

**B**üro für  
**G**eohydrologie und  
**U**mweltinformationssysteme  
**Dr. Brehm & Grünz GbR - Diplom Geologen**  
Technologiezentrum Bielefeld – Meisenstraße 96  
DE-33 607 Bielefeld

Datum: 23. Januar 2019

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

## **Numerische Simulation der hydraulischen Auswirkungen der temporären Grundwasserhaltung zur Errichtung von vier Windkraftanlagen Fläche 18, in Fürstenau, Gemarkung Hollenstede und Voltlage, Gemarkung Höckel**

**Auftraggeber:**



Windenergie Hollenstede

**Windenergie Hollenstede 18  
Planungsgesellschaft mbH  
Zur Dasslage 11  
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

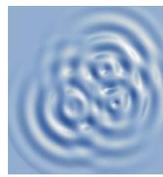
**Thomas Grünz - Diplom Geologe**

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

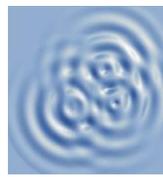
[www.bgu-geoservice.de](http://www.bgu-geoservice.de) – email: [info@bgu-geoservice.de](mailto:info@bgu-geoservice.de)



## **Inhaltsverzeichnis**

---

<b>1</b>	<b>Aufgabenstellung .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Datengrundlage .....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Ausführung der Fundamentierung.....</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Hydrologische Situation und bestehende Nutzungen .....</b>	<b>6</b>
4.1	Morphologische Verhältnisse, Gewässer und Altlasten .....	6
<b>5</b>	<b>Geologische und hydrogeologische Situation .....</b>	<b>7</b>
5.1	Geologischer Überblick .....	7
5.2	Hydrogeologische Situation und Grundwasserströmung .....	8
5.3	Grundwasserflurabstand und grundwassererfüllte Mächtigkeit.....	9
5.4	Geohydraulische Kenndaten.....	9
5.5	Grundwasserneubildung .....	10
<b>6</b>	<b>Grundwasserströmungsmodell.....</b>	<b>10</b>
<b>7</b>	<b>Auswirkungen der geplanten Wasserhaltungsmaßnahme .....</b>	<b>12</b>
7.1	Grundwasserströmungssituation .....	12
7.2	Auswirkungen auf Gewässer .....	14
7.3	Auswirkungen auf Gebäude .....	14
<b>8</b>	<b>Empfehlungen und Maßnahmen .....</b>	<b>16</b>
<b>9</b>	<b>Quellenverzeichnis .....</b>	<b>18</b>



## Abbildungsverzeichnis

---

Abb. 1:	Beispiel für den Bau eines Flachfundaments einer Windenergieanlage, /1/ .....	4
Abb. 2:	Geplante Ausführung des Flachfundaments (Zeichnung: Enercon) .....	5

## Tabellenverzeichnis

---

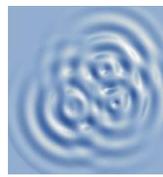
Tab. 1:	Lagekoordinaten der Windenergieanlagen (Zentroide).....	1
Tab. 2:	Ermittlung der erforderlichen Grundwasserabsenkung.....	6

## Anhang

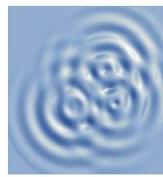
---

### Anhang 1 Pläne

Blatt 1	Übersichtskarte des Modellgebietes, Maßstab 1: 25.000
Blatt 2	Lageplan der Bohrungen und Grundwassermessstellen, Maßstab 1: 20.000
Blatt 3	Lageplan, Maßstab 1: 7.500
Blatt 4	Luftbild, Maßstab 1: 7.500
Blatt 5	Geländemodell DGM50, Maßstab 1: 20.000
Blatt 6	Geologische Übersichtskarte, Maßstab 1: 20.000
Blatt 7	Morphologie der Basis des oberen Grundwasserleiters (GWL1) in m ü. NN, Maßstab 1: 20.000
Blatt 8	Grundwassergleichenplan GWL1, Situation 02/2016 bzw. 03/2017, Maßstab 1: 20.000
Blatt 9	Grundwassergleichenplan GWL1, Situation 02/2016 bzw. 03/2017, Maßstab 1: 7.500
Blatt 10	Grundwasserflurabstand GWL1 03/2017, Maßstab 1: 7.500
Blatt 11	Grundwassererfüllte Mächtigkeit des oberen Grundwasserleiters (GWL1, 03/2016, Maßstab 1: 7.500



- Blatt 12 Mittlere Grundwasserneubildungsrate nach GROWA 06v2 (1961-1990),  
Maßstab 1: 20.000
- Blatt 13 Grundwassermodell: Modellnetz im engeren Untersuchungsgebiet,  
Maßstab 1: 10.000
- Blatt 14 Grundwassermodell: GW-Isolinien Ist-Zustand (Kalibrierung),  
Maßstab 1: 10.000
- Blatt 15 Grundwassermodell: Soll-Ist-Vergleich zwischen Konstruktion und Simula-  
tion, Differenzen in m, Maßstab 1: 10.000
- Blatt 16 Grundwassermodell: GW-Absenkung gegenüber Ist-Zustand bei bauzeitiger  
Wasserhaltung WEA 18/1, Maßstab 1: 10.000
- Blatt 17 Grundwassermodell: GW-Absenkung gegenüber Ist-Zustand bei bauzeitiger  
Wasserhaltung WEA 18/2, Maßstab 1: 10.000
- Blatt 18 Grundwassermodell: GW-Absenkung gegenüber Ist-Zustand bei bauzeitiger  
Wasserhaltung WEA 18/3, Maßstab 1: 10.000
- Blatt 19 Grundwassermodell: GW-Absenkung gegenüber Ist-Zustand bei bauzeitiger  
Wasserhaltung WEA 18/4, Maßstab 1: 10.000
- Anhang 2 Stammdaten der Grundwassermessstellen und Bohrungen im Untersu-  
chungsgebiet**
- Anhang 3 Kornverteilungsanalysen**



## 1 Aufgabenstellung

Die Windenergie Hollenstede 18 Planungsgesellschaft mbH plant die Errichtung und den Betrieb von vier Windenergieanlagen (WEA) des Typs E-138 des Herstellers Enercon in der Gemeinde Fürstenau, Gemarkung Hollenstede sowie in der angrenzenden Gemeinde Voltlage, Gemarkung Höckel im Landkreis Osnabrück. Der geplante Standort liegt etwa 2,8 km südöstlich der Ortslage von Hollenstede und rd. 5 km nordwestlich der Ortslage Voltlage. Die Landesgrenze zu NRW verläuft rd. 1,1 km südwestlich.

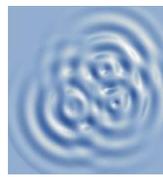
Die geplanten Anlagen sollen der Erzeugung erneuerbarer Energie dienen und folgen damit dem Ziel der niedersächsischen Landesregierung, die Nutzung einheimischer Energieträger und erneuerbarer Energien zu unterstützen. Weiterhin trägt das Projekt dem in § 1 Abs. 3 Ziffer 4 BNatSchG verankerten Naturschutzziel 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 <sup>1</sup>	UTM Nord	UTM Ost	Gemarkung	Flur	Flurstück
WEA 18/1	3411723	5815894	39,3	5814008	411682	Hollenstede	27	65 u. 66
WEA 18/2	3412033	5815772	40,0	5813886	411992	Höckel	15	54/13
WEA 18/3	3411329	5815420	40,9	5813534	411288	Hollenstede	27	91
WEA 18/4	3411665	5815322	41,0	5813436	411624	Höckel	15	50/5

<sup>1</sup> Geländehöhe bei Fundament in m NHN gemäß DGM50, Landesamt für Geoinformation und Landesentwicklung Niedersachsen LGLN



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

Mittels eines Grundwasserströmungsmodells soll bewertet werden, welche Entnahmemengen voraussichtlich für die Wasserhaltung erforderlich werden. Zudem ermöglicht die Modellierung eine Prognose der Reichweiten der damit einhergehenden Grundwasserabsenkung.

Das Büro für Geohydrologie und Umweltinformationssysteme Dr. Brehm & Grünz (BGU) wurde durch die Windenergie Hollenstede 18 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:

Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN),

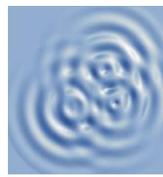
Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG)<sup>2</sup>.

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 Ermittlung von Durchlässigkeitsbeiwerten wurden an zwei Bodenproben des Standortes von WEA 18/3 Kornverteilungsanalysen durchgeführt. Die Körnungslinien gehen aus Anhang 3 hervor.

---

<sup>2</sup> NIBIS-LBEG-Kartenserver: <http://nibis.lbeg.de/cardomap3/>



- Das Digitale Geländemodell DGM50 auf Grundlage der Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung (LGLN) ist in Blatt 5 dargestellt.
- Für die zur Erstellung der Pläne in Anhang 1 erforderlichen topografischen Kartengrundlagen des LGLN wurde auf WMS-Dienste des Landes Niedersachsen zurückgegriffen.
- Für die geologische Übersichtskarte wurde der WMS-Dienst (NIBIS-LBEG-Kartenserver) des LBEG genutzt.
- Dem numerischen Strömungsmodell liegen die Grundwasserneubildungsraten nach GROWA06V2 (1961-1990) der Hydrogeologischen Karte HUEK200 des LBEG Niedersachsen zugrunde, vgl. Blatt 12 in Anhang 1.

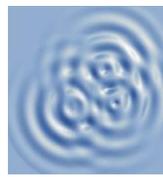
Die Strukturen des hydrogeologischen Modells beruhen i. W. auf den o. g. Informationen, aus Schichtprofilen sowie eigenen Auswertungen der geologischen und hydrogeologischen Karten des LBEG, vgl. Blatt 6. Einen Überblick über die darüber hinaus verwendeten Untersuchungsberichte gibt das Quellenverzeichnis,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

Seitens des Auftraggebers wurden ferner eine Fundamentschemazeichnung, ein Fundamentschnitt des Absenkziels 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 eines Fundamentes reicht – ohne Berücksichtigung der Sauberkeitsschicht - ca. 0,4 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 die Einbringung bis in eine Tiefe von 12,0 - 17,0 erforderlich, /4/. Zur Verhinderung einer



hydraulischen Anbindung tieferer Grundwasserstockwerke sollen die Säulen nach Angaben der Firma Enercon in der Tiefenlage eines bindigen Trennhorizontes durch den Einbau eines speziellen, stopffähigen Betons hergestellt werden.

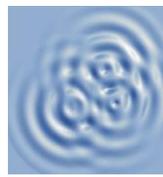
Auf den Säulen wird den Angaben des Herstellers Enercon nach grundsätzlich eine rd. 0,30 m mächtige, kompressible Einlage bzw. ein Lastverteilungspolster aus Schotter eingebaut.

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 bei anzunehmenden Grundwasserständen Grundwasserabsenkungen von 0,9 - 1,6 m erforderlich.

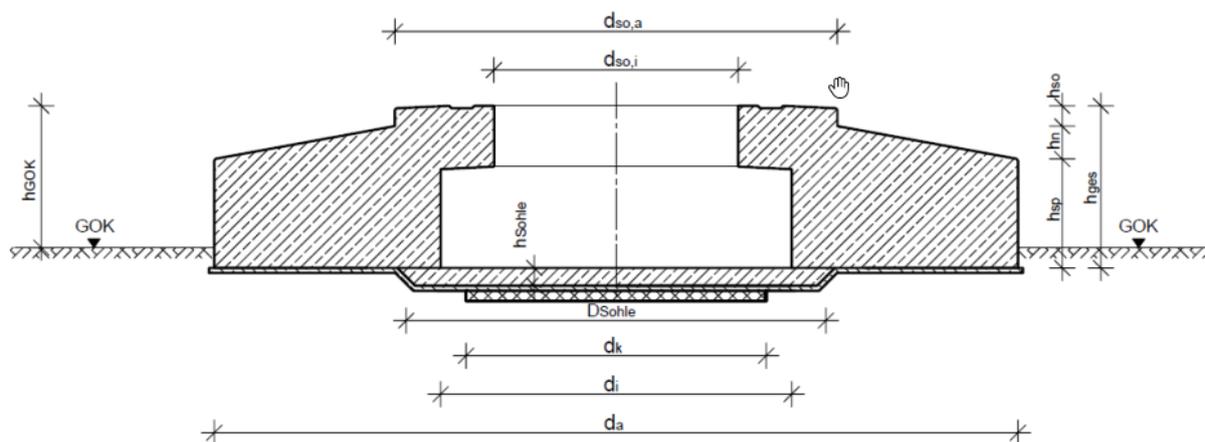
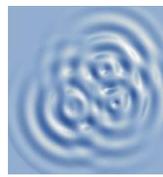


Abb. 2: Geplante Ausführung des Flachfundaments (Zeichnung: Enercon)



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 18/1	39,3	1,3	0,5	39,00	39,00	39,00	-1,50
WEA 18/2	40,0	1,3	0,5	39,80	39,20	39,80	-1,60
WEA 18/3	40,9	1,3	0,5	39,85	40,30	40,30	-1,20
WEA 18/4	41,0	1,3	0,5	40,10	40,10	40,10	-0,90

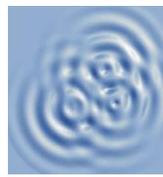
Die Grundwasserentnahme erfolgt über eine horizontal in den Untergrund gefräste Drainage oder – sofern die Bodenverhältnisse und die verfügbare Ableitung es zulassen – über vertikal eingespülte Sauglanzen.

Im Zuge der numerischen Grundwasserströmungssimulation wurde für die Baugrube – unter Berücksichtigung außenliegender Böschungen – sicherheitshalber ein 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 zwischen der nördlich verlaufenden Ahe und dem südlich verlaufenden Memedingsbach geprägt, welche in westliche Richtung entwässern. Die Ahe markiert etwas westlich über einen längeren Abschnitt die Landesgrenze zu NRW. Die Geländehöhen im engeren Untersuchungsgebiet liegen zwischen 39 und 41 m ü. NN und sind kaum morphologisch gegliedert. Das Gelände ist von zahlreichen Drainagegräben durchzogen, die der Melioration des einstigen Mooregebietes dienen. Die Bezeichnung „Wielager Moor“ zeugt noch von der früheren Vernässung und geringen Flurabständen dieses Gebietes. Im Osten wird die Morphologie im Bereich Engeln durch Höhen von über 50 m ü. NN geprägt. Kleinere Teichanlagen finden sich rd. 1 km nördlich der WEA nahe dem Pallertkanal. Eine Übersicht über die Morphologie des Untersuchungsgebietes vermittelt das Blatt 5.



Für das gesamte Projektareal sind keine hydraulisch relevanten Grundwasserentnahmen dokumentiert. Altlasten sind im Einflussbereich der Wasserhaltung ebenfalls nicht bekannt.

## **5 Geologische und hydrogeologische Situation**

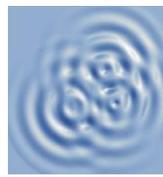
### **5.1 Geologischer Überblick**

Das Untersuchungsgebiet befindet sich den tiefliegenden Talauen der Vorfluter Ahe und Memedingsbach. Im Nordwesten wird das Gebiet durch drehte-zeitliche Sedimente der Saale-Kaltzeit geprägt.

