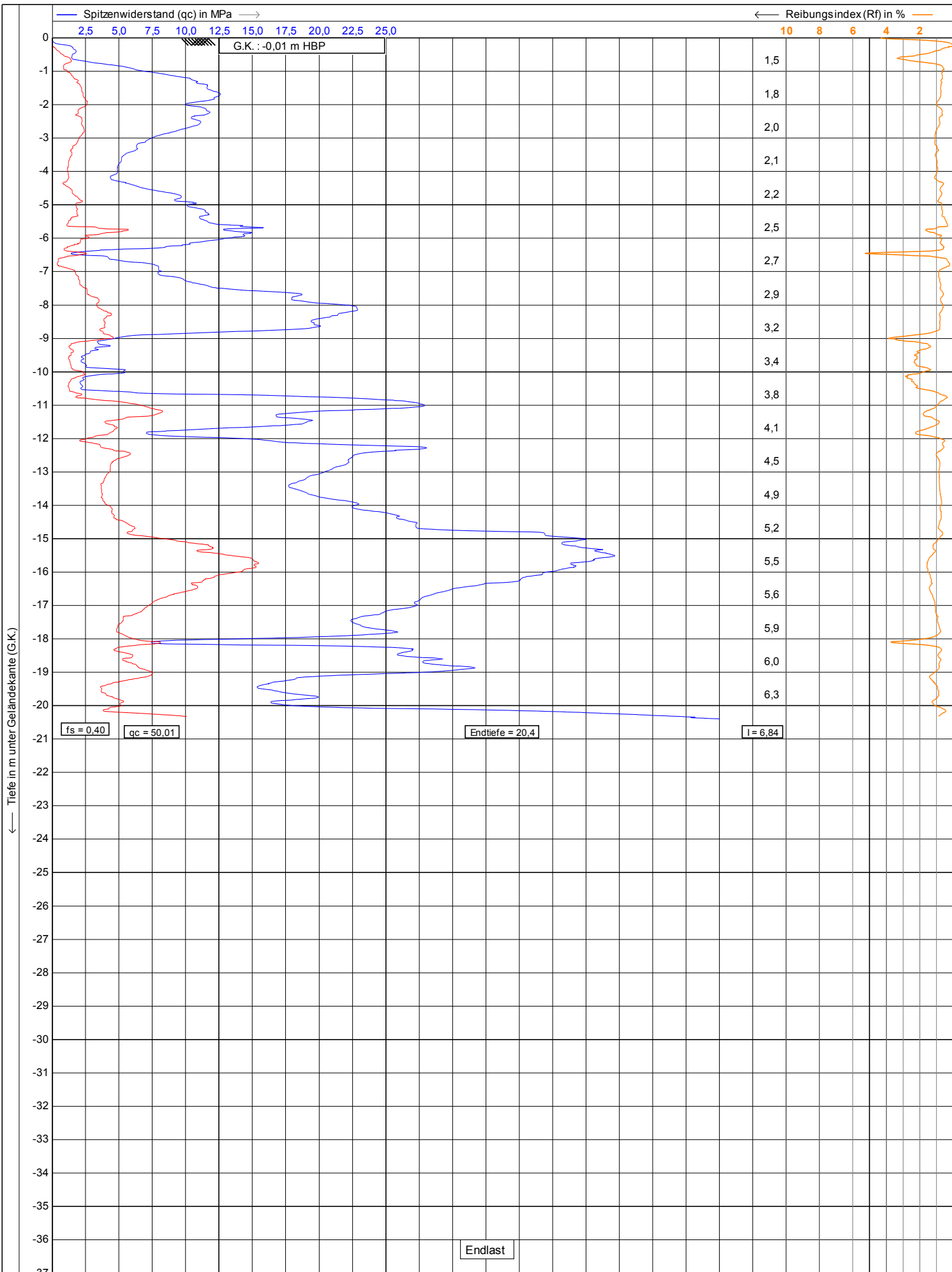
<p><b>Dipl.-Ing. P. Neumann</b>          Hauptunternehmensleitung GmbH &amp; Co. KG          Marienbäcker Str. 6          24340 Eckerförde          NEUMANN Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71</p>	nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1		Datum : <b>16-2-2017</b>	
	Projekt : <b>Hollenstede Fläche 17</b>		Konus Nr. : <b>S15CFILS14585</b>	
	Ort : <b>WEA 17_01</b>		Projekt Nr. : <b>057/17</b>	92/112
			CPT Nr. : <b>4</b>	1/1



