

GRUNDBAULABOR BREMEN
INGENIEURGESELLSCHAFT
FÜR GEOTECHNIK MBH
KLEINER ORT 2
28357 BREMEN
TELEFON (0421) 20770-0
MOIN@GRUNDBAULABOR.DE

Objekt-Nr.: 22 13501
Datum: 07.06.2024
Zeichen: SB/Re
O:\22\13501\Export\GTB6\GTB6.docx

Bestellnummer 4500015823/E05/0901

110 kV-Leitung Diele - Völlen

Geotechnischer Bericht Nr. 6

Grundwasserabsenkung - Strommast 18 N

Auftraggeber: Avacon Netz GmbH
 Netzsteuerung Meldestelle
 Watenstedter Weg 75
 38229 Salzgitter

INHALTSVERZEICHNIS

1	Veranlassung	3
2	Baumaßnahme	3
2.1	Unterlagen	3
2.2	Baugelände	4
2.3	Strommast 18 N	4
2.4	Nachbarbauwerke	5
3	Baugrundverhältnisse	5
4	Grundwasserverhältnisse	7
5	Grundwasserabsenkungssystem	8
6	Hydrologische Berechnung	9
6.1	Allgemeine Angaben und Grundlagen	9
6.2	Ergebnis	10
7	Einleitung des geförderten Grundwassers	11
8	Beurteilung der Auswirkungen der Grundwasserabsenkung	12
9	Anlagenverzeichnis	14

1 Veranlassung

Die Avacon Netz GmbH plant den Ersatzneubau von Hochspannungsmasten der 110 kV-Leitung „Diele – Völlen“ über die Ems in Papenburg.

Für die Herstellung der Baugrube bzw. der Gründungstiefe und ausgehend von dem zu erwartenden Grundwasserstand können die Erd- und Gründungsarbeiten nicht ohne Wasserhaltung durchgeführt werden. Dieser Erläuterungsbericht enthält die für den Wasserrechtsantrag erforderliche hydrogeologische Stellungnahme sowie Angaben zur erforderlichen Grundwasserabsenkungsmaßnahme.

Dieser Geotechnische Bericht Nr. 6 enthält die hydrologische Berechnung bzgl. der Grundwasserabsenkung zur Herstellung der Baugrube für den Maststandort 18 N, Angaben zur Einleitung des geförderten Grundwassers sowie eine Beurteilung der Auswirkung der Grundwasserabsenkung. Dieser Geotechnische Bericht Nr. 6 ist nur in Verbindung mit unseren Geotechnischen Bericht Nr. 4 und Nr. 5 gültig.

2 Baumaßnahme

2.1 Unterlagen

Omexom Hochspannung GmbH

[1.2] Winkelend/-Winkelabspannmast WE/WA 160spez-28,0, Schal- & Bewehrungsplan, Objektname A-2-E-2021.1, Maßstab 1 : 100, erstellt am 03.11.2022

Grundbaulabor Bremen

[2.1] Geotechnischer Bericht Nr. 4, 110 kV-Leitung Diele – Völlen, Baugrundbeurteilung und Gründungsempfehlung – Strommast 18 N, vom 11.07.2022

[2.2] Geotechnischer Bericht Nr. 5, 110 kV-Leitung Diele – Völlen, Ergänzende Gründungsempfehlung – Strommast 18 N, vom 20.10.2022

2.2 Baugelände

Die Baufläche liegt auf einer landwirtschaftlich genutzten Fläche, westlich von der Emsstraße in Papenburg. Einen Lageplan im Maßstab 1 : 25.000 zeigt die Anlage 1.1.

Auf der Baufläche wurde im Zuge der Baugrunderkundung am 23.05.2022 eine Ortsbesichtigung durchgeführt. Dabei wurde Folgendes festgestellt:

Die Baufläche liegt auf einer landwirtschaftlich genutzten Fläche.

2.3 Strommast 18 N

Der Strommast 18 N soll aufgrund der Örtlichkeit und der angetroffenen Baugrundverhältnisse flach gegründet werden. Die Abmessungen des Plattenfundamentes betragen gem. Unterlage [1.2] 12,5 m x 12,5 m bei einer Plattendicke von 0,8 m. Die Gründungstiefe ist rd. 2,1 m unter EOK = - 0,5 m NHN (Baugrubensohle BGS) geplant.