In dem durch quartäre Sedimente gekennzeichneten Gebiet mit den nordöstlich und östlich gelegenen Hochlagen haben sich drehtezeitliche Vorschüttsande, bindige Schichten der Grundmoräne und sandig-kiesige Nachschüttsande teils oberflächennah erhalten.

Während des Weichsel-Glazials wurden die saalezeitlichen Bildungen erodiert und umgelagert. Der Untergrund in den Talauen der Ahe und des Memedingsbach des zentralen und westlichen Untersuchungsbereiches wird daher oberflächennah durch fluviatile Fein- und Mittelsande des Weichsel-Glazials geprägt, die örtlich schluffig und/ oder grobsandig sein können. Die Verbreitungsgrenze der weichselzeitlichen Sedimente ist rd. 700 - 800 m nördlich von WEA 18/1 zu verorten

In den Rammkernsondierungen des Projektareals wurden oberflächennah bis zu einer Tiefe von 3 - 4 m Fein- bis Mittelsande erbohrt. Diese gehen in feinsandige, schwach grobsandige Mittelsande über. Bindige Schichten der Grundmoräne wurden bei allen WEA-Standorten angetroffen. Dabei variiert die Tiefe von 7,9 m bei WEA 18/2 bis zu 14,4 m bei WEA 18/1. Die Grundmoräne setzt sich in der Regel aus sandigen, tonigen und kiesig-steinigen Schluffen und Tonen zusammen. Diese sind im oberen Abschnitt häufig kalkfrei und zu einem Geschiebelehm verwittert, während der untere Abschnitt kalkhaltig ist und als Geschiebemergel angesprochen wird, /4/. Darunter folgen drehtezeitliche Vorschüttsande.



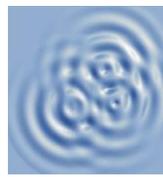
Oberflächennah sind örtlich Flugsande verbreitet, die in Form von Dünen nur lokal eine größere Mächtigkeit erreichen. In den Verebnungsflächen der Vorfluter finden sich örtlich zudem humose Bildungen und Moore des Holozäns. Das Blatt 6 in Anhang 1 gibt einen Einblick in die Geologie des Untersuchungsgebietes.

## **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 beim Bau der Fundamente 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). Grundlage der Konstruktion war eine Stichtagsmessung im Februar 2016 nordöstlich des Modellgebietes sowie Wasserstandsangaben aus den Bohraufschlüssen der WEA-Standorte, die im März 2017 erhoben worden sind, /4/. Die erbohrten Wasserstände wurden auf die Geländeoberfläche bezogen, deren Höhe aus dem DMG50-Geländemodell abgegriffen wurde. Das auf NN bezogene Grundwasserniveau ist daher nur näherungsweise für die Konstruktion eines Grundwassergleichenplans nutzbar. Im Frühjahr herrscht vorzugsweise ein mittleres bis erhöhtes Grundwasserniveau vor. 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 der Vorfluterhöhen abschätzen.

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



zu den Hauptvorflutern Ahe, Pallertkanal und Memedingsbach. Diese bilden eine nach Südwesten ausgerichtete, breite hydraulische Senke. Die Vorfluter werden von zahlreichen Gräben flankiert, welche lokal in das oberflächennahe Grundwasser einschneiden und eine Entwässerung des näheren Umfelds bewirken, erkennbar am teils engen Umbiegen der Isololien. Im Bereich der WEA 3/18 und WEA 4/18 ist eine schmale hydraulische Kuppe ausgebildet, welche mit rd. 40 m ü. NN das Niveau der umliegenden Gräben übersteigt.

Die Grundwasserfließrichtung ist an den nördlichen Standorten WEA1 und WEA2 nach Norden auf die Ahe gerichtet, während der Bereich um die WEA 4/18 durch eine zum Memedingsbach nach Süden gerichtete Fließrichtung gekennzeichnet ist. Die WEA 3/18 liegt im Bereich der Wasserscheide zwischen den beiden Vorflutern.

### **5.3 Grundwasserflurabstand und grundwassererfüllte Mächtigkeit**

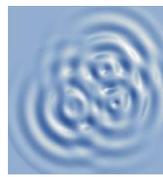
Die Konstruktion der Flurabstandskarte (Blatt 10) beruht auf der rechnerischen Verschneidung zwischen dem Geländemodell (Blatt 5) und dem für den für März 2017 konstruierten Grundwassergleichenplan des GWL1 (Blatt 9). In Anbetracht des überdurchschnittlichen Grundwasserniveaus sind die Flurabstände zum Untersuchungszeitpunkt vergleichsweise gering.

Diese liegen meist bei weniger als 1 m. Allein an der WEA 4/18 ergibt sich ein Flurabstand von wenig über 1 m. Etwas größere Flurabstände von bis zu rd. 3 m zeigen sich im Bereich der umliegenden Bebauung, wie dem nordwestlich gelegenen Hof.

Aus der Differenz aus Grundwasserstand (Blatt 9) sowie der Basis des oberen Grundwasserleiters, Blatt 7, resultiert die Grundwasser erfüllte Mächtigkeit, Blatt 11. Diese wird im Bereich der WEA maßgeblich durch eine nach Süden ausgerichtete Senke geprägt, in der eine Grundwassermächtigkeit von 10 m überschritten wird.

### **5.4 Geohydraulische Kenndaten**

Die Aufschlussbohrungen haben im oberflächennahen Bereich vorrangig Feinsande erschlossen, die zur Basis des GWL1 in Mittelsande übergehen. Zur Ermittlung eines Durchlässigkeitsbeiwertes wurden an zwei Proben der bei der WEA 3/18 ausgeführten Bohrungen



Kornverteilungsanalysen durchgeführt. Gemäß einer Auswertung nach HAZEN wurden aus der Kornverteilung folgende Durchlässigkeitsbeiwerte ( $k_f$ -Werte) berechnet, vgl. Anhang 3:

- BS3/1-6, Tiefe: 6 m  $k_f = 1,3 \cdot 10^{-4}$  m/s
- BS3/1-7, Tiefe: 7 m  $k_f = 2,0 \cdot 10^{-4}$  m/s

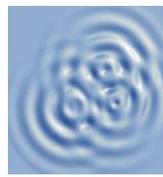
Für die Modellierung wird für die weichsel-kaltzeitlichen fluviatilen Sande ein Ausgangswert des Durchlässigkeitsbeiwertes von  $1 \cdot 10^{-4}$  m/s zugrunde gelegt. Aus Untersuchungen an vergleichbaren Flächen sind für drenthezeitliche Nachschüttsande des nordöstlichen Untersuchungsgebietes  $k_f$ -Werte in einer Größenordnung von  $1 \cdot 10^{-5}$  bis  $1 \cdot 10^{-4}$  m/s zu erwarten.

## 5.5 Grundwasserneubildung

Für das Modellgebiet wurden die Grundwasserneubildungsraten nach GROWA06V2 (1961-1990) der Hydrogeologischen Karte HUEK200 des LBEG Niedersachsen herangezogen. Danach wird das Projektgebiet durch Raten von 75 - 200 mm/a dominiert, Blatt 12. Etwas höhere Raten von mehr als 300 mm/a zeigen sich in einzelnen Kuppenlagen, die durch größere Flurabstände und eine dementsprechend bessere Versickerungseignung charakterisiert sind. Die geringen Flurabstände in den breiteren Talauen der Vorfluter lassen meist nur eine verminderte Neubildung von bis zu 125 mm/a 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. 14 km<sup>2</sup> große Gebiet reicht im Osten etwa bis zur K154, die einen Geländeanstieg zu den östlich gelegenen Kuppenlagen bei Engeln markiert. Im Norden folgt die Grenze dem Pallertkanal, der im Westen in die Ahe einmündet. Der Südwestrand folgt einem etwa parallel zur Landesgrenze verlaufenden namenlosen Graben. Die Südostgrenze quert mehrere Bäche, darunter den Wolfsbergbach und den Feldwiesenbach, welche beide nach Westen in den Memedingsbach entwässern.

Das Modellareal wurde durch ein engmaschiges Netz von finiten Dreiecks- und Viereckselementen diskretisiert, deren Lage durch Knoten vorgegeben worden war. Da sich die Wasserhaltungsmaßnahme ausschließlich auf den oberflächennahen GWL1 bezieht, wurde das numerische Modell zweidimensional eingerichtet. Bei Bedarf ist eine Erweiterung auf ein 3D-Modell möglich. Das Modellnetz besteht damit aus einer räumlichen Elementlage, deren Obergrenze durch die Geländeoberfläche und deren Untergrenze durch die Oberfläche der Grundmoräne oder eines gleichwertigen Stauers (Aquiferbasis des GWL1) begrenzt wird. Das Modellnetz des engeren Untersuchungsgebietes ist in Blatt 13 dargestellt.

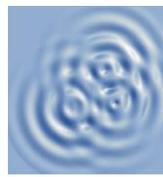
Grundlage der Netzgenerierung ist ein Strukturmodell, in dem sämtliche modellrelevanten Geometrielemente zusammengefasst worden sind (geplante Baugruben, Vorfluter). Bei der Wahl der Maschendichte wurde den steileren Gradienten im Einflussbereich des geplanten Bauwerks Rechnung getragen. Zur Modellierung wurde das Programmpaket SPRING<sup>®</sup> 4 verwendet.

Die Bäche und Gräben wurden als Leakage-Gewässer zum Ansatz gebracht. Deren Potentiale wurden aus den amtlichen Kartenwerken sowie dem Geländemodell DGM50 abgeschätzt. Für die hydraulische Anbindung der Vorfluter an den Grundwasserkörper wurde der Leakage-Faktor so gewählt, dass sich nur ein limitierter Wasseraustausch einstellen kann.

Blatt 1 und Blatt 8 geben einen Überblick über das Modellgebiet.

---

<sup>4</sup> delta-h, Benutzerhandbuch SPRING, [http://spring.delta-h.de/download/SPRING4\\_Webhilfe/SPRING.htm](http://spring.delta-h.de/download/SPRING4_Webhilfe/SPRING.htm) (abgerufen am 01.06.2017)



Nach der Zusammenstellung der Eingabedaten wurde das Modell teilautomatisiert auf den Grundwassergleichenplan vom März 2017 kalibriert. Dazu wurde die Untergrunddurchlässigkeit in einer realistischen Spannbreite variiert, bis eine gute Übereinstimmung zwischen gemessenen und berechneten Grundwasserpotenzialen erreicht wurde. Das Kalibrierergebnis für den GWL1 geht als Isolinienplan aus Blatt 14 hervor. Der Ausschnitt in Blatt 15 zeigt die Differenz zwischen berechneten und konstruierten Grundwasserpotenzialen.

Mit einer Abweichung von 0,0 - 0,2 m resultiert für die WEA 18/1, 18/3 und 18/4 eine sehr gute Übereinstimmung mit dem konstruierten Grundwasserniveau. Für WEA 18/2 resultiert eine Abweichung von +0,4 bis +0,6 m, welche auf der Wirkung der südlich verlaufenden Grundwasserkuppe beruht. Diese fällt in der Simulation etwas breiter aus als konstruiert, was auf einer etwas höheren Transmissivität dieses Bereiches beruhen dürfte. Bei höherem Grundwasserstand der Simulation ist auch der hydraulische Eingriff größer, sodass diese auf der sicheren Seite liegt.

## **7 Auswirkungen der geplanten Wasserhaltungsmaßnahme**

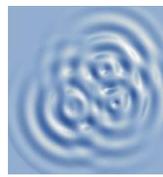
### **7.1 Grundwasserströmungssituation**

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 zugrunde gelegt, sodass durch diesen konservativen Ansatz die aus der numerischen Simulation resultierenden hydraulischen Auswirkungen alle modelltechnischen Unsicherheiten abdecken.

Die simulierte Grundwasserabsenkung im GWL1 in Anhang 1 Blatt 16 – Blatt 19 zeigt konzentrisch um die einzelnen Baugruben verlaufende Isolinien.

Gemäß den aus dem DGM50 ermittelten Geländehöhen resultieren folgende Absenkziele und Förderraten der temporären Wasserhaltung:

- WEA 18/1                      37,5 m ü. NN                      109 m<sup>3</sup>/Tag
- WEA 18/2                      38,2 m ü. NN                      235 m<sup>3</sup>/Tag



- WEA 18/3                    39,1 m ü. NN                    171 m<sup>3</sup>/Tag
- WEA 18/4                    39,2 m ü. NN                    435 m<sup>3</sup>/Tag

Die Isolinien gleicher Absenkung lassen eine ausgleichende Wirkung der Wasser führenden Vorflutgräben erkennen, während in den Kuppenlagen eine größere Reichweite resultiert. Die Förderraten der Baugruben sowie die davon ausgehenden Reichweiten der Grundwasserabsenkung variieren im Wesentlichen infolge unterschiedlich kalibrierter Durchlässigkeitsbeiwerte sowie der nach Süden zunehmenden Mächtigkeit des Aquifers.

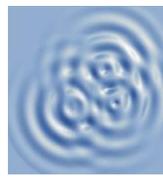
Die größte Reichweite der Absenkungsisolinie von 0,1 m wird demnach in einer Entfernung von rd. 540 - 780 m im Umfeld der WEA4 erreicht, während die Reichweite bei WEA 18/1 auf weniger als 320 m begrenzt ist.

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

Auch kann von den umliegenden Vorflutern eine stärkere Pufferung ausgehen, die im Rahmen der numerischen Modellierung aufgrund der gewählten begrenzten Leakage-Anbindung nicht im vollen Umfang nachgebildet werden kann. Sofern die Baumaßnahme bei tieferen Grundwasserständen erfolgt, als zu dem angesetzten Niveau, fallen aufgrund des dann geringeren Absenkungsbetrages auch die Reichweiten der Absenkung geringer aus als in Blatt 16 - Blatt 19 dargestellt.

Die zur Aufrechterhaltung des geplanten Absenkziels an der WEA 18/4 simulierte Grundwasserentnahme erreicht unter den gegebenen stationären Bedingungen eine rechnerische Größenordnung von rd. 5 l/s bzw. rd. 435 m<sup>3</sup>/Tag. In der Anfangsphase der Absenkung kann die Fördermenge – je nach eingesetztem Wasserhaltungsverfahren – deutlich höher sein. Tendenziell ist die Entnahmerate bei den übrigen WEA etwas geringer.

Die Ableitung des im Rahmen der Bauwasserhaltung temporär anfallenden Grundwassers in die angrenzenden Vorflutgräben ist nach derzeitiger Einschätzung als hydraulisch unproblematisch zu bewerten. Die Förderung des Grundwassers sowie dessen Einleitung in



die nächst gelegenen Vorfluter bedarf einer wasserrechtlichen Erlaubnis. Die geplanten Einleitstellen müssen durch geeignete technische Maßnahmen gegen Auswaschungen an der Sohle oder den Flanken des Grabens gesichert werden.

## **7.2 Auswirkungen auf Gewässer**

Größere Teiche sind im beeinflussten Umfeld der Wasserhaltungsmaßnahmen nicht vorhanden. Die nördlich, nahe am Pallertkanal gelegenen Fischteiche sind mit einer simulierten Grundwasserabsenkung von weniger als 0,01 m (WEA 18/1) praktisch nicht betroffen.