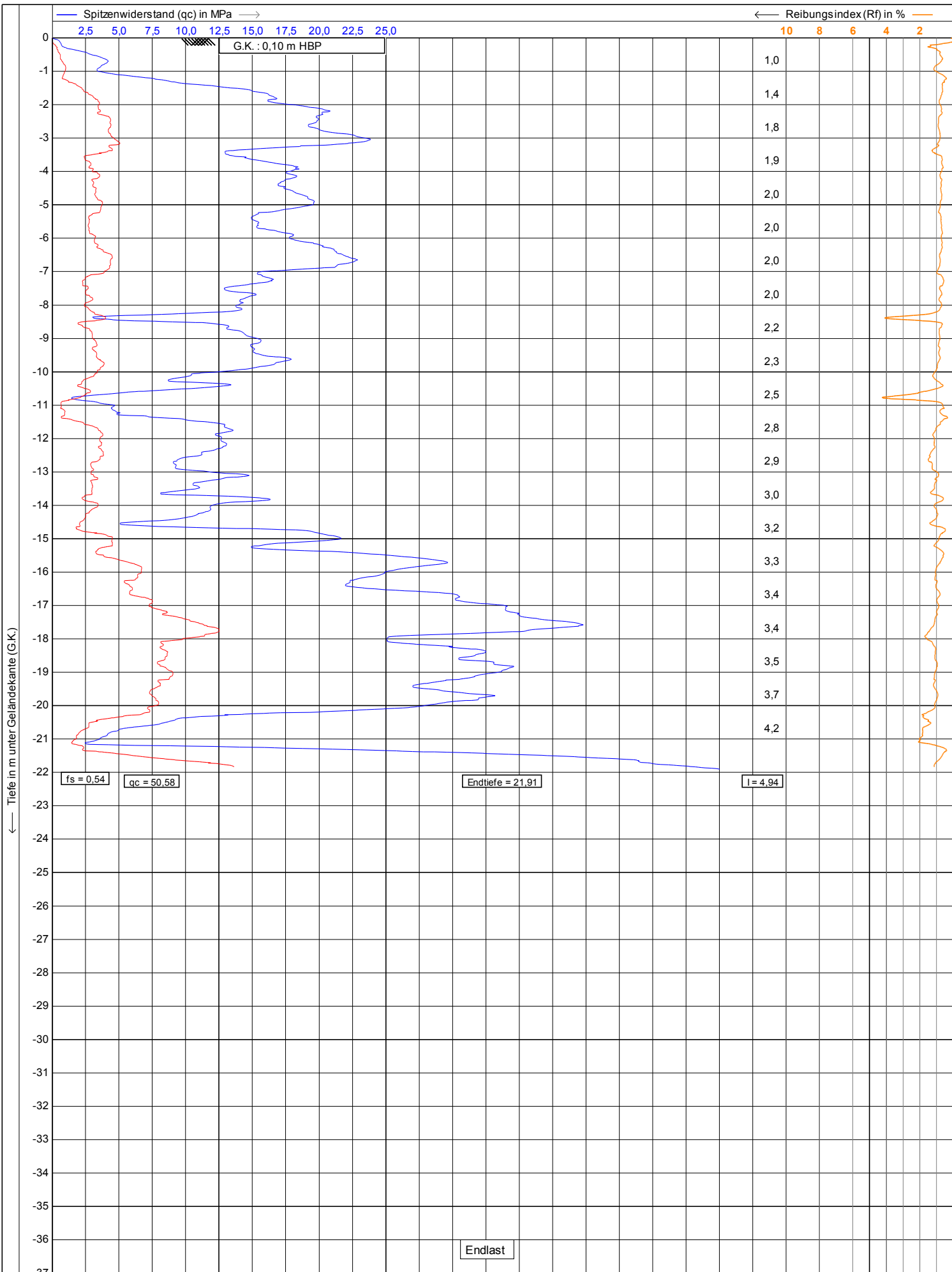


<p><b>Dipl.-Ing. P. Neumann</b> Baugrunderkundung GmbH &amp; Co. KG Marienhäler Str. 6 24340 Eckerförde NEUMANN Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71</p>	nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1		Datum : 17-1-2019
	Projekt : <b>Hollenstede Fläche 17</b>	Konus Nr. : S15CFILS13041	
	Ort : <b>WEA 17_02</b>	Projekt Nr. : <b>057/17</b> 94/112	
			CPT Nr. : <b>2/19</b>

