



**Gesellschaft für Grundbau
und Umwelttechnik mbH**

GGU mbH • In den Ungleichen 3 • 39171 Osterweddingen

SAB Projektentwicklung GmbH & Co.KG
Calbische Str. 17

39122 Magdeburg

Magdeburg

Telefon +49 (0)39205/4538-0
Telefax +49 (0)39205/4538-11
www.ggu.de
post-md@ggu.de

Baugrund
Grundwasser
Umwelttechnik /Altlasten
Damm- und Deichbau
Straßen- und Erdbau
Spezialtiefbau
Deponiebau
Kunststofftechnik
Software-Entwicklung

Windpark Quenstedt II
Errichtung WEA Q4
Baugrundvoruntersuchung
Geotechnischer Bericht

07.05.2021

Baugrunderkundung
Feldmesstechnik
Prüflabore für Boden
Prüflabor für Kunststoff
Inspektionsstelle

Braunschweig
Magdeburg
Öhringen
Schwerin

Bericht: 5452/21

Verteiler: SAB Projektentwicklung, Magdeburg

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. Reimund Woithe

Dr.-Ing. Peter Grubert

Beratende Ingenieure VBI,
BDB, DWA, DGGT, ITVA, BWK
Sachverständige für
Erd- und Grundbau
Vereidigte Sachverständige
Amtsgericht Braunschweig
HRB 9354
Geschäftsführer:
Prof. Dr.-Ing. Johann Buß,
Dr.-Ing., Dipl.-Wirtsch.-Ing.
Peter Grubert, M.Sc.,
Dr.-Ing. Carl Stoewahse
Dipl.-Ing. Birk Kröber
Dipl.-Ing. Axel Seilkopf



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-11147-01-00
D-IS-11147-01-00
(gilt nur für den akkreditierten Bereich)

Inhalt

1	Vorbemerkungen.....	4
2	Unterlagen	4
3	Geotechnische Untersuchungen	5
3.1	Standortbeschreibung	5
3.2	Geologie und Georisiken	7
3.3	Erkundung.....	9
3.4	Baugrund	9
3.5	Grundwasser.....	11
4	Grundbautechnische Bewertung	11
4.1	Bemessungsgrundlagen.....	11
4.2	Drehfedersteifigkeit	12
4.3	Gründungsempfehlungen	12
4.4	Erdstatische Nachweise	13
5	Zusammenfassung.....	13

Fotos

Foto 1:	Luftbild mit Lage des Anlagenstandortes (Blickrichtung Westen)	5
---------	--	---

Abbildungen

Abbildung 1:	Geländeschnitt West-Ost	6
Abbildung 2:	Geländeschnitt Nord-Süd	6
Abbildung 3:	Auszug aus Geologischer Karte, Blatt 4234 Aschersleben	7
Abbildung 4:	Karte der Geopotentiale (Erdfall- und Senkungsgebiete)	8
Abbildung 5:	Erdfälle/Tagesbrüche im Bestandswindpark und näheren Umfeld	8

Tabellen

Tabelle 1:	Absteckungspunkt im Baufeld	4
Tabelle 2:	Laborergebnisse Schicht 2 (Löß)	10
Tabelle 3:	Laborergebnisse Schicht 3 (verwitterter Kalkstein)	10
Tabelle 4:	vereinfachtes Bodenprofil	11

Anlagen

Anlage 1	Lageplan
Anlage 2	Bodenprofil, Drucksondierdiagramm
Anlage 3	Ergebnisse bodenmechanisches Labor
Anlage 4	Grundbruchberechnung
Anlage 5	Grundwasserkarten

1 Vorbemerkungen

Im Bestandswindpark Quenstedt (Landkreis Mansfeld-Südharz) wird die Errichtung der Windenergieanlage Q4 geplant. Die GGU GESELLSCHAFT FÜR GRUNDBAU UND UMWELTECHNIK mbH, Osterweddingen wurde auf das Angebot vom 21.01.2021 vom Auftraggeber (AG) am 08.02.2021 mit der Baugrundvoruntersuchung am geplanten Standort beauftragt. Ein Lageplan mit den entsprechenden Mittelpunktkoordinaten wurde uns zur Verfügung gestellt.

In der 08. bis 11. Kalenderwoche 2021 wurden die Bohr- und Sondierarbeiten zur Erkundung der Schichtenfolge und Grundwasserverhältnisse ausgeführt. Aus der Bohrung wurden Bodenproben entnommen, die im Erdbaulabor der GGU untersucht wurden. An ausgewählten Proben wurden bodenmechanische Laborversuche durchgeführt.

Im vorliegenden Bericht werden die Ergebnisse der Untersuchungen zusammengestellt und bewertet. Die Baugrundverhältnisse werden beschrieben, es werden Angaben zur generellen Bebaubarkeit des Standortes gemacht.

2 Unterlagen

Für die Bearbeitung wurden folgende Unterlagen hinzugezogen:

- [1] Lageplan WEA Q4 (AG)
- [2] Geologische Karte, Blatt 4234 – Aschersleben
- [3] Bodenübersichtskarte (BÜK400d, geführt durch LAGB)
- [4] Karte der Geopotentiale (geführt durch LAGB)
- [5] Typenprüfung Enercon E-138 EP3-HAT-160-ES-C-01

Vom Bauherrn wurden uns die Standortkoordinaten angegeben (Anlagen-Mittelpunkt). Die Absteckung in der Örtlichkeit erfolgte bauseits durch das Vermessungsbüro Specht, Oschersleben. Uns wurden folgende Koordinaten übergeben:

Tabelle 1: Absteckungspunkt im Baufeld

WEA	UTM	
	E	N
Q4	32 670 351	57 32 539

3 Geotechnische Untersuchungen

3.1 Standortbeschreibung

Die geplante Windenergieanlage WEA Q4 wird als neuer Standort im Bestandswindpark Quenstedt im Landkreis Mansfeld-Südharz, ca. 2,1 km nördlich der Ortschaft Quenstedt errichtet.



Foto 1: Luftbild mit Lage des Anlagenstandortes (Blickrichtung Westen)

Die Geländemorphologie zeigt in West-OST-Richtung einen nach Osten gerichteten Höhenabfall von rd. 183 mNHN (am Standort) auf rd. 120 mNHN (Grabensystem aus Quenstedter Bach/Arnstedter Bach/Rote Welle am westlichen Ortsrand von Mehlingen). In westlicher Richtung ist der Taleinschnitt des Vorfluters „Eine“ zwischen Welbsleben und Westdorf in der Abbildung 1 ersichtlich.

Nach Norden fällt das Gelände (nach Aschersleben) auf rd. 110 mNHN ab. Auch in südliche Richtung fällt das Gelände zunächst zum Quenstedter Bach auf rd. 160 mNHN ab und steigt bis Walbeck auf knapp 230 mNHN an. Durch die Harzvorlandlage ist die Geländemorphologie sehr bewegt und hügelig ausgeprägt (Abbildung 2).

Die Fläche wird derzeit landwirtschaftlich genutzt. Auf der Ackerfläche wurden zum Zeitpunkt der Baugrunduntersuchung Anzeichen für einen Erdfall in unmittelbarer Nähe zum Baufeld auf einer Luftbildaufnahme (siehe Foto 1) festgestellt.



Abbildung 1: Geländeschnitt West-Ost



Abbildung 2: Geländeschnitt Nord-Süd

3.2 Geologie und Georisiken

Am Standort wurde 0,5 m mächtiger Oberboden erbohrt. Der Bodenübersichtskarte [3] nach handelt es sich um Tschernoseme bis Braunerde-Tschernoseme aus Löss.

Die Geologische Karte [2] weist unter dem Oberboden pleistozänen Löß über älteren Bildungen (Unterer Muschelkalk) aus.

Mit den Bohrungen/Sondierungen wurde am Standort die Verwitterungszone des tiefer folgenden Festgesteins ab 1,8 m Tiefe erreicht.