Höhen gem. Unterlage [2.1]

Die m NHN-Höhen der Sondierpunkte wurden mit einem satellitengestützten Positionssystem via GNSS-Technik (GPS/GLONASS) eingemessen (Genauigkeit ca. horizontal = 1 bis 2 cm, vertikal = 1,5 bis 3 cm).

Der aktuell gültige Höhenbezug Normalhöhennull (NHN) entspricht in der betrachteten Region mit geringen Abweichungen im Millimeterbereich dem früheren Normalnull (NN). In einigen Kartenwerken sind die Angaben noch auf NN bezogen. Die regionalen Abweichungen liegen im Bereich der Messtoleranzen, so dass für den Geotechnischen Bericht alle Daten mit NHN bezeichnet werden.

Gelände und Baugrund:

Gelände, max. (DS 18N-1)	+	1,64 m NHN
Gelände, min. (BS 18N-2)	+	1,61 m NHN
Grundwasser (BS 18N, 23.05.2022)	-	0,01 m NHN

2.4 Nachbarbauwerke

Südlich ist in einer Entfernung von rd. 80 m Wohnbebauung vorhanden.

3 Baugrundverhältnisse

Die Baugrundverhältnisse sind ausführlich in dem Geotechnischen Bericht Nr. 4 [2.1] beschrieben.

Unter einer 0,8 m bis 1,5 m mächtigen Auffüllung aus tlw. organischen, schluffigen Sanden folgt eine ca. 0,3 m bis 1,3 m mächtige Weichschicht aus sandigen Schluffen, die ab einer Tiefe von rd. 2 m unter EOK bis zur Endtiefe der Sondierung von Sanden, lokal mit organischen Beimengungen, unterlagert werden.

In der Bohrsondierung BS 18 N wurde in 14,8 m bis 14,95 m Tiefe eine stark sandige Torfschicht erkundet.

Die nachfolgende Abbildung aus Unterlage [2.1] zeigt beispielhaft einen Ausschnitt aus dem Bodenprofil BS 18 N:

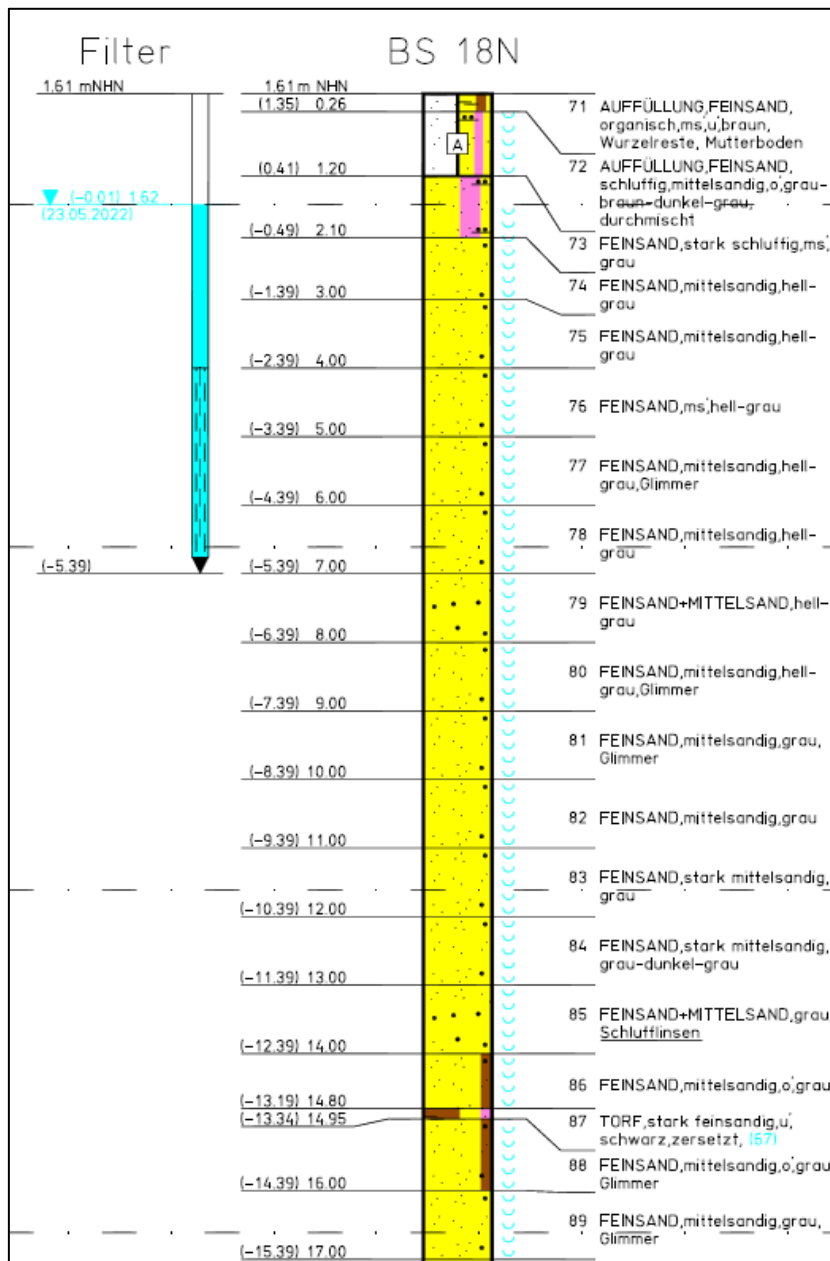


Abb. 1: Bodenprofil BS 18 N aus Unterlage [2.1]

Die für die Wasserhaltung maßgebende Bodenschicht kann als durchlässig eingestuft werden. Für die hydrologische Berechnung wird aufgrund der in Unterlage [2.1] durchgeführten Korngrößenverteilung inkl. eines Sicherheitszuschlages ein mittlerer Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 5,0 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ angesetzt.

4 Grundwasserverhältnisse

Die Grundwasserverhältnisse sind ausführlich in dem Geotechnischen Bericht Nr. 4 [2.1] beschrieben.

Nach den durchgeführten Baugrundaufschlüssen gem. Unterlage [2.1] sind die Sande der Grundwasserleiter des Hauptgrundwasserstockwerkes.

Aufgrund der Mächtigkeit der schwach durchlässigen bindigen Schichten ist z. T. ein gespannter Grundwasserspiegel vorhanden.

In der Kleinrammbohrung BS 18N wurde ein Peilfilter eingebaut, dessen Filterstrecke in den Sanden des Hauptgrundwasserleiters liegt. Während der Sondierarbeiten am 23.05.2022 wurde ein Grundwasserspiegel in Ruhe in 1,62 m Tiefe = - 0,01 m NHN eingemessen.

In der Hydrogeologische Karte für Niedersachsen 1 : 50.000 (Messzeitraum 1990 bis 2000) vom Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) wird die Lage der Grundwasseroberfläche durch Grundwassergleichen (Isohypsen) dargestellt. Im Bereich der Baufläche ist durch Interpolation der nächstgelegene Grundwassergleichen ein mittlerer Grundwasserstand von $\pm 0,0$ m NHN bis ca. + 1,6 m NHN zu erwarten.

Die Wasserstände des Hauptgrundwasserstockwerkes werden aufgrund der Nähe zur Ems durch deren Wasserstände beeinflusst.

Grundwassermessstellen im Bereich der Baufläche liegen nicht vor. Zur Abschätzung der Schwankungsbreite des minimalen Grundwasserstandes wurde die nächstgelegene Grundwassermessstelle mit der Bezeichnung "Halte I" in einer Entfernung von 580 m herangezogen, die vergleichbare hydraulische Gegebenheiten aufweist.

Die Auswertung der vorgenannten Messstelle zeigt für den Messzeitraum von 1990 bis 2020 als Monatsmittel - 0,41 m NHN. Der langjährige Maximalwert liegt bei + 0,33 m NHN und der Minimalwert bei - 0,90 m NHN.

Unter Berücksichtigung der vorstehenden Angaben sowie allgemeiner hydrologischer Erfahrungen wird für die Baufläche von einem maximalen Grundwasserstand des Hauptgrundwasserleiters von + 0,7 m NHN ausgegangen. Der Minimalwert aus natürlicher Schwankungsbreite wird mit ca. - 0,5 m NHN (NNW) abgeschätzt

Nach den durchgeführten Grundwasseruntersuchungen gem. Unterlage [2.1] wurde im Grundwasser ein Eisengehalt von 9,42 mg/l festgestellt.

Aufgrund des Eisengehaltes von 9,42 mg/l ist eine Enteisungsanlage vorzuhalten, um bei der Einleitung die Grenzwerte von 2 mg/l bzw. 5 mg/l einzuhalten.