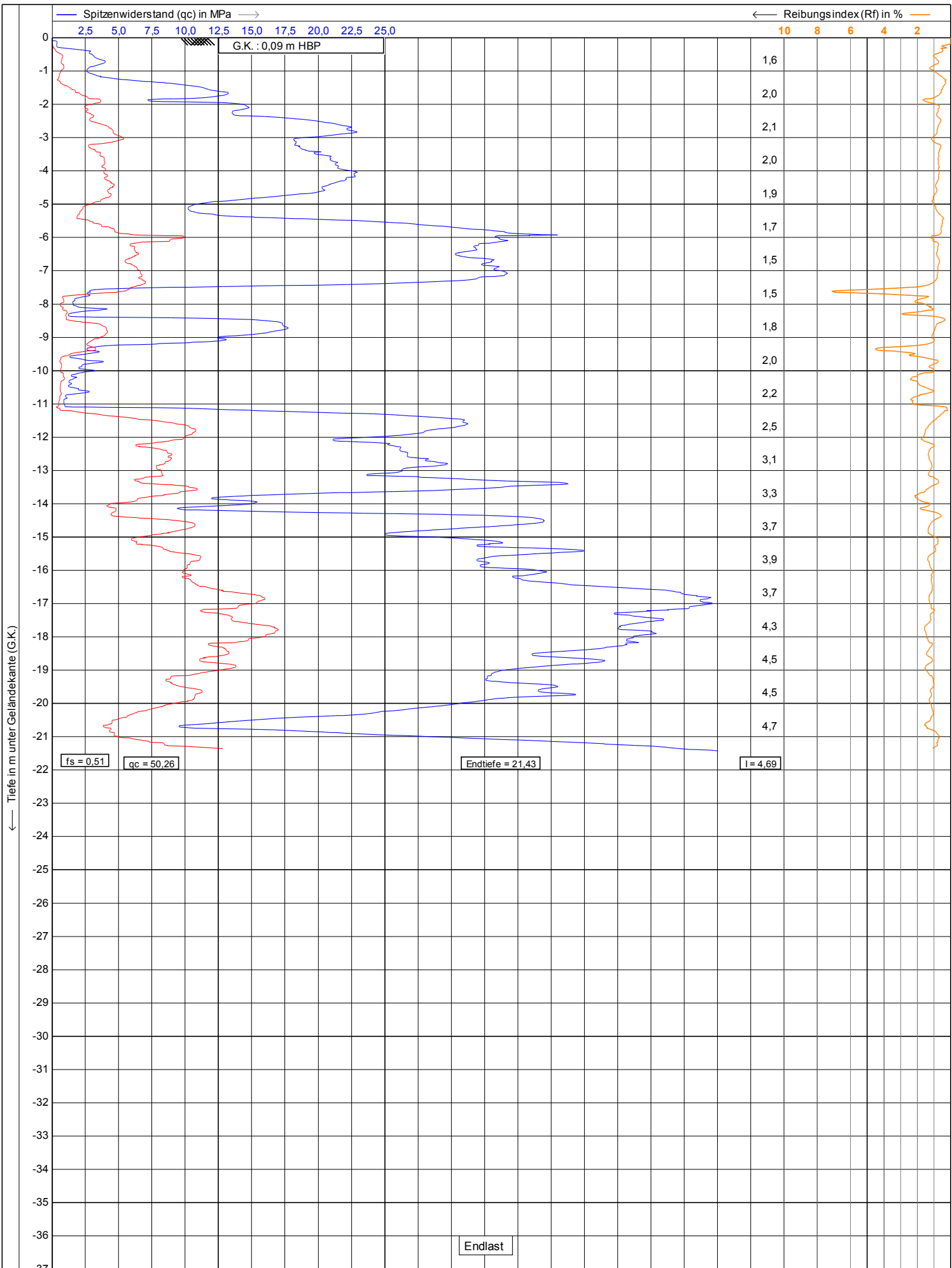


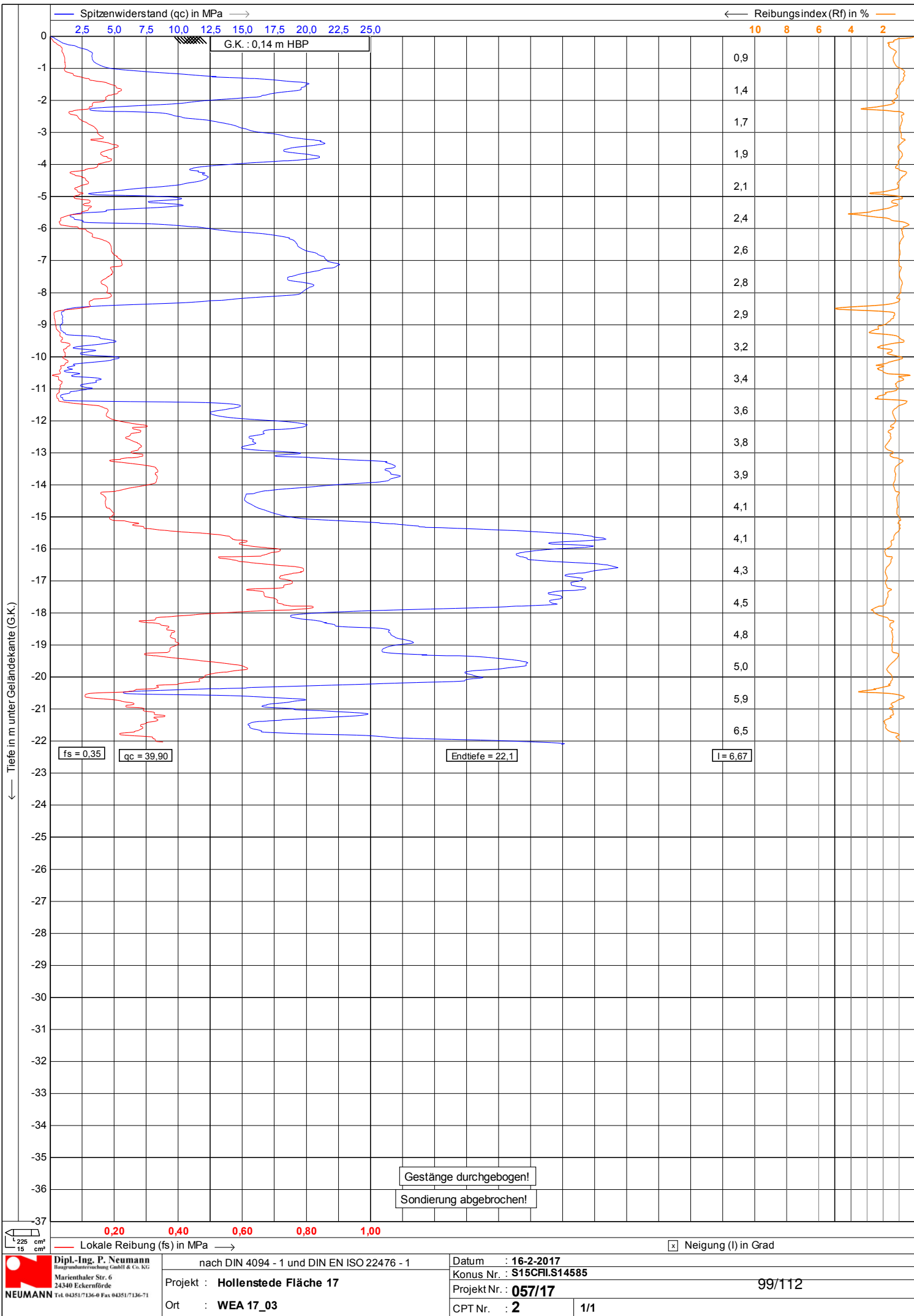


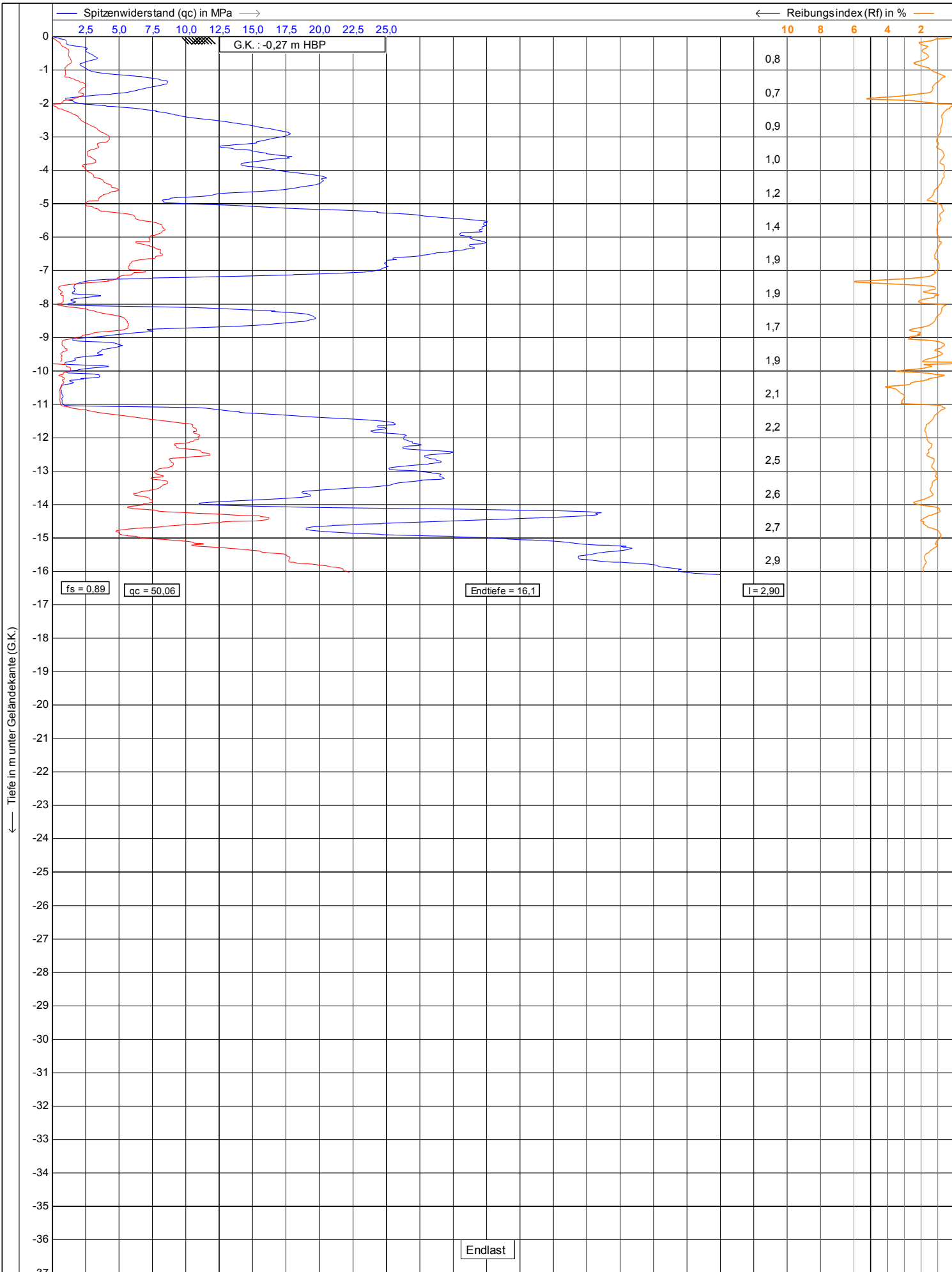




<p>Dipl.-Ing. P. Neumann          Hauptunternehmensleitung GmbH &amp; Co. KG          Marienbäcker Str. 6          24340 Eckerförde          NEUMANN Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71</p>	nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1		Datum : 17-1-2019	
	Projekt : Hollenstede Fläche 17		Konus Nr. : S15CFILS13041	
	Ort : WEA 17_03		Projekt Nr. : 057/17	97/112
			CPT Nr. : 1/19	1/1







Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

<p><b>Dipl.-Ing. P. Neumann</b>          Hauptberufliche Tätigkeit GmbH &amp; Co. KG          Marienbäher Str. 6          24340 Eckenförde          NEUMANN Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71</p>	nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1 Projekt : <b>Hollenstede Fläche 17</b> Ort : <b>WEA 17_03</b>	Datum : <b>16-2-2017</b> Konus Nr. : <b>S15CFILS14585</b> Projekt Nr. : <b>057/17</b> CPT Nr. : <b>3</b>	100/112 1/1
---	--	---	----------------