Das Grundwasser sollte im Vorfeld der geplanten Wasserhaltungsmaßnahme noch auf seine Eisen- und Mangankonzentration hin überprüft werden. Da das geförderte Grundwasser mit Luftsauerstoff in Kontakt kommen wird, muss sichergestellt sein, dass es bei der Einleitung des Wassers in den Vorflutgräben nicht relevanten zu Eisen- und Manganausfällungen kommen wird. Wenn das geförderte Grundwasser reduzierend und eisen- bzw. manganhaltig sein sollte, könnte es sonst an der Einleitstelle zu Verockerungen kommen.

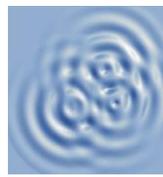
Da in den Bächen und Gräben Fische vorkommen können, sind Eisenflocken, die durch eine Ausfällung im Rahmen der Einleitung des Wassers auftreten können und in die Kiemen der Fische gelangen, in jedem Fall durch ausreichende Belüftung im Vorfeld zu vermeiden.

## **7.3 Auswirkungen auf Gebäude**

Schäden an Gebäuden können infolge einer Entwässerung setzungsempfindlicher Schichten in Erscheinung treten. Für folgende Gebäude kann unter stationären Bedingungen eine Grundwasserabsenkung von mehr als 0,25 m eintreten:

- Bruchstraße 6, Voltlage (Wasserhaltung WEA 18/4) 0,2 m

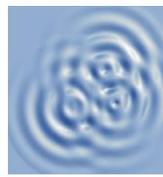
Im Bereich des genannten Gebäudes stehen gemäß der Geologischen Karte 1:25.000 weichselzeitliche Flugsande über weichselzeitlichen feinsandigen, schluffigen Mittelsanden an. Solche Sedimente wurden auch bei der WEA 18/4 erbohrt. Die rd. 200 m nordöstlich der Bruchstraße 6 liegende Bohrung HOLL 17-1, vgl. Blatt 2, zeigt eine bis 13,7 m reichende Folge aus Fein- bis Mittelsand. Die anstehenden Fein- bis Mittelsande sind hinsichtlich einer



Grundwasserabsenkung vom Grundsatz her als nicht setzungsempfindlich einzuschätzen. Torfe oder andere organische Schichten, die empfindlich auf eine Entwässerung reagieren könnten, wurden in den vorliegenden Bohrungen nicht nachgewiesen. Unabhängig von dieser generellen Aussage auf Basis der Bohrdaten im Umfeld, sind die lokalen Untergrundverhältnisse vor Ort ausschlaggebend für das tatsächliche Setzungsverhalten.

Unter Berücksichtigung einer natürlichen Grundwasserstandsschwankung – diese liegt in vergleichbaren Gebieten bei bis zu 1 m - sowie aufgrund des geringen Absenkungsbetrages sind Schäden an den genannten Gebäuden daher nicht zu erwarten. Bei sehr niedrigen Grundwasserständen – diese würden mit einer Grundwasserabsenkung in bislang nicht betroffenen Tiefenlagen einhergehen – ist auch die Wasserhaltung an den WEA deutlich reduziert, sodass auch die Reichweite der Absenkung geringer ausfällt als in der Simulation.

Eine Grundwasserabsenkung von weniger als 0,25 m ist aufgrund der verzögerten Ausweitung des Absenktrichters und der geringen Absenketräge nicht mehr relevant, sodass in größerer Entfernung liegende Gebäude nicht betroffen sind.



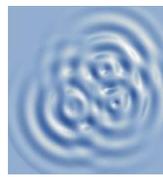
## 8 Empfehlungen und Maßnahmen

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 zu erwartende Förderrate von bis zu 700 m<sup>3</sup>/Tag (max. 30 m<sup>3</sup>/h) ausgelegt werden. Dem Ergebnis der Modellierung nach ist vorrangig an der südlichen WEA 18/4 eine erhöhte Förderrate zu erwarten, während die nördlichen Standorte tendenziell geringere Raten erwarten lassen. Im Einzelfall hängt die Förderrate jedoch stark von der 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 wird aufgrund der erhöhten erwarteten Förderrate sowie der Nähe zu den umliegenden Gebäuden empfohlen, mindestens im Bereich der WEA 18/4 eine flache Grundwassermessstelle (Tiefe ca. 5 - 6 m) zu errichten. An dieser sollte der Grundwasserstand während der Grundwasserentnahme werktäglich gelotet und dokumentiert werden. Zur Einschätzung des Ruheniveaus und der natürlichen Wasserstandsentwicklung sollte die Messung bereits mit ausreichender Vorlaufzeit (ca. 4 Wochen) im wöchentlichen Intervall aufgezeichnet werden.

Alternativ ist ein Einsatz eines Datenloggers 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 Fördermengen 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 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.

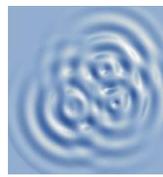
Bielefeld, den 23. Januar 2019

(Th. Grünz, Dipl.-Geol.)

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

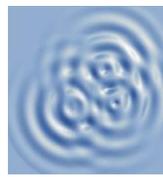
(F. Carstensen, Dipl.-Geol.)

**BGU - Büro für Geohydrologie  
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 (11.05.2017): Bauvorhaben Nr. 055/17, Neubau von vier Windkraftanlagen im Windpark Hollenstede, Fläche 18, Baugrunduntersuchung-Gründungsbeurteilung. - Eckernförde



**B**üro für  
**G**eohydrologie und  
**U**mweltinformationssysteme

**Dr. Brehm & Grünz GbR - Diplom Geologen**

Technologiezentrum Bielefeld – Meisenstraße 96

DE-33 607 Bielefeld

# Anhang 1

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

**Numerische Simulation der hydraulischen Auswirkungen  
der temporären Grundwasserhaltung zur Errichtung von vier  
Windkraftanlagen Fläche 18, in Fürstenau,  
Gemarkung Hollenstede und Voltlage, Gemarkung Höckel**

### **Pläne**

Windenergie Hollenstede 18  
 Planungsgesellschaft mbH  
 Zur Dasslage 11  
 DE-49 584 Fürstenau-Hollenstede



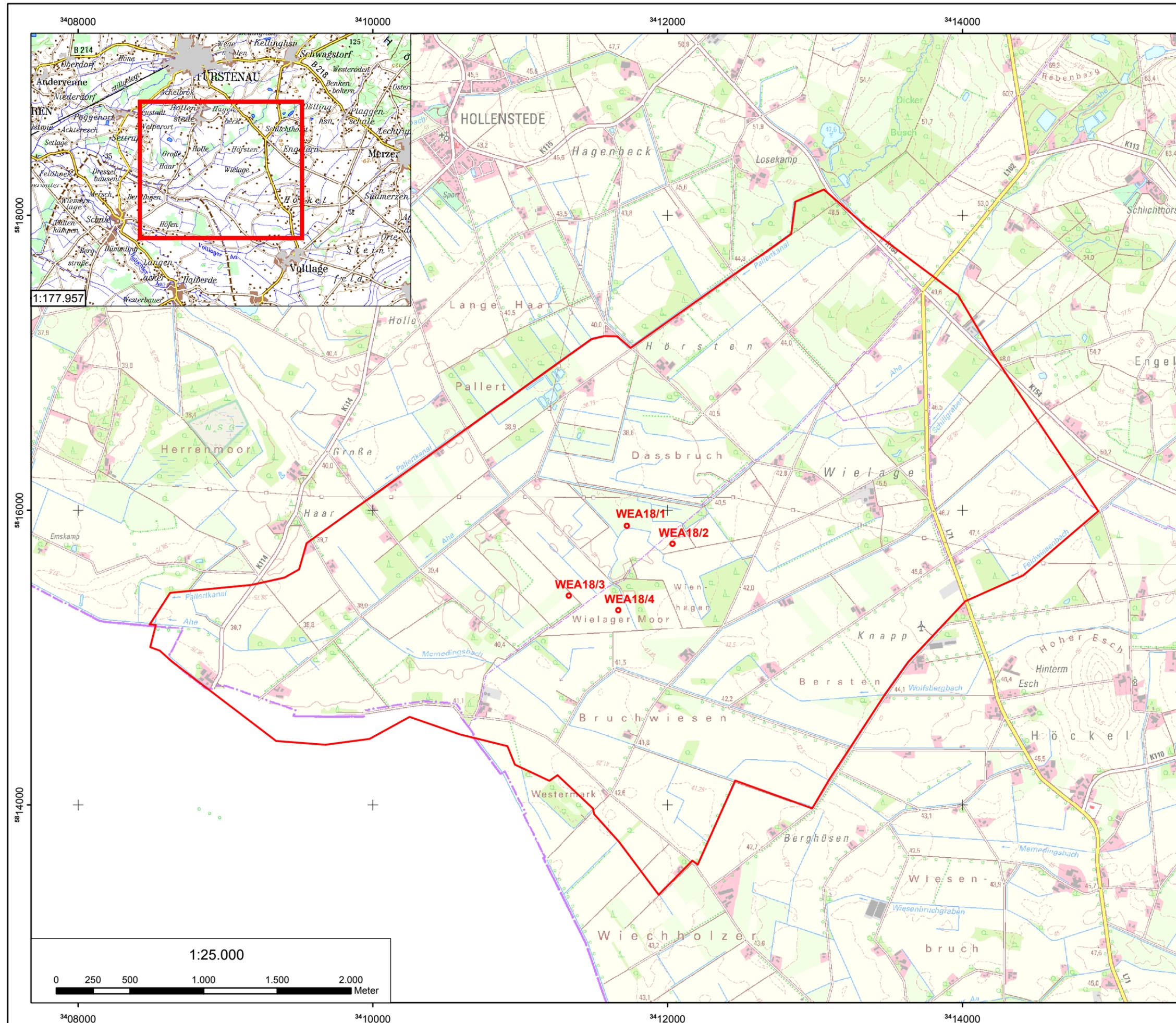
**Hydrogeologisches Gutachten  
 zum Windpark Hollenstede 18**

**Legende:**

- WEA18 Fundamente
- Modellrand

**Übersichtskarte des  
 Modellgebietes**

 **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>





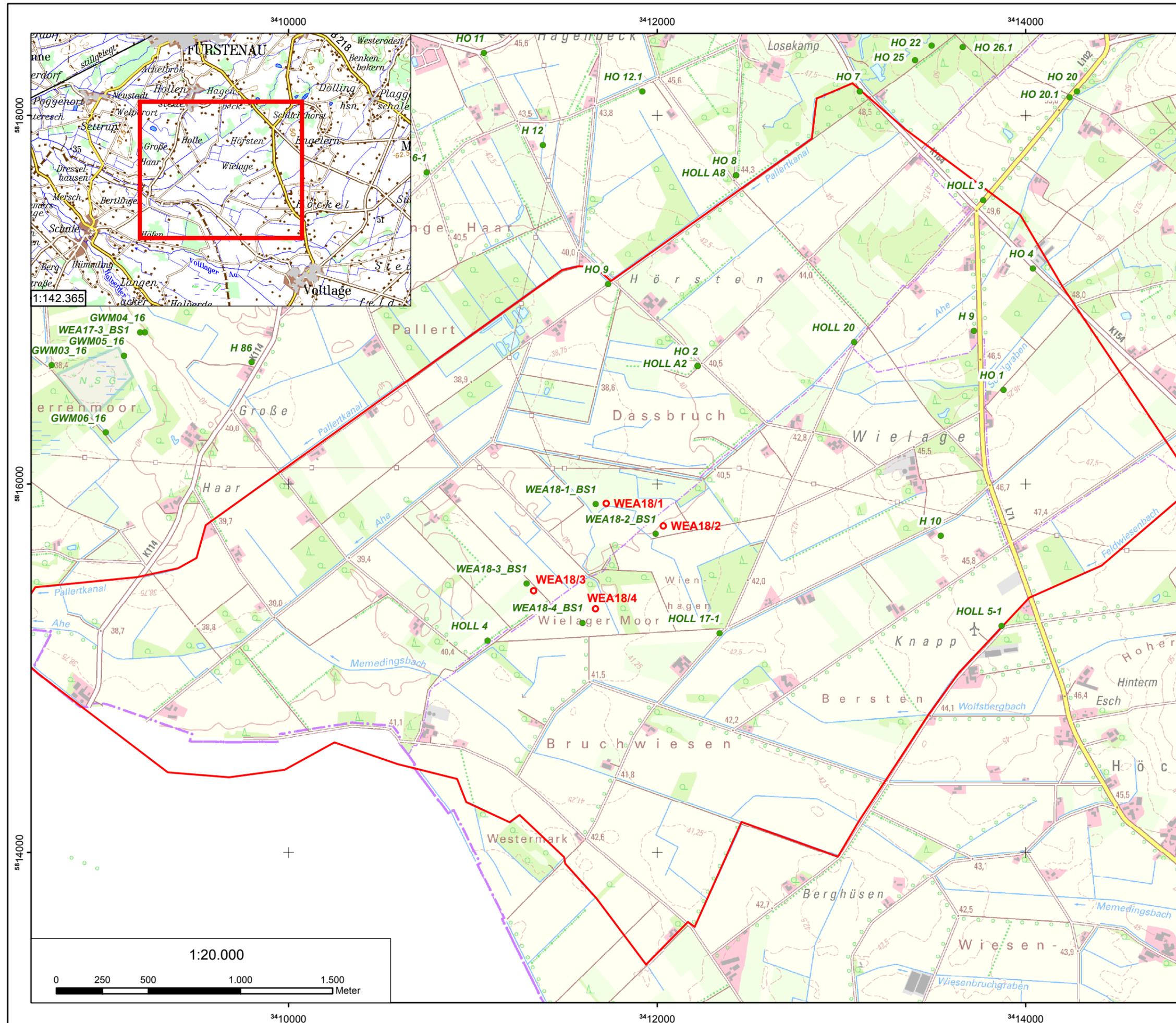
**Hydrogeologisches Gutachten  
 zum Windpark Hollenstede 18**