Hierbei ist zu berücksichtigen, dass es sich aufgrund der geringen entnommenen Grundwassermenge um einen "stationären" Zustand handelt. Bei Entnahme größerer Grundwassermengen, wie sie durch die Grundwasserabsenkung erfolgt, kann es zu einer Veränderung der Grundwasserinhaltsstoffe kommen.

5 Grundwasserabsenkungssystem

Für die Erd- und Gründungsarbeiten ist bei der minimalen Gründungssohle auf - 0,5 m NHN eine Grundwasserabsenkung erforderlich. Nach den vorliegenden Unterlagen liegt das Absenkziel auf einschließlich eines Sicherheitszuschlages auf ca. - 0,8 m NHN, so dass eine maximale Grundwasserabsenkung gegenüber dem am 23.05.2022 gemessenen Grundwasserstand von - 0,0 m NHN um 0,8 m erforderlich wird.

Es ist vorgesehen, das Grundwasser mit Spülfiltern einer Vakuumanlage abzusenken. Die Kontrolle des Absenkzieles erfolgt durch Peilbrunnen in der Mitte der Baugrube bzw. der tiefsten Absenkung. Zur Beweissicherung ist die Wassermenge durch eine Wasseruhr täglich zu messen und die Absenkung auch außerhalb der Baugrube durch mindestens 2 Peilfilter zu kontrollieren. Es ist darauf zu achten, das Absenkziel auf das technisch erforderliche Maß zu beschränken, um die Gesamtfördermenge des Grundwassers zu minimieren.

6 Hydrologische Berechnung

6.1 Allgemeine Angaben und Grundlagen

Zur Ermittlung der zu erwartenden Gesamtwassermenge werden die hydrologischen Berechnungen für den mittleren Grundwasserstand (MW) geführt.

Grundlagen für die Berechnung:

- Ruhegrundwasserstand: $\pm 0,0$ m NHN
- Max. Grundwasserstand: $+ 0,7$ m NHN
- Baugrubenabmessung (BGS) angenommen: $13,5$ m x $13,5$ m
- Baugrubensohle (BGS): $- 0,5$ m NHN
- Absenkung unter BGS: $0,3$ m = $- 0,8$ m NHN
- Durchlässigkeitsbeiwert: $5,0 \times 10^{-4}$ m/s

Die Grundwasserabsenkung der Baugrube für den Strommast 18 N wurde im ersten Schritt für einen mittleren Grundwasserstand von $\pm 0,0$ m NHN und in einem weiteren Schritt für einen maximalen Grundwasserstand von $+ 0,7$ m NHN berechnet.

Die Berechnung der Grundwasserabsenkung erfolgt mit dem Programm GGU-Drawdown, Version 5.03, durchgeführt.

Das Programm ermöglicht die Berechnung von Mehrbrunnenanlagen bei rechteckigen und beliebig berandete Baugruben (Polygon). Die der Berechnung zugrunde liegenden theoretischen Grundlagen sind im Wesentlichen aus Herth/Arndts „Theorie und Praxis der Grundwasserabsenkung“ (Ernst & Sohn, Berlin; 3. Auflage 1994) entnommen worden.

Der Wert Q (anfallende Wassermenge über den Streckenabschnitt) beinhaltet Zuschläge für die schnellere Erreichung des Absenkzieles (i.a. 10 %) und für unvollkommene Brunnen (i.a. 10 bis 30 %).

6.2 Ergebnis

Die Ergebnisse der hydrologischen Berechnungen einschließlich der maximal zu erwartenden Fördermengen Q_{beh} sowie die Reichweite der Grundwasserabsenkungen sind den Anlagen 4.2.1 und 4.2.2 zu entnehmen und sind nachfolgend zusammengefasst:

Bauteil	Ruhewasserstand m NHN	Förderrate m³/h	Brunnen			Reichweite R m	wirksame Reichweite R_w m
			Anzahl Stck.	Ø m	UK [m NHN]		
Baugrube	± 0,0	17,3	32	0,02	- 3,0	53,7	17,8
Baugrube	+ 0,7	27,2	32	0,02	- 3,0	100,6	15,5

Bauzeitlich kann ein mittlerer Grundwasserstand von ± 0,0 m NHN und eine Förderrate von 17,3 m³/h angenommen werden. Die Brunnenabsenkungsanlage sollte jedoch für den Fall eines höheren Grundwasserstandes (max. + 0,7 m NHN) ausgelegt sein.