# Körnungslinie nach DIN 18123

Hollenstede  
Fläche 17

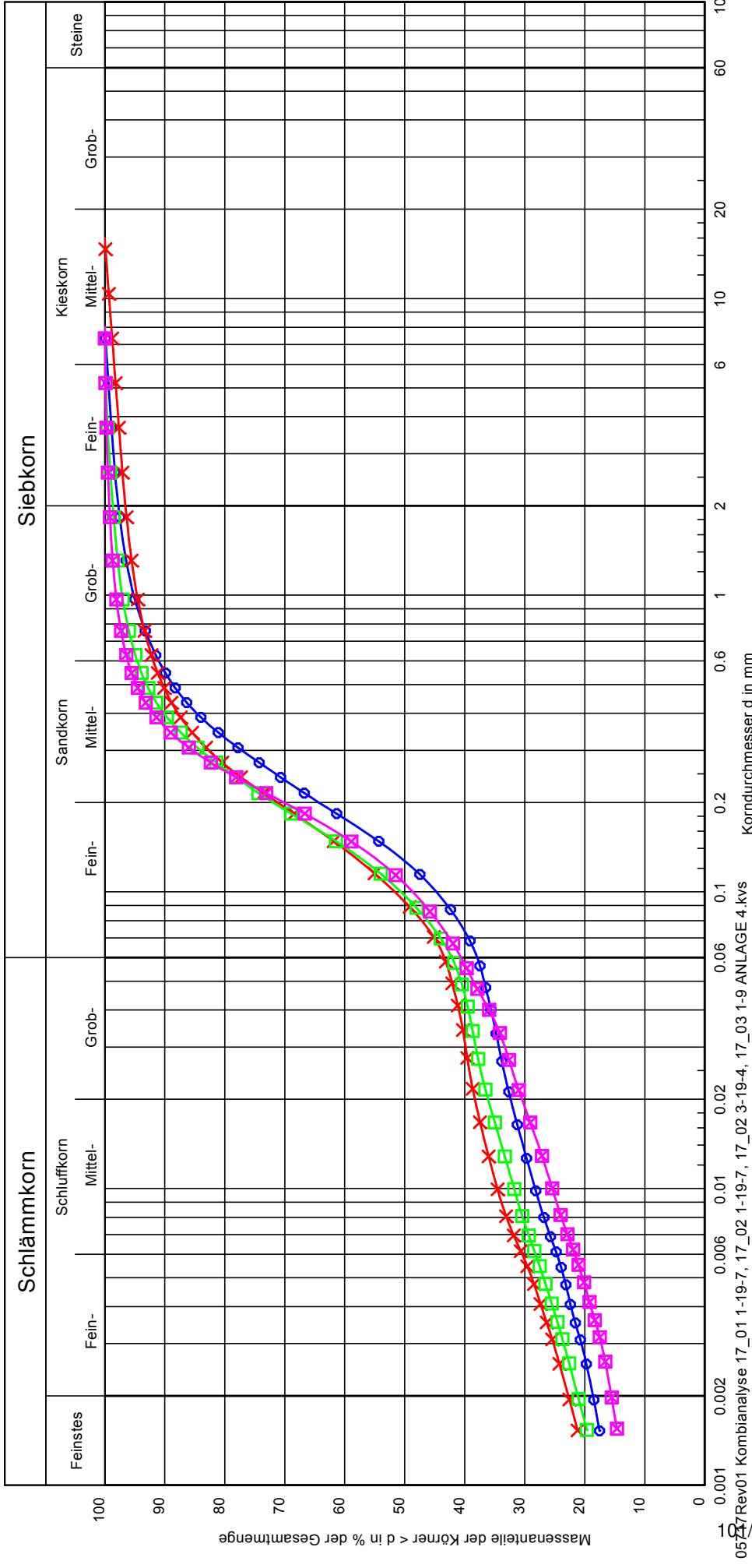
Dipl.- Ing. Peter Neumann  
Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG  
Manenthaier Straße 6  
24340 Eckernförde  
Tel. 043517136-0 Fax: 043517136-71  
kontakt@neumann-baugrund.de



**Bemerkungen:**  
17\_01 BS 1/19/7 w= 13.99 %  
17\_02 BS 1/19/7 w= 19.41 %  
17\_02 BS 3/19/3 w= 16.04 %  
17\_03 BS 1/9 w= 13.35 %

Datum: 07.03.2019

Bearbeiter: sch



Bericht: 057/17 Rev 01			
Anlage: 4			
Prüfungsnummer: 057/17 Rev.01 Probe entnommen am: 01/19 Art der Entnahme: gestörte Probe Arbeitsweise: Kombianalyse			
Bezeichnung:	S, t, u	S, t, u	E
Bodenart:	S, t, u	S, t, u	S, t, u
Tiefe:	8.00 m	5.00 m	10.50 m
U/Cc:	-/-	-/-	-/-
Entnahmestelle:	17_01 BS1/19/7	17_02 BS 3/19/4	17_03 BS 1/9
k nach Beyer:	-	-	-
TU/S/G [%]:	18.6/19.3/59.8/2.3	22.7/20.7/53.1/3.5	15.6/25.0/58.6/0.8



Dipl.- Ing. Peter Neumann  
 Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG  
 Marienthaler Straße 6 24340 Eckernförde  
 Tel. 04351/7136-0 Fax: 04351/7136-71  
 kontakt@neumann-baugrund.de

Bericht: 057/17 Rev 01

Anlage: 5

## Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

Hollenstede

Fläche 17

Bearbeiter:

Datum:

Prüfungsnummer: 057/17 Rev 01

Entnahmestelle: s.u.

Tiefe: s.u.

Bodenart: s.u.

Art der Entnahme: gestörte Probe

Probe entnommen am: 01/19

Bodenart:	Lg	Lg	Lg	Lg
Probenbezeichnung:	17_01 1/19/7 6.80 m	17_02 1/19/7 8.00 m	17_02 3/19/4 5.00 m	17_03 1/9 10.50 m
Feuchte Probe + Behälter [g]:	162.99	122.29	123.66	158.00
Trockene Probe + Behälter [g]:	149.11	110.57	113.44	138.73
Behälter [g]:	49.87	50.20	49.72	45.33
Porenwasser [g]:	13.88	11.72	10.22	19.27
Trockene Probe [g]:	99.24	60.37	63.72	93.40
Wassergehalt [%]:	13.99	19.41	16.04	20.63
				102/112

## Anlage zu Prüfbericht 2017P504390

Probe-Nr.: 17502744 / 002

Probenbezeichnung: WEA 1 / BS 115.03.17

**Tabelle 1:** Expositionsklassen für Betonkorrosion durch chemischem Angriff durch Grundwasser nach DIN 4030 Teil 1 (06/2008), Tabelle 4

	Messwert	Einheit	Expositionsklasse		
			XA1	XA2	XA3
pH-Wert	5,9		6,5 - 5,5	< 5,5 - 4,5	< 4,5 - 4,0
Kohlendioxid, kalklösend	73	mg/L	15 - 40	> 40 - 100	> 100
Ammonium	0,34	mg/L	15 - 30	> 30 - 60	> 60 - 100
Magnesium	8,7	mg/L	300 - 1000	>1000-3000	> 3000
Sulfat	35	mg/L	200 - 600	> 600 - 3000	> 3000 - 6000
Chlorid	21	mg/L	---	---	---
Gesamthärte	8,9	°dH	---	---	---
Härtehydrogencarbonat	1,8	°dH	---	---	---
Permanganat-Verbrauch	180	mg KMnO4/L	---	---	---

**Kurzbeurteilung:** Das Wasser ist in die Expositionsklasse XA2 einzustufen.

## Anlage 6.1

Ohne schriftliche Genehmigung der GBA darf der Bericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden.  
Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die genannten Prüfgegenstände.