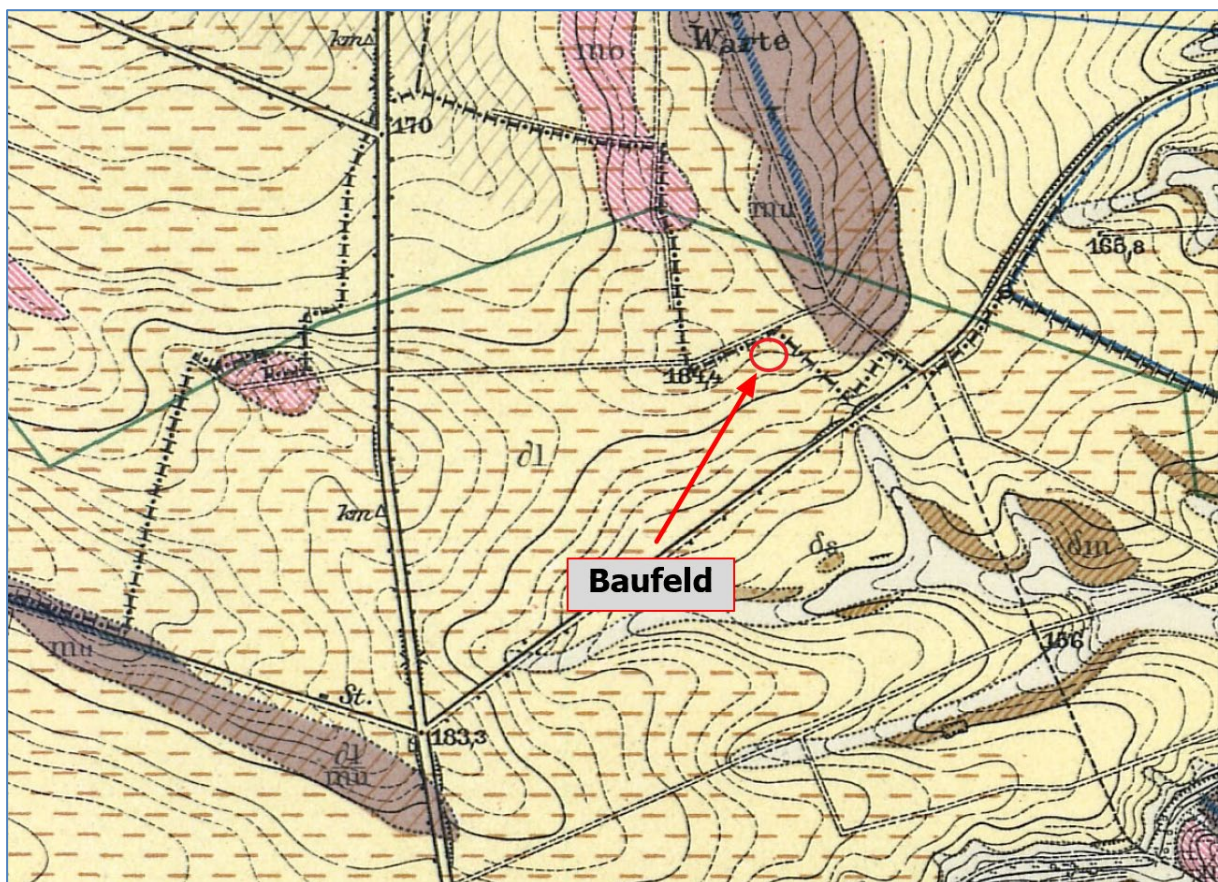


Abbildung 3: Auszug aus Geologischer Karte, Blatt 4234 Aschersleben

Nach Auswertung der durch das Landesamt für Geologie und Bergwesen (LAGB) zur Verfügung gestellten Kartenwerke, befindet sich die Baumaßnahme in einem Erdfallgebiet, nach DIN 4149 in keiner Erdbebenzone und keiner Untergrundklasse.

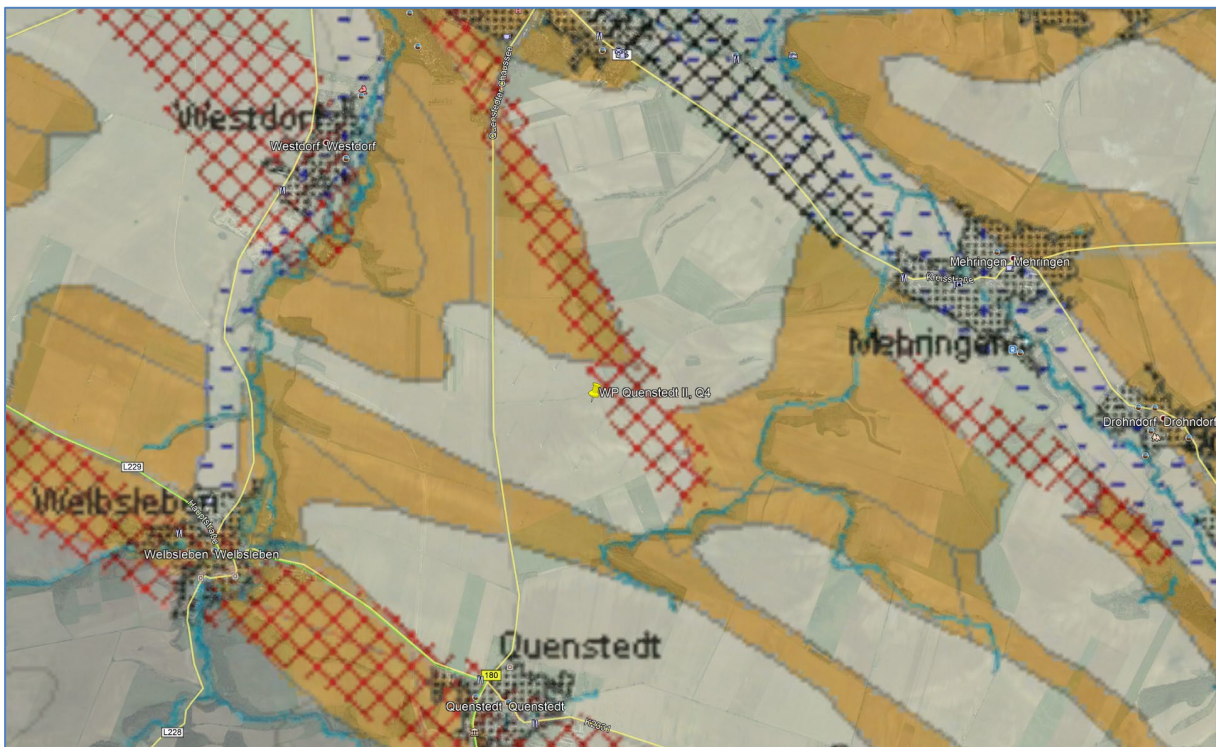


Abbildung 4: Karte der Geopotentiale (Erdfall- und Senkungsgebiete)

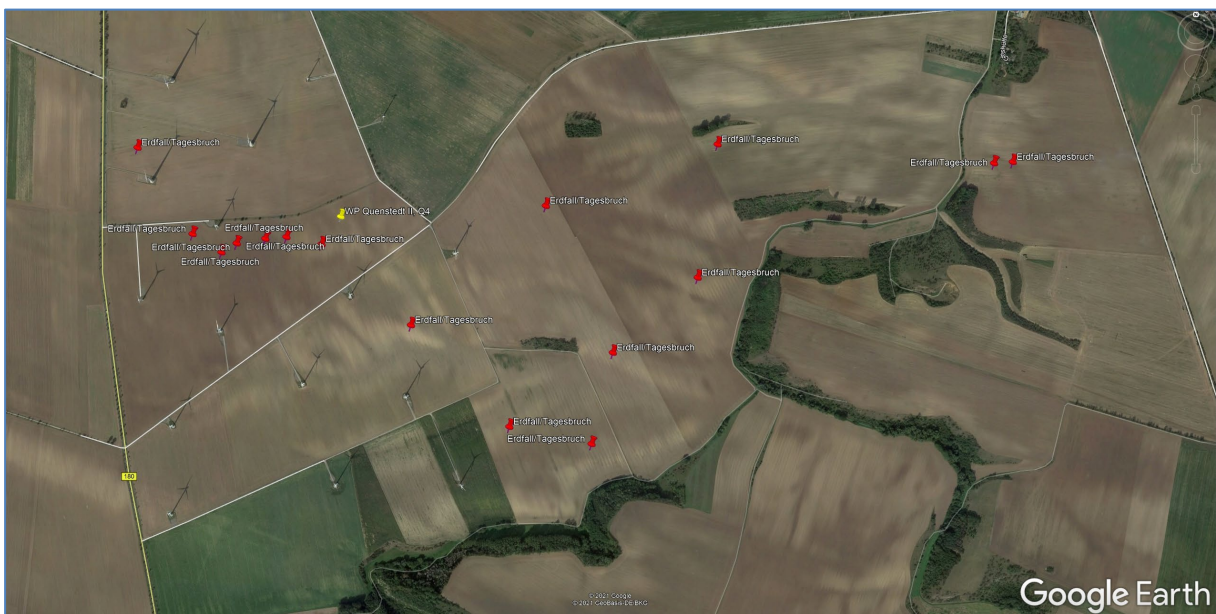


Abbildung 5: Erdfälle/Tagesbrüche im Bestandswindpark und näheren Umfeld

Im Foto 1 sowie der Abbildung 5 sind die momentan ersichtlichen Erdfälle und Tagesbrüche dargestellt. Auf Grund des Abstandes und Anzahl der registrierten Erdfälle muss von der Erdfallgefährdungskategorie 4 ausgegangen werden. Es sind somit konstruktive Maßnahmen für eine sichere Gründung zu berücksichtigen. Im Zuge der Planung ist eine

„Geologische Stellungnahme“ zur weiteren Einschätzung und Risikobewertung vom Geologischen Landesamt abzufordern.