**Legende:**

- WEA18 Fundamente
- Bohrung
- Modellrand

**Lageplan der Bohrungen und  
 Grundwassermessstellen**

**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>

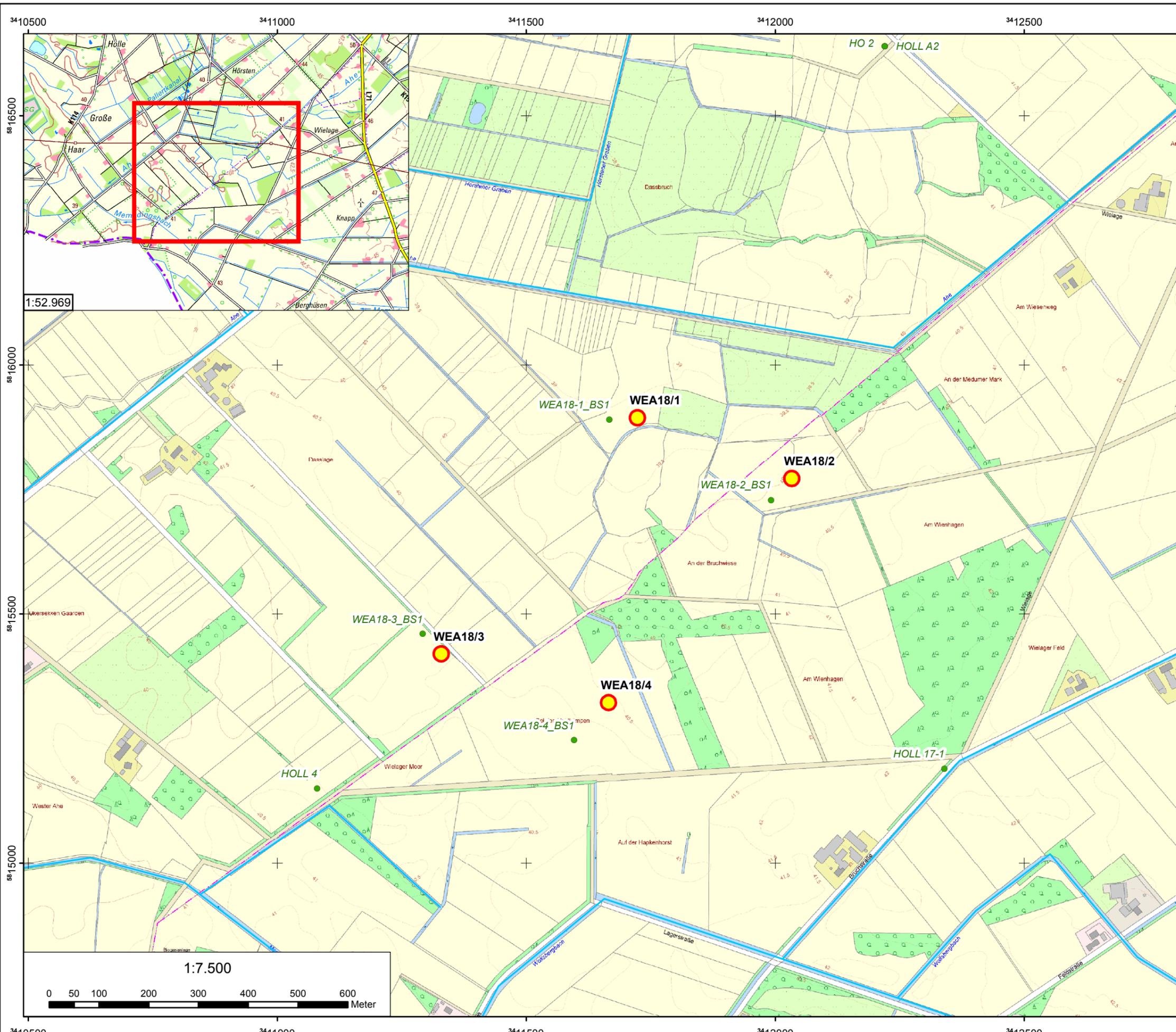




**Hydrogeologisches Gutachten  
 zum Windpark Hollenstede 18**

**Legende:**

- WEA Fundamente
- Bohrung



**Lageplan**

**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

3410500

3411000

3411500

3412000

3412500

5616500

5616000

5615500

5615000

3410500

3411000

3411500

3412000

3412500

Windenergie Hollenstede 18  
Planungsgesellschaft mbH  
Zur Dasslage 11  
DE-49 584 Fürstenau-Hollenstede



### Hydrogeologisches Gutachten zum Windpark Hollenstede 18

Legende:

 WEA Fundamente

WEA18/1

WEA18/2

WEA18/3

WEA18/4

1:7.500

0 50 100 200 300 400 500 600  
Meter

Luftbild

 **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>

Blatt 4



**Hydrogeologisches Gutachten  
 zum Windpark Hollenstede 18**

**Legende:**

- WEA18 Fundamente
- Modellrand

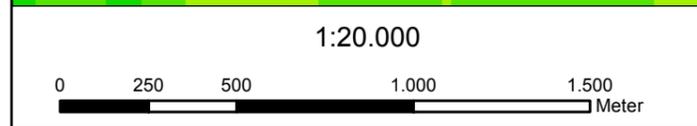
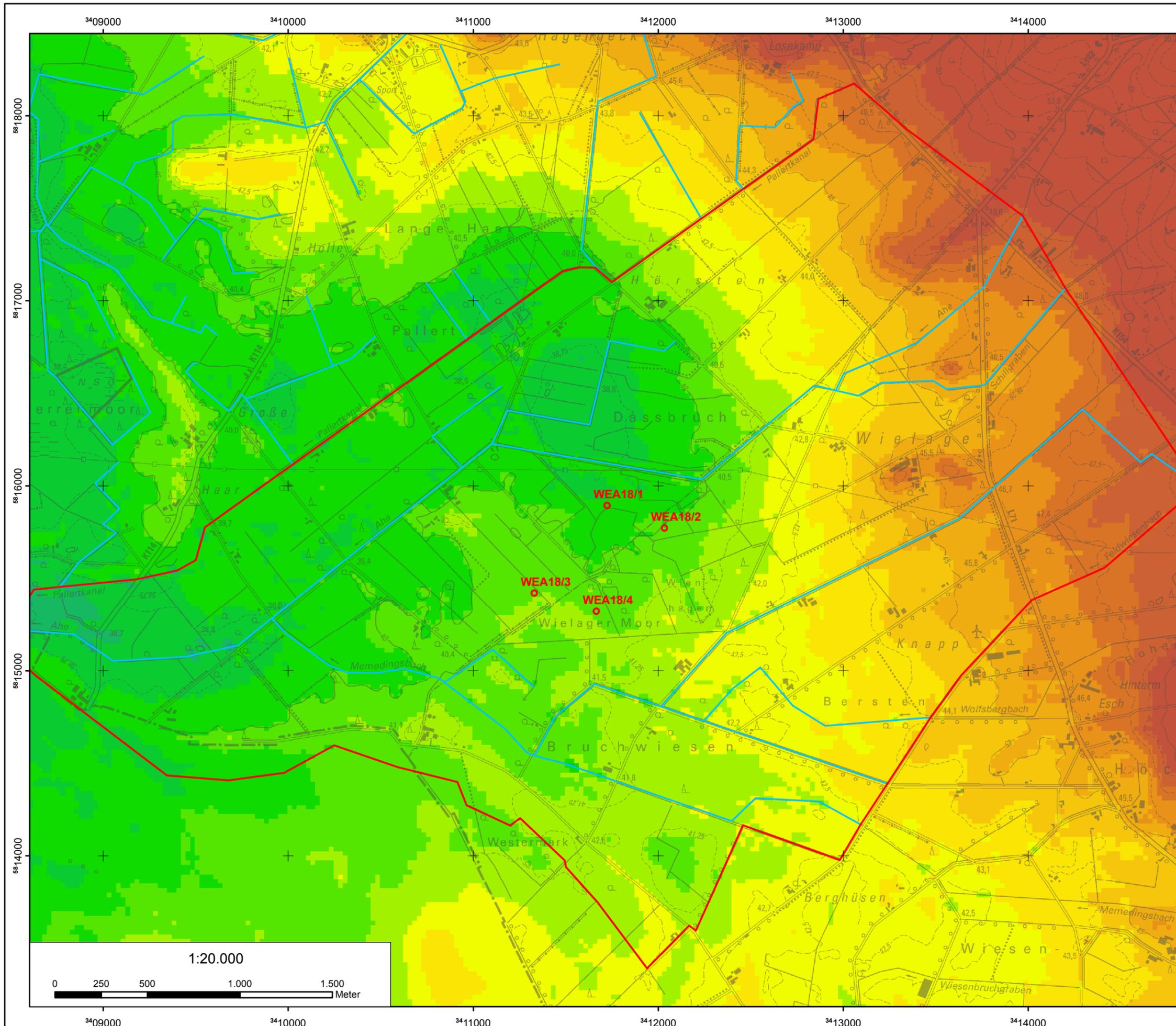
**Geländehöhen DGM50 in m ü. NN**

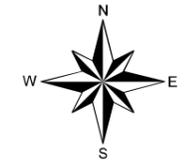
- 32,1 - 33
- 33,1 - 34
- 34,1 - 35
- 35,1 - 36
- 36,1 - 37
- 37,1 - 38
- 38,1 - 39
- 39,1 - 40
- 40,1 - 41
- 41,1 - 42
- 42,1 - 43
- 43,1 - 44
- 44,1 - 45
- 45,1 - 46
- 46,1 - 47
- 47,1 - 48
- 48,1 - 49
- 49,1 - 101,2



**Geländemodell DGM50**

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





### Hydrogeologisches Gutachten zum Windpark Hollenstede 18

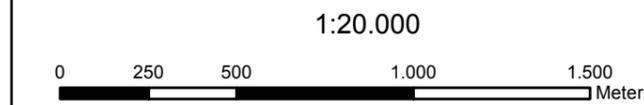
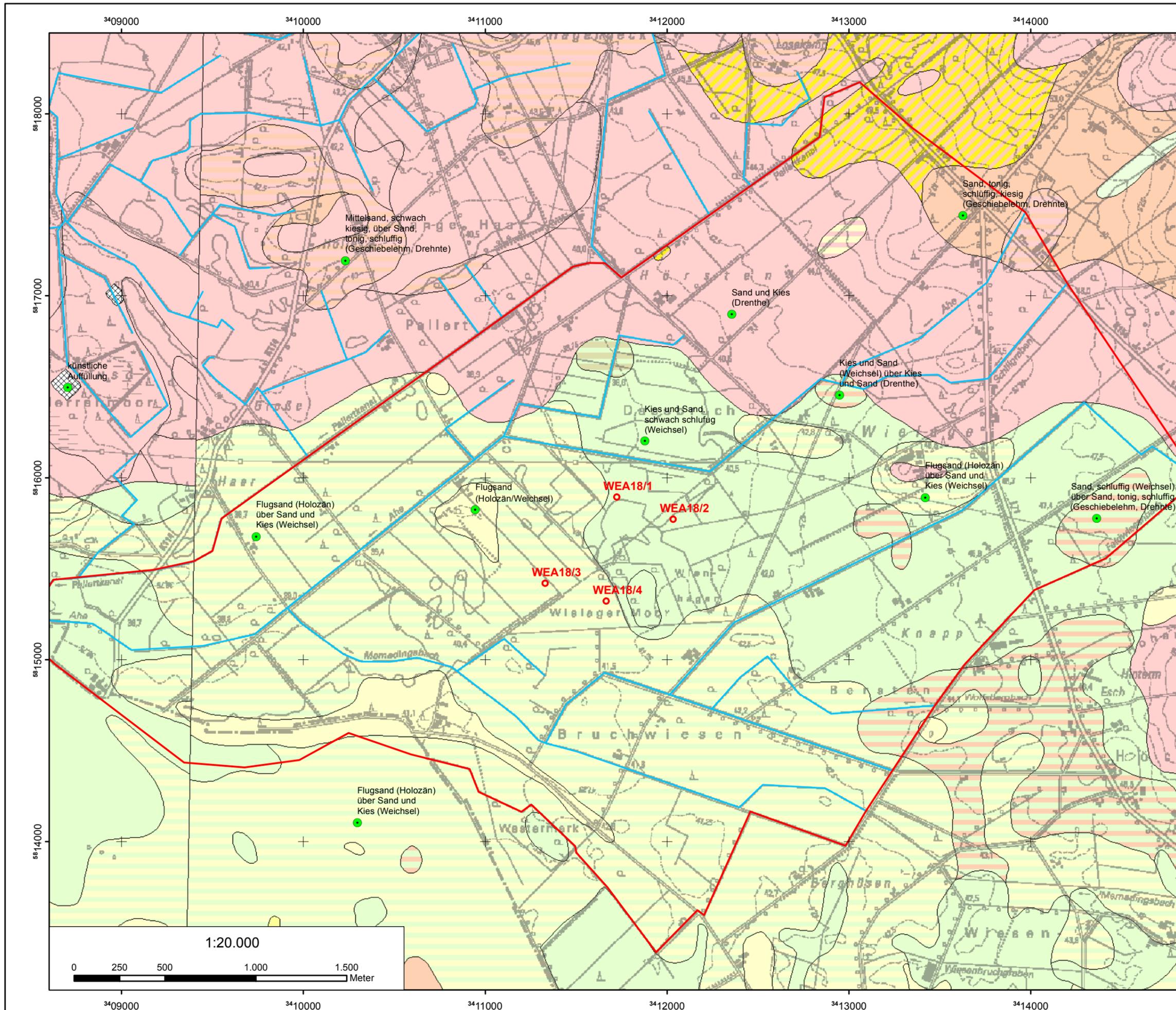
#### Legende:

- WEA18 Fundamente
- Geologie Erläuterung
- Modellrand

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

### Geologische Übersichtskarte

**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>





**Hydrogeologisches Gutachten  
 zum Windpark Hollenstede 18**

**Legende:**

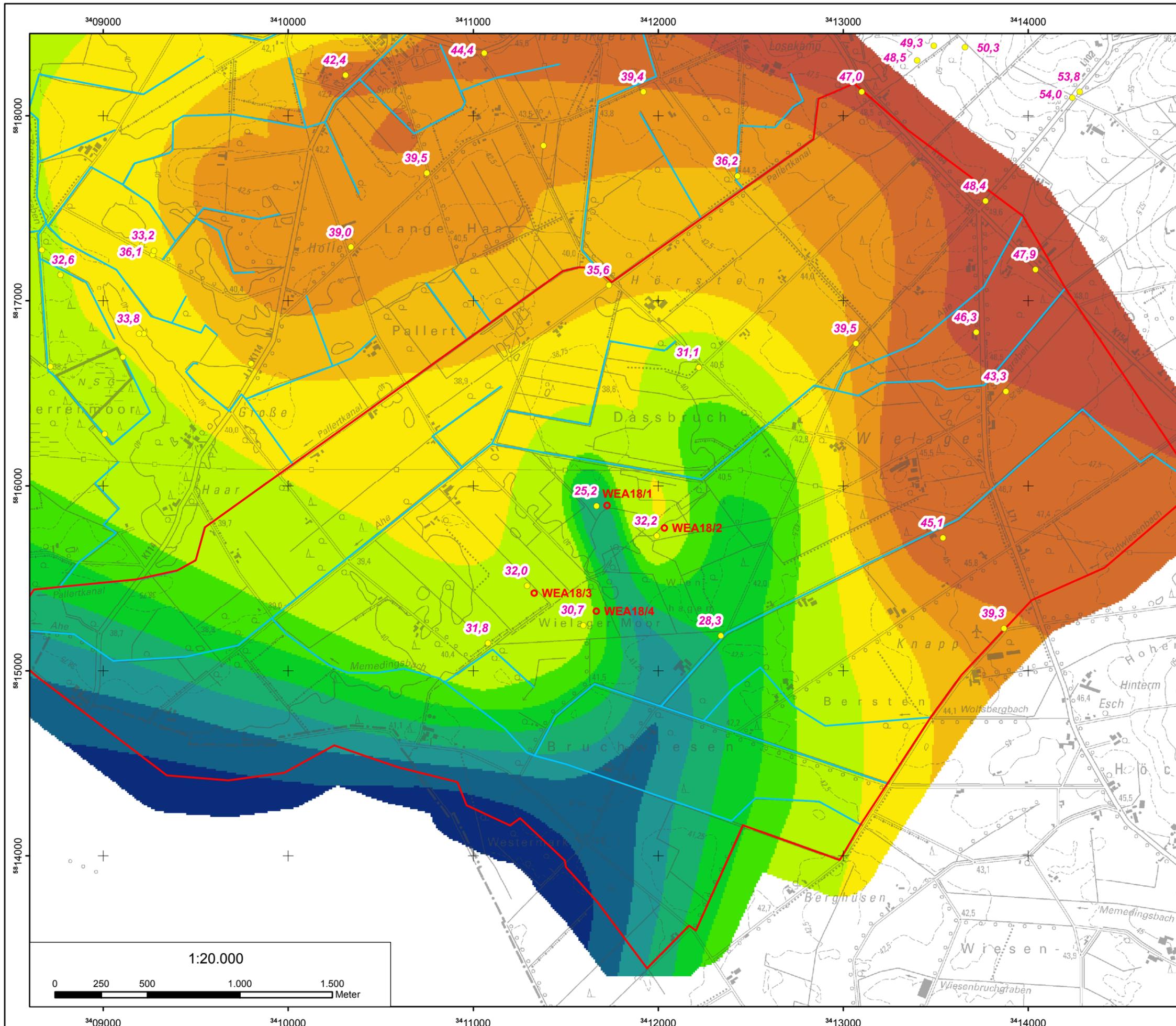
- WEA18 Fundamente
- Bohrung mit Basis GWL1 in mNN
- Modellrand