## Anlage zu Prüfbericht 2017P503946

Probe-Nr.: 17502479 / 004

Probenbezeichnung: WEA 2 / BS 1 Fläche 17

**Tabelle 1:** Expositionsklassen für Betonkorrosion durch chemischem Angriff durch Grundwasser nach DIN 4030 Teil 1 (06/2008), Tabelle 4

	Messwert	Einheit	Expositionsklasse		
			XA1	XA2	XA3
pH-Wert	6,0		6,5 - 5,5	< 5,5 - 4,5	< 4,5 - 4,0
Kohlendioxid, kalklösend	47	mg/L	15 - 40	> 40 - 100	> 100
Ammonium	2,1	mg/L	15 - 30	> 30 - 60	> 60 - 100
Magnesium	6,9	mg/L	300 - 1000	>1000-3000	> 3000
Sulfat	91	mg/L	200 - 600	> 600 - 3000	> 3000 - 6000
Chlorid	28	mg/L	---	---	---
Gesamthärte	8,4	°dH	---	---	---
Härtehydrogencarbonat	1,4	°dH	---	---	---
Permanganat-Verbrauch	80	mg KMnO4/L	---	---	---

**Kurzbeurteilung:** Das Wasser ist in die Expositionsklasse XA2 einzustufen.

## Anlage 6.2

Ohne schriftliche Genehmigung der GBA darf der Bericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden.  
Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die genannten Prüfgegenstände.



## Anlage zu Prüfbericht 2017P504390

Probe-Nr.: 17502744 / 001

Probenbezeichnung: WEA 3 / BS 113.03.17

**Tabelle 1:** Expositionsklassen für Betonkorrosion durch chemischem Angriff durch Grundwasser nach DIN 4030 Teil 1 (06/2008), Tabelle 4

	Messwert	Einheit	Expositionsklasse		
			XA1	XA2	XA3
pH-Wert	4,4		6,5 - 5,5	< 5,5 - 4,5	< 4,5 - 4,0
Kohlendioxid, kalklösend	39	mg/L	15 - 40	> 40 - 100	> 100
Ammonium	1,0	mg/L	15 - 30	> 30 - 60	> 60 - 100
Magnesium	6,2	mg/L	300 - 1000	>1000-3000	> 3000
Sulfat	27	mg/L	200 - 600	> 600 - 3000	> 3000 - 6000
Chlorid	22	mg/L	---	---	---
Gesamthärte	10	°dH	---	---	---
Härtehydrogencarbonat	0,0	°dH	---	---	---
Permanganat-Verbrauch	12	mg KMnO4/L	---	---	---

**Kurzbeurteilung:** Das Wasser ist in die Expositionsklasse XA3 einzustufen.

## Anlage 6.3

Ohne schriftliche Genehmigung der GBA darf der Bericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden.  
Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die genannten Prüfgegenstände.

**Anlage zu Prüfbericht 2017P504390**

Probe-Nr.: 17502744 / 002

 Probenbezeichnung: WEA 1 / BS 1  
15.03.17

**Tabelle 1:** Beurteilung von Wässern gem. DIN 50929 Teil 3

Nr.	Merkmal und Dimension / Einheit			Bewertungs- ziffer
		unlegierte Eisen	verzinkten Stahl	
<b>1</b>	<b>Wasserart</b>	<b>N1</b>	<b>M1</b>	<b>N1</b>
	- fließende Gewässer	0	-2	-1
	- stehende Gewässer	-1	1	
	- Küste von Binnenseen	-3	-3	
	- anaerob. Moor, Meeresküste	-5	-5	
<b>2</b>	<b>Lage des Objektes</b>	<b>N2</b>	<b>M2</b>	<b>N2</b>
	- Unterwasserbereich	0	0	0
	- Wasser / Luft-Bereich	1	-6	
	- Spritzwasserbereich	0,3	-2	
<b>3</b>	<b>c (Cl-) + 2c (SO4<sup>2-</sup>) / mol/m<sup>3</sup></b>	<b>N3</b>	<b>M3</b>	<b>N3</b>
	< 1	0	0	1,3
	> 1 bis 5	-2	0	
	> 5 bis 25	-4	-1	
	> 25 bis 100	-6	-2	
	> 100 bis 300	-7	-3	
> 300	-8	-4		
<b>4</b>	<b>Säurekapazität bis pH 4,3 mol/m<sup>3</sup></b>	<b>N4</b>	<b>M4</b>	<b>N4</b>
	< 1	1	-1	0,7
	1 bis 2	2	1	
	> 2 bis 4	3	1	
	> 4 bis 6	4	0	
	> 6	5	-1	
<b>5</b>	<b>c (Ca<sup>2+</sup>) / mol/m<sup>3</sup></b>	<b>N5</b>	<b>M5</b>	<b>N5</b>
	< 0,5	-1	0	1,2
	0,5 bis 2	0	2	
	> 2 bis 8	1	3	
	> 8	2	4	
<b>6</b>	<b>pH-Wert</b>	<b>N6</b>	<b>M6</b>	<b>N6</b>
	< 5,5	-3	-6	5,9
	5,5 bis 6,5	-2	-4	
	> 6,5 bis 7,0	-1	-1	
	> 7,0 bis 7,5	0	1	
	> 7,5	1	1	

 Bewertungszahlsumme Unterwasserbereich:  $W0 = N1 + N3 + N4 + N5 + N6 + N3/N4 =$ 
**-6,00**

 Bewertungszahlsumme Wasser/Luft-Grenze:  $W1 = W0 - N1 + N2 \times N3 =$ 
**-5,00**
**Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeiten:**

W0- bzw. W1 - Werte	Mulden- und Lochkorrosion	Flächen- korrosion
>= 0	sehr gering	sehr gering
-1 bis -4	gering	sehr gering
<-4 bis -8	mittel	gering
<-8	hoch	mittel

**Anlage zu Prüfbericht 2017P503946**

Probe-Nr.: 17502479 / 004

 Probenbezeichnung: WEA 2 / BS 1  
Fläche 17

**Tabelle 1:** Beurteilung von Wässern gem. DIN 50929 Teil 3

Nr.	Merkmal und Dimension / Einheit			Bewertungs- ziffer
		unlegierte Eisen	verzinkten Stahl	
<b>1</b>	<b>Wasserart</b>	<b>N1</b>	<b>M1</b>	<b>N1</b>
	- fließende Gewässer	0	-2	-1
	- stehende Gewässer	-1	1	
	- Küste von Binnenseen	-3	-3	
	- anaerob. Moor, Meeresküste	-5	-5	
<b>2</b>	<b>Lage des Objektes</b>	<b>N2</b>	<b>M2</b>	<b>N2</b>
	- Unterwasserbereich	0	0	0
	- Wasser / Luft-Bereich	1	-6	
	- Spritzwasserbereich	0,3	-2	
<b>3</b>	<b>c (Cl-) + 2c (SO4<sup>2-</sup>) / mol/m<sup>3</sup></b>	<b>N3</b>	<b>M3</b>	<b>N3</b>
	< 1	0	0	2,7
	> 1 bis 5	-2	0	
	> 5 bis 25	-4	-1	
	> 25 bis 100	-6	-2	
	> 100 bis 300	-7	-3	
> 300	-8	-4		
<b>4</b>	<b>Säurekapazität bis pH 4,3 mol/m<sup>3</sup></b>	<b>N4</b>	<b>M4</b>	<b>N4</b>
	< 1	1	-1	0,5
	1 bis 2	2	1	
	> 2 bis 4	3	1	
	> 4 bis 6	4	0	
	> 6	5	-1	
<b>5</b>	<b>c (Ca<sup>2+</sup>) / mol/m<sup>3</sup></b>	<b>N5</b>	<b>M5</b>	<b>N5</b>
	< 0,5	-1	0	1,2
	0,5 bis 2	0	2	
	> 2 bis 8	1	3	
	> 8	2	4	
<b>6</b>	<b>pH-Wert</b>	<b>N6</b>	<b>M6</b>	<b>N6</b>
	< 5,5	-3	-6	6,0
	5,5 bis 6,5	-2	-4	
	> 6,5 bis 7,0	-1	-1	
	> 7,0 bis 7,5	0	1	
	> 7,5	1	1	