3.3 Erkundung

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse wurde in der 11. KW 2021 als direkter Aufschluss 1 Kleinrammbohrung (BS 50 nach DIN EN ISO 22475-1) bis 4,0 m uGOK am Anlagenmittelpunkt abgeteuft.

Die bei den Bohrarbeiten entnommenen Bodenproben wurden im Erdbaulabor der GGU auf ihre bodenmechanischen Eigenschaften untersucht.

Als indirekte Aufschlussmethode kam in der 08. KW 2021 am nordwestlichen Fundamentrand 1 Drucksondierung (nach DIN EN ISO 22476-1) zur Ausführung. Die Bohr- und Sondierergebnisse wurden im Zuge der Auswertung abgeglichen. Bei der Bodenansprache wurden im Zweifelsfalle die Ergebnisse des direkten Aufschlusses vorrangig betrachtet.

3.4 Baugrund

Die Schichtenfolge beginnt am Standort mit 0,5 m mächtigem

Oberboden (Schicht 1)

als stark humoser, feinsandiger Schluff

mit dunkelbrauner Färbung. Bei dem Oberboden handelt es sich um Tschernoseme bis Braunerde-Tschernoseme aus Löss. An einer ausgewählten Bodenmischproben wurde der Glühverlust mit 5,1 Ma.-% bestimmt (s. Anl. 3.1). Demnach ist der Oberboden als stark humos einzustufen.

Unter dem Oberboden folgt bis 1,8 m Tiefe

Löß (Schicht 2)

aus schwach feinsandigem, schwach tonigem, carbonatreichem Schluff

mit Färbungen von graugelb bis hellbraun. Beim Löß handelt es sich um ein äolisches, feinkörniges Sediment mit hoher Witterungsempfindlichkeit. Zum Untersuchungszeitpunkt wies die Schicht 2 eine steife Konsistenz auf. Laboruntersuchungen an einer Bodenmischprobe ergab folgende Korngrößenverteilung:

Tabelle 2: Laborergebnisse Schicht 2 (Löß)

Aufschluss	Entnahmetiefe [m uGOK]	Verhältnis T/U/S/G [%]	Bodenart [DIN 4022]	Bodenart [EN ISO 14 688-1]	Bodengruppe [DIN 18 196]
BS Q4-M	0,50-1,80	13,8/76,8/8,5/0,8	U, fs', t', k	cl'f'sa'Si	UL

Der Löß wird von der Verwitterungszone des tiefer folgenden Festgesteins aus

verwittertem Kalkstein (Schicht 3)

unterlagert. Hierbei handelt es sich um Bildungen des Unteren Muschelkalks.

Mit der Kleinrammbohrung konnte bis 4 m Tiefe in die Verwitterungszone hineingebohrt werden. Mit der Drucksondierung wurde eine Tiefe von rd. 3,1 m bei einem Spitzendruck von rd. 50 MPa erreicht. Auf Grund der hohen Baugrundfestigkeit und Geräteauslastung wurden beide Aufschlüsse abgebrochen.

Laboruntersuchungen an einer Bodenprobe aus dem Bereich der Schicht 3 ergab folgende Korngrößenverteilung:

Tabelle 3: Laborergebnisse Schicht 3 (verwitterter Kalkstein)

Aufschluss	Entnahmetiefe [m uGOK]	Verhältnis T+U/S/G [%]	Gesteinstyp	Festigkeit	Verwitterungsgrad
BS Q4-M	1,80-4,00	8,0/21,5/22,1/48,5	Halbfestgestein	sehr mürb bis mürb	V3 – V4

Dem Feinkornanteil nach, steht der verwitterte Kalkstein in einer bindigen Matrix an. Demnach ist mit einer Durchlässigkeit (abgeschätzt aus der Bodenart) $< 1 \times 10^{-6}$ m/s zu rechnen. Nach DIN 18130 ist die Schicht 3 als „schwach *durchlässig*“ zu bezeichnen. Trennflächen und Klüfte tragen im Wesentlichen zur Wasserwegsamkeit im Festgestein bei. Auf Grund der bindigen Matrix muss jedoch von einer Verkittung der Kluftflächen in der Verwitterungszone ausgegangen werden.

Für den Standort kann folgendes vereinfachtes Bodenprofil angenommen werden:

Tabelle 4: vereinfachtes Bodenprofil

WEA	Tiefe [m uGOK]	Boden
Q4	0,0-0,5	Oberboden
	0,5-1,8	Löß, steif
	unterhalb von 1,8	Kalkstein (in den oberen Metern verwittert, darunter kompakter Fels)

3.5 Grundwasser

Grund-/Schichtenwasser wurde im Rahmen der Baugrunderkundungen am Standort nicht angetroffen. Im Baufeld ist jedoch von einer Schichten- bzw. Grundwasserführung im Kluftsystem des Kalksteins auszugehen.

Der Oberflächenwasser-Abfluss erfolgt in südöstliche Richtungen zum Quenstedter Bach (siehe Anlage 5.1). Von einer Überflutungsgefährdung ist aufgrund der Morphologie für das Baufeld nicht auszugehen (siehe Anlage 5.2).

Nach Niederschlägen muss von länger anhaltenden, oberflächlichen Vernässungen, von einer aufgeweichten oberen Bodenzone, von Schichtwasserbildung sowie von einem stark zeitverzögerten Wasserabfluss ausgegangen werden.

4 Grundbautechnische Bewertung

4.1 Bemessungsgrundlagen

Es wird der Anlagentyp „Enercon E-138 EP3-HAT-160-ES-C-01“ mit 160 m Nabenhöhe geplant. Vom Planer wurde die Fundamenttypenstatik mit [5] für eine Flachgründung vorgelegt.

Fundament (Flachgründung mit Auftriebssicherung)

- Fundamentaußendurchmesser $d_a = 22,50 \text{ m}$
- Mindestwert für statische Drehfedersteifigkeit $k_{\phi, \text{stat}} = 42.000 \text{ MNm/rad}$
- Mindestwert dynamische Drehfedersteifigkeit $k_{\phi, \text{dyn}} = 210.000 \text{ MNm/rad}$
- max. zulässiger GW-Spiegel = GOK
- Gründungssohle unter GOK = 0,72 m
- max. Fundamentschiefstellung infolge Baugrundsetzung = $3 \text{ mm/m} \triangleq 6,75 \text{ cm}$
- Wichte der Fundamentandeckung $\gamma = 18 / 8 \text{ kN/m}^3$