**Basis GWL1 in mNN**

- 22,85 - 25
- 25,01 - 26
- 26,01 - 27
- 27,01 - 28
- 28,01 - 29
- 29,01 - 30
- 30,01 - 32,5
- 32,51 - 35
- 35,01 - 37,5
- 37,51 - 40
- 40,01 - 45
- 45,01 - 49,85

**Basis des oberen  
 Grundwasserleiters in m ü. NN**

 **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>





**Hydrogeologisches Gutachten  
 zum Windpark Hollenstede 18**

**Legende:**

- WEA18 Fundamente
- Wst. 16.02.2016 und 03/2017 in mNN

**Isolinien GWL1 03/2017 in mNN**

- 5 m-Isolinie
- 1 m-Isolinie
- 0,5 m-Isolinie
- 0,25 m-Isolinie

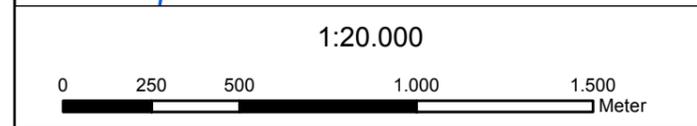
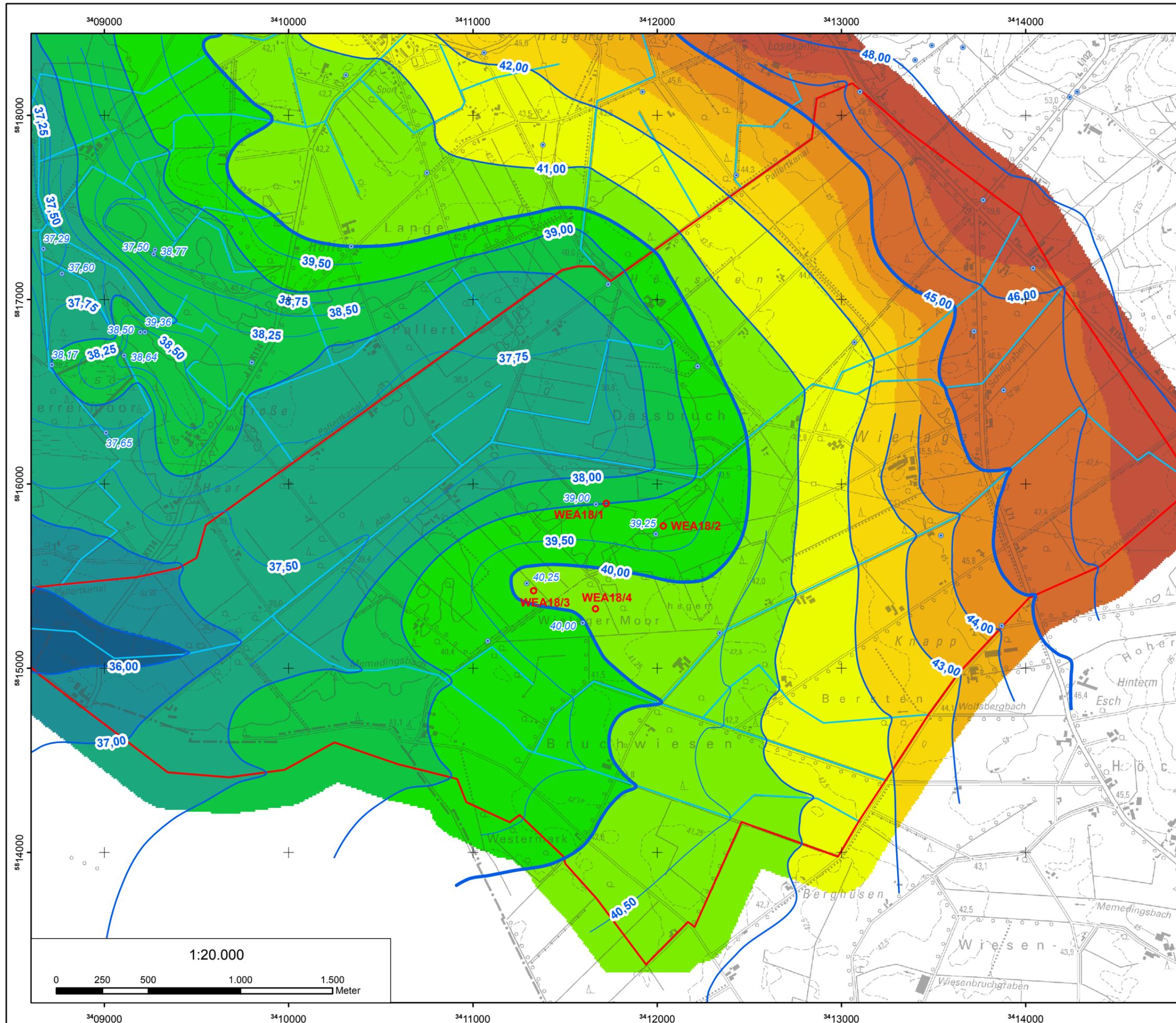
- Modellrand

**GW-Stand 02/2016 u. 03/2017 in mNN**

- 33,4 - 35,0
- 35,1 - 36,0
- 36,1 - 37,0
- 37,1 - 38,0
- 38,1 - 39,0
- 39,1 - 40,0
- 40,1 - 41,0
- 41,1 - 42,0
- 42,1 - 43,0
- 43,1 - 44,0
- 44,1 - 45,0
- 45,1 - 46,5
- 46,6 - 48,9

**Grundwassergleichenplan  
 GWL1, Situation 02/2016 /  
 03/2017**

**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>





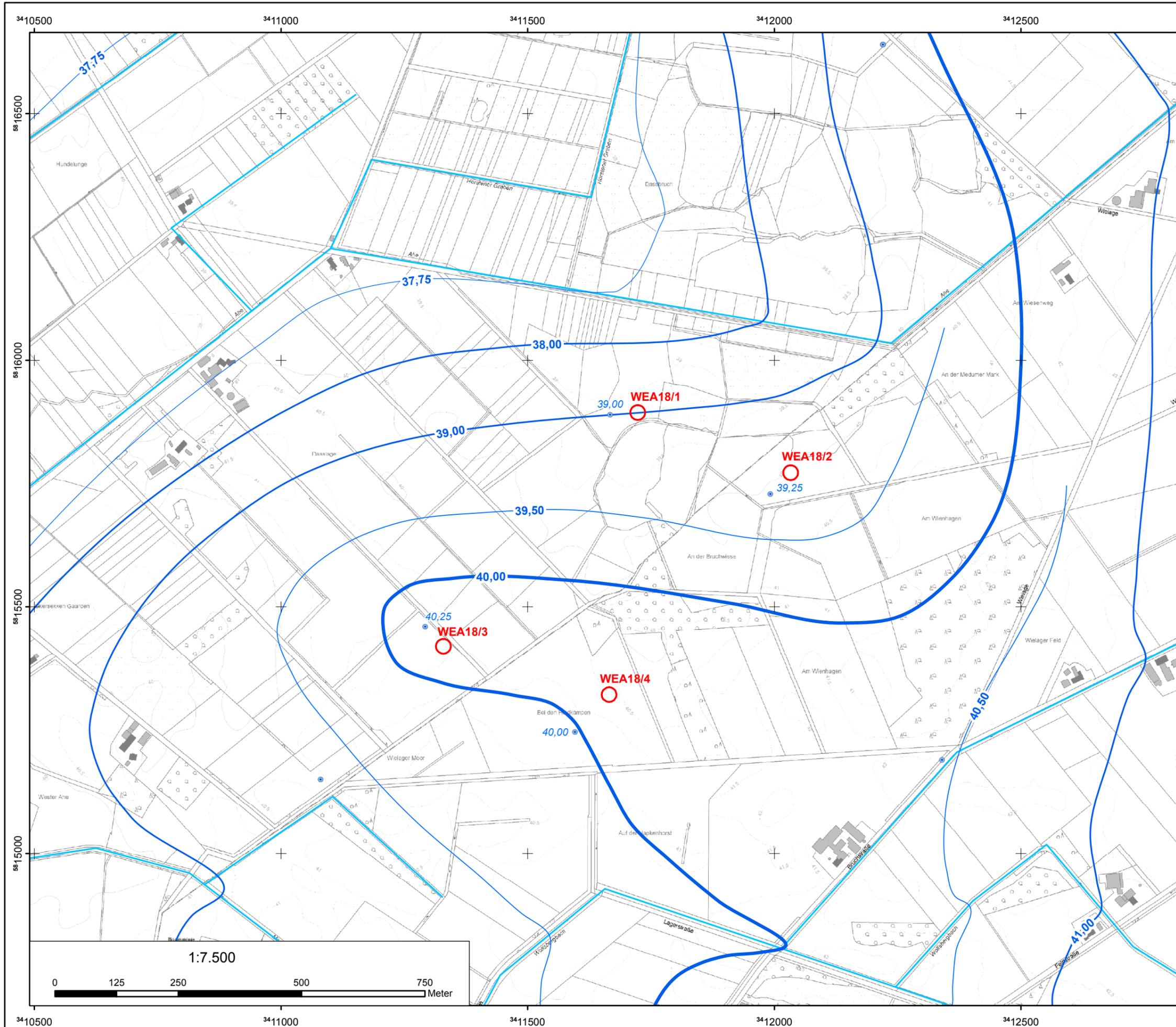
**Hydrogeologisches Gutachten  
 zum Windpark Hollenstede 18**

**Legende:**

- WEA18 Fundamente
- Wst. 16.02.2016 und 03/2017 in mNN

**Isolinien GWL1 03/2017 in mNN**

- 5 m-Isolinie
- 1 m-Isolinie
- 0,5 m-Isolinie
- 0,25 m-Isolinie



**Grundwassergleichenplan  
 GWL1, Situation 02/2016 /  
 03/2017**

**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>

Windenergie Hollenstede 18  
 Planungsgesellschaft mbH  
 Zur Dasslage 11  
 DE-49 584 Fürstenau-Hollenstede



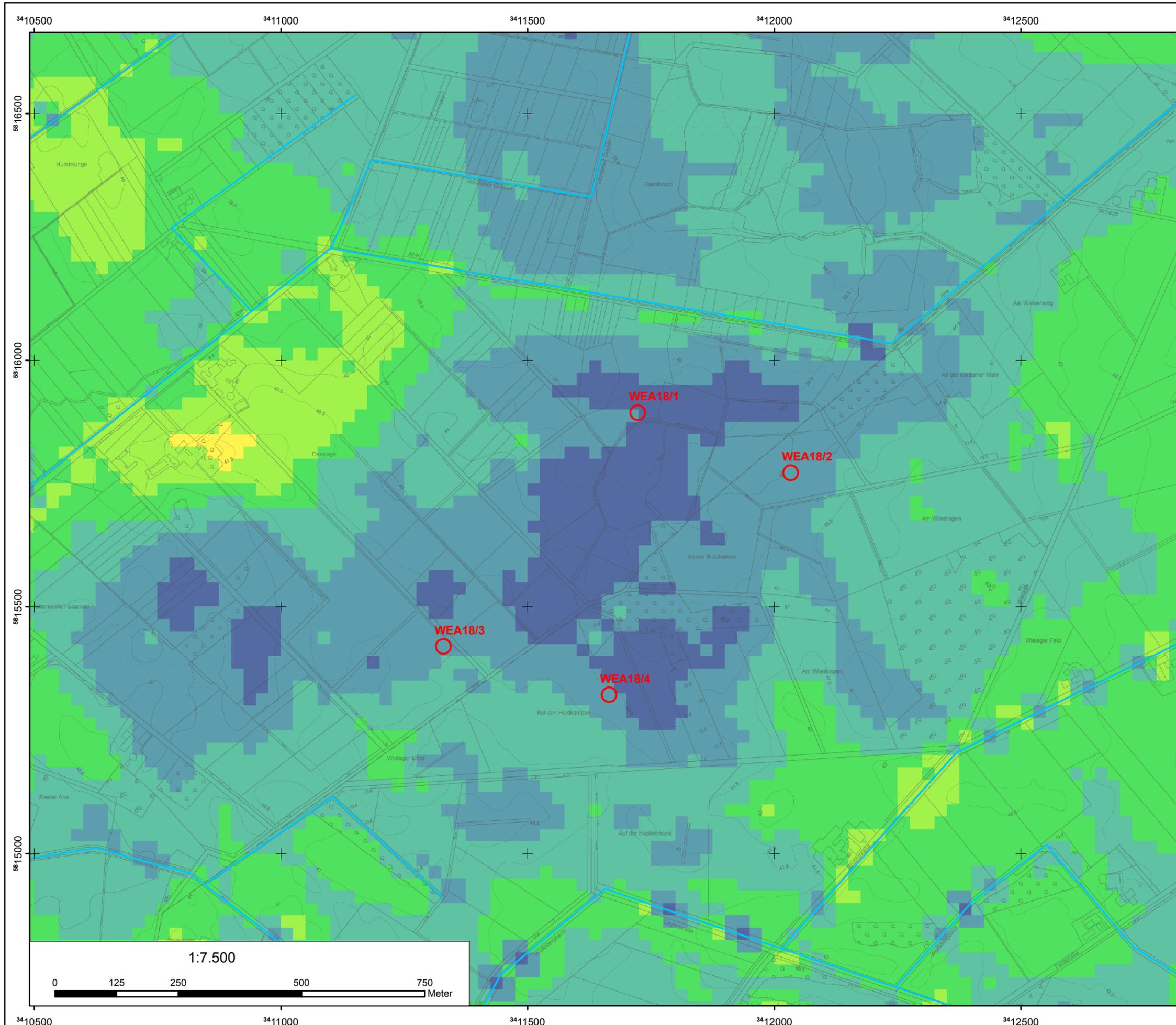
**Hydrogeologisches Gutachten  
 zum Windpark Hollenstede 18**