 Bewertungszahlsumme Unterwasserbereich:  $W0 = N1 + N3 + N4 + N5 + N6 + N3/N4 =$ 
**-6,00**

 Bewertungszahlsumme Wasser/Luft-Grenze:  $W1 = W0 - N1 + N2 \times N3 =$ 
**-5,00**
**Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeiten:**

W0- bzw. W1 - Werte	Mulden- und Lochkorrosion	Flächen- korrosion
>= 0	sehr gering	sehr gering
-1 bis -4	gering	sehr gering
<-4 bis -8	mittel	gering
<-8	hoch	mittel

**Anlage zu Prüfbericht 2017P504390**

Probe-Nr.: 17502744 / 001

 Probenbezeichnung: WEA 3 / BS 1  
13.03.17

**Tabelle 1:** Beurteilung von Wässern gem. DIN 50929 Teil 3

Nr.	Merkmal und Dimension / Einheit			Bewertungs- ziffer
		unlegierte Eisen	verzinkten Stahl	
1	<b>Wasserart</b>	<b>N1</b>	<b>M1</b>	<b>N1</b>
	- fließende Gewässer	0	-2	
	- stehende Gewässer	-1	1	
	- Küste von Binnenseen	-3	-3	
	- anaerob. Moor, Meeresküste	-5	-5	
2	<b>Lage des Objektes</b>	<b>N2</b>	<b>M2</b>	<b>N2</b>
	- Unterwasserbereich	0	0	
	- Wasser / Luft-Bereich	1	-6	
	- Spritzwasserbereich	0,3	-2	
3	<b>c (Cl-) + 2c (SO4<sup>2-</sup>) / mol/m<sup>3</sup></b>	<b>N3</b>	<b>M3</b>	1,2
	< 1	0	0	
	> 1 bis 5	-2	0	
	> 5 bis 25	-4	-1	
	> 25 bis 100	-6	-2	
	> 100 bis 300	-7	-3	
4	<b>Säurekapazität bis pH 4,3 mol/m<sup>3</sup></b>	<b>N4</b>	<b>M4</b>	<0,0
	< 1	1	-1	
	1 bis 2	2	1	
	> 2 bis 4	3	1	
	> 4 bis 6	4	0	
5	<b>c (Ca<sup>2+</sup>) / mol/m<sup>3</sup></b>	<b>N5</b>	<b>M5</b>	1,5
	< 0,5	-1	0	
	0,5 bis 2	0	2	
	> 2 bis 8	1	3	
6	<b>pH-Wert</b>	<b>N6</b>	<b>M6</b>	4,4
	< 5,5	-3	-6	
	5,5 bis 6,5	-2	-4	
	> 6,5 bis 7,0	-1	-1	
	> 7,0 bis 7,5	0	1	
	> 7,5	1	1	

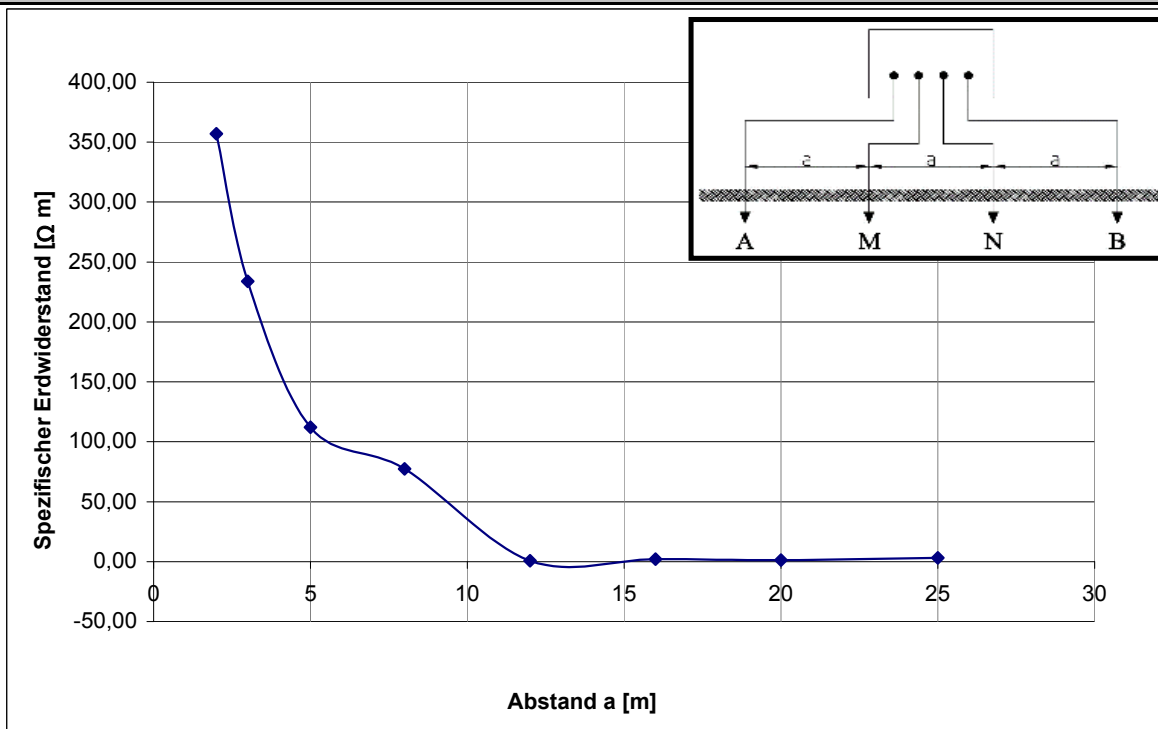
 Bewertungszahlsumme Unterwasserbereich:  $W0 = N1 + N3 + N4 + N5 + N6 + N3/N4 =$ 
**-7,00**

 Bewertungszahlsumme Wasser/Luft-Grenze:  $W1 = W0 - N1 + N2 \times N3 =$ 
**-6,00**
**Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeiten:**

W0- bzw. W1 - Werte	Mulden- und Lochkorrosion	Flächen- korrosion
>= 0	sehr gering	sehr gering
-1 bis -4	gering	sehr gering
<-4 bis -8	mittel	gering
<-8	hoch	mittel