4.2 Drehfedersteifigkeit

Aus dem angegebenen Mindestwert der dynamischen Drehfedersteifigkeit ergibt sich der erforderliche dynamische Steifemodul $E_{s,dyn}$ bei homogenem Baugrund zunächst wie folgt:

$$\text{erf. } E_{s,dyn} = k_{\varphi,dyn} \cdot 3/4 \cdot 1/r^3 \cdot (1 + \nu) \cdot (1 - \nu)^2 : (1 - \nu - 2 \cdot \nu^2)$$

$$r = \text{Ersatzfundamentradius} = 11,25 \text{ m}$$

Für gemischtkörnige Böden gilt:

$$\nu = \text{Poisson-Zahl} = 0,35$$

$$\text{erf. } E_{s,dyn} = 210.000 \cdot 3/4 \cdot 1/11,25^3 \cdot (1 + 0,35) \cdot (1 - 0,35)^2 : (1 - 0,35 - 2 \cdot 0,35^2)$$

$$\text{erf. } E_{s,dyn} = 156 \text{ MN/m}^2$$

Für bindige Böden gilt:

$$\nu = \text{Poisson-Zahl} = 0,4$$

$$\text{erf. } E_{s,dyn} = 210.000 \cdot 3/4 \cdot 1/11,25^3 \cdot (1 + 0,4) \cdot (1 - 0,4)^2 : (1 - 0,4 - 2 \cdot 0,4^2)$$

$$\text{erf. } E_{s,dyn} = 199 \text{ MN/m}^2$$

Der erforderliche dynamische Steifemodul $E_{s,dyn}$ setzt für den anstehenden Baugrund in der Gründungssohle eine feste Konsistenz für bindige/gemischtkörnige Böden oder eine mind. mitteldichte Lagerung von rolligen Böden voraus. Bei bindigen/gemischtkörnigen Böden wäre für einen Spitzendruck von mind. $q_c \geq 5 \text{ MN/m}^2$ der Nachweis erbracht. Für rollige Böden ist ein Spitzendruck von mind. $q_c \geq 7,5 \text{ MN/m}^2$ erforderlich.

4.3 Gründungsempfehlungen

Die Auswertung der Bohr- und Sondierergebnisse zeigt am Standort in der geplanten Gründungsebene (0,72 m unter GOK) einen bindigen und schwach durchlässigen Boden (Löß). Somit ist von einer zeitverzögerten Versickerung und zeitweisem Aufstau im Baugrubenhinterfüllungsbereich (sogenannter „Badewanneneffekt“) auszugehen. Das Fundament ist somit auftriebssicher zu gründen, sofern keine dauerhaft wirksame Dränage vorgesehen wird.

Das vorgesehene Fundament erfüllt mit der entsprechenden Erdauflast die Anforderung an die Auftriebssicherheit.

Der Baugrund im Bereich der geplanten Anlage besteht an der Gründungssohle aus Löß in steifer Konsistenz. Der Löß erfüllt nicht die erforderlichen Tragfähigkeitsanforderungen und ist somit bis zum verwitterten Kalkstein in Form eines Gründungspolsters mit gebrochenem, verdichtungsfähigem Material (Schotter oder zertifiziertes Beton-Recycling-Material)

auszutauschen. Mit einem derartigen Baugrundaufbau werden die Anforderungen an die dynamische Drehfedersteifigkeit am Standort in der Gründungsebene erfüllt.

Das Fundament kann auf der Grundlage bisher vorliegenden Ergebnisse der Voruntersuchung als Flachgründung auf einem Gründungspolster ausgeführt werden. In einer ergänzenden Hauptuntersuchung sind die hier beschriebenen Gegebenheiten am Standort im Bereich der Gründungsfläche und im Lastabtragungsbereich des Fundaments zu bestätigen.

4.4 Erdstatische Nachweise

Zum Nachweis der grundsätzlichen Bebaubarkeit als Flachgründung wurde vorab eine erdstatische Berechnung zur Fundamentbemessung einer Kreisplatte nach DIN EN 1997-1, DIN 4019 und DIN 4017 durchgeführt. Für die Vorbemessung wurde vom Lastfall N/A/T ausgegangen. Die Ergebnisse der Bemessung sind der Anlage 4 zu entnehmen. Mit diesen Nachweisen sind auch die Anforderungen an die maximal zulässige Kantenpressung erfüllt.

Im Rahmen von weiteren grundbautechnischen Berechnungen (Setzungsberechnungen), sind die Anforderungen an die zulässigen Schiefstellung nachzuweisen bzw. daraus resultierende grundbautechnische Maßnahmen festzulegen. Diese müssen auf der Grundlage der noch erforderlichen Hauptuntersuchung durchgeführt werden.

5 Zusammenfassung

Durch die GGU mbH wurde eine Baugrundvoruntersuchung am Standort der geplanten Windenergieanlage Q4 im Bestandswindpark Quenstedt durchgeführt. Die anstehenden Böden wurden am Standort durch 1 Kleinrammbohrung und 1 Drucksondierung erkundet.

Demnach steht unterhalb des bis zu 0,5 m mächtigen Oberbodens bis 1,8 m Tiefe Löß und darunter bis zur untersuchten Tiefe (bis max. 4 m) verwitterter Kalkstein (Verwitterungszone des tiefer folgenden Festgesteins) an. Da weitere vergleichbare Bodenaufschlüsse aus dem Bestandswindpark Quenstedt vorliegen, konnte für die Voruntersuchung zunächst auf weitere Aufschlüsse verzichtet werden.

Im Zuge der Baugrubenerstellung werden leicht bis schwer lösbare Bodenarten anfallen (bindige Böden und verwitterter Fels). Witterungsbedingt sind Aufweichungen der oberen Bodenzone zu beachten.

Im Kluftsystem des Kalksteins sind ggf. gespannte GW-Verhältnisse möglich. Da die oberflächlich anstehenden Böden geringdurchlässig sind, muss im Baufeld zeitweise mit Vernässungen und Staunässe gerechnet werden.

Der anstehende Baugrund lässt am Standort die Anforderungen der Typenprüfung [5] erwarten. Die Gründung kann somit als Flachgründung vorgesehen werden. Am Standort wird zur Einhaltung der Tragfähigkeitsanforderungen ein Bodenaustausch erforderlich (Aufbau eines Gründungspolsters).

Für die Nachweisführung des flächendeckend anstehenden verwitterten Kalksteins sind weitere Bodenaufschlüsse (evtl. auch Aufschlussbohrungen und Baggerschürfe) und Sondierungen auszuführen. Auf Grund der Kastgefährdung wird eine Geophysikalische Untersuchung (Prüfung auf hängende Tagesbrüche, Hohlräume und Dolinen) empfohlen.

Im Zuge der Planung sollten vom zuständigen Bergamt und Geologischen Landesamt entsprechende Stellungnahmen zur Erdfall- und Senkungsgefährdung für das Baufeld eingeholt werden. Bei dem aufgezeigten Gefährdungspotential (Erdfälle/Tagesbrüche im näheren Umfeld), ist die Gründungen an die Gegebenheiten (Georisiken) anzupassen und mit den Beteiligten abzustimmen.