**Legende:**

- WEA18 Fundamente
- GW-Flurabstand 03/2017 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  
 03/2017**

 **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>





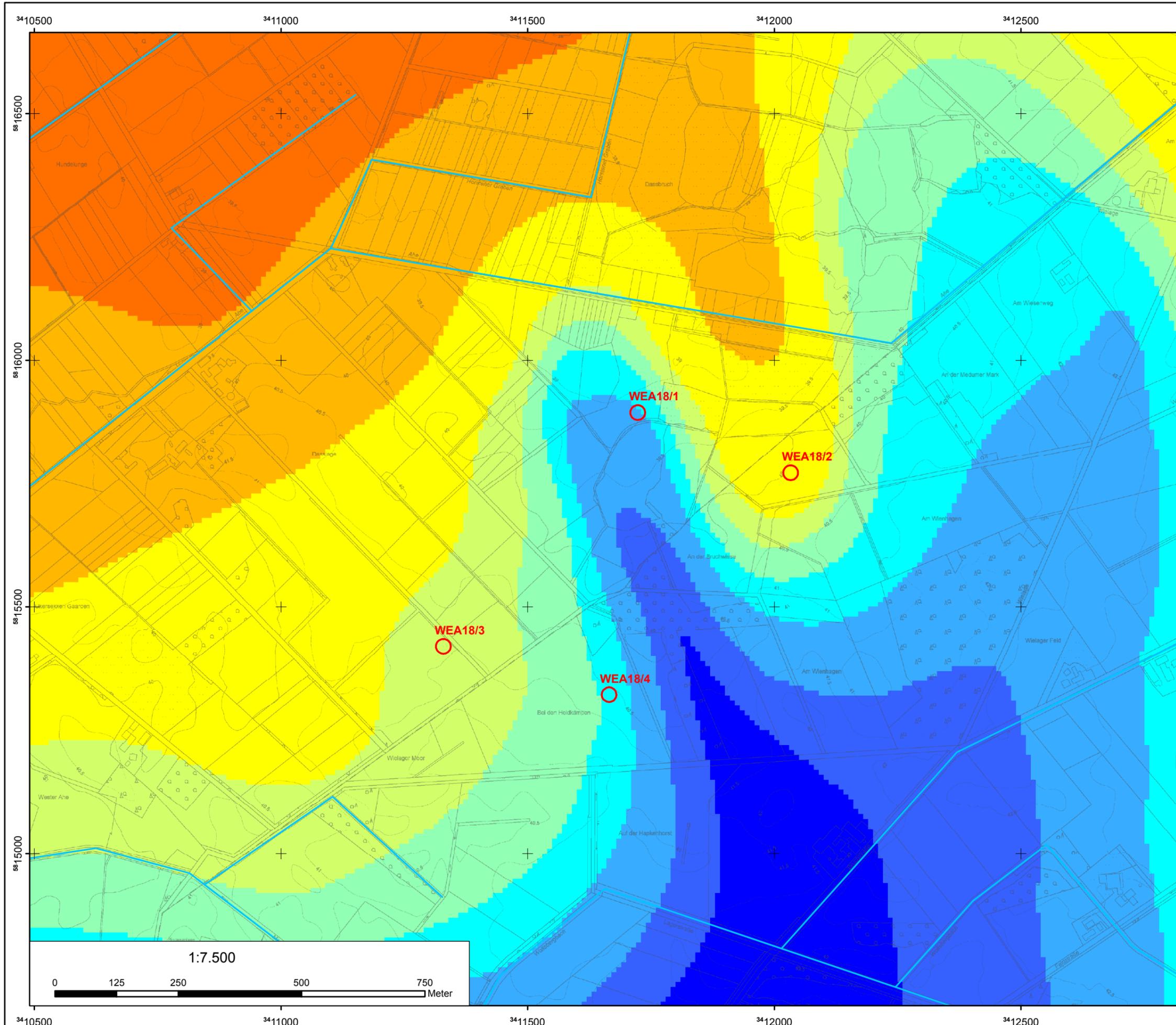
**Hydrogeologisches Gutachten  
 zum Windpark Hollenstede 18**

**Legende:**

- WEA18 Fundamente
- GW-erf. Mächtigkeit GWL1 in m**
- < 2
- 2,1 - 4
- 4,1 - 6
- 6,1 - 8
- 8,1 - 9
- 9,1 - 10
- 10,1 - 11
- 11,1 - 12
- 12,1 - 13
- 13,1 - 16

**Grundwassererfüllte  
 Mächtigkeit 03/2017**

 **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>





**Hydrogeologisches Gutachten  
 zum Windpark Hollenstede 18**

**Legende:**

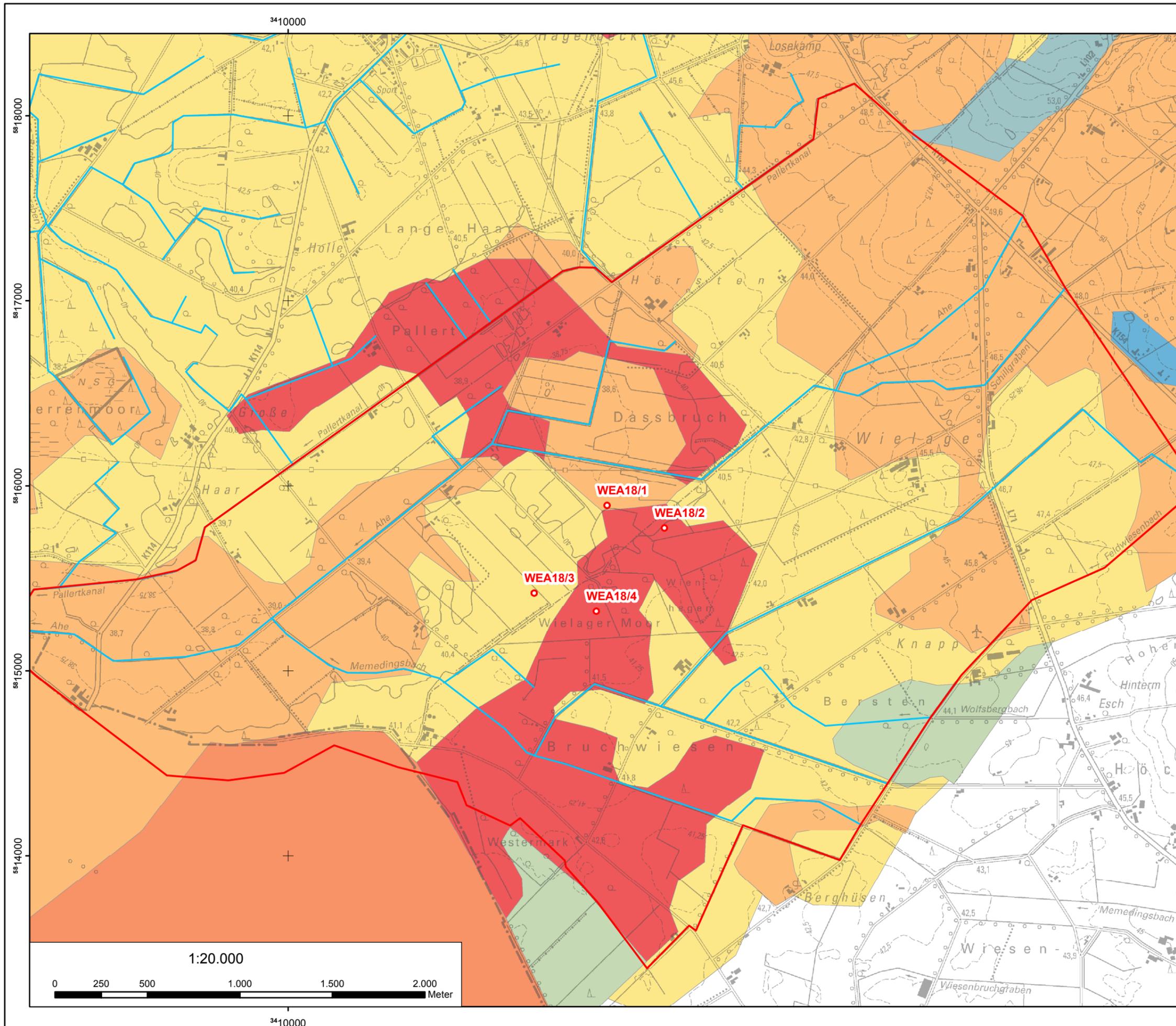
- WEA18 Fundamente
- Modellrand

**GWNB Grows06V2 (1961-90) in mm/a**

- 75
- 100
- 125
- 175
- 225
- 275
- 325
- 375

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

 **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>



1:20.000





### Hydrogeologisches Gutachten zum Windpark Hollenstede 18

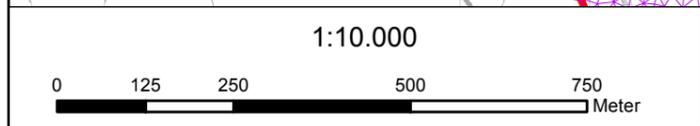
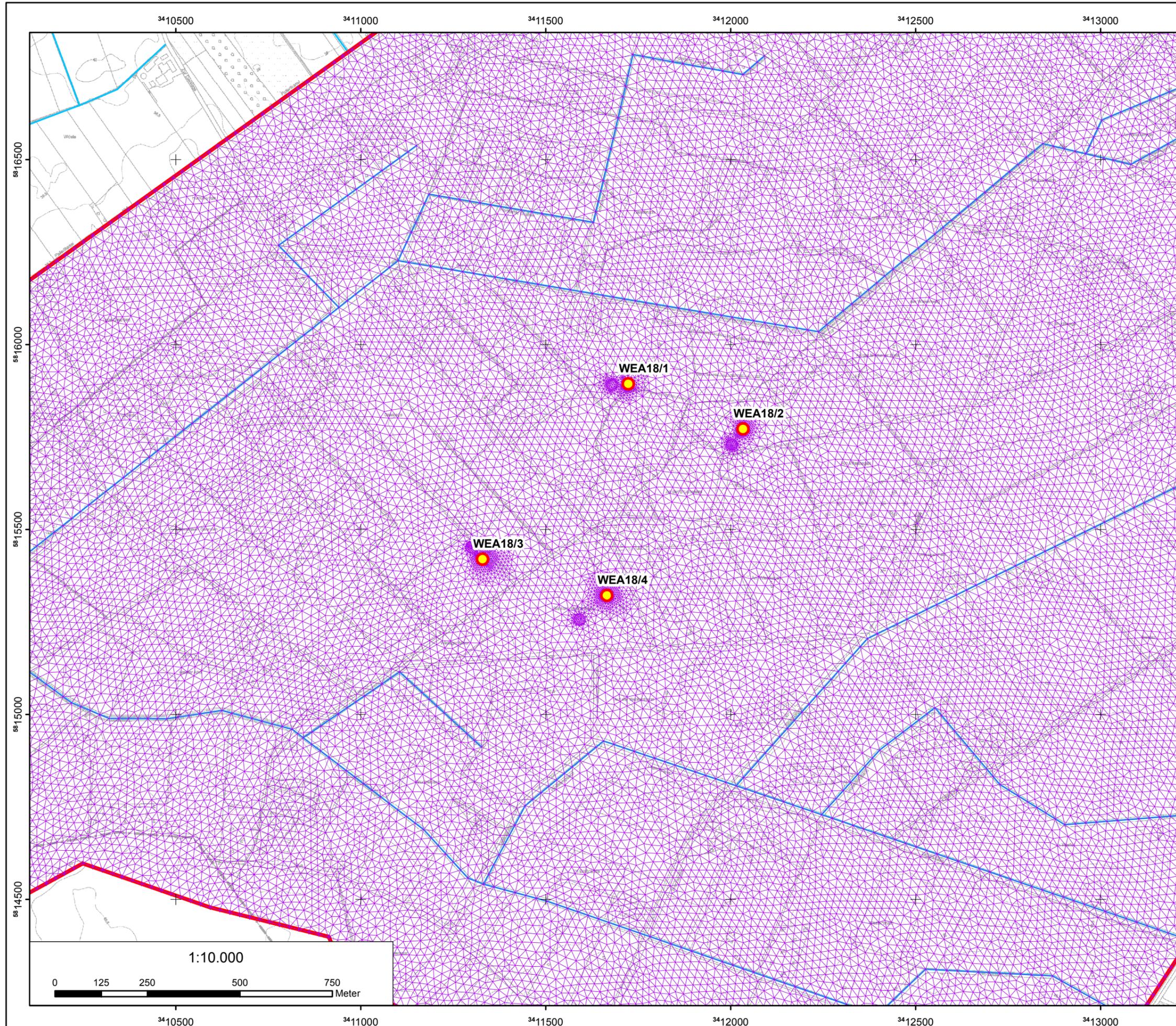
**Legende:**

-  WEA Fundamente
-  Modellnetz
-  Modellrand (Fläche 18)

### Modellnetz



**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>

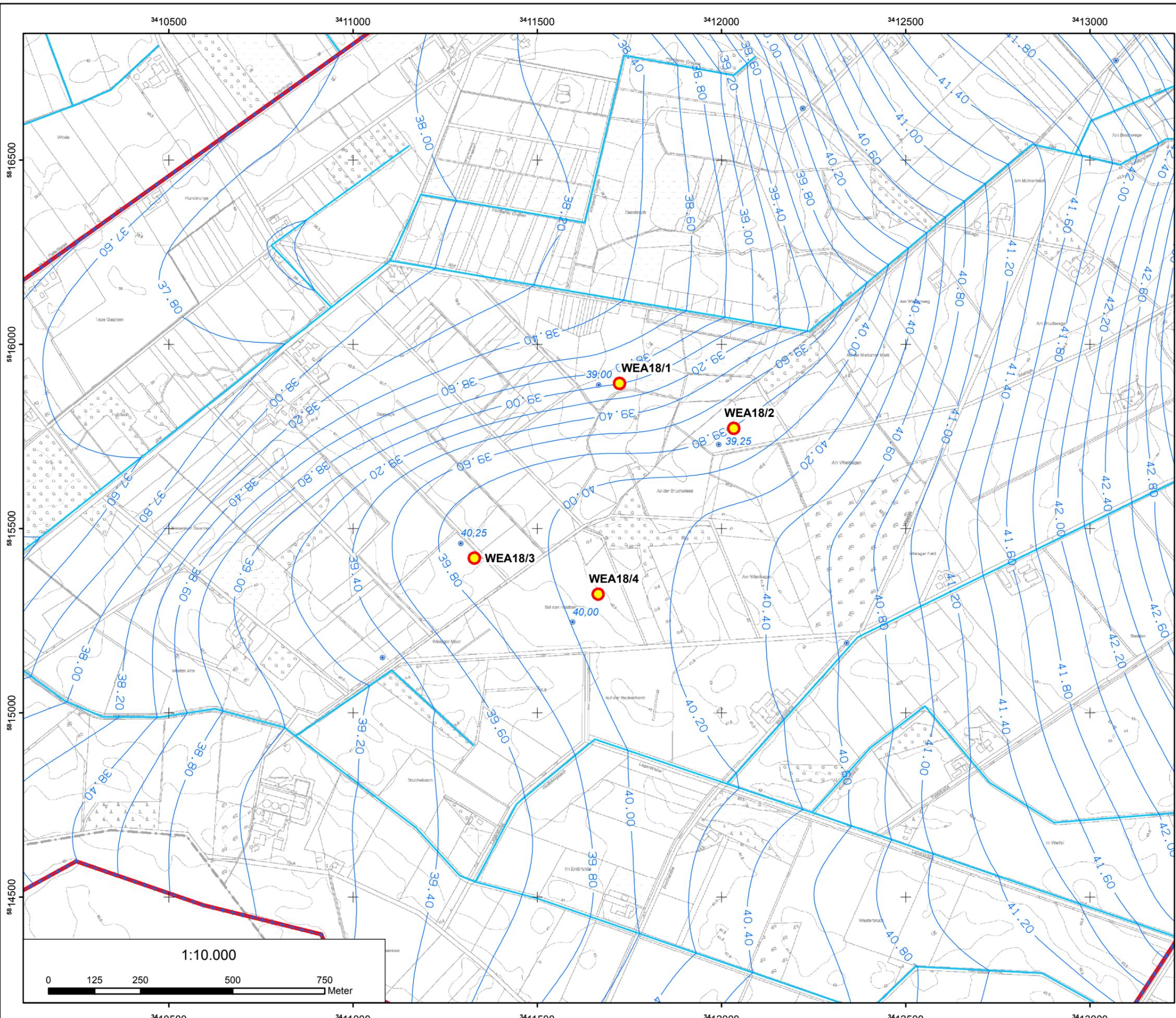




**Hydrogeologisches Gutachten  
 zum Windpark Hollenstede 18**

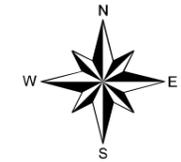
**Legende:**

- WEA Fundamente
- Wst. 16.02.2016 und 03/2017 in mNN
- GW-Isolinien Kalibriersituation in mNN
- Modellrand (Fläche 18)