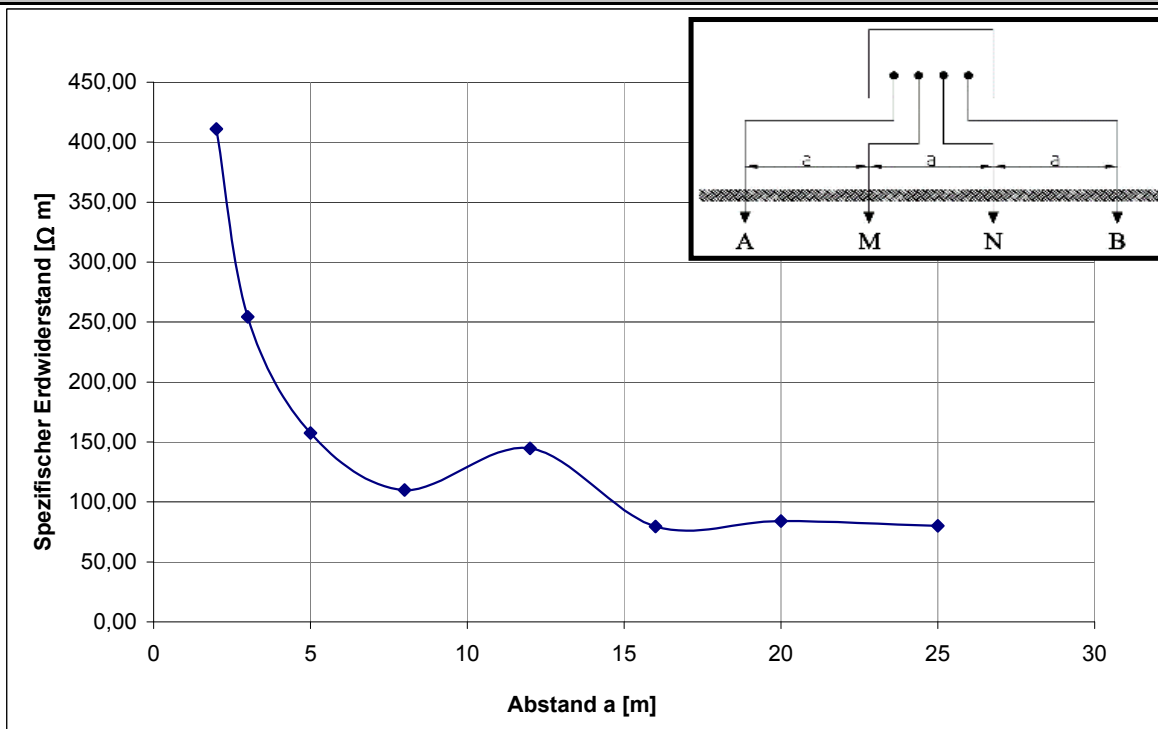
Protokoll für die Messung des <b>Spezifischen Erdwiderstandes</b> Projekt: BV 057/17 Hollenstede, Fläche 17,	Anlage: 8.1	
	Durchf.:	
	Firma:	
	Anschrift:	
	Standort: WEA 1 (= WEA 17_02)	
Messgerät Typ, S/N:	Wetter:	trocken
letzte Kalibrierung:	Referenz (Koordinaten):	
Ausgeführt durch: B. Lüdke	Datum:	13.03.2017

a [m]	R [Ω]	$\rho_s = R \times 2 \times \pi \times a$ [Ωm]	Bemerkung
2	28,4	356,87	
3	12,41	233,92	
5	3,57	112,15	
8	1,54	77,41	
12	0,01	0,75	
16	0,02	2,01	
20	0,01	1,26	
25	0,02	3,14	
30	0,02	3,77	



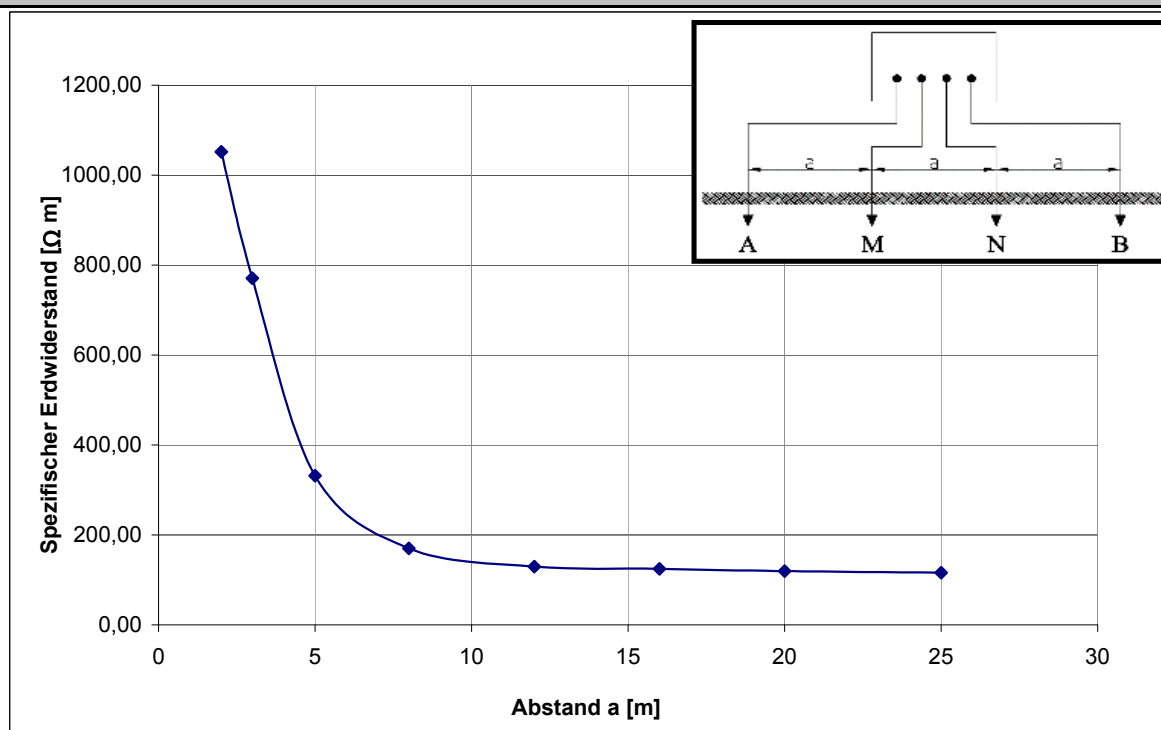
Protokoll für die Messung des <b>Spezifischen Erdwiderstandes</b> Projekt: BV 057/17 Hollenstede, Fläche 17,	Anlage: 8.2	
	Durchf.	
	Firma:	
	Anschrift:	
	Standort: WEA 2 (= WEA 17_01)	
Messgerät Typ, S/N:	Wetter:	trocken
letzte Kalibrierung:	Referenz (Koordinaten):	
Ausgeführt durch: B. Lüdke	Datum:	13.03.2017

a [m]	R [Ω]	$\rho_s = R \times 2 \times \pi \times a$ [Ωm]	Bemerkung
2	32,7	410,91	
3	13,49	254,27	
5	5,01	157,39	
8	2,19	110,08	
12	1,92	144,76	
16	0,79	79,42	
20	0,67	84,19	
25	0,51	80,11	
30	0,46	86,71	