Dr.-Ing. P. Grubert



Dipl.-Ing. R. Woithe



Baufeld

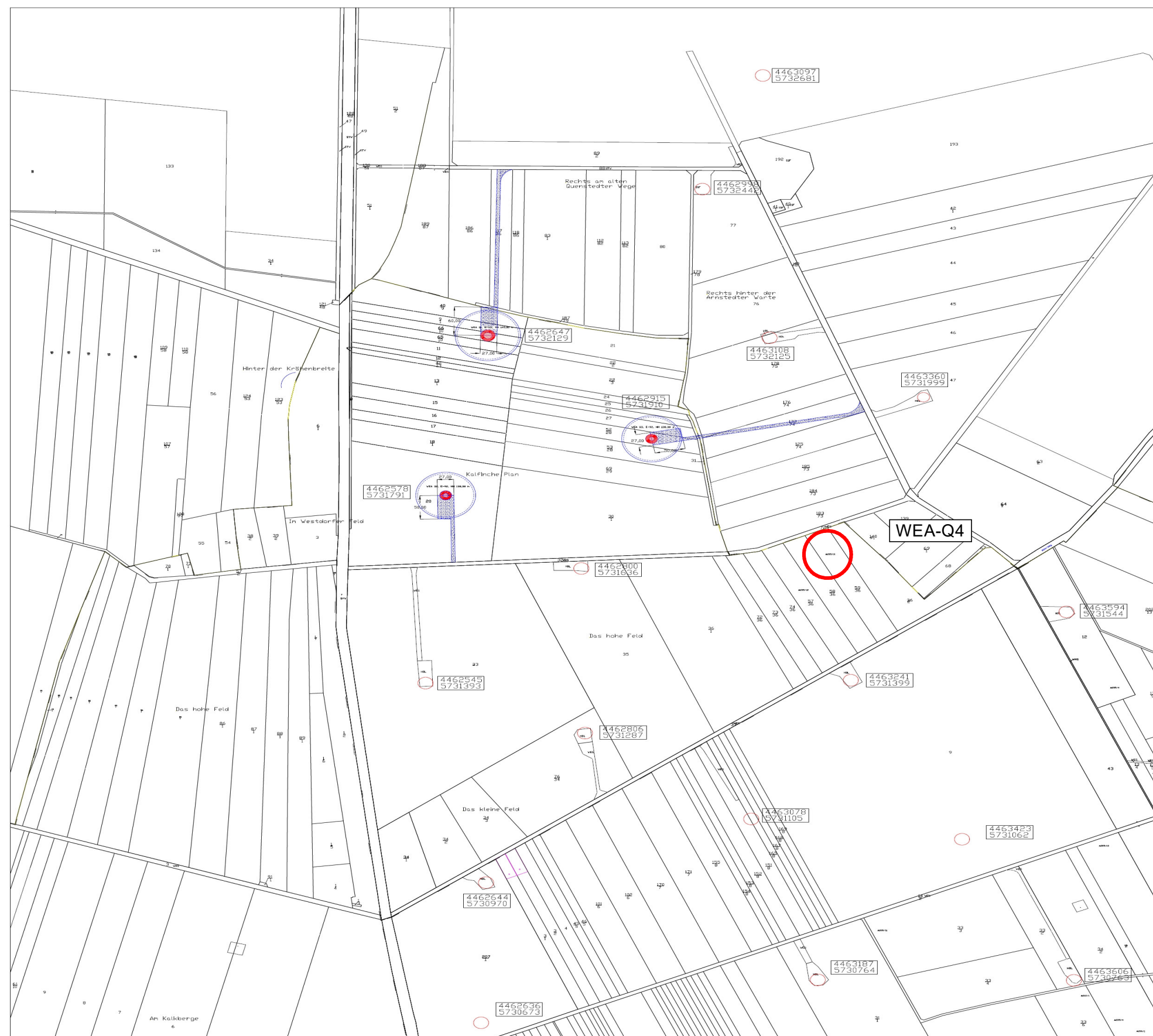
GGU
In den Ungleichen 3
39171 Osterweddingen
Tel.: 039 205 / 45 38 - 0

Windpark Quenstedt II
Errichtung WEA-Q4
Geotechnischer Bericht

Bericht Nr.	5452/21
Anlage Nr.	1.1

Übersichtslageplan

Maßstab: ohne





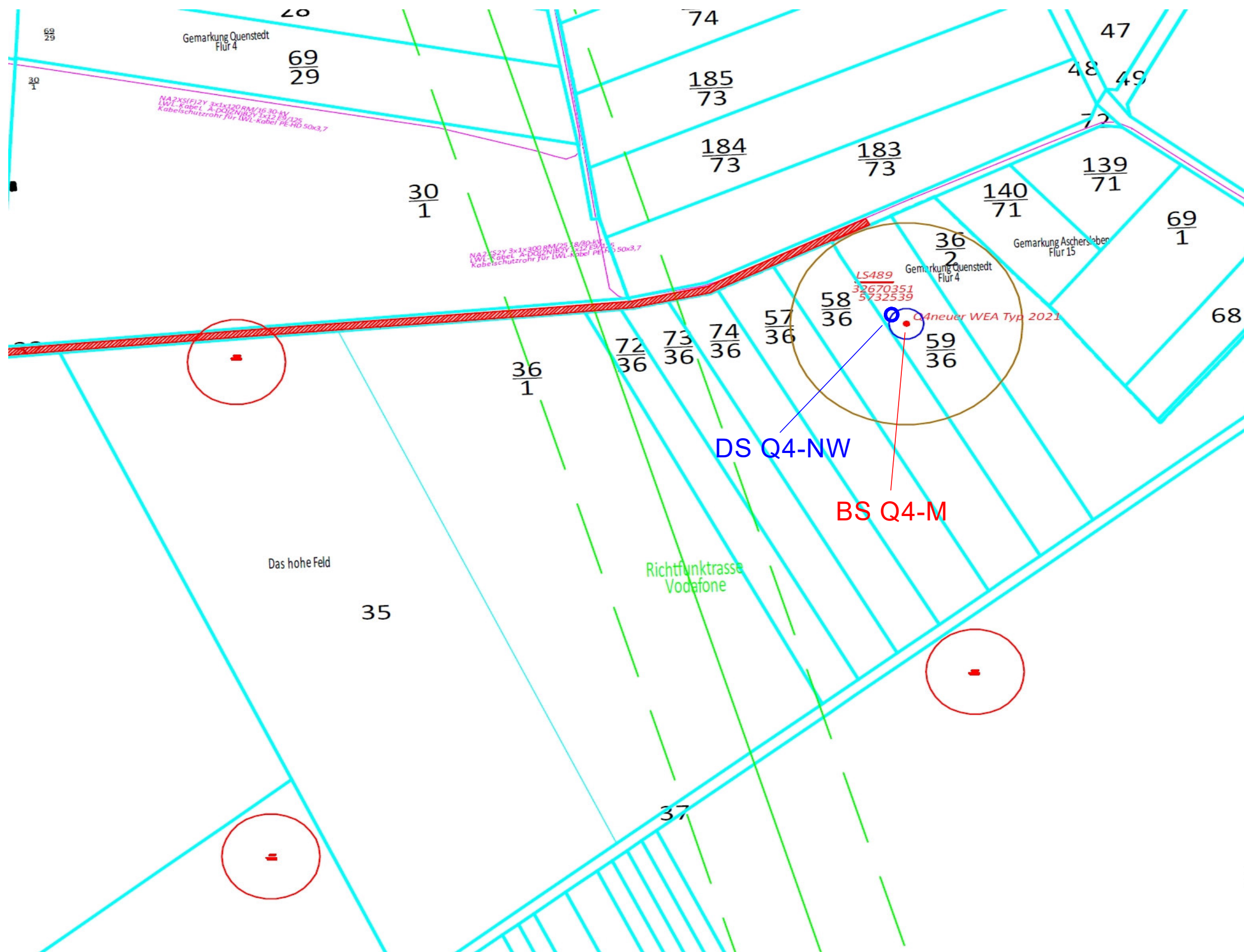
GGU
In den Ungleichen 3
39171 Osterweddingen
Tel.: 039 205 / 45 38 - 0

Windpark Quenstedt II
Errichtung WEA-Q4
Geotechnischer Bericht

Bericht Nr.	5452/21
Anlage Nr.	1.2

Lageplan

Maßstab: ohne



GGU

In den Ungleichen 3
39171 Osterweddingen
Tel.: 039 205 / 45 38 - 0

Bericht: 5452/21

Anlage: 3.1

Glühverlust nach DIN 18 128

WP Quenstedt II
Errichtung WEA Q4
Geotechnischer Bericht

Bearbeiter: RW

Datum: 30.04.2021

Prüfungsnummer: 51405

Entnahmestelle: siehe Probenbezeichnung

Probe entnommen am: 18.03.2021

Probenbezeichnung	BS 1/1
Tiefe [m]	0,00-0,50
Ungeglühte Probe + Behälter [g]	37.17
Geglühte Probe + Behälter [g]	36.27
Behälter [g]	19.59
Massenverlust [g]	0.90
Trockenmasse vor Glühen [g]	17.58
Glühverlust [%]	5.12

GGU

In den Ungleichen 3
39171 Osterweddingen
Tel.: 039 205 / 45 38 - 0

Bericht: 5452/21

Anlage: 3.2

Kalkgehalt nach DIN 18 129

Windpark Belle-Billerbeck Geotechnischer Bericht

Bearbeiter: RW

Datum: 22.03.2021

Prüfungsnummer: diverse

Entnahmestelle: siehe Probenbezeichnung

Art der Entnahme: Löß

Probe entnommen am: 02.-05.03.2021

Probenbezeichnung	1/2-3	1/4-5
Trockenmasse der Probe [g]	1.07	0.37
Temperatur [°C]	23.60	23.60
Absoluter Luftdruck [kPa]	100.90	100.90
Volumen nach 30 Sekunden [cm³]	18.60	49.80
Volumen Versuchsende [cm³]	26.80	52.80
Calcitanteil [%]	7.14	55.27
Dolomitanteil [%]	3.15	3.33
Kalkgehalt [%]	10.29	58.60