7 Einleitung des geförderten Grundwassers

Sowohl bei einer Einleitung in den Vorfluter als auch einer Reinfiltration in den Grundwasserleiter ist aufgrund des in der Unterlage [2.1] ermittelten Eisengehaltes eine Enteisungsanlage.

Für die Abführung des abgepumpten Grundwassers ist die Kapazität des Vorfluters „Gärtnerschloot“ mit den zuständigen Behörden abzuklären und eine entsprechende Genehmigung einzuholen. Außerdem ist auch abzuklären, welche Auflagen hinsichtlich der Einleitung zu erwarten sind.

Alternativ besteht die Möglichkeit, das abgepumpte Grundwasser über eine Reinfiltration in den Grundwasserleiter zu infiltrieren. Bei diesem Verfahren wird das abgepumpte Grundwasser gezielt über flexibel einsetzbare Spüllanzen zurück in den Baugrund infiltriert. Das Grundwasser sollte dabei mit möglichst großem Abstand von den Entnahmestellen innerhalb des Absenktrichters wieder eingeleitet werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass im Bereich der Reinfiltration höhere Grundwasserstände auftreten können als der maximal natürliche höchste Grundwasserstand. Es muss daher überprüft werden, dass keine baulichen Anlagen usw. hierdurch beeinflusst werden.

Die Lanzen können dabei entsprechend der Bodenverhältnisse und des Baufortschrittes in der Regel mit geringem Aufwand umgesetzt werden. Die Bemessung des Absenk- und Reinfiltrationssystems ist von dem Auftragnehmer unter Berücksichtigung der Grundwasserstände und der geologischen Verhältnisse allein verantwortlich zu bemessen.

Bei der Durchführung der Reinfiltration ist ein Notüberlauf mit Anschluss an den Kanal herzustellen. Die Menge des eingeleiteten Grundwassers ist täglich über geeichte Wasseruhren zu protokollieren.

8 **Beurteilung der Auswirkungen der Grundwasserabsenkung**

Bei der Beurteilung der Auswirkung von Grundwasserabsenkungen muss berücksichtigt werden, dass das Grundwasser keine konstante Höhe hat, sondern jahreszeitlichen und langjährigen Schwankungen je nach Zu- und Ablauf unterliegt. Eine Beeinträchtigung ist durch eine Grundwasserabsenkung immer erst dann gegeben, wenn durch die Grundwasserabsenkung Wasserstände erzeugt werden, die unterhalb des niedrigsten natürlichen Grundwasserstandes liegen.

Durch die Absenkung des Grundwassers verändern sich die Gewichts- und Druckverhältnisse in den entwässerten und den darunter liegenden Bodenschichten. Bei durchlässigem, nichtbindigem Baugrund, wie Sand und Kies, ist ein freier Grundwasserspiegel vorhanden. Durch die Absenkung des Grundwassers im nichtbindigen Baugrund erhöhen sich die Bodenpressungen durch den Wegfall des Auftriebes um die Differenz des Raumgewichtes über und unter Grundwasser. Bei 1,00 m Grundwasserabsenkung beträgt die zusätzliche Bodenpressung aus der Grundwasserabsenkung $\sigma = 8 \text{ kN/m}^2$. Dies ist im Verhältnis zu den zulässigen Bodenpressungen bei nichtbindigen Böden von $\sigma = 250$ bis 500 kN/m^2 ein sehr geringer Wert. Daher sind die Setzungen aus Grundwasserabsenkungen im nichtbindigen Baugrund im Allgemeinen auch sehr gering.

Bei einer genaueren Ermittlung der Setzungen muss von dem niedrigsten jemals vorgekommenen Grundwasserstand, auch infolge vorhergehender Grundwasserabsenkungen, ausgegangen werden, da die Setzungen bei nichtbindigen Böden als Sofortsetzungen auftreten.

Schäden an Gebäuden entstehen im Allgemeinen nur aus Setzungsdifferenzen, nicht jedoch aus absoluten Setzungen. Da die Absenkkurven einer Grundwasserabsenkung außerhalb der Baugrube im Allgemeinen sehr flach verlaufen, ergeben sich für Nachbarbauwerke gleichmäßige Erhöhungen der Bodenpressungen und somit bei homogenem Untergrund auch gleichmäßige Setzungen. Die Setzungsunterschiede werden daher bei Gebäuden auf nichtbindigem Baugrund im Absenkungsbereich gering bleiben.