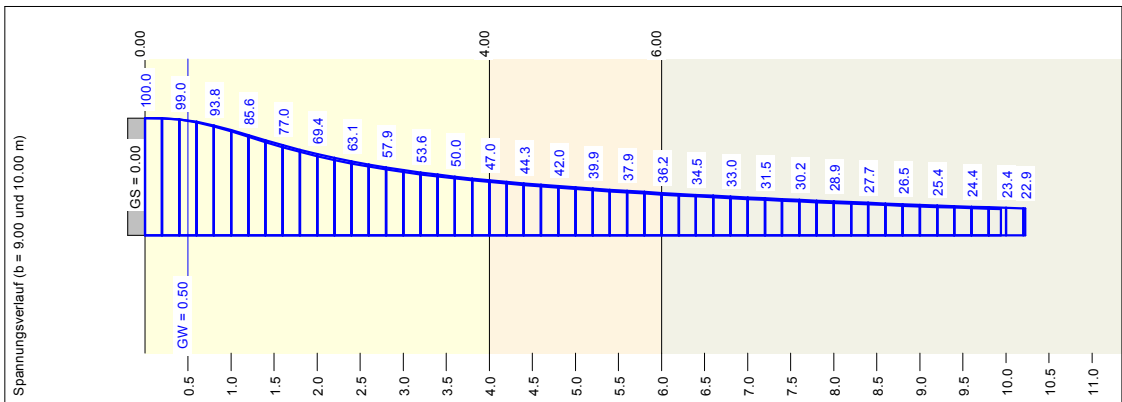
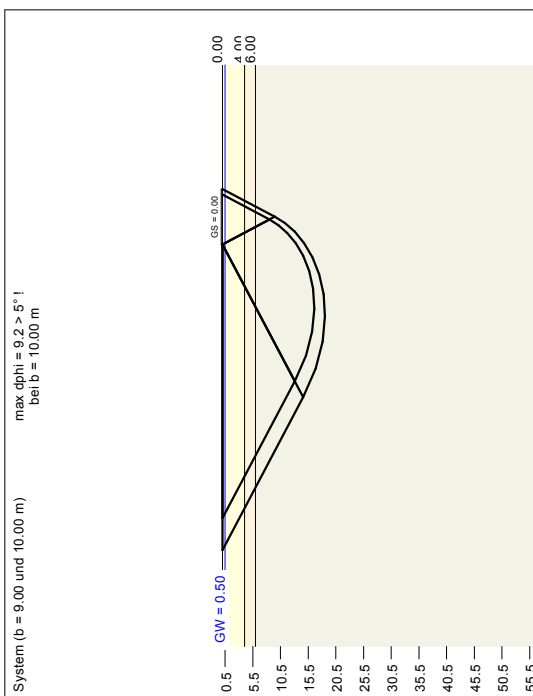


Protokoll für die Messung des  <b>Spezifischen Erdwiderstandes</b>  Projekt: BV 057/17 Hollenstede, Fläche 17,	Anlage: 8.3  Durchf. Firma:  Anschrift:  Standort: WEA 3 (= WEA 17_03)
Messgerät Typ, S/N:  letzte Kalibrierung:  Ausgeführt durch: B. Lüdke	Wetter: trocken  Referenz (Koordinaten):  Datum: 14.03.2017

a [m]	R [Ω]	$\rho_s = R \times 2 \times \pi \times a$ [Ωm]	Bemerkung
2	83,7	1051,77	
3	40,9	770,92	
5	10,55	331,43	
8	3,38	169,89	
12	1,72	129,68	
16	1,24	124,65	
20	0,95	119,38	
25	0,74	116,24	
30	0,64	120,63	

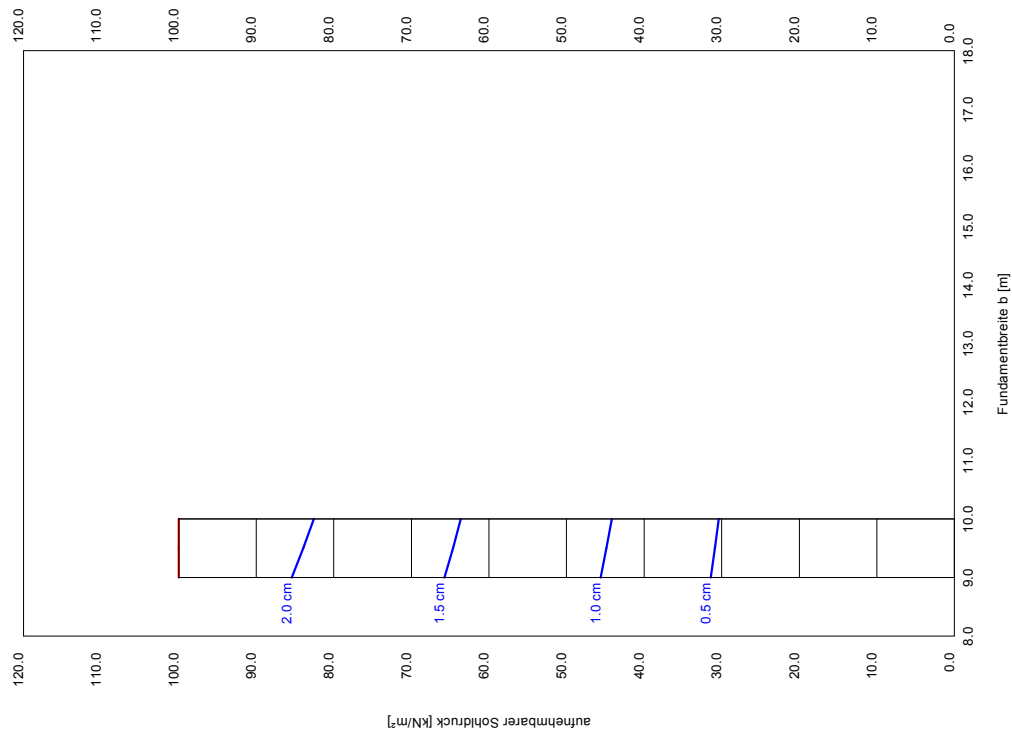


Boden	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	E <sub>s</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	v [-]	Bezeichnung
	19.0	11.0	35.0	0.0	50.0	0.00	Sand, md
	20.0	10.0	25.0	5.0	5.0	0.00	Lg. weich
	19.0	11.0	35.0	0.0	50.0	0.00	Sand, md



**Berechnungsgrundlagen:**  
 BV 057/17-Rev.01- Kranstellplatz  
 Norm: EC 7  
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
 Treisicherheitskonzept (EC 7)  
 Einzelfundament (a = 10.00 m)  
 $\gamma_{R,v} = 1.30$   
 $\gamma_G = 1.20$   
 $\gamma_Q = 1.30$

**Anteil Veränderliche Lasten = 0.500**  
 $\gamma_{(e.o)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(e.o)} = 1.250$   
 zul. sigma auf 100.00 kN/m<sup>2</sup> begrenzt  
 Grundungssohle = 0.00 m  
 Grundwasser = 0.50 m  
 Grenztiefe mit p = 20.0 %  
 Grenztaefen spannungsvariabel bestimmt  
 aufnehmbare Sohldruck



a	b	zul $\sigma$ [kN/m <sup>2</sup> ]	zul R [kN]	s	cal $\phi$ [°]	cal c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_{1/2}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\sigma'_{1/2}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	t <sub>g</sub> [m]	UK LS [m]
10.00	9.00	100.0	9000.0	2.38	34.2	0.47	11.23	0.00	9.94	16.62
10.00	9.50	100.0	9500.0	2.42	34.2	0.44	11.21	0.00	10.09	17.57
10.00	10.00	100.0	10000.0	2.47	34.2	0.42	11.20	0.00	10.22	18.53

zul  $\sigma = \sigma_{R,v} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(e.o)}) = \sigma_{R,v} / (1.30 \cdot 1.25) = \sigma_{R,v} / 1.63$   
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) = 0.50

# ANLAGE 9