GGU

In den Ungleichen 3
39171 Osterweddingen
Tel.: 039 205 / 45 38 - 0

Bearbeiter: EH/MG

Datum: 07.04.2021

Körnungslinie

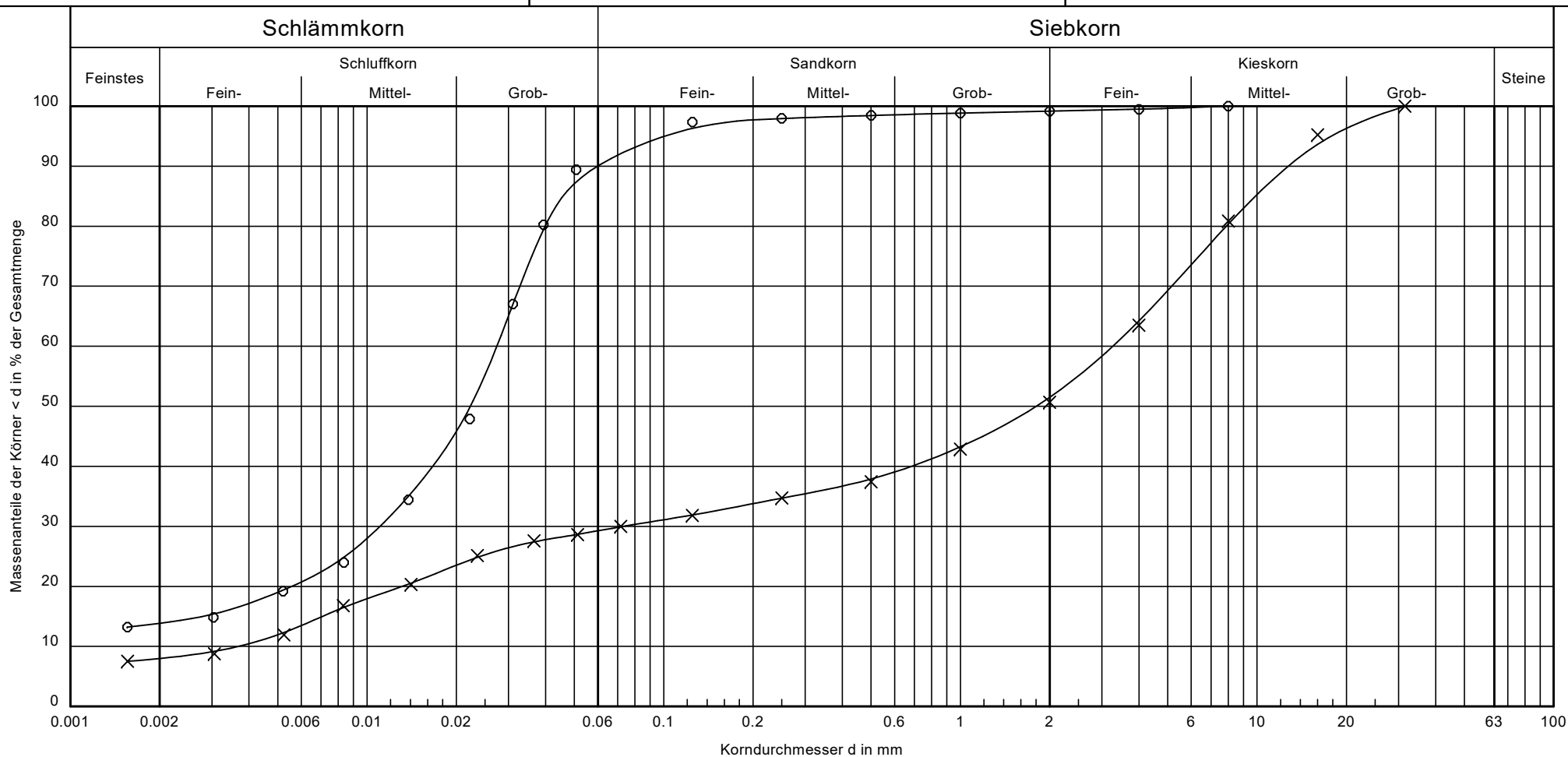
WP Quenstedt II
Errichtung WEA Q4
Geotechnischer Bericht

Prüfungsnummer: 51406, 51407

Probe entnommen am: 18.03.2021

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: nach DIN 18 123 - 5



Bezeichnung:	○ — ○	× — ×	Bemerkungen: Löß und Kalkmergel	3.3 Anlage: 5452/21 Bericht:
Entnahmenstelle:	BS 1/2-3	BS 1/4-5		
Tiefe:	0,50-1,80	1,80-4,00		
Bodenart (DIN):	U, t', fs'	G, u, t', ms', gs'		
Bodenart (neu):	fsa'fsi'cl'msiCSi	msa'fsi'csi'cl'msi'csa'Gr		
T/U/S/G [%]:	13.8/76.8/8.5/0.8	8.0/21.5/22.1/48.5		
Bodengruppe:	UL	GU*		

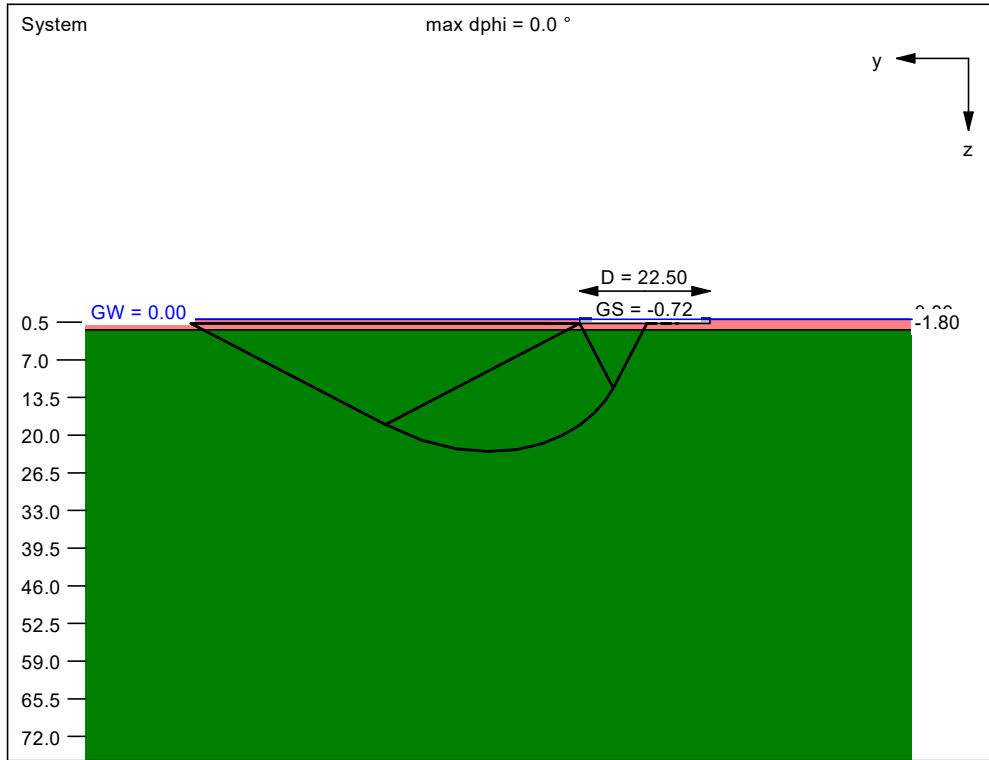
Boden	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Bezeichnung
	19.0	11.0	35.0	0.0	80.0	0.25	Polster, d
	22.0	12.0	35.0	15.0	100.0	0.30	Kalkstein, verwittert