Wenn durch die Grundwasserabsenkung die Unterseite der bindigen Schicht trockengelegt und die Absenkung über eine längere Zeit betrieben wird, können gegebenenfalls auch zusätzliche Setzungen bei einem stark zusammendrückbaren Boden aus Schrumpfung auftreten.

Im vorliegenden Fall wird das Grundwasser um ca. 0,8 m gegenüber dem mittleren Grundwasser abgesenkt. Der abgesenkte Grundwasserstand liegt ca. 0,3 m unter dem geschätzten niedrigsten natürlichen Grundwasserstand NNW von - 0,5 m NHN.

Die wirksame Reichweite, in der ein Grundwasserstand unterhalb vom NNW erzeugt wird, beträgt max. ca. 20 m. Innerhalb des wirksamen Radius liegen nach dem derzeitigen Planungsstand keine Gebäude.

Das Risiko, dass aus der Grundwasserabsenkung in den umliegenden Gebäuden Risse auftreten, wird als sehr gering angesehen.

Es wird dennoch empfohlen, im Umkreis von 30 m eine Beweissicherung an ggf. vorhandenen Nachbargebäuden ausführen zu lassen und eine Bauherrenhaftpflichtversicherung abzuschließen, die auch Schäden aus Grundwasserabsenkungen beinhaltet.



Dipl.-Ing. Thorsten Schultze
Geschäftsführender Gesellschafter

i. A. Bau-Ing. Stefanie Bösche M. Sc.



Verteiler:

Auftraggeber:

Avacon Netz GmbH

Netzsteuerung Meldestelle

Watenstedter Weg 75

38229 Salzgitter

digital

9 Anlagenverzeichnis

I N H A L T

von

bis

4. Gutachten

4.2 Hydrologische Berechnung

4.2

GGU-DRAWDOWN / Version 5.03 / 22.08.2022

Eingabedaten:

Mast 18N

k-Wert = $5.00 \cdot 10^{-4}$ m/s

OK Gelände = 1.61 mNHN

OK Ruhe-GW = 0.70 mNHN

UK Filter der Brunnen = -3.00 mNHN

Tiefe t der Baugrubensohle = -0.50 mNHN

Strecke H (= OK GW bis UK Filter) = 3.70 m

Gef. Absenkung unter Baugrubensohle z = 0.30 m

Faktor $\alpha = 1.10$ für Q(beh)Faktor $\beta = 1.20$ für unvollk. Brunnen $Q(\text{beh}) = \alpha \times \beta \times Q$

Ergebnisse:

Isolinien

GW-Stand [mNHN]