**Grundwassermodell:  
 GW-Isolinien Ist-Zustand**

**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>



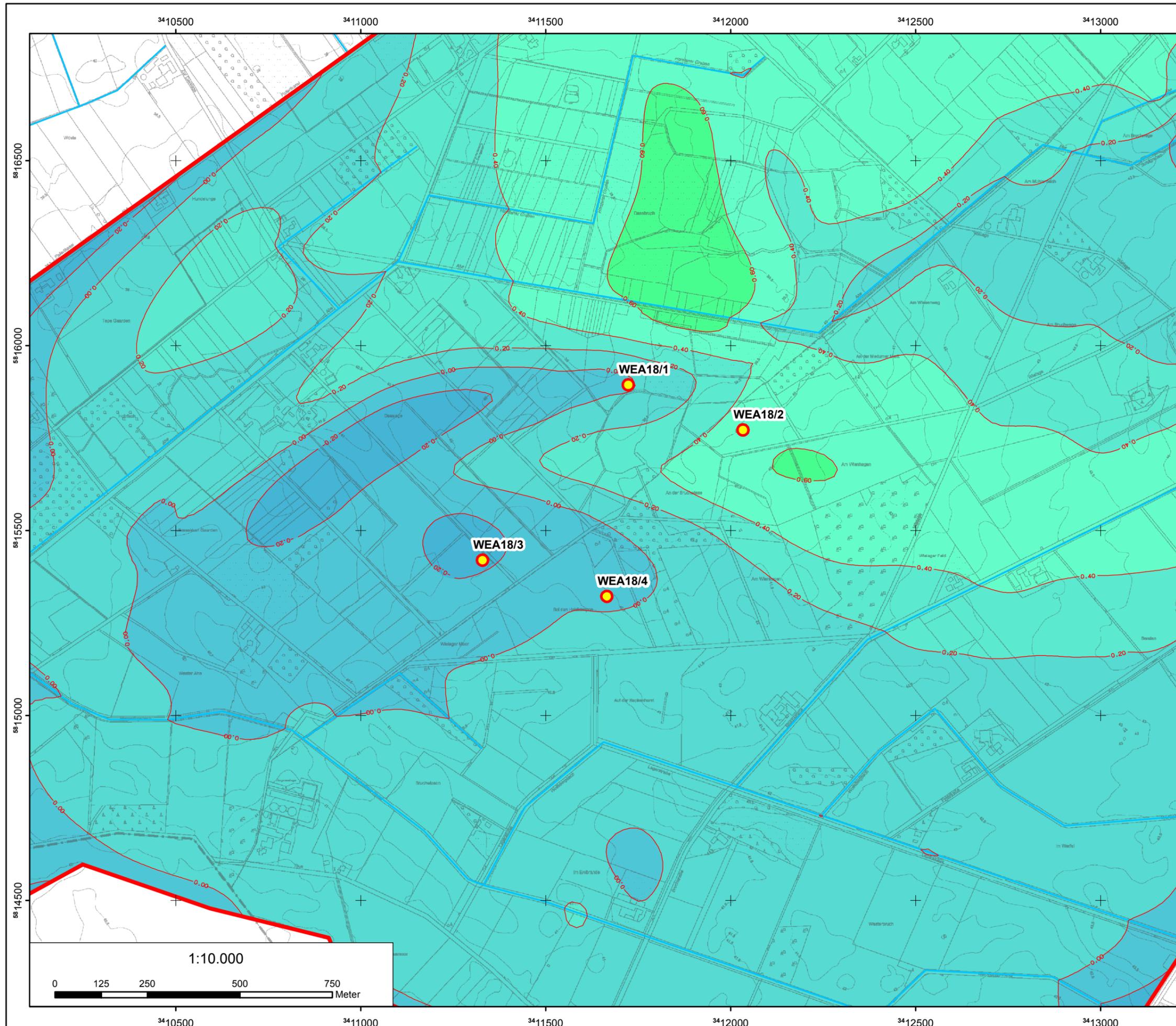
**Hydrogeologisches Gutachten  
 zum Windpark Hollenstede 18**

**Legende:**

-  WEA Fundamente
-  Soll-Ist-Vergleich in m
-  Modellrand (Fläche 18)

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





**Hydrogeologisches Gutachten  
 zum Windpark Hollenstede 18**

**Legende:**

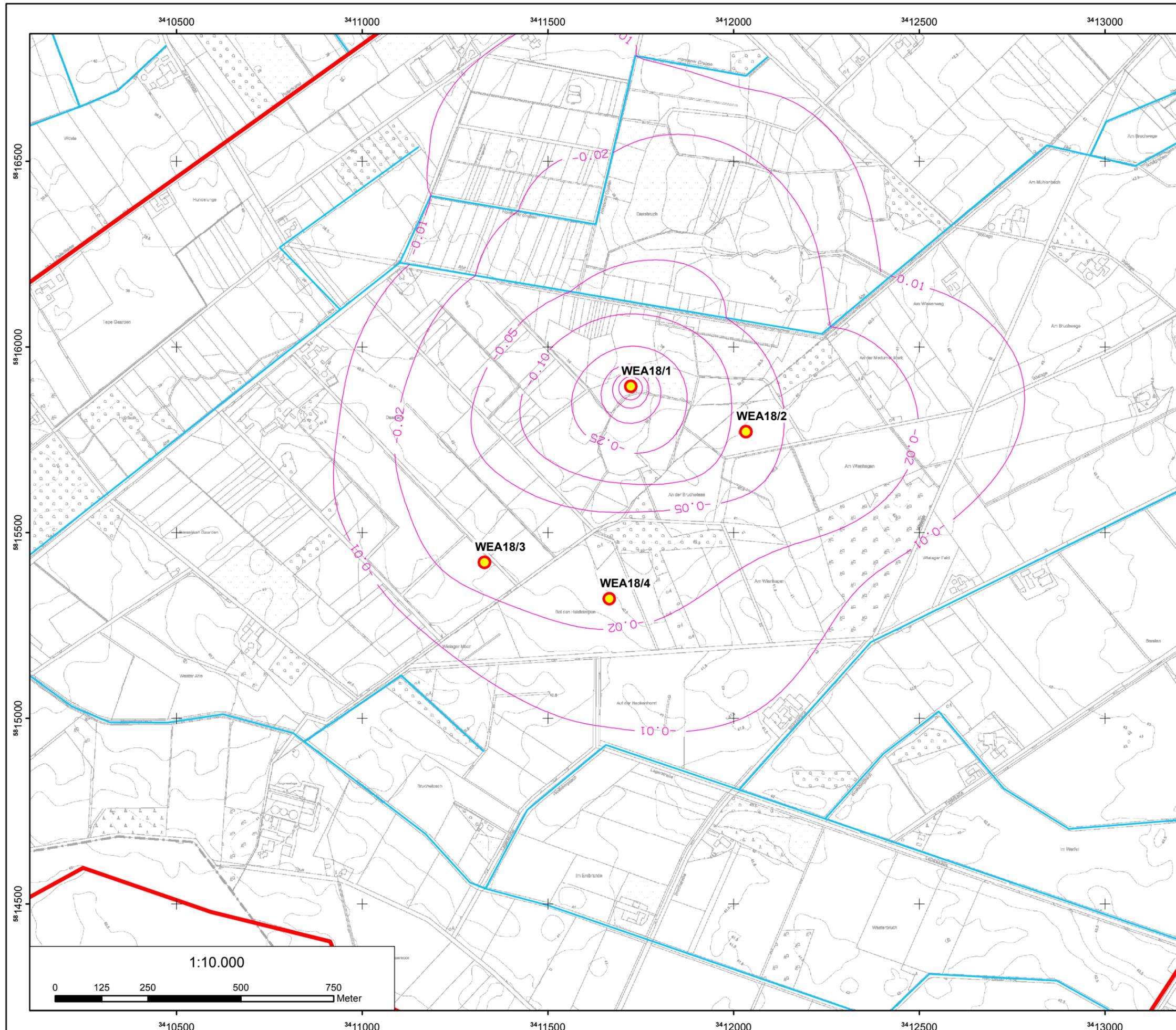
-  WEA Fundamente
-  GW-Absenkung WEA18/1 in m
-  Modellrand (Fläche 18)

Absenkziel WEA18/1:  
 1,80 m u. GOK  
 37,5 m ü. NN

Förderrate: 109 m<sup>3</sup>/Tag

**Grundwassermodell:  
 GW-Absenkung gegenüber  
 Ist-Zustand bei bauzeitiger  
 Wasserhaltung (WEA18/1)**

 **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>





**Hydrogeologisches Gutachten  
zum Windpark Hollenstede 18**

**Legende:**

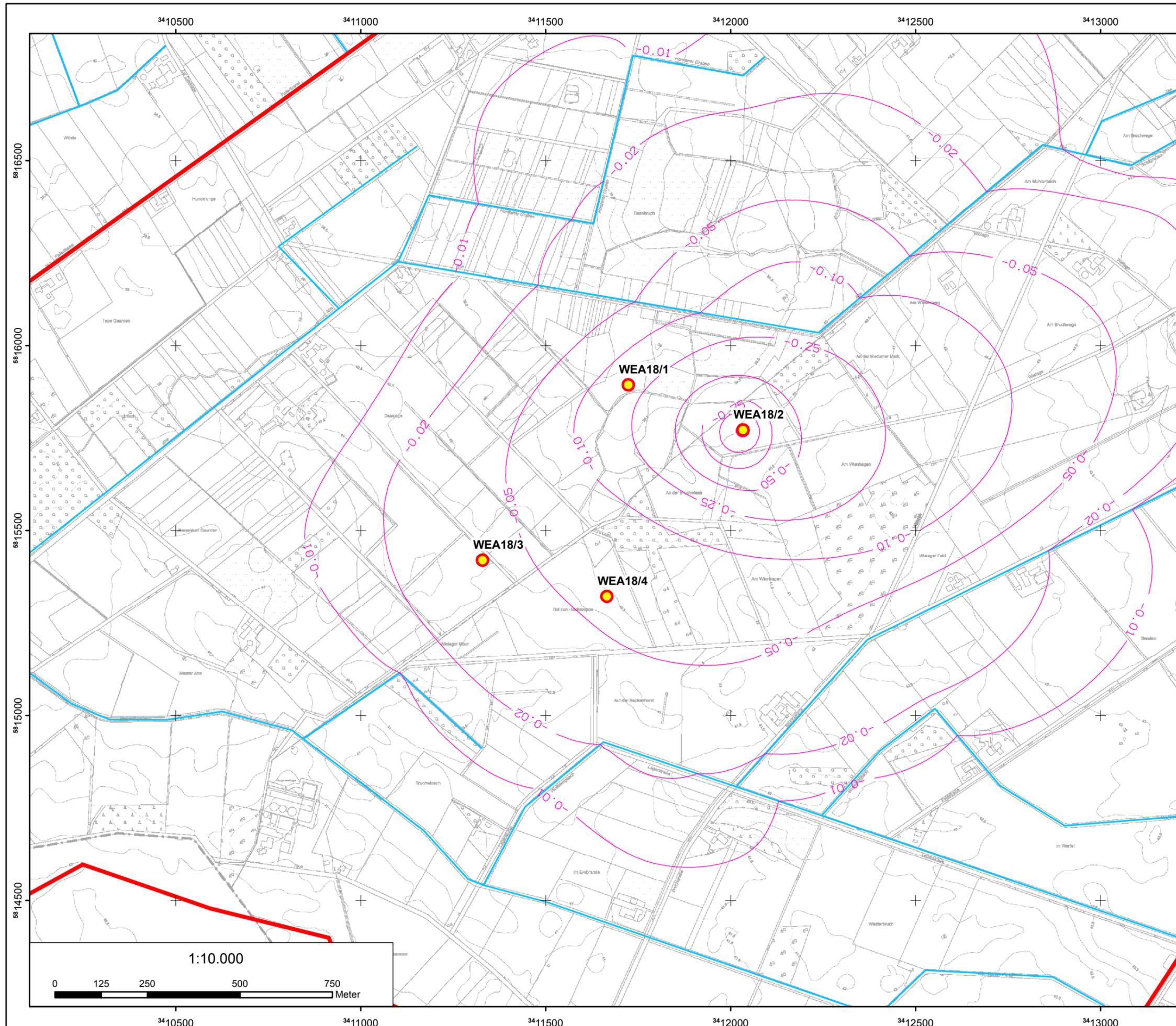
-  WEA Fundamente
-  GW-Absenkung WEA18/2 in m
-  Modellrand (Fläche 18)

Absenkziel WEA18/2:  
1,80 m u. GOK  
38,2 m ü. NN

Förderrate: 235 m<sup>3</sup>/Tag

**Grundwassermodell:  
GW-Absenkung gegenüber  
Ist-Zustand bei bauzeitiger  
Wasserhaltung (WEA18/2)**

 **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>



Windenergie Hollenstede 18  
 Planungsgesellschaft mbH  
 Zur Dasslage 11  
 DE-49 584 Fürstenau-Hollenstede