GGU
In den Ungleichen 3
39171 Osterweddingen
Tel.: 039 205 / 45 38 - 0

Windpark Quenstedt II
WEA Q4

Bericht Nr. 5452/21
Anlage Nr. 4.1

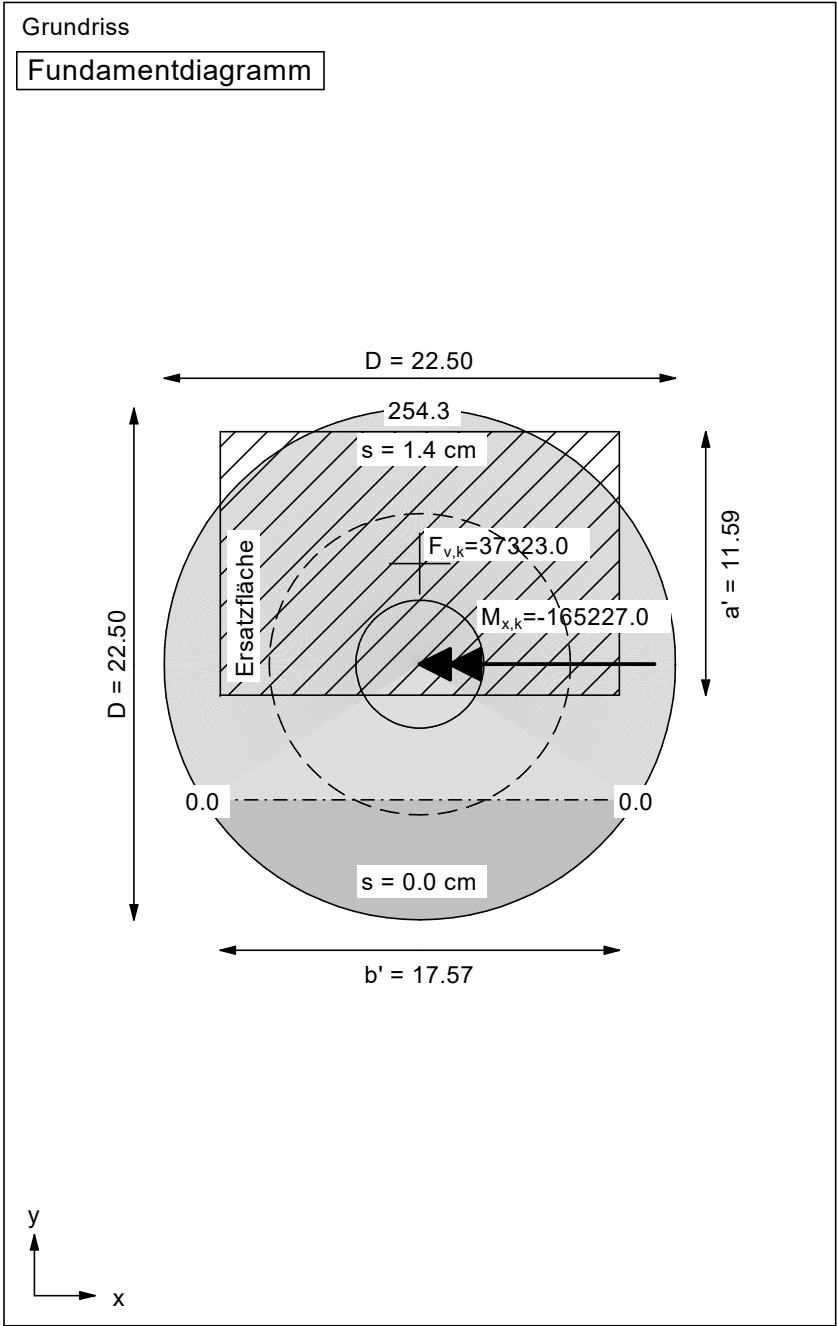
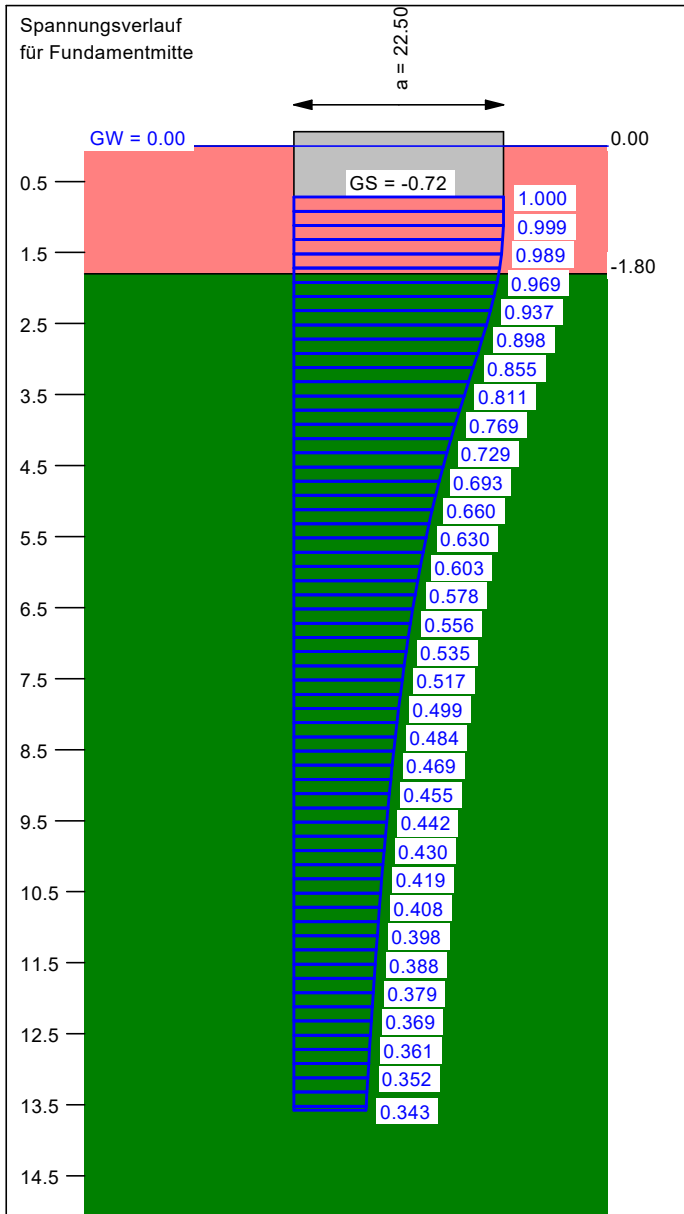
Grundbruch- und Setzungsberechnung
Flachgründung auf Gründungspolster
Baugrund nach BS Q4-M
Bemessungssituation N/A/T nach EC 7 (stat. Kennwerte)



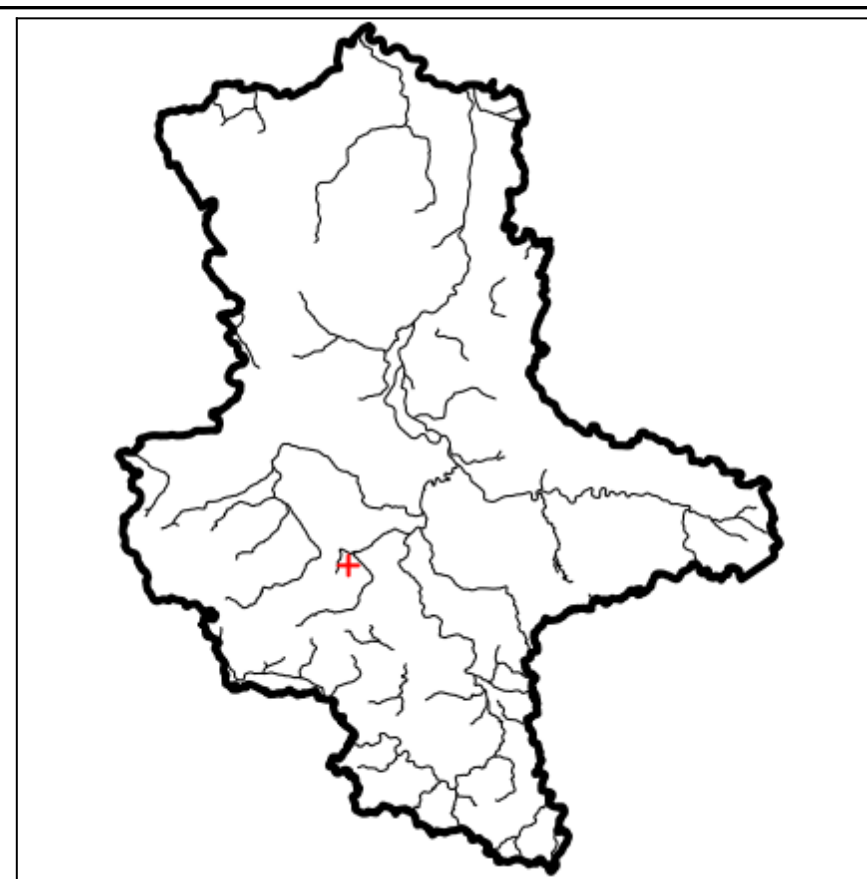
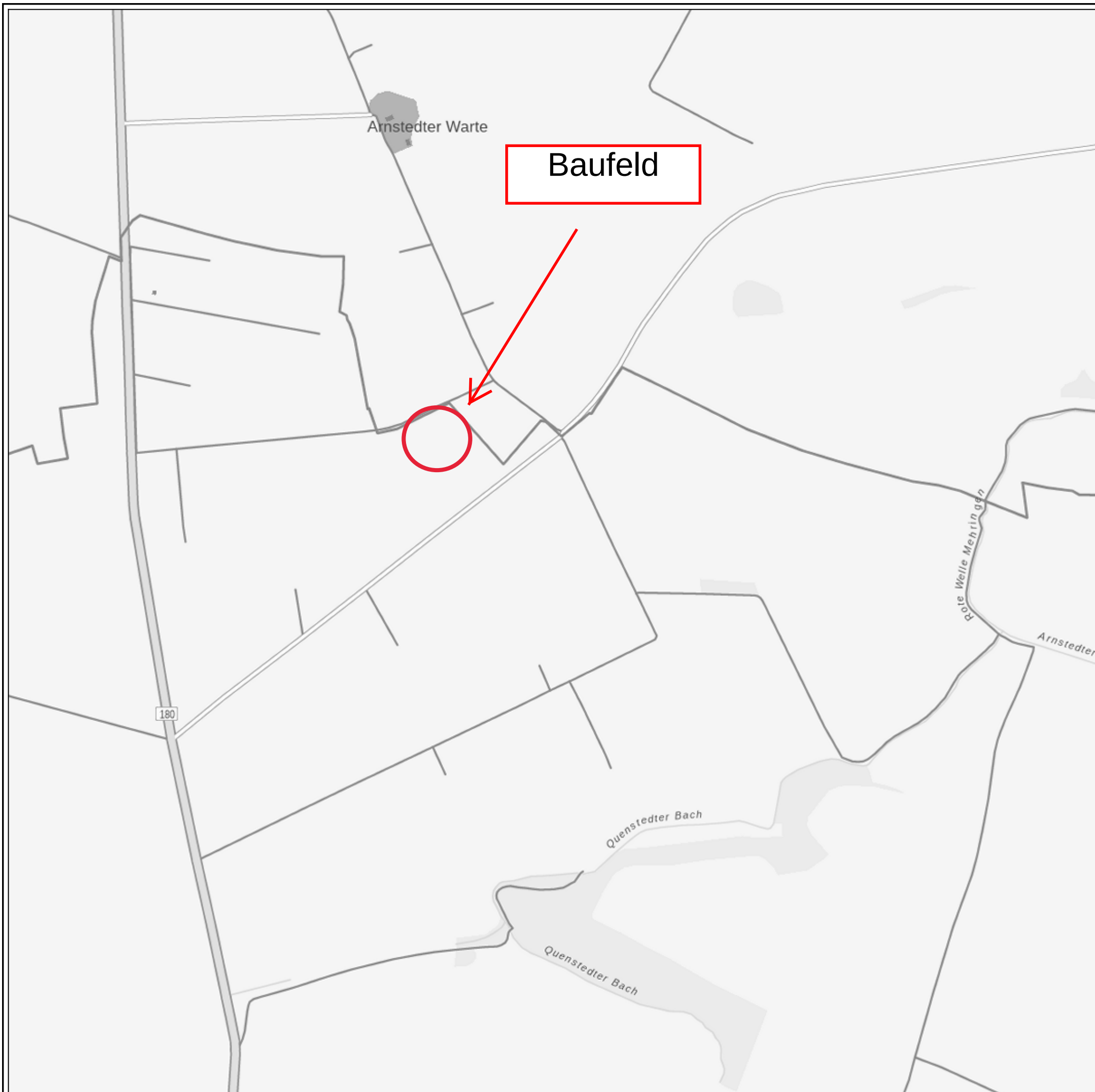
Berechnungsgrundlagen:
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)

$\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 $\gamma_{R,h} = 1.10$
Gleitsicherheit mit $\varphi = 35.00^\circ$
Grenzzustand EQU:
 $\gamma_{G,dst} = 1.10$
 $\gamma_{G,stb} = 0.90$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.50$
Durchstanznachweis (Winkel = 7.0°)
Oberkante Gelände = 0.00 m
Gründungssohle = -0.72 m
Grundwasser = 0.00 m
Grenztiefe mit $p = 20.0\%$
— 1. Kernweite
- - - 2. Kernweite

Ergebnisse Einzelfundament:
Lasten = ständig / veränderlich
Vertikallast $F_{v,k} = 37323.00 / 0.00$ kN
Horizontalkraft $F_{h,x,k} = 0.00 / 0.00$ kN
Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN
Moment $M_{x,k} = 0.00 / -165227.00$ kN·m
Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
Durchmesser $D = 22.500$ m
Unter ständigen Lasten:
Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
Resultierende im 1. Kern (= 2.813 m)
 $a' = 19.940$ m
 $b' = 19.940$ m
Unter Gesamtlasten:
Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
Exzentrizität $e_y = 4.427$ m
Resultierende im 2. Kern (= 6.627 m)
 $a' = 11.591$ m
 $b' = 17.570$ m
Grundbruch:
Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\sigma_{0f,k} / \sigma_{0f,d} = 3796.0 / 2711.42$ kN/m²
 $R_{n,k} = 773101.70$ kN
 $R_{n,d} = 552215.50$ kN
 $V_d = 1.35 \cdot 37323.00 + 1.50 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 50386.05$ kN
 μ (parallel zu y) = 0.091
cal $\varphi = 35.0^\circ$
cal c = 14.43 kN/m²
cal $\gamma_2 = 11.92$ kN/m³
cal $\sigma_u = 7.92$ kN/m²
UK log. Spirale = 22.83 m u. GOK
Länge log. Spirale = 94.28 m
Fläche log. Spirale = 1100.46 m²
Tragfähigkeitsbeiwerte (y):
 $N_{c0} = 46.12$; $N_{d0} = 33.30$; $N_{b0} = 22.61$
Formbeiwerte (y):
 $v_c = 1.390$; $v_d = 1.378$; $v_b = 0.802$
Gleitwiderstand:
Teilsicherheit (Gleitwiderstand) $\gamma_{R,h} = 1.10$
 $N_k \cdot \tan(\varphi) / \gamma_{R,h} = 37323.00 \cdot \tan(35.00^\circ) / 1.10$
 $R_{t,d} = N_k \cdot \tan(\varphi) / \gamma_{R,h} = 23758.04$ kN
 $T_d = 0.00$ kN
 $\mu = T_d / R_{t,d} = 0.001$
Setzung infolge Gesamtlasten:
Grenztiefe $t_g = 13.58$ m u. GOK
Setzung (Mittel aller KPs) = 0.70 cm
Setzungen der KPs:
oben = 1.36 cm
unten = 0.04 cm
Verdrehung(x) (KP) = 1 : 1435.4
Drehfedersteifigkeit:
 $k_{\varphi,x} = 237161.7$ MN·m/rad
Nachweis EQU:
 $M_{stb} = 37323.0 \cdot 22.50 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 377895.4$
 $M_{dst} = 165227.0 \cdot 1.50 = 247840.5$
 $\mu_{EQU} = 247840.5 / 377895.4 = 0.656$





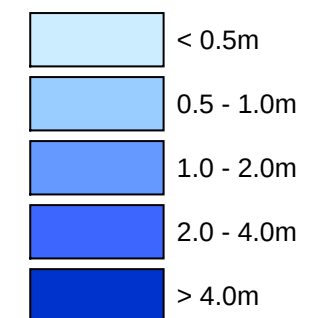


Anlage 5.2

Legende

- Fließgewässer
- Anschlaglinie HQ Extrem
- Deiche, Wände
- Polder und Rückhaltebecken
- Pegel
- Gewässerstationierung

Wassertiefe



 Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Otto-von-Guericke-Straße 5, 39104 Magdeburg, Tel.: (0391) 581-0	
SACHSEN-ANHALT	
Hochwassergefahrenkarte HQ200	
Lagebezug: ETRS89_UTM32 Höhenbezug: DHHN2016 (m NHN)	
Datum: 05.05.2021	
Maßstab: 1:10.000	© LHW Sachsen-Anhalt Planunterlage auf der Basis amtlicher Geobasisdaten vom Geobasisdaten © GeoBasis-DE / LVermGeo LSA, [010312]