Absenkung in Baugrubenmitte 0.59 m u BGS

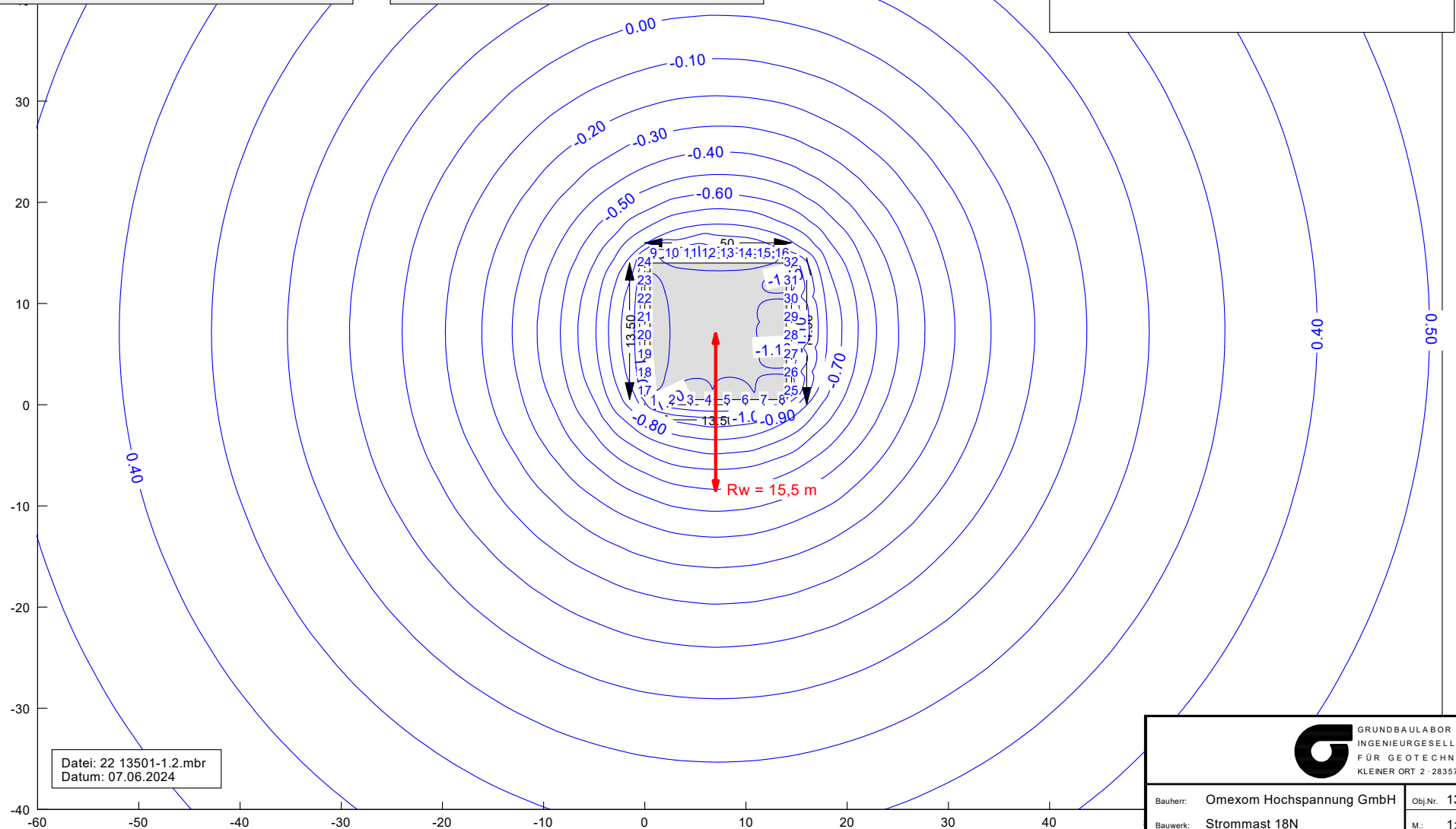
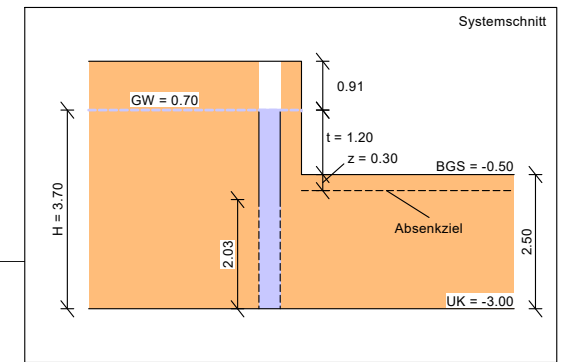
Absenkung in UP = 0.51 m u BGS

Brunnenradius r = 0.020 m

 $Q(\text{beh}) = 27.23 \text{ m}^3/\text{h}$ Vorh. benetzte Filterstrecke $h' = 2.03 \text{ m}$ Erf. benetzte Filterstrecke $h' = 1.26 \text{ m}$ Fassungsvermögen eines Brunnens = $1.37 \text{ m}^3/\text{h}$

Brunnenanzahl = 32

Reichweite R = 100.6 m (nach Sichardt)

Ersatzradius A = 8.18 m ($= \sqrt{[\text{Fläche} / \pi]}$)

Datei: 22_13501-1.2.mbr
Datum: 07.06.2024

G GRUNDBAULABOR BREMEN
INGENIEURGESELLSCHAFT
FÜR GEOTECHNIK MBH
KLEINER ORT 2 · 28357 BREMEN

Bauherr:	Omexom Hochspannung GmbH	Obj.Nr.	13 10440
Bauwerk:	Strommast 18N	M.:	1:400
Ort:	Papenburg	Gez.	SB
Hydrologische Berechnung		Anl.	4.2.2