**Hydrogeologisches Gutachten  
 zum Windpark Hollenstede 18**

**Legende:**

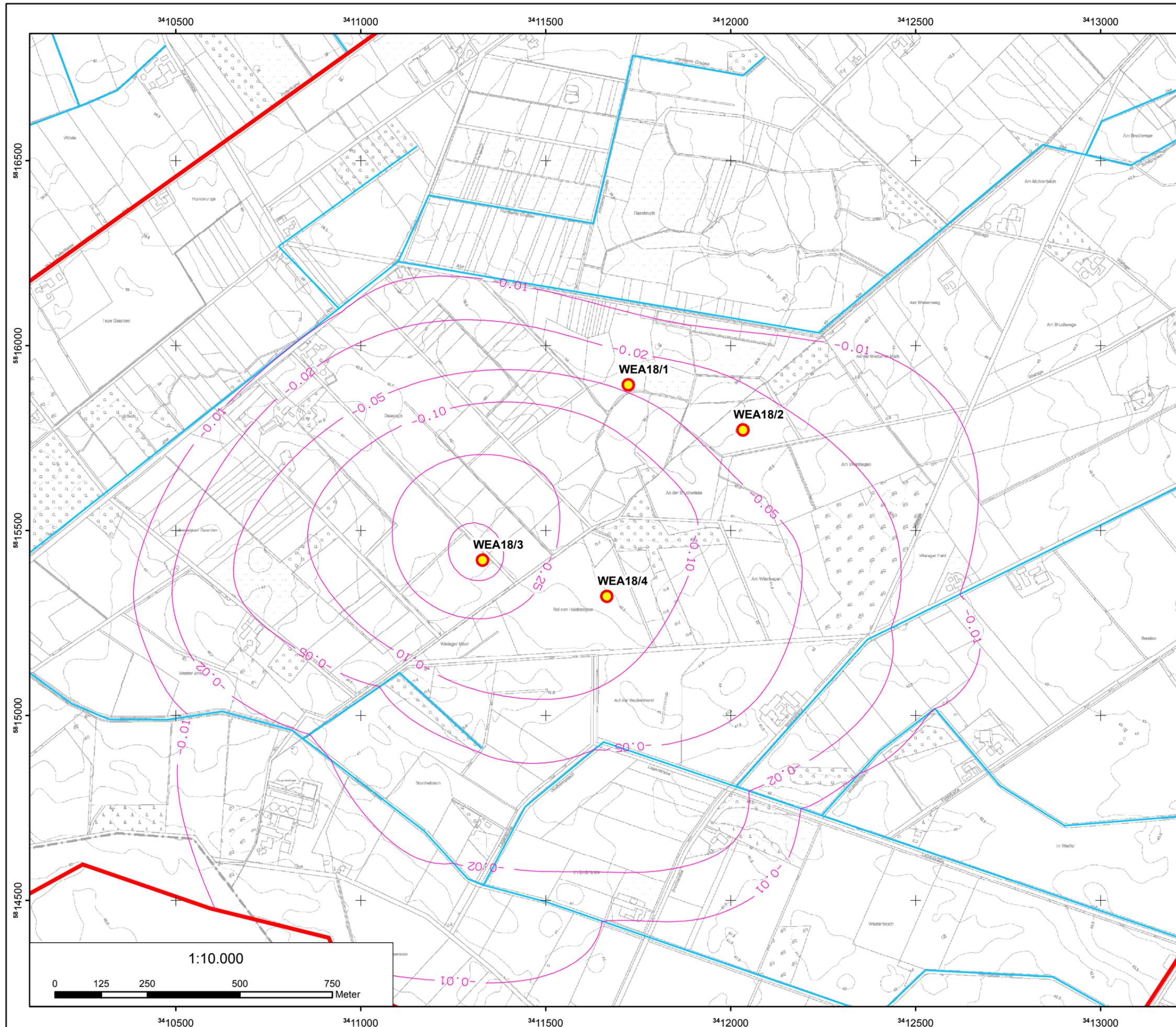
-  WEA Fundamente
-  GW-Absenkung WEA18/3 in m
-  Modellrand (Fläche 18)

Absenkziel WEA18/3:  
 1,80 m u. GOK  
 39,1 m ü. NN

Förderrate: 171 m<sup>3</sup>/Tag

**Grundwassermodell:  
 GW-Absenkung gegenüber  
 Ist-Zustand bei bauzeitiger  
 Wasserhaltung (WEA18/3)**

 **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>





**Hydrogeologisches Gutachten  
 zum Windpark Hollenstede 18**

**Legende:**

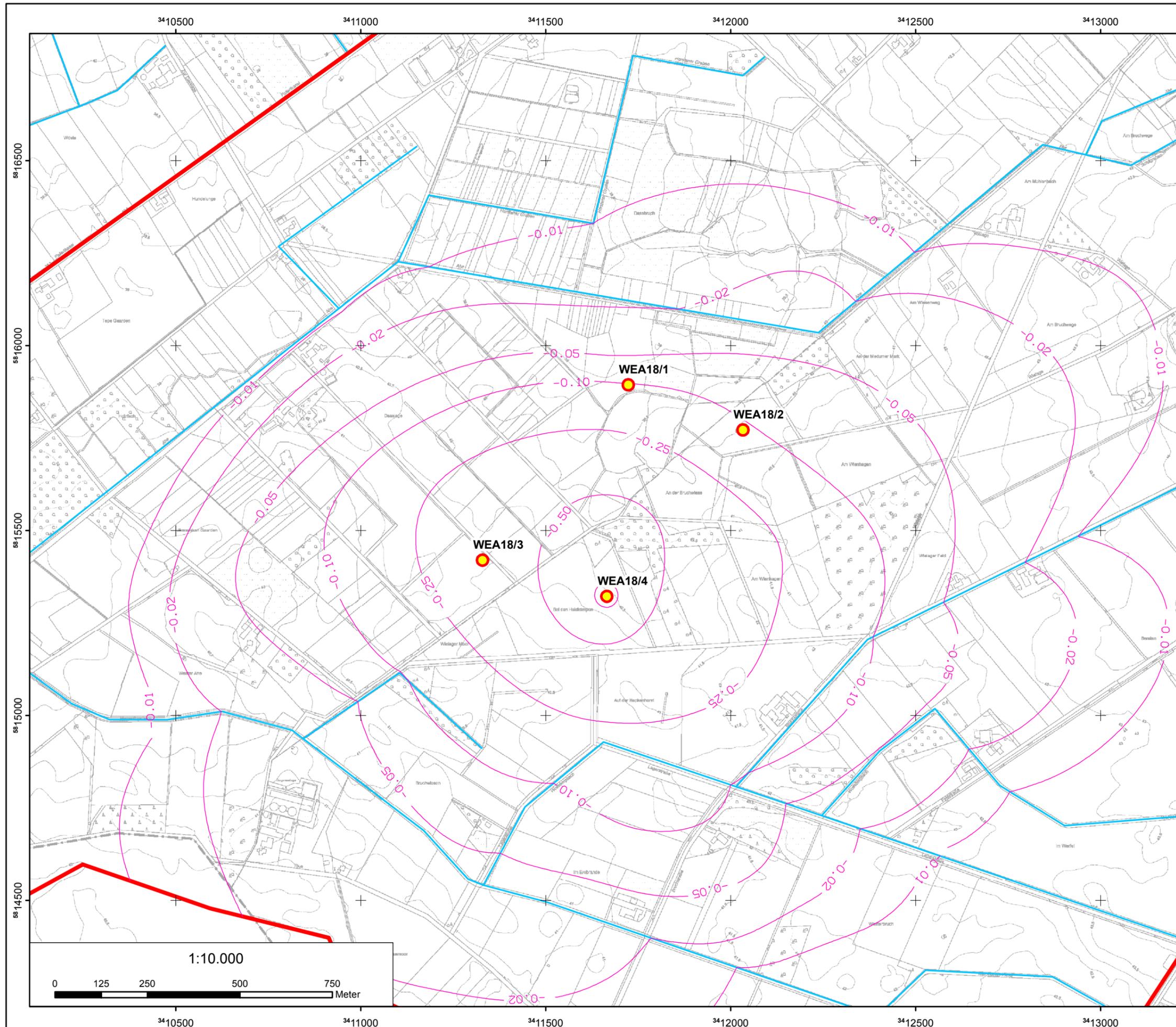
-  WEA Fundamente
-  GW-Absenkung WEA18/4 in m
-  Modellrand (Fläche 18)

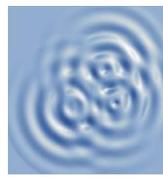
Absenkziel WEA18/4:  
 1,80 m u. GOK  
 39,2 m ü. NN

Förderrate: 435 m<sup>3</sup>/Tag

**Grundwassermodell:  
 GW-Absenkung gegenüber  
 Ist-Zustand bei bauzeitiger  
 Wasserhaltung (WEA18/4)**

 **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>





**B**üro für  
**G**eohydrologie und  
**U**mweltinformationssysteme

**Dr. Brehm & Grünz GbR - Diplom Geologen**

Technologiezentrum Bielefeld – Meisenstraße 96

DE-33 607 Bielefeld

# **Anhang 2**

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

**Numerische Simulation der hydraulischen Auswirkungen  
der temporären Grundwasserhaltung zur Errichtung von vier  
Windkraftanlagen Fläche 18, in Fürstenau,  
Gemarkung Hollenstede und Voltlage, Gemarkung Höckel**

**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, Andervenue	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 Fibr. Evers Settrup	3406750,00	5817910,00	39,00	
3511HY0013	H 13 - 2	Fibr.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 [mNN]	MPH [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**

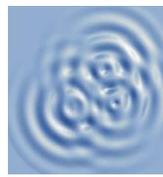
Bez. LBEG	Name	Endteufe [m u. GOK]	ZWECKA	Messdatum	Abstich [m u. MP]	Wst. [mNN]	kein_TH1	TH OK1 [m u. GOK]	TH UK1 [m u. GOK]
3512HY0086	H 86	4,0	HYA				1		
3512HY0091	HOLL 20	153,0	HYA					4,0	20,0
3512HY0092	HO 1	99,0	HYA					2,7	18,5
3512HY0093	HO 2	180,0	HYA					9,0	18,2
3512HY0094	HO 3	108,0	HYA					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 [mNN]	TH UK1 [mNN]	TH OK2 [mNN]	TH UK2 [mNN]	gr1	UK Quartär	Qu_UKNN [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						



**B**üro für  
**G**eohydrologie und  
**U**mweltinformationssysteme

**Dr. Brehm & Grünz GbR - Diplom Geologen**

Technologiezentrum Bielefeld – Meisenstraße 96

DE-33 607 Bielefeld

# **Anhang 3**

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

**Numerische Simulation der hydraulischen Auswirkungen  
der temporären Grundwasserhaltung zur Errichtung von vier  
Windkraftanlagen Fläche 18, in Fürstenau,  
Gemarkung Hollenstede und Voltlage, Gemarkung Höckel**

### **Kornverteilungsanalysen**

Fa. Peter Neumann  
 Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG  
 Marienthaler Str.6  
 24340 Eckernförde

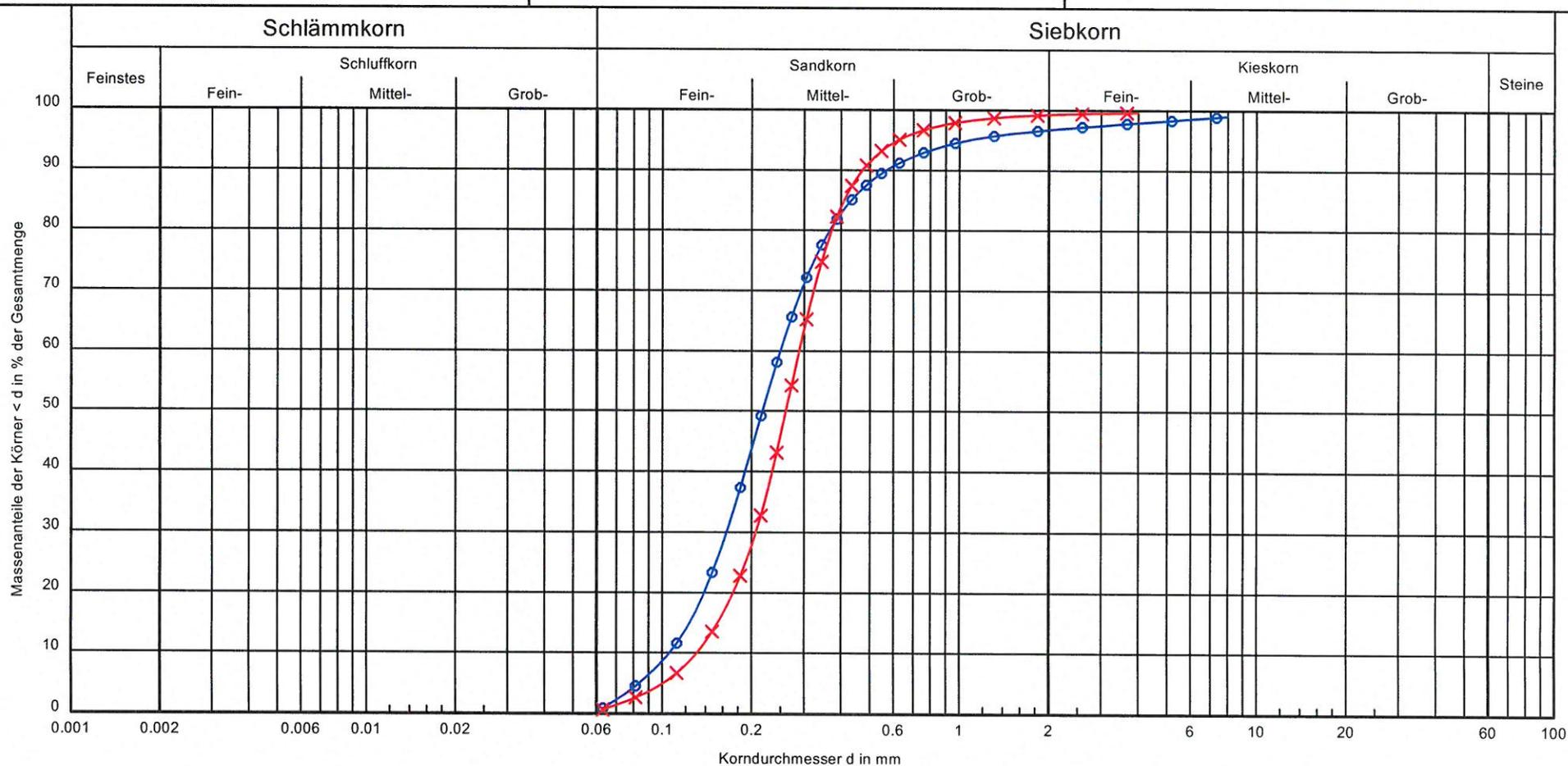
# Körnungslinie

## Hollenstede Fläche 18

Prüfungsnummer: 055/17  
 Probe entnommen am: 03/17  
 Art der Entnahme: gestörte Probe  
 Arbeitsweise: Siebanalyse

Bearbeiter: zie.

Datum: 23.05.17



Bezeichnung:		
Bodenart:	fS, mS, gs'	mS, fs
Tiefe:	6,0 m	7,0 m
U/Cc	2,4/1,0	2,2/1,1
Entnahmestelle:	BS 3/1 - 6	BS 3/1 - 7
k nach Hazen	$1.3 \cdot 10^{-4}$	$2.0 \cdot 10^{-4}$
T/U/S/G [%]:	- / - /96.7/3.3	- / - /99.2/0.8

Bemerkungen:

Bericht:  
 055/17  
 Anlage: